



Saulius NAGURNAS

AUTOMOBILIŲ BORTO DIAGNOSTIKOS SISTEMOS. PAGRINDAI

Projekto kodas
VP1-2.2-ŠMM 07-K-01-023

Studijų programų atnaujinimas
pagal ES reikalavimus, gerinant
studijų kokybę ir taikant
inovatyvius studijų metodus

Vilnius „Technika“ 2012

VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS

Saulius NAGURNAS

AUTOMOBILIŲ BORTO DIAGNOSTIKOS SISTEMOS. PAGRINDAI

Mokomoji knyga



Vilnius „Technika“ 2012

S. Nagurnas. Automobilų borto diagnostikos sistemos. Pagrindai:
mokomoji knyga. Vilnius: Technika, 2012, 106 p. [3,31 aut. l. 2012 06 27]

Mokomojoje knygoje apžvelgiamos automobiliuose naudojamos borto diagnostikos sistemos OBD I, OBD II. Pateikiami šių sistemų konstrukciniai ypatumai, tam tikri gedimų diagnozavimo principai ir diagnostikai naudojama įranga. Aprašomi protokolai, naudojami diagnozavimo gedimų kodams nuskaityti, duomenų perdavimo sistemų tipai ir pačių gedimų kodų struktūra bei šifravimas. Nagrinėjamos naujosios duomenų perdavimo technologijos.

Leidiny skirtas sausumos transporto inžinerijos krypties automobilių transporto specializacijos studentams, studijuojantiems automobilių diagnostiką, automobilių elektros įrenginius, automobilių elektronines valdymo sistemas, automobilių techninę priežiūrą ir remontą.

Leidinį rekomendavo VGTU Transporto inžinerijos fakulteto studijų komitetas

Recenzavo: doc. dr. Stasys Slavinskas, Aleksandro Stulginskio universitetas,
Transporto ir jėgos mašinų katedra

doc. dr. Sergijus Šimakauskas, Automobilių transporto katedra

Leidiny parengtas ir išleistas už Europos struktūrinių fondų lėšas, jomis finansuojant VGTU Transporto inžinerijos, Biomechanikos ir Aviacinės mechanikos inžinerijos projektą „Studijų programų atnaujinimas pagal ES reikalavimus, gerinant studijų kokybę ir taikant inovatyvius studijų metodus“ pagal Lietuvos 2007–2013 m. Žmoniškųjų išteklių veiksmų programos 2 prioriteto „Mokymasis visą gyvenimą“ VP1-2.2-ŠMM-07-K priemonę „Studijų kokybės gerinimas, tarptautiškumo didinimas“. Projekto kodas Nr. VP1-2.2-ŠMM 07-K-01-023, finansavimo ir administravimo sutartis Nr. VP1-2.2-ŠMM-07-K-01-023.

VGTU leidyklos TECHNIKA 1350-S mokomosios
metodinės literatūros knyga

<http://leidykla.vgtu.lt>

Redaktorė *Ramutė Pinkevičienė*
Maketuotoja *Birutė Bilotienė*

eISBN 978-609-457-234-0

doi:10.3846/1350-S

© Saulius Nagurnas, 2012

© Vilniaus Gedimino technikos universitetas, 2012

TURINYS

Įvadas	5
1. Automobilių sistemų elektroniniai valdymo moduliai (EVM)	7
1.1. Pagrindinės sudedamosios dalys	7
1.2. Duomenų perdavimas automobilių kompiuterinėse valdymo sistemose	12
1.3. Gedimų kodai	14
1.4. Automobilių kompiuterių tinklai	15
1.5. Duomenų perdavimo žinutės	20
1.6. Duomenų perdavimo protokolai	20
2. Borto diagnostika	24
2.1. Pirmosios automobilių elektronikos gedimų diagnozavimo priemonės	24
2.2. Pirmosios kartos borto diagnostika	27
2.2.1. OBD I atsiradimo aplinkybės	27
2.2.2. OBD I sistema	28
2.2.3. Gedimų kodų nustatymo ypatumai pagal gedimų indikatorinę lemputę	33
2.2.4. Gedimų nustatymas specialia diagnostine įranga OBD I sistemoje	40
2.3. Antrosios kartos borto diagnostika	45
2.3.1. OBD II atsiradimo aplinkybės	45
2.3.2. OBD II (EOBD) sistema	47
2.3.3. OBD 1.5 sistema	58
2.3.4. Gedimų kodų nustatymas specialia diagnostine įranga OBD II sistemoje	59
3. CAN duomenų perdavimo magistralė	63
3.1. Bendrosios žinios	63
3.2. Svarbiausi konstrukciniai ypatumai	67
3.3. CAN veikimo principas	71
4. MOST, LIN, Bluetooth duomenų perdavimo technologijos	75

Literatūra	81
Priedai	83
1 priedas. Kai kurių techninių santrumpų paaiškinimas	83
2 priedas. Kai kurių automobilių OBD I diagnostinių jungčių tipai	84
3 priedas. OBD II gedimų kodų „P0“ sąrašo fragmentas iš SAE-J2012 standarto	85
4 priedas. OBD II gedimų kodų „P2“ sąrašo fragmentas iš techninės informacijos programos „AUTODATA 3.24“	86
5 priedas. OBD II gedimų kodų „U0“ sąrašo fragmentas iš techninės informacijos programos „AUTODATA 3.24“	87
6 priedas. OBD II santrumpos ir terminai	88
7 priedas. OBD II diagnozavimo protokolų, naudojamų kai kuriuose automobiliuose, sąrašas (1996–2006 m.)	92
8 priedas. OBD II diagnostinių jungčių išdėstymas, atitinkantis SAE reglamentuojamas pozicijas	101
9 priedas. Diagnostinės įrangos BOSCH KTS 670 funkcijos ir galimybės	104
10 priedas. Automobilio VW Polo (2002 m.) CAN duomenų perdavimo sistema	106

IVADAS

Reikšminga pažanga tobulinant automobilių dizainą, naudojamų medžiagų kokybę bei gamybos technologiją lėmė didelį šiuolaikinių automobilių patikimumą. Drauge kito ir tobulėjo automobilių gedimų nustatymo (diagnozavimo) priemonės bei metodai.

Iki šiol standinis gedimų diagnozavimas (nekalbant apie paprasčiausią diagnostiką, paremtą subjektyviais vertinimais) apsiribojo kelių gedimų parodymu ir gedimų išsaugojimu, taikant gana paprastas diagnozavimo priemones. Dažniausiai patys automobilių gamintojai sprendavo, kokio masto diagnostiką atlikti.

Pradėjus diegti elektronikos technologijas, automobiliuose atsirado naujų diagnozavimo priemonių ir metodų būtinybė, todėl pradėtos montuoti saviagnostikos (angl. *self-diagnosis*) arba borto diagnostikos (angl. *on-board diagnostics*) sistemos. Šių sistemų pradžia laikomi 1982 m., kai Kalifornijos (JAV) oro išteklių valdyba – CARB (angl. *California air resources board*) įvedė atitinkamus automobilių variklių degalų tiekimo valdymo sistemų reikalavimus. Šiai diagnozavimo sistemai skiriamas leidinio antrasis skyrius: aprašomi šios sistemos privalumai ir trūkumai, pateikiami konstrukciniai ypatumai; tam tikrų gedimų diagnozavimo galimybės ir pan.

Šiame skyriuje taip pat kalbama apie vėlesnės (antrosios) kartos borto diagnostikos sistemą OBD II (angl. *OBD phase II*), kurios pagrindas buvo 1989 m. rugsėjo mėn. Jungtinių Valstijų aplinkos apsaugos agentūros (angl. *United States environmental protection agency*) išleisti naujos kartos borto diagnostikos sistemų standartai. Šios sistemos galimybės, palyginti su OBD I sistema, buvo gerokai išplėstos ir apima ne tik teršalų emisijos kontrolės valdymą ir diagnostiką, bet ir kitų automobilio elektroninių sistemų darbo kontrolę.

Bendrieji minėtų sistemų funkcionavimo pagrindai, konstrukcijos, duomenų perdavimo automobilių kompiuterinėse valdymo sistemose principai aprašyti pirmajame skyriuje. Jame taip pat pateikiami gedimų kodų, duomenų perdavimo žinučių ir protokolų paaiškinimai.

Trečiajame bei ketvirtajame skyriuose nagrinėjamos šiuo metu automobiliuose naudojamos ir nuolat tobulinamos perspektyvios automobilių kompiuterių tinklų duomenų perdavimo sistemos. Vienas svarbiausių postūmių, lėmusių spartų automobilių valdymo sistemų ir borto diagnostikos vystimąsi, buvo CAN (angl. *controller area network*) duomenų perdavimo sistemos atsiradimas (1983 m. CAN sukūrė bendrovė *Robert Bosch GmbH*). Be šios sistemos, šiuo metu tobulinamos šviesolaidinės MOST (angl. *media oriented systems transport*) ir bevielės (*Bluetooth*) duomenų perdavimo technologijos.

Kadangi minėtų sistemų gedimų diagnozavimo galimybės yra gana didelės, autorius smulkiai nenagrinėjo specialių diagnozavimo prietaisų, pvz., stendų, testerių ir pan. Leidinyje taip pat nekalbama apie konkrečių jutiklių ar valdymo įrenginių (solenoidų) diagnozavimo tvarką. Pagrindinis dėmesys skirtas bendriesiems automobilių borto diagnozavimo sistemų konstrukcijos bei darbo principams aprašyti.

Knyga „Automobilių borto diagnostikos sistemos. Pagrindai“ skirta aukštųjų mokyklų automobilių transporto specializacijos studentams, studijuojantiems automobilių diagnostiką, automobilių el. įrenginius, automobilių elektronines valdymo sistemas, automobilių techninę priežiūrą ir remontą. Šis leidinys taip pat tinkamas automobilių techninės priežiūros ir remonto įmonių darbuotojams, specialistams, atliekantiems specializuotus automobilio elektroninių ir elektrinių sistemų diagnozavimo darbus bei visiems, besidomintiems automobiliais.

Knygos autorius dėkoja už vertingas pastabas recenzentams doc. dr. Stasiui Slavinskui, doc. dr. Sergijui Šimakauskui, taip pat doc. dr. Saugirdui Pukalskui, Jonui Lasinskui, inž. Rimgaudui Ambrazevičiui už konsultacijas, naudingus patarimus, techninę literatūrą ir visiems kolegoms, prisidėjusiems rengiant šią knygą.

1. AUTOMOBILIŲ SISTEMŲ ELEKTRONINIAI VALDYMO MODULIAI (EVM)

1.1. Pagrindinės sudedamosios dalys

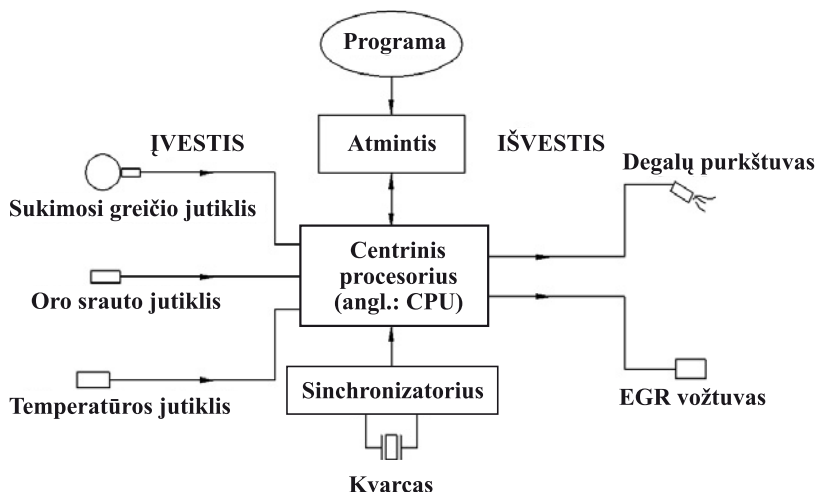
Nuolatinė automobilių gamybos technologijų kaita bei spartus elektroninių ir kompiuterinių sistemų tobulėjimas lėmė, kad daugelio šiuolaikinių automobilių sistemų (variklio, transmisijos, pasyviosios, aktyviosios saugos, komforto ir kt.) kontrolės įrenginio pagrindinė dalis yra vadinamieji mikrovaldikliai (angl. *microcontroller* arba *mini-computer*). Šie mikrovaldikliai naudojami elektroniniame valdymo bloke (angl. *electronic control unit* (ECU)), kuris vadinamas elektroniniu valdymo moduliu (angl. *electronic control module* (ECM)). Šiame leidinyje vartosime lietuvišką atitikmenį – EVM (elektroninis valdymo modulis) arba, kaip įprasta iš seniau, tiesiog – valdymo blokas.

Pagrindinės automobilio kompiuterinės valdymo sistemos dalys gali būti įvardytos taip (Denton 2004) (žr. 1 pav.):

1. Centrinis procesorius (angl. *central processing unit* (CPU)).
Arba – mikrovaldiklis.
2. Atmintis.
3. Programa.
4. Sinchronizavimo impulsų generatorius („laikrodys“).
5. Įvesties ir išvesties įranga (angl. *input/output devices*).

Centriniame procesoriuje (mikrovaldiklyje) apdorojami duomenys. Šie duomenys atspindi tam tikros automobilio sistemos būklę.

Mikrovaldikliai veikia dvejetainė skaičiavimo sistema. Jie gali būti 4, 8, 16, 32 bitų (*b*). Tai nurodo dvejetainio kodo ilgį. Duomenys, perduodami automobilio sistemose, koduojami dvejetainės skaičiavimo sistemos skaičiais, kurių kiekvienas skirsnis (bitas) gali būti lygus 0 ir 1. Žemas įtampos lygis atitinka 0 (paprastai 0–0,8 V), o aukštas – 1 (paprastai 2–5 V). Mikrovaldiklyje yra schema, keičianti analoginį signalą į skaitmeninį, nes dauguma automobilio signalų būna analoginiai.



1 pav. Pagrindinės automobilio kompiuterinės valdymo sistemos dalys (EGR vožtuvas – išmetamųjų dujų recirkuliacijos vožtuvas)

Pagrindinė programa, valdanti informacijos apdorojimą ir perdavimą, yra atmintyje. Joje taip pat laikinai saugomi duomenys, reikalingi sklandžiam vienos ar kitos automobilio sistemos darbui.

Tranzistorinės technologijos pagrindu sukurti atminties tipai automobilių valdymo sistemose tokie patys, kaip ir kitose kompiuterinėse sistemose (*Benzininių variklių valdymo sistemos/ Robert Bosch GmbH, 2009, Dyzelinių variklių valdymo sistemos/ Robert Bosch GmbH, 2009*). Tai pastovios programos atmintis ROM (angl. *read only memory*) ir tiesioginės kreipties atmintis RAM (angl. *random-access memory*). Pagrindinė valdymo programa būna ROM atmintyje. RAM atmintyje – laikina informacija, reikalinga automobilio sistemų darbui esamu momentu. Joje taip pat dažniausiai saugomi gedimų kodai (žr. 1.3 skyrių), kita tuo metu aktuali informacija (variklio darbo temperatūra, alkūninio veleno sūkių dažnis ir pan.). RAM atminčiai nutraukus elektros srovės tiekimą, jos turinys prarandamas.

Svarbu paminėti, kad ROM atmintys automobiliuose gali būti kelių tipų pagal tai, ar galima keisti pagrindinę valdymo programą.

Dažniausiai to daryti negalima. Tačiau kai kurie automobiliai komplektuojami su keičiama (perprogramuojama) ROM atmintimi.

Taigi ROM tipai yra šie:

1. Neprogramuojama pastovios programos atmintis (angl. *mask programmable ROM*). Šis atminties tipas naudojamas daugelio automobilių gamintojų. Vieną kartą suprogramavus atmintį, daugiau jos keisti negalima. 2 paveiksle parodytas tipinis firmos *BOSCH* benzininio variklio valdymo blokas, skirtas *VW/Audi* automobiliams. Jame įdiegta neprogramuojama ROM atmintis.



a)



b)

2 pav. Firmos *BOSCH* variklio valdymo blokas:

a) bendrasis vaizdas, b) vidinė struktūra

2. Programuojama ROM (angl. *programmable ROM (PROM)*). Šiose ROM gali būti gamyklos gamintojos numatyti sektoriai, kuriuose galima keisti tam tikras valdymo charakteristikas. Šiuo atveju atminties schemos turi lydžias jungtis, kurias galima „atjungti“ naudojant specialią įrangą. Kartą panaikinus šias jungtis, daugiau atkurti jų negalima. Šis ir kitų tipų ROM valdymo blokai išore yra panašūs, skiriasi tik vidinė struktūra.

3. Elektros signalu programuojama ROM (angl. *electrically programmable ROM (EPROM)*). Atmintis gali būti trinama, integrines grandines (angl. *chip*) veikiant ultravioletiniais spinduliais. Šio tipo ROM galima pažinti pagal mažą langelį, esantį mikroschemos korpusė. Ištrinus informaciją iš atminties, ją galima vėl įrašyti elektriškai.

4. Elektros signalu ištrinama programuojama ROM (angl. *electrically erasable programmable ROM* (EEPROM)). Ši atmintis veikia panašiai, kaip ir EPROM. Pagrindinis skirtumas tas, kad šios atminties duomenys gali būti ištrinti ir vėl įrašomi specialia elektros krūvio grandine, kurią kontroliuoja mikrovaldiklis (šis siunčia komandas, priklausomai nuo EVM darbo programos).

Sinchronizatorius („laikrodis“) kompiuterinėje valdymo sistemoje sukuria el. impulsus, reikalingus sistemingam duomenų perdavimui. Tai būtų el. grandinė su pjezoelektriniu (pvz., kvarciniu) elementu. Šie impulsai nusako viso EVM veiksmų greitį elektrinių impulsų skaičiumi per 1 sekundę (*Hz*). Daugelyje automobilių EVM sinchronizatoriai dirba sukurdami milijonus impulsų per sekundę. Specialus laikmatis (angl. *timer/ counter*) „skaičiuoja“ minėtus impulsus bei jutiklių siunčiamus impulsus, o kartu ir išvesties įrenginių (vožtuvų ir kt.) suveikimo laiką bei greitį, taip užtikrindamas sklandų tam tikros automobilio sistemos darbą.

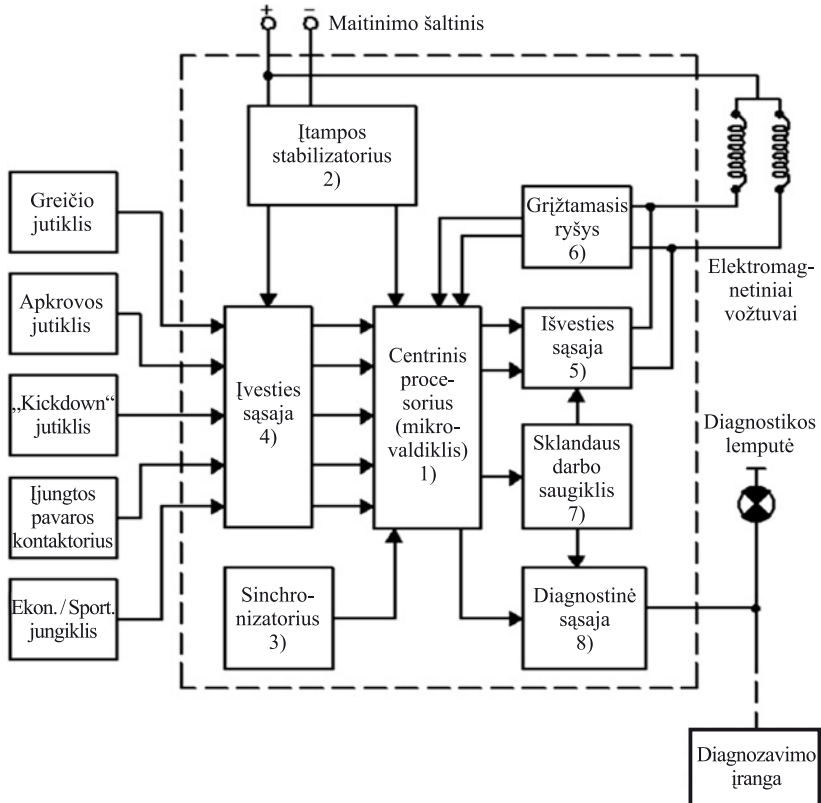
Įvesties įrenginiais suprantami įvairūs jutikliai, siunčiantys signalus į pagrindinį EVM. Tai galėtų būti bet kuris automobilyje esantis jutiklis. Pavyzdžiui, variklio aušinimo skysčio temperatūros jutiklis, alkūninio veleno sūkių dažnio, detonacijos jutiklis ir daugelis kitų.

Išvesties įrenginiai gauna valdymo signalus iš pagrindinio EVM ir vykdo nurodytas komandas. Tai būtų įvairių sistemų pavaros: solenoidai, elektromagnetiniai variklio degalų purkštuvai, žingsniniai varikliai, įvairūs vožtuvai (pavyzdžiui, išmetamųjų deginių recirkuliacijos vožtuvas EGR (angl. *exhaust gas recirculation*), tuščios eigos reguliavimo vožtuvas ir pan.).

Kaip funkcionuoja automobilio kompiuterinė valdymo sistema, paaiškinsime žemiau trumpai aprašydami, pavyzdžiui, automatinės transmisijos darbą (žr. 3 pav.).

Apie keletą 3 paveiksle parodytų blokų (1, 3, 4) esame kalbėję anksčiau. Punktyrine linija pavaizduotas pats valdymo blokas (EVM). 2-asis blokas (maitinimo įtampos stabilizatorius) tiekia nuolatine 5 V įtampos srovę iš automobilio baterijos į mikrovaldiklį.

Taip kompiuterinė sistema apsaugoma nuo įtampos padidėjimų ir sumažėjimų. Apsauga nuo žemos įtampos reikalinga tada, kai labai sumažėja akumuliatorių baterijos įtampa (tuomet maitinimas tiekiamas iš kondensatorių).



3 pav. Automatinės transmisijos EVM vidinė struktūra

5-asis blokas vaizduoja išvesties įrenginius, valdančius elektromagnetinius vožtuvus, kurie įjungia atitinkamą pavarą. 6-asis blokas – grįžtamasis ryšys. Šiame etape mikrovaldiklis „stebi“ elektromagnetinių vožtuvų būseną, t. y. ar jie įjungti, ar išjungti. Sklandaus darbo saugiklis (angl. *watchdog*) 7-asis blokas yra laiko grandinė, kuri apsaugo EVM nuo uždaro ciklo, galinčio atsirasti dėl klaidingo signalų nuskaitymo.

Vienas svarbesnių blokų yra diagnostinė sąsaja (8-asis blokas). Ji įžiebia diagnostikos lemputę, kai valdymo sistemoje aptinkamas sutrikimas. Jos išvestis baigiasi jungtimi, naudojama prijungti išorinei diagnostavimo įrangai (stendams, testeriams, skeneriams ir pan.).

Remdamiesi 3 pavyksle pateikta blokine schema galime apibūdinti EVM valdomos automatinės transmisijos darbą. Jis priklauso nuo jutiklių siunčiamų signalų. EVM lygina įėjimo signalų vertes su ROM atmintyje suprogramuotomis vertėmis ir nusprendžia, ar siųsti valdymo signalus į išvesties įrenginius, šiuo atveju – į elektromagnetinius vožtuvus.

Nagrinėjamoje sistemoje EVM pagal greičio jutiklį (pavarų dėžės veleno sukimosi dažnį) ir apkrovos jutiklį (droselinės sklendės atidarymo lygį) sprendžia, kurią pavarą, aukštesnę ar žemesnę, įjungti.

Esant neatitikimui tarp jutiklių siunčiamų signalų ir ROM atmintyje suprogramuotų verčių, fiksuojamas transmisijos darbo sutrikimas. Jis gali atsirasti dėl:

1. Elektromagnetinių vožtuvų gedimo.
2. Droselinės sklendės padėties jutiklio gedimo.
3. Sukimosi dažnio jutiklio gedimo.
4. Maitinimo šaltinio (baterijos) įtampos sumažėjimo.

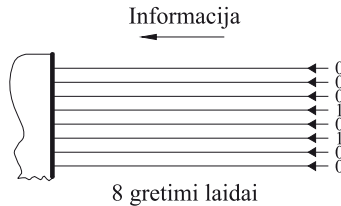
Atsiradus gedimui, automatinės transmisijos valdymo sistema dirba avariniu režimu, RAM atminties sekcijoje formuojamas gedimų kodas (žr. 1.3 skyrių). Pasireiškia sutrikimo požymiai – jungiamos aukštesnės pavaros.

1.2. Duomenų perdavimas automobilių kompiuterinėse valdymo sistemose

Kaip buvo minėta ankstesniame skyriuje, visi duomenys automobilių kompiuterinėse valdymo sistemose apdorojami ir perduodami skaitmenine forma, t. y. dvejetainiais skaičiais, susidedančiais iš 0 ir 1 (elektrinių impulsų pavidalu). Šie skaičiai gali būti perduodami dvejopai (Bonnic 2001):

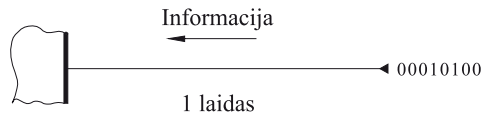
1. Lygiagrečiai.
2. Nuosekliai.

Pirmuoju atveju visa informacija siunčiama keliais laidais vienu metu. Pavyzdžiui, 4 paveiksle pateiktas 8 bitų EVM informacijos perdavimas, kai siunčiamas skaičius 20 (dvejetainis kodas būtų toks – 00010100).



4 pav. Lygiagretusis informacijos perdavimas (visas kodas vienu metu)

Esant nuosekliajam duomenų perdavimui, informacija perduodama vienu laidu. Šiuo atveju minėtas skaičius 20 skaitmenine forma siunčiamas bitas po bito, kol persiunčiama visa informacija (žr. 5 pav.).



5 pav. Nuoseklusis informacijos perdavimas
(visas kodas – bitas po bito)

Informacijos persiuntimo greitis šiuo atveju matuojamas persiūtų skaitmenų skaičiumi per sekundę.

Norint, kad visa kompiuterinė valdymo sistema tinkamai veiktų, turi būti tenkinamos tokios sąlygos:

1. EVM procesorius turi „atpažinti“ specifinių įrenginių sąsajas tarp kitų sąsajų, sujungtų su pagrindiniu kompiuteriu. Paprasčiau tariant, EVM turi skirti, pavyzdžiui, jutiklių ir vykdymo įrenginių (vožtuvų) signalus.

2. Turi būti laikinos atminties įrenginys, kuriame būtų laikoma informacija apie tarp EVM procesoriaus ir išorinių įrenginių (jutiklių, solenoidų) vykstančią informacijos kaitą.

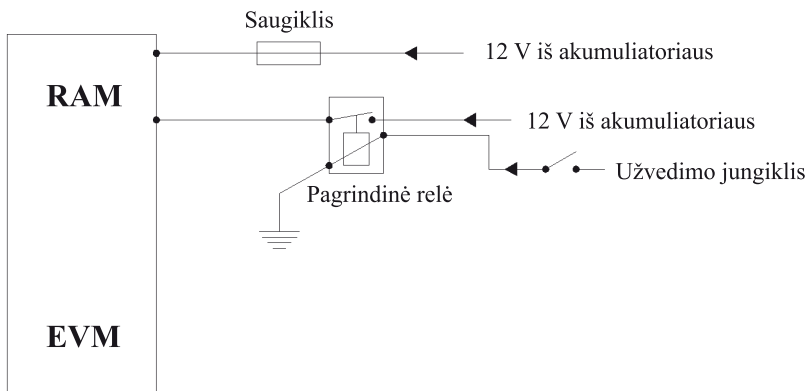
3. EVM turi generuoti ir priimti sinchronizavimo ir kontrolės signalus, kurie suderinti su procesoriumi bei išoriniais įrenginiais.

4. Turi būti galimybė jutiklių signalus, patenkančius į EVM, keisti į skaitmeninę formą ir atvirkščiai, skaitmeninė informacija iš EVM turi būti pakeista į vykdymo įrenginiams suprantamą signalą.

1.3. Gedimų kodai

Kai EVM kompiuteris valdo automobilio sistemas, pvz., variklio darbą, jis nuolat gauna duomenis iš tam tikrų jutiklių. Gauta informacija yra lyginama su ROM atmintyje suprogramuotomis vertėmis. Jei jutiklių duomenys atitinka vertes, esančias ROM'e, mikrovaldiklis siunčia valdymo signalą solenoidams. Jeigu jutiklių duomenys neatitinka reikšmių (leistinų intervalų), užprogramuotą ROM atmintyje, tada duomenų nuskaitymo ciklas kartojamas. Jei niekas nesikeičia, fiksuojamas gedimo kodas (angl. *fault code*) arba kitaip – diagnostinis sutrikimo kodas (angl. *diagnostic trouble code* (DTC)). Šis kodas įrašomas į RAM atminties sekciją.

Svarbu paminėti, kad EVM programuojama taip, kad mikrovaldiklis galėtų veikti toliau, kol bus pašalintas gedimas ir iš RAM atminties ištrintas minėtas gedimo kodas. Esant tokiai situacijai, EVM pradeda dirbti avariniu režimu.



6 pav. KAM sistema

Norint išsaugoti informaciją apie gedimų kodus RAM atmintyje, reikalingas nuolatinis šios atminties maitinimas, kurio schema dar va-

dinama KAM (angl. *keep alive memory*) – atminties išlaikymo sistema (žr. 6 pav.). Terminas KAM reiškia nuolatinį, apsaugotą saugikliu (6 pav.) el. energijos tiekimą. Tačiau akumuliatorių baterija visada turi būti prijungta.

Kartais gedimų kodams saugoti yra naudojama EEPROM atmintis. Šiuo atveju informacija atmintyje yra išlaikoma ir tada, kai atjungiamas pagrindinis maitinimo šaltinis (akumuliatorių baterija).

1.4. Automobilių kompiuterių tinklai

Didėjant tam tikrų kompiuterinių valdymo sistemų skaičiui, kilo natūralus poreikis sujungti esamas sistemas į stambesnius vienetus, vadinamus automobilių kompiuterių tinklais (Li *et al.* 2007). Vienas pavyzdžių būtų variklio kontrolės, sukibimo su kelio danga (traukos) kontrolės ir ratų antiblokavimo sistemų bendras darbas.

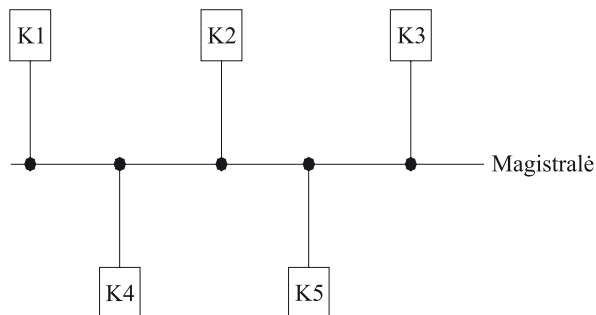
Pagrindinis automobilių kompiuterinių tinklų diegimo tikslas – mažinti sistemose naudojamų laidų kiekį. Tokiu būdu galima sutautpyti iki 15 kg laidų viename automobilyje. Taip pat galima sumažinti jutiklių skaičių, unifikuojant jų funkcijas (kai vienas jutiklis panaudojamas kelių sistemų darbo kontrolei).

Norint geriau suprasti automobilių kompiuterių tinklų tarpusavio sąveiką, tikslinga išnagrinėti šių tipų tinklus:

1. Magistralinė sistema (angl. *bus-based system*).
2. Jungimas žvaigžde (angl. *star connected*).

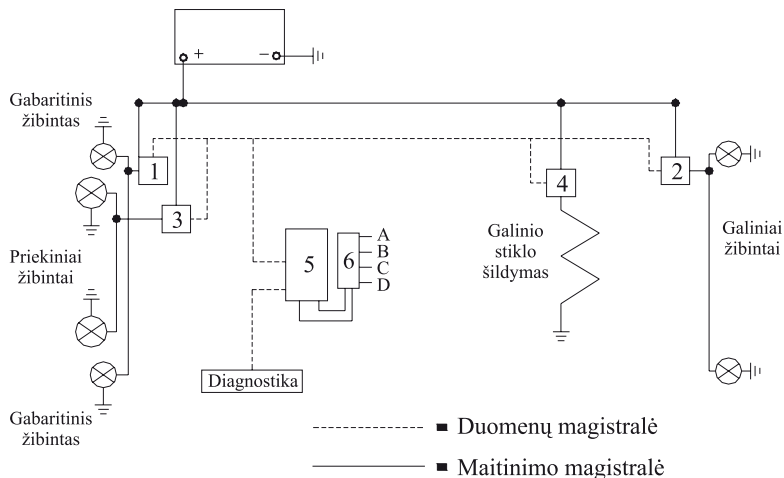
Pirmuoju atveju automobilio tam tikrų sistemų valdymo EVM arba kompiuteriai K1-K5 (žr. 7 pav.) tarpusavyje sujungti bendra magistrale, kuria siunčiama informacija, skirta vienam ar kitam adresatui.

Pagrindinis šios sistemos privalumas – mažesnis laidų, reikalingų informacijai persiūsti, kiekis. Tačiau, esant šiai sistemai, gali kilti nesklandumų, kai vienu metu siunčiamas didelis informacijos kiekis. Siekiant to išvengti, taikomos griežtos informacijos siuntimo tarp kompiuterių taisyklės, vadinamos protokolais (žr. 1.6 skyrių).



7 pav. Magistralinė automobilių kompiuterių tinklo sistema

8 paveiksle parodyta šios sistemos, montuojamos automobiliuose, principinė schema (žibintų ir galinio stiklo šildymo įjungimo sistema), dar vadinama daugiafunkce (angl. *multiplexed*). Ji gali būti pavaizduota kaip dviejų laidų sistema, kai vienas laidas skirtas maitinimui, o kitu siunčiami tam tikri valdymo signalai.



8 pav. Daugiafunkcė kompiuterių tinklų sistema automobilyje:
1, 2, 3, 4 – jungikliai, 5 – mikrovaldiklis, 6 – daugiafunkcis elementas

Punktyrine linija pavaizduota duomenų perdavimo linija, kuria siunčiamos žinutės (žinutės samprata pateikta 1.5 skyriuje) vieniems

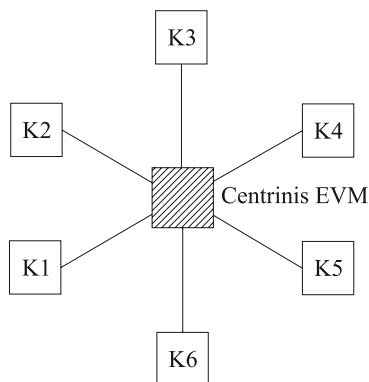
ar kitiems valdomiems įrenginiams. Stačiakampiai, pažymėti numeriais 1, 2, 3, 4, atitinka tam tikrų elementų (žibintų, stiklo šildymo) elektronines sąsajas (jungiklius), leidžiančias dviejų krypčių ryšį tarp mikrovaldiklio 5 ir automobilio žibintų (arba galinio šildomo stiklo). Prietaisų skydelio jungikliai sujungti su daugiafunkčiu elementu 6, kuris per mikrovaldiklį siunčia įvairias dvejetainio kodo kombinacijas, atitinkančias žibintų jungiklių būsenas.

Pavyzdžiui, kai gabaritinių žibintų jungiklis įjungtas, o kiti jungikliai išjungti, siunčiamas 1000 dvejetainis kodas ir kiti papildomi bitai (0 ir 1), reikalingi protokolui (žr. 1.6 skyrių) palaikyti. Tokiu būdu pradedamas tiekti maitinimas į žibintus. Panašus procesas vyksta, kai įjungiamo galinio stiklo šildymą (tik skiriasi valdymo signalo dvejetainis kodas).

Jungimo žvaigžde (žr. 9 pav.) kompiuterinis tinklas geresnis tuo, kad pažeidus jungtį tarp centrinio EVM ir kurio nors kito kompiuterio, šis gedimas nesutrikdys visos sistemos darbo. Tačiau reikalingas didesnis jungiamųjų laidų kiekis.

Šiuo atveju centrinis EVM funkcionuoja kaip elektrinis perjungiklis, gaunantis duomenis iš tinkle esančių kompiuterių, taip pat nustantis, kuris iš jų pasirengęs priimti valdymo signalus.

Minėtos dvi sistemos gali būti montuojamos tame pačiame automobilyje.

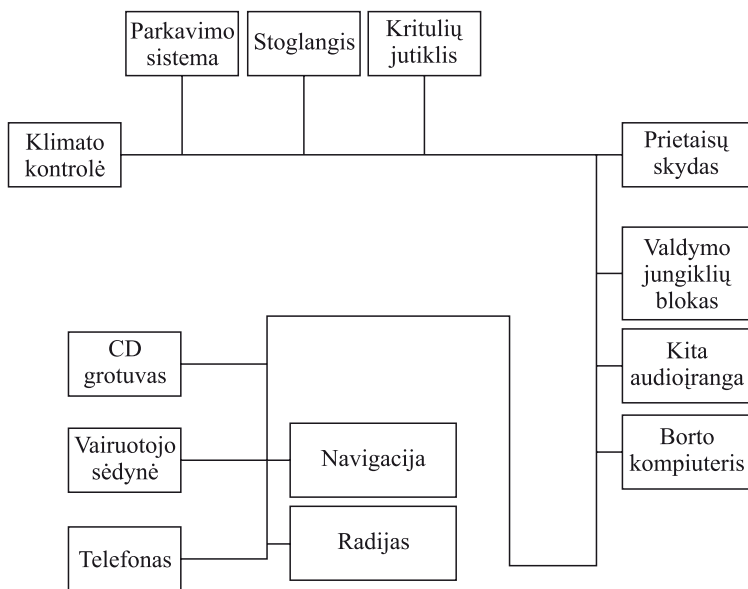


9 pav. Jungimo žvaigžde automobilių kompiuterių tinklas

Automobilių tinklų sistemos, pagal tai, kokia yra tam tikros automobilio sistemos konstrukcija, dirba skirtingais greičiais. Pavyzdžiui, apšvietimo ir signalizacijos elementų darbui pakanka nedidelio duomenų perdavimo greičio – apie 1 000 *b/s*. ABS, variklio, transmisijos kontrolei paprastai reikia daug didesnio greičio – 500 000 *b/s* ir daugiau, nes šių sistemų kontrolė ir valdymas vyksta nuolat (angl. *in real time*) ir dideliu greičiu.

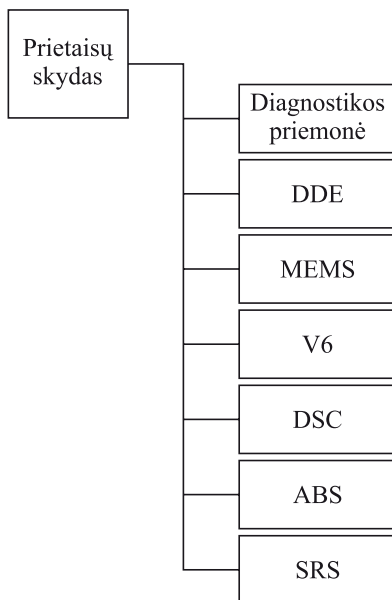
Dėl šios priežasties automobilių inžinierių asociacija *SAE* (angl. *society of automotive engineers*) rekomenduoja tris duomenų perdavimo greičių klases:

A klasė. Lėtas duomenų perdavimo greitis. Iki 10 000 *b/s*. Jis dažniausiai naudojamas automobilio vidaus apšvietimui valdyti, taip pat žibintams ir kitiems signalizacijos elementams. 10 paveiksle pateikta automobilio *Rover 75* tokio tipo duomenų perdavimo struktūrinė schema. Ši magistralė vadinama *BMW K bus*. Duomenų perdavimo greitis 9 600 *b/s*.



10 pav. Vieno laido duomenų perdavimo magistralės *BMW K bus* struktūrinė schema

B klasė. Vidutinis duomenų perdavimo greitis (10 000–125 000 *b/s*). Tai būtų automobilio važiavimo greičio, išmetimo sistemos kontrolės ir kt. sistemų valdymas, taip pat naudojamas diagnostikos reikmėms. 11 paveiksle parodyta vieno laido diagnostinė magistralė, kurios darbo greitis 10 400 *b/s* (kai kurių santrumpų paaiškinimai pateikti 1 priede). Tokia magistralė dar vadinama *K line*“ (žr. informaciją apie protokolus (2.3.2 skyrius).



11 pav. Vieno laido diagnostikos magistralės *K line* struktūrinė schema

C klasė. Didelis duomenų perdavimo greitis (125 000–1 000 000 *b/s*). Naudojamas automobilio aktyviosios saugos sistemų (ABS, DSC), taip pat variklio, transmisijos kontrolei ir valdymui. Šiuo metu automobiliuose plačiai naudojama bendrovės *BOSCH* (Vokietija) sukurta CAN (angl. *controller area network*) duomenų perdavimo sistema, tenkinanti C klasės reikalavimus. 3 skyriuje pateiktas platesnis CAN aprašymas (veikimas, struktūrinės schemos ir pan.).

1.5. Duomenų perdavimo žinutės

Žinutė – terminas, apibūdinantis duomenų siuntimą tinkle iš vieno kompiuterio (EVM) į kitus. Žinutė gali būti ilga (sudaryta iš daug megabaitų) arba trumpa, apimanti vos kelis baitus.

Esant lėtam duomenų perdavimo greičiui, ilga žinutė gali būti siunčiama sąlyginai ilgą laiką ir tai gali trikdyti kitų žinučių siuntimą, pavyzdžiui, jei kitas kompiuteris pasirengęs persiųsti neatidėliotiną žinutę. Norint to išvengti, žinutės yra dalijamos į smulkesnes dalis, vadinamas paketais. Kiekvienas paketas į duomenų magistralę yra siunčiamas kaip atskiras vienetas, o priimantysis kompiuteris paketus surenka į visą žinutę.

Paketas prieš siunčiant suformuojamas į tam tikrą bitų rinkinį, kuris sudarytas iš:

- paties paketo;
- papildomų informacijos bitų (0 ir 1), suteikiančių galimybę rasti klaidas (gedimus);
- informacijos bitų, identifikuojančių siunčiantį kompiuterį;
- informacijos bitų, atpažįstančių kompiuterį, priimančią duomenis;
- informacijos bitų sekos, žyminčios sistemos pradžią;
- informacijos bitų skaičiaus, žyminčio sistemos ilgį ir (arba) sistemos pabaigą.

Kiekvienas tinkle esantis kompiuteris turi savo unikalų tinklo adresą.

1.6. Duomenų perdavimo protokolai

Kad automobilių kompiuterių tinklai sklandžiai veiktų, reikalingos tam tikros taisyklės, dar kitaip vadinamos protokolais. Protokolai apima kompiuterių tarpusavio duomenų pasikeitimo formato aprašymą, siunčiamų signalų eiliškumą ir momentines charakteristikas, adresą, kuriuo reikia kreiptis, norint vykdyti numatytas komandas ir pan.

Šiuo metu automobilių kompiuterių tinkluose paplitę CSMA/NDA darbo principais paremti protokolai (žr. 2.3.2 skyrių). CSMA/NDA (angl. *carrier sense multiple access with non-destructive ar-*

bitration) reiškia tai, kad EVM mikrovaldiklis, prieš siųsdamas informaciją, patikrina, ar tinklas yra laisvas. Kai jis laisvas, pradedami siųsti duomenys. Juos išsiuntus, kiti kompiuteriai, esantys sistemoje, patikrina galutinį adresatą ir, patikrai pasibaigus, priimantysis kompiuteris gauna visą informaciją. Toliau priimantysis kompiuteris tikrina klaidas ir, jeigu ji aptinkama, išsiunčiama klaidos žinutė siunčiančiam kompiuteriui. Gavęs klaidos žinutę, siunčiantysis kompiuteris dar kartą kartoja visos informacijos siuntimą.

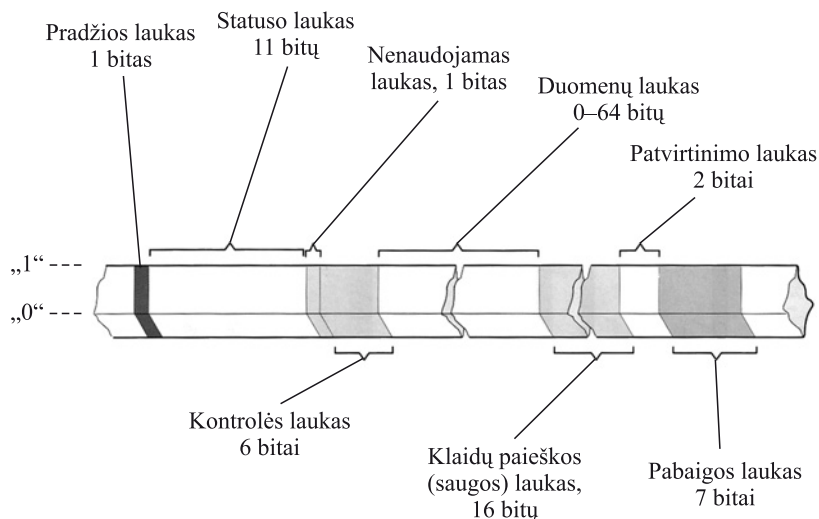
Jeigu du kompiuteriai vienu metu bando siųsti informaciją, gali kilti nesklandumų (siunčiama informacija gali būti sugadinta). Taip nutikus, protokolas siunčiančiam kompiuteriui „įsako“ tuoj pat nustoti siųsti informaciją ir išsiunčia vadinamąjį „spūsties signalą“. Šis signalas įspėja kitus tinkle esančius kompiuterius, kad jie ignoruotų anksčiau gautos informacijos likučius. Kiekvienas kompiuteris prieš informacijos siuntimą turi palaukti.

Taigi apibendrinant galima įvardyti šias automobilio kompiuterinių tinklų sklandaus darbo sąlygas:

- informacija turi būti išskaidyta į paketus;
- turi būti informacijos bitai, randantys duomenų siuntimo klaidas;
- kiekvienas paketas turi būti suformuotas į tam tikrus informacijos bitus;
- informacija turi būti išsiųsta į tinklą;
- susiklosčius nepalankioms aplinkybėms, turi būti fiksuojamas trikdys. Kartu sustabdomas duomenų perdavimas, išsiunčiant „spūsties signalą“;
- kompiuteriai turi palaukti nustatytą laiką, prieš vėl siųsdami informaciją.

Minėti procesai trunka mikrosekundes, o darbo tvarką reguliuoja kiekviename kompiuteryje esantis sinchronizavimo įrenginys (1.1 skyrius).

CAN sistemos (3 skyrius) atveju duomenų protokolas gali būti pavaizduotas kaip tam tikrų duomenų laukų visuma (žr. 12 pav.). Paprasčiau tariant – tai vienas po kito sudėlioti informacijos bitai.



12 pav. CAN sistemos duomenų perdavimo protokolo struktūra

Trumpai panagrinėkime 12 paveiksle parodytus laukus.

1. Pradžios laukas (angl. *head of data*). Jis žymi duomenų protokolo pradžią. Kaip matome, protokolo pagrindas yra loginis „0“ ir „1“. CAN sistemoje „1“ reiškia signalą (5 V įtampą), „0“ – signalo nėra, arba 0 V.

2. Statuso laukas (angl. *data ID*). Jame nustatomas duomenų siuntimo prioritetas. Kai du EVM vienu metu nori siųsti savo duomenis, pirmenybė suteikiama aukštesnį prioritetą turinčiam EVM. Pvz., ABS sistemos EVM turi aukštesnį prioritetą, palyginti su automatinės transmisijos EVM.

3. Kontrolės laukas (angl. *information for control*). Jame pateikiamas duomenų lauke esantis informacijos kiekis. Kiekvienas priimančias informaciją įrenginys gali patikrinti, ar visa informacija gauta.

4. Duomenų laukas (angl. *contents of data*). Jo metu informacija siunčiama kitiems valdymo įrenginiams.

5. Klaidų paieškos laukas (angl. *code error detection*). Jis reikalingas informacijos perdavimo trikdžiams atpažinti.

6. Patvirtinimo laukas (angl. *response reception side*). Jame priimančios kompiuteriai (imtuvai) signalizuoja siunčiančiam EVM (siųs-

tuvui), kad gauti duomenys yra korektiški. Jei yra klaida, apie tai tuojau pat yra pranešama siųstuvui. Atsižvelgiant į tai, siųstuvas kartoja siuntimą. Jei situacija nesikeičia, fiksuojama klaida.

7. Pabaigos laukas (angl. *communicative completion*). Jis baigia duomenų protokolą. Tai – paskutinė galimybė sistemai pranešti apie klaidą.

2. BORTO DIAGNOSTIKA

2.1. Pirmosios automobilių elektronikos gedimų diagnostavimo priemonės

Šiuolaikinio automobilio elektronikos gedimų diagnostavimo pradžia laikomi 1930 m. JAV. Tuo metu pasirodė pirmosios techninės priežiūros stotys, atliekančios automobilių elektrinių mazgų ir komponentų diagnostiką bei remontą. Apšvietimo ir signalizacijos elementus, starterius ir generatorius jau tuo metu tikrinti ir remontuoti turėjo specialiai tam apmokyti specialistai.

13 paveiksle pateiktas firmos *ALLEN* (JAV) automobilių elektros įrenginių reguliavimo (derinimo) (angl. *tune-up machine*) stendas (Leshchenko 2006).



13 pav. Firmos *ALLEN* automobilių elektros įrenginių diagnostavimo stendas (apie 1930 m.)

Praeito šimtmečio septintajame dešimtmetyje pradėti gaminti elektroniniai matavimo kompleksai, kuriuose buvo sumontuotas testeris, stroboskopas, osciloskopas, pertraukiklio kontaktų uždaro būklės kampo matuoklis, tachometras ir kiti prietaisai. Tokiais stendais buvo galima gana tiksliai ir greitai atlikti automobilių elektros įrenginių diagnostavimo darbus, taip pat sutrumpinti patikros laiką ir pagerinti darbų kokybę.

Pavyzdžiui, naudojant ampermetrą, įjungtą į starterio elektros grandinę, buvo galima vertinti santykinės kompresijos reikšmės vidaus degimo variklio cilindruose per gana trumpą laiką. Tuo tarpu kompresijos matavimas kompresimetru truktų daug ilgiau.

Pradėjus automobiliuose diegti elektronines variklių kontrolės ir valdymo sistemas (aštuntajame praeito šimtmečio dešimtmetyje), atsirado būtinybė atlikti diagnostiką naudojant įrenginius, kuriuose pagrindinę matavimo funkciją atlieka kompiuterinė technika. Buvo sukurti vadinamieji variklių testeriai (angl. *motor tester*), arba variklių patikros standai. Tipinis tų metų firmos *SUN* (Anglija) (*SUN, interaktyvus, 2009*) variklių patikros standas pateiktas 14 paveiksle.



14 pav. Firmos *SUN* variklių patikros standas (apie 1970 m.)

Šiuose stenduose jau pradėtos naudoti specialios jungtys (adapatoriai), kuriais prisijungiama prie diagnozuojamo automobilio variklio tam tikrų jutiklių ar kitų elektrinių įrenginių. Duomenys, pvz., variklio darbo parametrai fiksuojami esamu laiku (angl. *real-time*) ir išsaugomi diagnostavimo įrenginio atmintyje. Šiais standais buvo galima tikrinti automobilių variklių degalų tiekimo valdymo bei uždegimo sistemos elektroninius mazgus, ieškoti šių sistemų gedimų, reguliuoti variklio darbą visame apkrovos diapazone. Taip pat šiais standais buvo galima ne tik išmatuoti tam tikrus diagnostinius parametrus ir stebėti gaunamų signalų formą, bet ir nustatyti vieno parametro priklausomybę nuo kitų. Pavyzdžiui, buvo nustatomas ne tik degalų purkštuvų atsidarymo

laikas ir oro srauto jutiklio įtampos reikšmė nustatyto laiku, bet ir šių charakteristikų priklausomybė nuo tam tikro jutiklio būklės.

Taigi šių stendų atsiradimas apskritai pakeitė automobilių diagnostikos atlikimo pobūdį, – praktikoje pavyko įdiegti sisteminę automobilių gedimų analizę. Tai reiškia, kad, tikrinant automobilio įrangą, ne tik konstatuojama, ar tam tikras jutiklis (ar vykdymo įrenginys) „sugedęs ar nesugedęs“, bet patikrinama, kaip patikimai veikia visa variklio valdymo sistema.

Minėta diagnostinė įranga tarpusavyje skyrėsi adapterių, kurie jungiami prie automobilio, skaičiumi, komplektacija (įvairūs gamintojai siūlydavo skirtingą papildomų matavimo prietaisų skaičių), aiškinamosios medžiagos apimtimi, vartotojo programine įranga ir pan.

15 paveiksle parodytas stendas, skirtas būtinoms automobilių agregatų funkcionavimo patikroms (diagnostikai) atlikti (angl. *Inspection and Maintenance Test (I/M Test)*).



15 pav. Automobilių diagnostinės patikros stendas (apie 1980 m.)

Dideli matmenys bei svoris, aukšta kaina, sudėtingas valdymas ir daug laiko užimantis pasirengimas matavimams buvo vieni pagrindinių tuo metu naudotos diagnostinės įrangos trūkumų. Universalių adapterių, tiesiogiai jungiamų prie automobilio valdymo bloko(-ų), naudojimas ne visada pasiteisindavo. Mat jų būdavo labai daug ir dėl to buvo sunku greitai rasti gedimus. Be to, automobilių gamintojai keisdavo valdymo blokų jungčių kontaktų konfigūracijas ir paskirtį, todėl adapterius vėl tekdavo atnaujinti su nauja automobilių partija.

Dėl to atsirado efektyvesnės gedimų diagnozavimo įrangos poreikis, t. y. tokios, kuria būtų galima lengviau ir greičiau ieškoti ir lokalizuoti gedimus, sumažinti adapterių skaičių arba juos unifikuoti, sumažinti kainą bei matmenis, nuskaityti daugiau duomenų realiu laiku.

Šią spragą užpildė naujos kartos automobilių borto diagnostikos sistemos OBD (angl. *on-board diagnostics*).

2.2. Pirmosios kartos borto diagnostika

2.2.1. OBD I atsiradimo aplinkybės

Prieš atsirandant OBD sistemoms, automobilių gamintojai į savo autorizuotus servisus tiekdamo tik specializuotą diagnostinę įrangą, tinkamą tik tam tikrai automobilių grupei (markei). Kai diagnostinė įranga būdavo papildoma naujais elementais, reikėjo ir papildomų laidų, adapterių, jungčių, kad būtų galima diagnozuoti konkretaus automobilio gedimus.

Daugelį metų buvo daug pritariančių ir prieštaraujančių nuomonių dėl kompiuterinės įrangos diegimo automobilių sistemų valdyme, ypač kalbant apie diagnostinės informacijos prieinamumą. Tačiau galutinį OBD įsigalėjimą nulėmė dvi pagrindinės priežastys:

1. Aplinkos apsaugos įstatymai.
2. Labai greitai tobulėjančios kompiuterinės technologijos.

Kalbant apie pirmąjį punktą, svarbu paminėti, kad pasaulinio masto susirūpinimas dėl atmosferos užterštumo turėjo labai didelę įtaką automobilių gamybai. Taigi buvo siekiama užtikrinti, kad gaminami automobiliai atitiktų nustatytus ir vis griežtėjančius išmetamųjų deginių normatyvus.

OBD sistema pirmiausia buvo diegiama į tas automobilio sistemas, kurios tiesiogiai susijusios su aplinkos tarša (*On-board diagnostics, interaktyvus, 2009*). Todėl automobiliai, kurių varikliuose yra elektroninis degalų tiekimo (įpurškimo) valdymas, turi OBD diagnostikos sistemas, kurios pirmiausia turi kontroliuoti išmetamųjų deginių sudėtį, palaikydamos optimalią degiojo mišinio sudėtį. Bet koks gedimas, kuris keičia automobilio išmetamųjų dujų taršą, turi būti nustatomas signaline lempute prietaisų skydelyje.

Pats terminas „borto diagnostika“ apibrėžia automobilio diagnostavimo galimybes, kurios sukauptos tam tikrų agregatų (pvz., variklio, automatinės pavarų dėžės, salono elektros sistemų ir kt.) kompiuteriniuose mikrovaldikliuose (žr. 1.1 skyrių).

Esant OBD sistemai, per atitinkamas gedimų paieškos priemonės galime nustatyti gedimų kodus. Pagal juos galime spręsti apie automobilio sistemų ir pagrindinių agregatų techninę būklę. Nustačius gedimus ir juos pašalinus, klaidų kodus galime ištrinti. Šia sistema taip pat galima nustatyti įvairių jutiklių ir valdymo įrenginių (pvz., solenoidų) parametrus esamu laiku, juos analizuoti, koreguoti kai kuriuos parametrus valdymo modulyje ir pan.

Šiuo metu paplitusios dviejų kartų OBD sistemos: OBD I (angl. OBD *phase I*) ir OBD II (angl. OBD *phase II*). OBD II pagrindu kuriamą kita automobilių diagnostinės sistemos karta OBD III (angl. OBD *phase III*).

2.2.2. OBD I sistema

Šios sistemos pradžia laikomi 1970 m., kai JAV kongresas priėmė Oro švaros aktą (angl. *United States Clean Air Act*) ir įkūrė Aplinkos apsaugos agentūrą (angl. *Environmental Protection Agency*). 1975 m. automobilių gamintoja *Datsun* modelyje 280z (*Nissan Fairlady Z*) įdiegė pirmąjį borto diagnostikos kompiuterį, reguliuojantį degalų įpurškimo sistemą. Žinoma, jokios gedimų nuskaitymo ir pateikimo standartizacijos tuo metu dar nebuvo.

1982 m. Kalifornijos (JAV) oro išteklių taryba *CARB* (angl. *California air resources board*) įvedė atitinkamus automobilių variklių degalų tiekimo valdymo sistemų reikalavimus. Tais pačiais metais bendrovė *General Motors* įdiegia firminę gedimų nustatymo sistemą *ALCL* (angl. *Assembly Line Communications Link*) su atitinkama jungtimi bei protokolu. *ALCL* protokolu buvo galima perduoti duomenis 160 b/s greičiu ir tikrinti tik keletą automobilio pagrindinių sistemų (pvz., variklio maitinimo sistemą).

Apie 1987 m. *CARB* įvedė reikalavimą, kad nuo 1988 m. visi automobiliai, parduodami Kalifornijoje, turi būti su borto diagnostavimo

ir pirmosios kartos deginių kontrolės sistema OBD. Taip atsirado pirmosios kartos OBD (Leshchenko 2006).

Šioje sistemoje tam tikras elektroninis modulis turi tikrinti ir analizuoti jam „pavaldžių“ sistemų būklę, taip pat jutiklių ir vykdymo elementų veikimą. Atsiradus gedimui, vairuotojas turi būti informuojamas prietaisų skydelyje įsižiebiančia signaline lempute (16, 17 pav.).



16 pav. Galimi OBD diagnostinių lempučių tipai



17 pav. OBD I CHECK lemputė (apskritime) automobilio *Toyota Corolla Liftback* 1991 m. prietaisų skyde

Lemputė sutrumpintai dar vadinama MIL (gedimų indikatorinė lemputė; angl. *malfunction indicator lamp*). Užsižiebus šiai lemputei, sugedusios sistemos gedimą turi įsiminti automobilio EVM, o vėliau jis perskaitomas minėtos lemputės mirksėjimų kodu arba skenavimo (nuskaitymo) įranga (žr. 2.2.3 ir 2.2.4 skyrius).

Pirmosios kartos OBD sistema pasižymėjo ir tam tikrais trūkumais. Apibendrinami turimą informaciją, panagrinėkime OBD I sistemos ypatumus ir buvusius trūkumus:

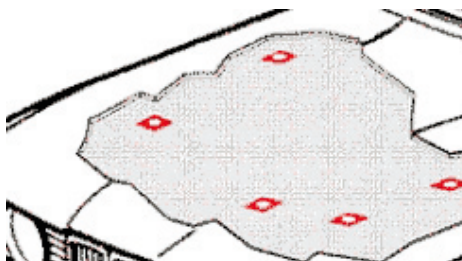
1. Esant šiai sistemai, automobilio elektrines grandines galima patikrinti tik dviem aspektais: ar nenutrūkęs laidas ir ar sistemoje nėra trumpojo jungimo. Kitokių signalo tikrinimo galimybių nėra.

2. Patikrinti galima tik kelias, paprastai su variklio darbu susijusias, sistemas.

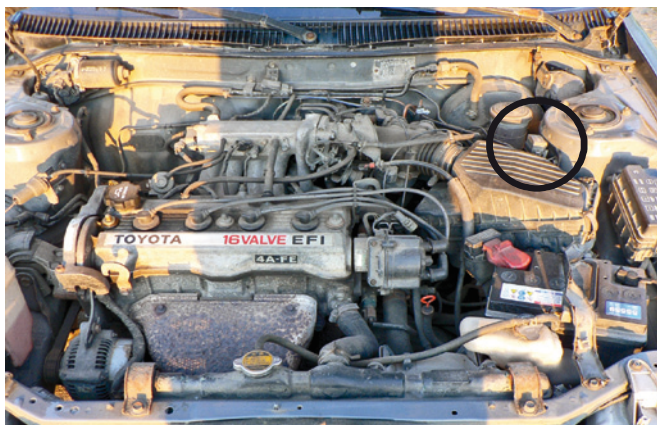
3. Mažos perduodamos informacijos apie automobilio sistemų būklę apimtys ir greičiai. Pavyzdžiui, 1986 m. *General Motors* atnaujinta gedimų nuskaitymo sistema *ALCL* (žr. aukščiau) buvo galima perduoti duomenis $\approx 8\,192\text{ b/s}$ greičiu. Šiuo metu automobilių sistemose pasiekiami $500\,000\text{ b/s}$ ir didesni informacijos perdavimo greičiai.

4. Kiekvienas automobilių gamintojas naudojo savo gedimų kodų nustatymo sistemą ir originalius duomenų skaitymo protokolus, kūrė savo gedimų paieškos algoritmus. Skyrėsi jutiklių, valdymo elementų ir visos sistemos būklės vertinimo kriterijai. Todėl skirtingų markių automobiliams buvo sudaromi skirtingi gedimų kodų sąrašai ir tiekiamas skirtingas diagnostinis įranga.

5. Įvairių automobilių gamintojų diagnostinės jungtys (angl. *DLC – data link connector*) skyrėsi konstrukcija, kontaktų paskirtimi ir montavimo vieta. Be to, montavimo vieta nebuvo reglamentuota, todėl tos pačios markės ir tų pačių gamybos metų automobilių diagnostinės jungties vieta galėdavo būti visiškai skirtingose vietose (paprastai – variklio skyriuje, rečiau – automobilio salone). Pavyzdžiui, automobilio *BMW* diagnostinė jungtis galėjo būti vienoje iš 6 vietų, parodytų 18 paveiksle. 19 paveiksle pateikta kito automobilio – *Toyota Corolla Liftback* 1991 m. *OBD I* diagnostinės jungties vieta. 20, 21 paveiksluose – to paties automobilio ir automobilio *BMW* *OBD I* jungties kontaktų išdėstymas. 2 priede matyti kai kurių kitų automobilių markių *OBD I* kartos jungčių tipai.



18 pav. Galimi *OBD I* diagnostinių jungčių išdėstymai (pažymėta kvadratiniais) automobilio *BMW* variklio skyriuje



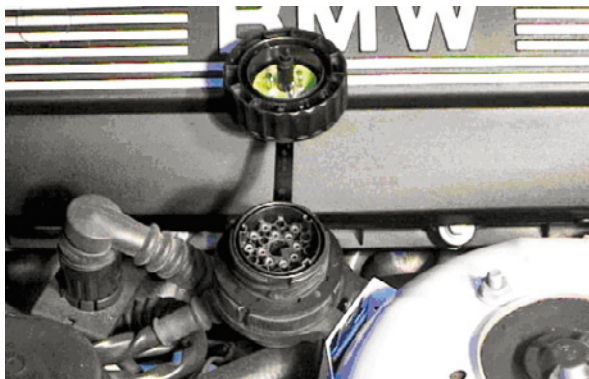
19 pav. Automobilio *Toyota Corolla Liftback* 1991 m.
OBD I diagnostinės jungties (apskritime) montavimo vieta

6. OBD I sistemoje nėra gedimų lemputės MIL prietaisų skyde įsižiebimo ir užgesimo reglamentuotų bendrų taisyklių.

7. Nustačius gedimą ir jį pašalinus, būtina iš valdymo bloko atminties ištrinti klaidų kodus.



20 pav. Automobilio *Toyota Corolla Liftback* 1991 m.
OBD I diagnostinės jungties kontaktai



21 pav. Automobilio *BMW 320 i* 1992 m.
OBD I diagnostinės jungties kontaktai

8. OBD I sistema tikrina pagrindines su variklio darbu susijusias sistemas, pvz., variklio jutiklius, degalų tiekimo sistemą, išmetamųjų deginių recirkuliacijos sistemą.

Esant OBD I sistemai, nuodugnią automobilio elektroninių sistemų diagnostiką buvo galima atlikti tik naudojant automobilių gamintojų specializuotą diagnostavimo įrangą (testerius), skirtą būtent tam tikrai automobilių grupei. Dėl šios priežasties kitos techninės priežiūros stotys ir servisas skirtingų automobilių patikrai turėdavo pirkti didelį kiekį brangios diagnostinės įrangos. Tai lėmė aukštą diagnostikos ir remonto darbų kainą ir ne visada gerą kokybę.

Taip pat OBD I sistema pasižymėjo ir patikros algoritmų trūkumais. Nors šia sistema buvo galima tikrinti jutiklių ir kitų elementų bazinių charakteristikų leistinų ribų nuokrypius, tačiau ne visada buvo galima atlikti nuodugnų patikrinimą. Kai kurių jutiklių (droselinės sklendės padėties, degalų slėgio regulatoriaus, temperatūros, deguonies) nukrypimai nuo normalaus darbo likdavo išvis nepastebėti. Pavyzdžiui, OBD I sistema nuolat „sekdamo“ deguonies jutiklio darbą, bet gedimą fiksuodavo dažniausiai tada, kai šis jutiklis visiškai sugesdavo. Tuomet deguonies jutiklio signalas lygus nuliui ir valdymo blokas tai „suprasdavo“ kaip liesą oro bei degalų mišinį ir padidindavo degalų tiekimą. Valdymo blokas nevertindavo deguonies jutiklio įtampos pokyčių keičiantis va-

riklio darbo režimui, apkrovai ir pan. Dėl šios priežasties išaugdavo degalų sąnaudos ir padidėdavo aplinkos oro tarša.

Todėl OBD I sistemą būtinai reikėjo tobulinti, ir 1989 m. JAV buvo parengti nauji standartai, tapę antrosios OBD kartos pagrindu.

2.2.3. Gedimų kodų nustatymo ypatumai pagal gedimų indikatorinę lemputę

Kai kompiuteriu valdoma automobilio sistema veikia normaliai, valdymo bloko procesorius nuolat tikrina įeinančius ir išeinančius įvairių kompiuterio sąsajų signalus. Gautus signalus procesorius lygina su užprogramuotais atmintyje ROM. Jei iš jutiklių ar valdymo įrenginių (pvz., elektros variklių, solenoidų ir pan.) gautos reikšmės neatitinka reikšmių, nustatytų ROM, valdymo blokas kartoja informacijos siuntimą. Jei niekas nesikeičia, valdymo blokas fiksuoja gedimą.

Šiuo metu RAM sekcijoje gali būti saugomi šimtai gedimų kodų. Kadangi gedimų kodai neturi išnykti, kai išjungiamas degimas, minėta RAM sekcija turi būti maitinama tiesiogiai nuo akumuliatorių baterijos ar per tam tikrą saugiklį. Gedimų kodai dar gali būti įrašomi specialioje programuojamoje ROM atmintyje (žr. 1.1 skyrių).

Atsiradus gedimui valdymo bloke, automobilio tam tikra sistema (pvz., variklis) pradeda dirbti avariniu režimu. Ši būsena paprastai pasireiškia padidėjusiomis degalų sąnaudomis.

Pašalinus gedimus, gedimų kodus būtina ištrinti (ypač esant OBD I sistemai). Tai gali būti padaryta išimant tam tikrą saugiklį (paprastai ne trumpesniam kaip 10 s laikui) arba elektroniniame bloke sukuriant apie 25 V įtampos impulsą, kuris ištrina RAM esančią informaciją apie gedimus.

Kadangi automobilių kompiuterinėse valdymo sistemose (kalbama apie OBD I) naudojamos skirtingos technologijos, galima paminėti šiuos tris gedimų kodų nustatymo metodus:

Gedimų kodų nuskaitymas skaičiuojant gedimų indikatorinės lemputės MIL blyksnius prietaisų skyde.

Prijungiant šviesos diodą ar testavimo lemputę iš išorės ir stebint blyksnių skaičių.

Prijungiant gedimų kodų skaitymo (skenavimo) įrangą prie diagnostavimo jungties.

Minėti metodai gali skirtis atsižvelgiant į automobilių tipus, gamybos metus ir pan.

Kalbant apie pirmąjį ir antrąjį metodą, kaip pavyzdį panagrinėkime kelių lengvųjų automobilių (*Toyota* ir *BMW*) gedimų kodų nustatymo pavyzdžius, atspindinčius šių diagnostavimo darbų bendruosius principus.

Automobilis ***Toyota Corolla 1994 m.*** Variklio kodas 4A-FE (AE 101), darbinis tūris 1 587 cm³.

Šiame automobilyje yra įdiegta borto diagnostikos pirmosios kartos sistema OBD I, indikatorine lempute CHECK prietaisų skyde signalizuojanti apie gedimus. Jeigu automobilio variklio valdymo sistemos tvarkingos, ši lemputė užgesa iškart paleidus variklį. Jeigu ji šviečia nuolat, vadinasi, borto diagnostikos sistema aptiko gedimą.

Skaičiuodami CHECK lempučių blyksnių skaičių, galime nustatyti, kuri variklio valdymo sistema surado gedimą ir kokio jis pobūdžio (Яковлев 2005). Panaikinus gedimą, CHECK signalas išsijungia pats. Gedimų paiešką taip pat galima atlikti ir naudojant specialią skenavimo įrangą, jungiamą prie diagnostinės jungties.

Nustatant gedimus pagal indikatorinę lempuotę CHECK, galimi du diagnostavimo režimai:

1. Gedimų kodų paieška borto diagnostikos režimu.
2. Gedimų kodų paieška testavimo režimu.

Antrasis atvejis nuo pirmojo skiriasi tuo, kad diagnostavimo režimas yra geresnis gedimų paieškos požiūriu. Šiuo režimu, be variklio valdymo sistemos gedimų, dar galima nustatyti paleidimo, oro kondicionavimo sistemų elektrinių grandinių būklę, taip pat automatinės pavarų dėžės neutralios padėties „N“ jutiklio el. grandinės sutrikimus.

Norint diagnozuoti pagal pirmąjį režimą, reikia atlikti šiuos darbus (*Toyota двигатели 4A-F, 4A-FE, 4A-GE, 5A-F, 5A-FE, 7A-FE. Устройство, техническое обслуживание и ремонт 2003*):

1. Patikrinti, ar akumuliatorių baterijos įtampa ne mažesnė kaip 11 V.
2. Patikrinti, ar droselinė sklendė visiškai uždaryta. Tai nustatoma

pagal droselinės sklendės padėties jutiklį, multimetru pamatavus įtampą arba varžos dydį atitinkamuose kontaktuose.

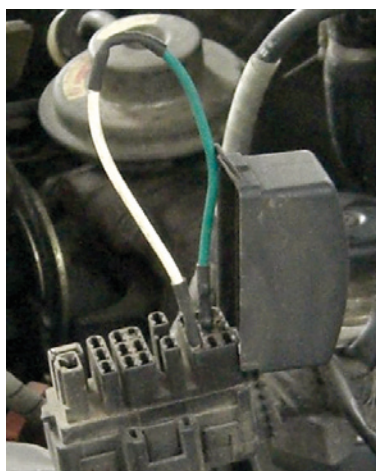
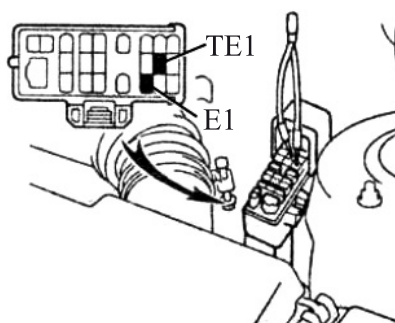
3. Pavarų perjungimo svirtis neutralioje padėtyje (mechaninė pavarų dėžė) arba padėtyje „P“ (automatinė pavarų dėžė).

4. Patikrinti, ar kiti papildomos įrangos jungikliai išjungti.

5. Įsitikinti, ar variklis išilęs iki darbinės temperatūros.

6. Įjungti degimą, bet variklio nepaleisti.

7. Naudojant laidą, sujungti diagnostinės jungties kontaktus „TE1“ ir „E1“ (žr. 22 pav.).



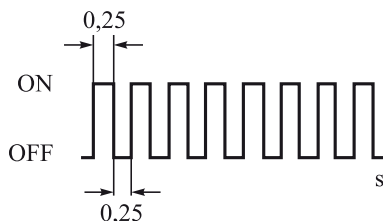
22 pav. Automobilio *Toyota Corolla* 1994 m. borto diagnostavimo režimo įjungimas

8. Sujungę kontaktus, pagal CHECK lemputės blyksnių skaičių nustatome gedimą. Nagrinėjamo automobilio gedimų kodai atitinka lemputės prietaisų skyde šviesos impulsų skaičių. Impulso trukmė yra 0,5 s, pauzė tarp impulsų – 0,5 s, pauzė tarp gedimų kodų – 2,5 s, pauzė tarp gedimų kodų serijų – 4,5 s.

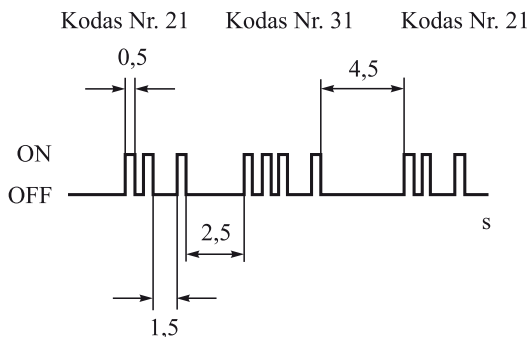
Kada automobilio variklio valdymo sistema veikia normaliai, CHECK lemputė mirksi 0,25 s intervalais (žr. 23 pav.).

Esant gedimui, CHECK lemputė įsižiebia kas 0,5 s. Pirmųjų mirksėjimų seka atitinka pirmąjį gedimų kodo skaičių (pats gedimų kodas

sudarytas iš dviejų skaičių). Po 1,5 s pauzės prasideda kita mirksėjimų seka, atitinkanti antrąjį gedimų kodo skaičių. Kai fiksuojama du ir daugiau gedimų kodų, jie pateikiami su 2,5 s pertrauka. Pavyzdžiui, 24 paveiksle pateikti vienas paskui kitą išdėstyti deguonies jutiklio (kodo Nr. 21) ir įsiurbimo kolektoriaus absoliutinio slėgio jutiklio (kodo Nr. 31) gedimų kodai. Kai CHECK lemputė „parodo“ visus rastus gedimų kodus, prasideda 4,5 s pauzė ir paskui viskas kartojasi (24 pav.). Tai vyksta tol, kol būna sujungti diagnostinės jungties kontaktai „TE1“ ir „E1“.



23 pav. Tvarkingos variklio valdymo sistemos kodas



24 pav. Gedimų kodų Nr. 21 ir 31 seka

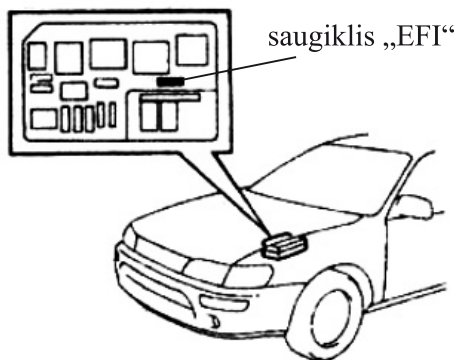
Esant keliems gedimams, jie parodomi didėjimo tvarka, pavyzdžiui, 21, 31, 41 ir t. t.

9. Baigus diagnostavimą, išjungiamas degimas ir atjungiamas laidas nuo kontaktų „TE1“ ir „E1“.

10. Atlikus remonto darbus ir pašalinus gedimus, svarbu gedimų kodus ištrinti iš variklio valdymo bloko. Dėl to reikia išimti saugiklį

„EFI“ (25 pav.) ne trumpesniau kaip 10 s laikui. Tai priklauso ir nuo aplinkos temperatūros. Kuo žemesnė temperatūra, tuo ilgiau reikia laikyti ištrauktą saugiklį.

Ištrinti gedimų kodus galima ir atjungiant akumuliatorių baterijos neigiamą („-“) gnybtą.



25 pav. Saugiklio „EFI“ vieta automobilyje *Toyota Corolla*

11. Ištrynus gedimų kodus, reikia įsitikinti, ar CHECK lemputės mirksėjimas atitinka normalaus darbo kodą. Jeigu ši lemputė vėl kar-toja buvusį gedimo kodą, reiškia, kad remontas buvo nesėkmingas.

Norint diagnozuoti pagal antrąjį režimą (gedimų kodų paieška testavimo režimu), reikia atlikti darbus, panašius į aukščiau aprašytą atvejį. Pirmieji 5 punktai tokie patys. Kiti punktai būtų tokie:

6. Išjungti degimą.

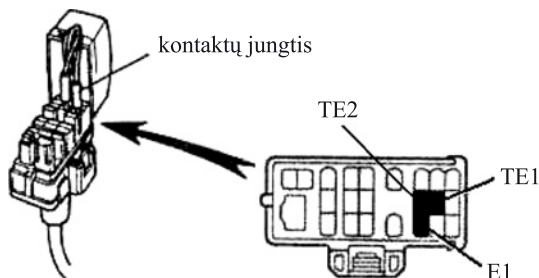
7. Naudojant laidą sujungti diagnostinės jungties kontaktus „TE2“ ir „E1“ (žr. 26 pav.).

8. Įjungti degimą. Diagnozavimo sistema pereina į testavimo režimą. Šį režimą patvirtina kas 0,13 s mirksinti CHECK lemputė (žr. 27 pav.).

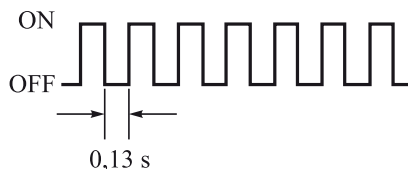
9. Paleisti variklį ir pradėti važiuoti automobiliu ≥ 10 km/h greičiu.

10. Sudaryti tas sąlygas, kai pasireiškia gedimas.

11. Sustoti. Naudojant laidą sujungti diagnostinės jungties kon-taktus „TE1“ ir „E1“ (22 pav.).



26 pav. Automobilio *Toyota Corolla* 1994 m. testavimo režimo įjungimas



27 pav. Testavimo režimo CHECK lemputės kodas

12. Sujungę kontaktus, pagal CHECK lemputės blyksnių skaičių nustatome gedimą.

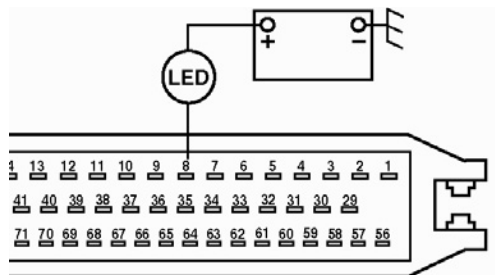
13. Baigus diagnozavimą, išjungiamas degimas ir atjungiamas laidas nuo kontaktų „TE1“ ir „E1“. Gedimų kodai trinami iš valdymo bloko atminties (žr. aukščiau) ir atliekamas bandomasis važiavimas.

Automobilis **BMW 325i 1995 m.** Variklio kodas M50B25, darbinis tūris 2 494 cm³.

Šiame automobilyje taip pat įdiegta OBD I borto diagnostikos sistema (nuo 1996 m., šie automobiliai, skirti JAV rinkai, jau buvo komplektuojami ir su OBD II sistemomis). Gedimai parodomi indikatorinės lemputės arba šviesos diodo, prijungto prie variklio valdymo bloko, mirksėjimų skaičiumi (28 pav.). Šiame paveiksle pateikta *Motronic M1.7/3.1* variklio valdymo sistemos gedimų skaitymo schema.

Diagnozuoti pradedama atlikus šiuos darbus (*BMW 3 series service manual. M3, 318i, 323i, 325i, 328i, sedan, coupe and convertible. 1992 – 1998., 1999*):

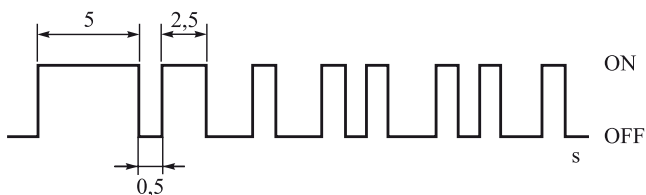
1. Patikrinti, ar išjungtas degimas.
2. Prie 8-ojo variklio valdymo bloko kontakto ir akumuliatorių baterijos + prijungti testavimo lemputę arba šviesos diodą (28 pav.).



28 pav. Automobilio *BMW 325i* gedimų kodų skaitymo schema (variklio valdymo sistema *Motronic M1.7/3.1*)

3. Įjungti degimą.

4. Per 5 s penkis kartus iki galo nuspausti akceleratoriaus pedalą. Testavimo lemputė (šviesos diodas) įsižiebia 5 sekundėms, užgęsta, vėl įsižiebia 2,5 s ir vėl užgęsta 2,5 s (žr. 29 pav.).



29 pav. Gedimų kodų paieškos pradžios signalai ir deguonies jutiklio gedimų kodas Nr. 1221

Nuo šio momento nustatome gedimų kodus. Šiuo atveju (lyginant su prieš tai nagrinėtu automobiliu *Toyota Corolla*) gedimų kodai yra ne dviženkliai, o keturženkliai. Pvz., 1211, 1253 ir pan.

Jeigu yra daugiau negu vienas gedimas, gedimų kodai atskiriami 2,5 s laiko pauzėmis. Kai visi gedimų kodai parodomi, seka 0,5 s pauzė ir lemputė (diodas) užgęsta. Norint dar kartą nuskaityti gedimų kodus, reikia išjungti degimą ir vėl jį įjungti. Vėl nuspausti akceleratoriaus pedalą 5 kartus per 5 s.

29 paveiksle kaip pavyzdys parodytas pirmojo deguonies jutiklio gedimų kodas (Nr. 1221).

6. Gautą žybsėjimų kodą reikia palyginti su reikšmėmis, pateiktomis gamintojo techninėje literatūroje.

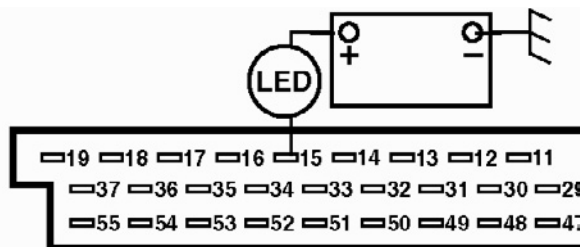
7. Baigus diagnozavimą, išjungti degimą.

8. Nustačius gedimus ir juos pašalinus, reikia ištrinti gedimų kodus iš variklio valdymo bloko atminties. Įjungiamo degimą. Nuspaudžiame akceleratoriaus pedalą iki galo ir laikome mažiausiai 10 s. Tuomet lemputė žybsi kodą Nr. 0000 (lemputė neįsisižiebia), 1000 (trumpas žybsnis ir ilgą laiką lemputė neįsisižiebia) arba 2000.

9. Dar kartą perskaitome gedimų kodus, kaip aprašyta aukščiau. Įsitikiname, kad gedimų nėra ir valdymo bloko atmintis „švari“ (lemputė žybsi kodą Nr. 1444).

10. Atliekame bandomąjį važiavimą.

Jeigu automobilis komplektuojamas su *Motronic MI.2* variklio valdymo sistema, tuomet šviesos diodas (lemputė) jungiamas prie „15“ kontakto ir akumuliatorių baterijos + (30 pav.).



30 pav. Automobilio BMW 325i gedimų kodų nuskaitymo schema
(variklio valdymo sistema *Motronic MI.2*)

Tuos pačius gedimus galima diagnozuoti naudojant ir gedimų paieškos (skenavimo) įrangą, jungiamą per diagnostinę jungtį (21 pav.). Čia galėtų būti panaudota specializuota autorizuotų servisų įranga arba platesnei rinkai skirti prietaisai (pavyzdžiui, *BOSCH KTS*, *LAUNCH* ir pan. (žr. 2.2.4 skyrių).

2.2.4. Gedimų nustatymas specialia diagnostine įranga OBD I sistemoje

Šiame skyriuje nenagrinėsime diagnostinės įrangos konstrukcinių ypatumų bei charakteristikų, bet aptarsime tik bendruosius diagnozavimo principus.

Šiuo metu daugelis diagnostinės įrangos gamintojų rinkai pateikia gausią automobilių elektroninių sistemų patikros prietaisų įvairovę. Paprastai – tai OBD II (žr. 2.3.2 skyrių) sistemos testavimui skirti prietaisai su galimybe atlikti ir OBD I sistemos patikrą (žr. 1 lentelę).

1 lentelė. Diagnostinės įrangos gamintojai ir jų siūlomi kai kurie lengvųjų automobilių sistemų patikros (skenavimo) prietaisai

Eil. Nr.	Gamintojo pavadinimas	Valstybė	Įrangos pavadinimas
1.	NEXTECH	Pietų Korėja	CARMAN SCAN VG
2.	AUTO COM	Švedija	CDP
3.	LAUNCH	Vokietija	X431 Super Scanner
4.	AVL	Austrija	DISCAN 8000
5.	GUTMANN MESSTECHNIK	Vokietija	Mega macs 55
6.	V-TECH	Vokietija	ULTRASCANPlus
7.	SIEMENS	Vokietija	SIDIS
8.	VOLKSWAGEN	Vokietija	ODIS (VAS)
9.	CONTINENTAL	Vokietija	ContiSys
10.	AUTOBOSS	Kinija	V-30
11.	DELPHI	Anglija	DS100
12.	MOTORSCAN	Italija	TOTALDIAG 5800
13.	AUTEL	Kinija	MaxiDAS DS708
14.	BOSCH	Vokietija	KTS 570
15.	SUN	Anglija	MODIS
16.	CARSOFT INTERNATIONAL	Belgija	Carsoft Ultimate Pro 4.0
17.	JBT	Kinija	JBT-CS Auto Scanner

Diagnostinių skenerių reikalavimai išdėstyti tarptautiniuose SAE (automobilių inžinierių asociacija (angl. *society of automotive engineers*) standartuose J1978 ir ISO/DIS 15031 („OBD II skenavimo įranga“; angl. OBD II *Scan Tool*).

Gedimų kodų skaitytuvai būna įvairaus sudėtingumo lygio, – nuo nebrangių įrenginių, kurie nuskaityti mirksėjimo kodus (pavyzdžiui, kaip firmos *Gunson* (*Gunson, interaktyvus, 2009*) „*Fault Finder*“, pavaizduotas 31 paveiksle), iki mikroprocesorinių įrenginių. Pirmieji

buvo paplitę, esant OBD I sistemai (nors naudojami ir dabar). Šie skaitytuvai naudojami vietoje testavimo lemputės (šviesos diodo), nes patogesni naudoti.



a)



b)

31 pav. Firmos *Gunson* (Anglija) gedimų kodų nuskaitymo prietaisai, skirti: a) automobiliams *SAAB*, b) automobiliams *Ford*

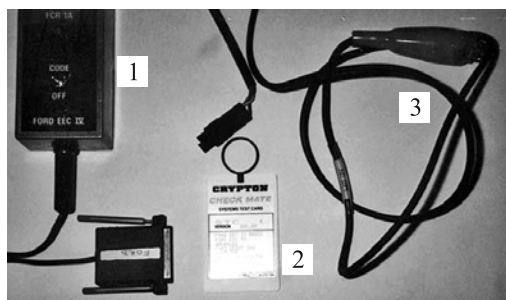
32 pav. pateiktos OBD I diagnostinės įrangos, naudotos elektroninių automobilio sistemų patikrai, pagrindinės dalys (*Bonnick* 2001). Tai būtų rankinis gedimų paieškos įrenginys (skeneris), laidas ir adapteris, kuriuo jungiamasi prie diagnostinės jungties, spausdintuvas ir laidai, reikalingi prisijungti prie maitinimo šaltinio (akumuliatorių baterijos) bei tarpusavyje sujungti spausdintuvą ir skenerį.



32 pav. Pirmosios OBD I diagnostinės įrangos pagrindinės sudedamosios dalys: 1 – spausdintuvas, 2 – gedimų paieškos įrenginys, 3 – maitinimo laidai, 4 – diagnostinės jungties laidas su adapteriu

Diagnosticinės įrangos komplekte turi būti naudojimo žinynas, kurio nurodymų būtina laikytis testuojant vieną ar kitą automobilio sistemą. Jungiant gedimų skenerį, jo ekrane pateikiamas testavimo eiliškumas, padedantis operatoriui lengviau atlikti gedimų paieškos darbus.

Svarbu paminėti vadinamąją „smart card“ kortelę (33 paveiksle matome automobilio *Ford* „smart card“ kortelę ir jos prijungimo įrangą). Ji reikalinga skenerį suderinant su testuojama konkrečia automobilio sistema.



33 pav. Automobilio *Ford* „smart card“ kortelė su jos prijungimo įranga: 1 – „smart card“ kortelės nuskaitymo įrenginys, 2 – „smart card“ kortelė, 3 – maitinimo laidai

Ši kortelė prilyginama kompiuterio programinei įrangai. Ji leidžia skenerį naudoti automobilio valdymo bloko procesoriaus informaciją. Taigi testavimo prietaisas gali testuoti visas elektrines grandines, kurias kontroliuoja valdymo blokas.

Norint prijungti testavimo įrangą, būtina žinoti OBD I diagnostinės jungties vietą automobilyje. Kaip buvo minėta 2.2.2 skyriuje, ši jungtis gali būti įvairiose variklio skyriaus vietose, tad būtina turėti specialią schemą, rodančią galimas šios jungties vietas (34 paveiksle parodyta automobilio *Rover 200* jungtis).

Jungiant testavimo įrangą, pirmiausia prijungiamas maitinimas prie akumuliatorių baterijos. Vėliau įranga prijungiama prie diagnostinės jungties (žr. 34 pav.). Prieš tai būtina parinkti reikalingą laidą (adapterį) ir „smart card“ kortelę, tinkamus konkrečiam automobiliui. 35 paveiksle parodyta į testavimo prietaisą įstatoma „smart card“ kortelė.



34 pav. Testavimo įrangos pajungimas (apskritime) prie automobilio *Rover 200* OBD I diagnostinės jungties



35 pav. Į testavimo įrenginį įstatoma „smart card“ kortelė (apskritime)

Taigi, kai visi laidai sujungti ir apsaugoti nuo besisukančių bei karštų variklio dalių ir pan., pradedamas gedimų paieškos testas. Diagnozavimo rezultatai gali būti pateikiami įvairiai (pvz., skenavimo įrenginio monitoriuje, atspausdintoje formoje ir pan.). 36 paveiksle pateikti automobilio variklio valdymo sistemos diagnozavimo rezultatai, išspausdinti po testavimo bandymų.

Baigus gedimų paieškos testą, pagal išspausdintą (ar kitaip pateiktą) medžiagą, analizuojame gautus rezultatus. Šiuo atveju, kaip matome 36 paveiksle, rastas variklio įpurškimo sistemos pagrindinės relės gedimas (pažymėtas apskritime).

Test Results	
BATTERY VOLTAGE	GOOD
SERIAL COMM.	GOOD
ECU IDENT	GOOD
MAIN RELAY	FAIL
COOLANT CIRCUIT	GOOD
INJECTORS	GOOD
FUEL PUMP CIRCUIT	GOOD
THROTTLE SWITCH CIRCUIT	GOOD
THROTTLE POT CIRCUIT	GOOD
OXYGEN SENSOR HEATER RELAY	GOOD
PURGE VALVE SOLENOID	GOOD
VACUUM SENSOR/PIPES	GOOD
STEPPER MOTOR CIRCUIT	GOOD
CRANK SENSOR CIRCUIT	GOOD
IGNITION LT CIRCUIT	GOOD
HT/FUEL	GOOD

36 pav. Variklio valdymo sistemos gedimų paieškos rezultatai

Kai visi diagnostavimo ir sugedusios sistemos remonto darbai baigti, gedimo kodas yra ištrinamas iš valdymo bloko atminties, atsižvelgiant į testavimo įrenginio ekrane pateiktas nuorodas. Diagnostavimo įranga atjungžiama, automobilis remontuojamas ir paruošiamas bandomajam važiavimui. Taip patikrinama, ar remonto darbai atlikti gerai.

2.3. Antrosios kartos borto diagnostika

2.3.1. OBD II atsiradimo aplinkybės

Didėjant automobilių skaičiui, o kartu ir aplinkos taršai, automobilių gamintojai, techninės priežiūros ir remonto įmonės (ypač nepriklausomos techninės priežiūros stotys) pasigedo paprastesnės ir veiksmingesnės automobilių gedimų, susijusių su oro tarša, paieškos bei nustatymo sistemos. Svarbu buvo sumažinti diagnostavimo darbų imlumą, padidinti naudojamos programinės įrangos ir jos priedų standartizavimą, unifikuoti diagnostines jungtis, padidinti atliekamų darbų patikimumą ir kokybę.

Visos šios problemos lėmė tai, kad 1989 m. rugsėjo mėn. Jungtinių Valstijų aplinkos apsaugos agentūra *EPA* išleido naujų federalinių standartų projektą, kuris tapo antrosios kartos borto diagnostikos OBD II

pagrindu. 1988 m. *SAE* rekomendavo standartizuoti diagnostinę jungtį ir diagnostinius signalus (*OBD-II, interaktyvus, 2009*).

Iš pradžių OBD II sistema turėjo tapti privaloma visiems JAV rinkai skirtiems automobiliams nuo 1994 m. Tačiau 1991 m. buvo surinkti automobilių gamintojų atsiliepimai ir minėtas terminas buvo nukeltas. 1993 m. vasario 19 d. *EPA* priėmė papildomus pakeitimus ir paskelbė automobilių, pagamintų 1994–1998 m., galutines taisykles. Apie 1994 m. Kalifornijos (JAV) oro išteklių valdyba *CARB* išleido OBD II technines specifikacijas ir įpareigojo OBD II sistemą įdiegti visuose automobiliuose, parduodamose Kalifornijos valstijoje nuo 1996 m. *SAE* siūlyta standartizuota diagnostinė jungtis bei standartizuoti diagnostiniai gedimų kodai DTC taip pat buvo įtraukti į šią specifikaciją (dokumentai SAE-J1962, SAE-J2012, SAE-J1850).

1996 m. OBD II sistema tapo privaloma visoje JAV parduodamiems automobiliams. Kartu, žinodami apie JAV rinkos įtaką pasaulinei prekybai, OBD II standartą įdiegė ir kitų pasaulio regionų (Europos, Azijos) automobilių gamintojai, nors jiems tai dar nebuvo privaloma.

2000 m. Europos Sąjunga (ES) direktyvos 98/69/EEC pagrindu nuo 2001 m. sausio 1 d. OBD II standartą paskelbia privalomu visiems benzinu varomiems automobiliams, kurie parduodami ES. Direktyvos 70/220/EEC pagrindu nuo 2003 m. OBD II standartas tapo privalomas visiems dyzelinu varomiems automobiliams, parduodamiems ES. Europoje OBD II standartas žymimas EOBD (angl. *European OBD*). Tai OBD II ekvivalentas.

Daugelis automobilių gamintojų OBD II programine įranga savo automobilius aprūpindavo gerokai anksčiau, negu buvo nustatytos minėtos datos. Kartais buvo montuojamos dvi diagnostinės jungtys – naujojo (OBD II) ir senojo (OBD I) tipo. 37 paveiksle matome automobilio *Mitsubishi* minėtus diagnostinių jungčių tipus.

Japonijoje nuo 2002 m. spalio mėn. automobiliai, skirti vidaus rinkai, komplektuojami panašia į OBD II sistema, vadinama JOBD (angl. *Japan OBD*). Iki 2010 m. daugelis Azijos valstybių automobilių gamintojų ėmė taikyti standartus, analogiškus OBD II sistemai.



37 pav. Dviejų tipų diagnostinės jungtys automobilyje *Mitsubishi*
(kairėje – naujojo tipo, dešinėje – senojo tipo)

Šiuo metu nagrinėjamą borto diagnostikos sistemą vis plačiau taiko daugelis techninės priežiūros ir remonto įmonių.

2.3.2. OBD II (EOBD) sistema

Šios sistemos, kaip ir OBD I, pagrindinė funkcija yra kontroliuoti automobilio sistemas, tiesiogiai darančias įtaką kenksmingų medžiagų išmetimui į aplinką. Tai būtų katalizinio neutralizatoriaus būklės, deguonies jutiklio(-ų) kaitinimo elemento(-ų), degalų garų surinkimo sistemos, uždegimo sistemos, kintamų fazių skirstymo mechanizmo ir kitų sistemų kontrolė. OBD II sistema turi fiksuoti visus gedimus, dėl kurių viršijamas leistinas išmetamųjų dujų kenksmingumo lygis.

OBD II gera savybė yra ta, kad ji – lanksti ir nuolat atnaujinama (tai buvo atlikta 1996, 1998, 2002, 2004 metais).

OBD II apima ne tik techninius automobilių reikalavimus, bet ir reglamentuoja prieigą prie techninės informacijos, jos pateikimo taisykles (tarp jų ir internete), taip pat kitus organizacinius klausimus (dokumentai SAE-J2012, SAE-J2008, ISO/DIS 15031 ir pan.).

Pagrindiniai OBD II sistemos ypatumai (privalumai):

1. Nepertraukiamai („realiu laiku“) kontroliuoja elektrinių grandinių būseną ir jutiklių bei vykdomo įrenginių (pvz., purkštuvų) funkcionavimo teisingumą tam tikrame nustatytame parametrų diapazone.

2. Seka visų elektroninių sistemų būklę.
3. Tikrina automobilio sistemų ir komponentų didelį gedimų kodų kiekį (daugiau nei 10 000 kodų).
4. Atsiradus gedimui, sistemos būklę „įsimena“ iš karto.
5. Esant OBD II sistemai, gedimų indikatorinė lemputė MIL prietaisų skyde turi įsižiebtį, jei gedimas pasikartojo paeiliui dviejuose CARB arba trijuose EOBD važiavimo cikluose ir turi užgesti, jei trijuose iš eilės cikluose gedimo nebebuvo.
6. Gedimų kodus, sugedusio variklio eksploatacijos laiko reikšmę, kitus procesoriaus atmintyje saugomus duomenis gali ištrinti pats valdymo blokas. Taip įvyksta tuomet, kai gedimas nėra fiksuojamas per 40 variklio pašildymo ciklą, arba per 100 variklio darbo valandų.
7. Nustato gedimus, kurie netrukdo normaliai automobilio eksploatacijai.
8. Naudojami 16 ir 32 bitų valdymo blokai, kurie operuoja daugiau kaip su 15 000 konstantų. 38 paveiksle parodytas tipinis *Motorolla MPC565* valdymo bloko mikroprocesorius. Jo charakteristikos tokios: darbo greitis – 56 MHz, RAM – 10 kB, ROM – 1 MB. Iki 40 % programinės įrangos sudaro borto diagnostika. Šios charakteristikos nuolat tobulinamos.



38 pav. *Motorolla MPC565* valdymo blokas (vidinė struktūra)

9. EEPROM (žr. 1.1 skyrių) diegimas OBD II sistemoje leidžia modernizuoti valdymo blokų programinę įrangą, jų nekeičiant.

10. Esant OBD II sistemai, automobilių techninės priežiūros ir remonto įmonėms sudaromos sąlygos gauti visą reikalingą techninę informaciją, susijusią su automobilio mazgų, turinčių įtakos deginių emisijai, diagnostika ir remontu. Ši techninė informacija turi būti pateikta ne vėliau, kaip per 3 mėnesius, kai ši informacija išplatinama oficialių automobilių gamintojų servisuose.

11. OBD II sistemoje unifikuotos diagnostavimo priemonės.

12. OBD II sistemoje taip pat standartizuoti gedimų kodai (SAE-J2012 standartas). 3, 4 ir 5 prieduose pateikti įvairių gedimų kodų sąrašų fragmentai pagal SAE-J2012 standartą bei techninės informacijos programą *AUTODATA 3.24*. Šie kodai paprastai sudaryti iš 5 pozicijų. Kiekvienai pozicijai suteikta tam tikra reikšmė.

Kaip pavyzdį panagrinėkime gedimų kodą P0301, reiškiantį pirmojo cilindro uždegimo pertrūkius (žr. 3 priedą).

Pirmasis skaičius (pozicija) rodo transporto priemonės sistemą, antrasis – pogrupį, trečiasis – surinkimo vienetą, ketvirtasis ir penktasis – komponentus. 2 lentelėje pateiktame paaiškinime matome, kurią konkrečiai automobilio sistemą reiškia tam tikras skaičius.

2 lentelė. Standartizuoto OBD II gedimų kodo pozicijų paaiškinimas

Pozicija	Galimi žymėjimai	Paaiškinimas
1	B	Kėbulas
	C	Važiuklė
	P	Pavara (variklis, transmisija)
	U	CAN duomenų perdavimo magistralė
2	0	Kodas pagal SAE metodiką (bendras kodas, priimtas visų automobilių gamintojų)
	1	Kodas pagal gamintojų metodiką
	2	Kodas pagal SAE metodiką
	3	Kodas pagal gamintojų metodiką

Pozicija	Galimi žymėjimai	Paaškinimas
3	1	Deginių emisijos kontrolė (degiojo mišinio sudėties kontrolė)
	2	Deginių emisijos kontrolė (degiojo mišinio sudėties kontrolė). Įpurškimo sistema
	3	Uždegimo sistema
	4	Papildoma išmetamųjų deginių kontrolė
	5	Transporto priemonės greičio ir tuščios eigos reguliavimas
	6	Valdymo bloko ir duomenų išvesties signalai
	7	Transmisija
4 ir 5	Nuo 01 iki 99	Identifikuoja sugedusios sistemos komponentus

14. Standartizuoti duomenų perdavimo protokolai (žr. 1.6 skyrių) tarp elektroninių automobilio sistemų ir diagnostinės įrangos. Taip pat unifikuota terminologija (SAE-J2012 standartu, reglamentuojančiu gedimų kodus ir OBD II terminus). Pagrindinės OBD II santrumpos ir terminai pateikti 6 priede (*The OBD II Home Page, interaktyvus, 2009*).

OBD II sistemoje gali būti naudojami penki pagrindiniai duomenų perdavimo protokolai. Kiekviename automobilyje su OBD II galimas vienas iš šių penkių protokolų. Pagal aktyvius kontaktus diagnostinėje OBD II jungtyje (žr. 39 pav.) galima spėti, koks duomenų perdavimo protokolas naudojamas tam tikrame automobilyje.

Išvardykime šiuos protokolus ir panagrinėkime jų technines charakteristikas bei taikymo sritį.

I protokolas. SAE-J1850PWM. Tai 1996 m. SAE standarto SAE-J1850 (reglamentuoja nuoseklų duomenų perdavimą) protokolas. PWM – impulsų pločio moduliacija (angl. *pulse width modulated*), duomenų perdavimo greitis 41600 b/s, du laidai. *Ford Motor Company* standartas. Dar žymėtas kaip *SCP* (*Ford*, 41,6 K).

Naudojami kontaktai (39 pav.):

- 2: „Bus +“ (apie bus-based (magistralinę sistemą) plačiau aprašyta 1.4 skyriuje);
- 10: „Bus –“.

Aukščiausia įtampa + 5 V.

Žinutės dydis – iki 12 baitų, įskaitant ir ciklo pertekliaus patikrą CRC (angl. *cyclic redundancy chec*). CRC – tai funkcija, kuri priima bet kokio dydžio (ilgio) duomenų srautą ir paverčia nustatyto dydžio reikšme (paprastai 32 bitų sveikais skaičiais).

Naudoja vadinamąją funkciją CSMA/NDA (angl. *carrier sense multiple access with non-destructive arbitration*). Ši funkcija reiškia, kad valdymo bloko siųstuvai, prieš siųsdamas informaciją, patikrina, ar tinklas yra laisvas. Kai jis laisvas, pradedami siųsti duomenys. Juos išsiuntus, valdymo blokai, esantys sistemoje, patikrina galutinį adresatą ir, patikrai pasibaigus, priimančysis adresatas gauna visą siunčiamą informaciją.

II protokolas. SAE-J1850VPW. Tai 1996 m. *SAE* standarto SAE-J1850 protokolas. VPW – kintamų impulsų pločio moduliacija (angl. *variable pulse width modulated*), duomenų perdavimo greitis 10400 b/s, vienas laidas. *General Motors* standartas. Dar žymėtas kaip *Class 2 (GM, 10,4 K)*. Naudojo ir gamintojas *Chrysler*, žymėtas *PCI (Chrysler, 10,4 K)*.

Naudojami kontaktai (39 pav.):

- 2: „Bus +“;
- 10: „Bus –“ (tuščia pozicija).

Aukščiausia įtampa + 7 V.

Darbinė įtampa + 3,5 V.

Žinutės dydis – iki 12 baitų, įskaitant ir CRC.

Naudoja funkciją CSMA/NDA.

III protokolas. ISO 9141-2. Tai tarptautinės standartizacijos organizacijos *ISO* (angl. *international organization for standartization*) ISO 9141 („kelių transporto priemonės – diagnostinės sistemos“) 1989 m. standarto protokolas. „9141-2“ reiškia skaitmeninės informa-

cijos apsigkeitimo tarp automobilio sistemų ir diagnozavimo įrenginio CARB reikalavimus .

Duomenų perdavimo greitis 10 400 *b/s* ir tai panašu į RS-232 kompiuterinėje technikoje naudojamą signalą.

Šį protokolą pirmasis panaudojo *Chrysler*, taip pat Europos ir Azijos automobilių gamintojai.

Naudojami kontaktai (39 pav.):

- 7: „K-Line“ (apie K-Line plačiau 1.4 skyriuje);
- 15: „L-Line“.

Signalai siunčiami UART siųstuvu (tai universalus asinchroninis imtuvas-siųstuvas (angl. *universal asynchronous receiver – transmitter*) – prietaisas, kuris verčia iš lygiagretaus duomenų perdavimo į nuoseklųjį ir atvirkščiai. UART dažniausiai vykdo nuosekliają komunikaciją tarp automobilio valdymo bloko ir diagnozavimo įrenginio).

Aukščiausia įtampa – akumuliatorių baterijos įtampos didžiausia reikšmė. Žinutės dydis – iki 12 baitų, įskaitant ir *CRC*.

IV protokolas. ISO 14230 KWP2000. Tai 1999 m. ISO standarto 14230 („kelių transporto priemonės – diagnostinės sistemos – raktažodžio protokolas“) protokolas (KWP – angl. *keyword protocol*).

Duomenų perdavimo greitis nuo 1 200 iki 10 400 *b/s*.

Šį protokolą naudojo daugelis Europos ir Azijos automobilių gamintojų. Pavyzdžiui, *Alfa Romeo, Audi, BMW, Citroen, Fiat, Honda, Hyundai, Jaguar (X300, XK), Jeep* nuo 2004 m., *Kia, Land Rover, Mazda, Mercedes-Benz, Mitsubishi, Nissan, Peugeot, Renault, Saab, Skoda, Subaru, Toyota, Vauxhall, VW* nuo 2001 m., *Volvo* iki 2004 m.

Naudojami kontaktai (39 pav.):

- 7: „K-Line“;
- 15: „L-Line“ (laisvai pasirenkamas).

Fizikiniai parametrai tokie patys, kaip ir ISO 9141-2 protokole.

Žinutės dydis – iki 255 baitų.

V protokolas. ISO 15765 CAN. Tai 2004 m. ISO standarto 15765 („kelių transporto priemonės – valdiklio tikrinamos tinklo dalies diagnostika“) protokolas (žr. 3 skyrių). Dar kitaip šis protokolas vadinamas „diagnozavimas CAN sistemos pagrindu“ (angl. *diagnostics on CAN*).

Duomenų perdavimo greitis nuo 250 000 iki 1 000 000 b/s.

Ford, Mazda ir kitų gamintojų automobiliuose CAN protokolas jau naudojamas nuo 2003 m. (žr. 3 lentelę ir 7 priedą).

Naudojami kontaktai (39 pav.):

- 6: „CAN High“ (viršutinė įtampos reikšmė);
- 14: „CAN Low“ (apatinė įtampos reikšmė).

CAN protokolas buvo populiarus už JAV ribų ir tai darė didelę įtaką OBD II paplitimui. Todėl nuo 2008 m. visuose JAV parduodamuose automobiliuose turėjo būti įdiegta CAN diagnostikos sistema. Tokiu būdu yra panaikinamos dviprasmybės ir nepatogumai, naudojant penkis aukščiau aprašytus protokolus. 3 lentelėje (Leshchenko 2006) pateiktas automobilių sąrašas, kuriuose montuojama CAN protokolo duomenų perdavimo sistema. Kiekvienais metais vis daugiau automobilių modelių yra komplektuojami minėto protokolo duomenų perdavimo sistemomis.

7 priede (Виснап 2005) pateiktas detalizuotas sąrašas, kuriame nurodyta, kokie duomenų perdavimo protokolai naudoti tam tikruose automobiliuose.

3 lentelė. Automobiliai, kuriuose montuojama CAN protokolo duomenų perdavimo sistema

Automobilio markė	Modelis	Metai, nuo kurių pradėta diegti CAN sistema	Variklio darbinis tūris, l
1	2	3	4
AUDI	A4, A6	2004/2005	–
BUICK	LaCrosse	2005	3,6
	Ranier	2005	5,3
	Rendezvous	2004/2005	3,6

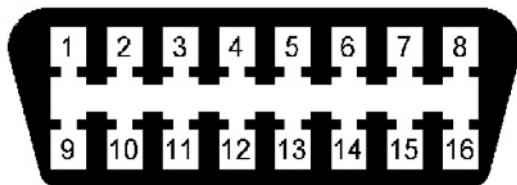
3 lentelės tęsinys

1	2	3	4
CADILLAC	–	2005	2,8
	–	2004/2005	3,6; 4,6
CHEVROLET	Cobalt	2005	2,2; 2,4
	Corvette	2005	6,0
	Equinox	2005	3,4
	Malibu	2005	3,5
	Trailblazer	2005	5,3
CHRYSLER	300 C	2005	2,7; 3,5; 5,7
DODGE	Dakota	2005	3,7; 4,7
	Durango	2004/2005	3,7; 4,7; 5,7
	Magnum Stn Wagon	2005	2,7; 3,5; 5,7
FORD	Crown Victoria	2005	4,6
	E/F-150	2005	4,2; 4,6; 5,4
	E/F-250 diesel	2003/2004/2005	6,0
	E/F-350 diesel	2003/2004/2005	6,0
FORD	E/F-250	2005	4,6; 5,4; 6,8
	E/F-350	2005	5,4; 6,8
	Escape	2005	2,3; 3,0
	Excursion	2003/2004/2005	6,0; 6,8
	Expedition	2005	5,4
	Explorer	2004/2005	4,0; 4,6
	F-150	2004	4,6; 5,4
	Five Hundred	2005	3,0
	Focus	2003/2004/2005	2,3
	Focus	2005	2,0
	Freestyle	2005	3,0
	Mustang	2005	4,0; 4,6
	Taurus	2004/2005	3,0
	Thunderbird	2003/2004/2005	3,9
GENERAL MOTORS	Envoy	2005	5,3
ISUZU	Ascender	2005	5,3
JEEP	Grand Cherokee	2005	3,7; 4,7; 5,7
LAND ROVER	LR3	2004	4,0; 4,4

3 lentelės pabaiga

1	2	3	4
LINCOLN	LS	2003/2004/2005	3,0; 3,9
	Navigator	2005	5,4
	Towncar	2005	4,6
LEXUS	LS400	2005	4,0
	LS430	2004/2005	4,3
	RX350	2006	3,5
	GX470	2005/2006	4,7
	RX400h	2005/2006	3,3
MAZDA	3	2004/2005	2,0; 2,3
	6	2003/2004/2005	2,3; 3,0
	MPV	2005	3,0
MAZDA	Rotary RX-8	2004/2005	1,3
	Tribute	2005	2,4; 3,0
MERCEDES BENZ	SLK350	2005	3,5
MERCURY	Grand Marquis	2005	4,6
	Mariner	2005	2,3; 3,0
	Montego	2005	3,0
MERCURY	Sable	2004/2005	3,0
PONTIAC	G6	2005	3,5
PORSCHE	Cayenne	2003/2004/2005	4,5
SAAB	9-3	2003/2004/2005	2,0
SATURN	ION	2003/2004/2005	2,2
TOYOTA	4Runner	2005/2006	4,0; 4,7
	Avalon	2005/2006	3,5
	Yaris	2007	1,5
	Prius	2004/2005/2006	1,5
	Sequoia	2005/2006	4,7
	Tacoma	2005	2,4; 2,7; 3,4; 4,0
	Tundra	2005	4,0; 4,7
VOLVO	S40	2004/2005	2,4; 2,5
	S60	2005	2,4; 2,5
	S80	2005	2,5; 2,9
	V50	2005	2,4; 2,5
	V70	2005	2,4; 2,5
	XC90	2005	2,5; 2,9

15. OBD II sistemoje naudojama viena standartizuota 16 kontaktų (2x8) jungtis (žr. 39 pav.). Ši jungtis reglamentuota SAE-J1962 standartu (konstrukcijos ypatumai, kontaktų paskirtis, išdėstymo automobilyje vieta ir pan.), paskelbtu 1996 m.



39 pav. OBD II diagnostinės jungties kontaktų išdėstymas

Kiekvienam minėtos jungties kontaktui suteiktas tam tikras numeris (39 pav.), nurodantis jo paskirtį (žr. 4 lentelę).

4 lentelė. OBD II jungties kontaktų paskirtis

Kontakto numeris	Paskirtis
1	Palikta gamintojo nuožiūrai.
2	„Bus +“ jungtis pagal SAE-J1850 standartą.
3	Palikta gamintojo nuožiūrai. Taip pat buvo aktyvus <i>Ford</i> automobiliuose, skirtuose Argentinos, Brazilijos rinkoms 1997–2000 m. (ne OBD II). Naudotas kaip teigiamas baterijos polius „+“.
4	Kėbulo masė „–“.
5	Signalų masė „–“.
6	„CAN High“ jungtis pagal ISO 15765-4 ¹ ir SAE-J2284 ² standartus.
7	„K-Line“ jungtis pagal ISO 9141-2 ir ISO 14230-4 ³ standartus.
8	Palikta gamintojo nuožiūrai.
9	Palikta gamintojo nuožiūrai.
10	„Bus –“ jungtis pagal SAE-J1850 standartą.
11	Palikta gamintojo nuožiūrai. Taip pat buvo aktyvus <i>Ford</i> automobiliuose, skirtuose Argentinos, Brazilijos rinkoms 1997–2000 m. (ne OBD II). Naudotas kaip kėbulo masė „–“.
12	Palikta gamintojo nuožiūrai.

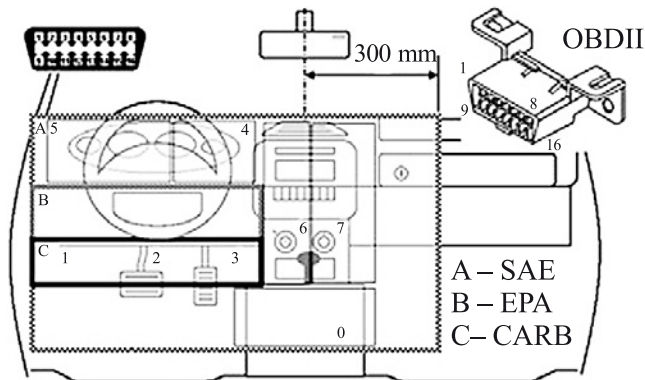
Kontakto numeris	Paskirtis
13	Palikta gamintojo nuožiūrai.
14	„CAN Low“ jungtis pagal ISO 15765-4 ir SAE-J2284 standartus.
15	„L-Line“ jungtis pagal ISO 9141-2 ir ISO 14230-4 standartus.
16	Teigiamas baterijos polius „+“.

¹ ISO 15765-4 standarte pateikti reikalavimai sistemoms, susijusioms su transporto priemonių teršalų emisija.

² SAE-J2284 reglamentuoja duomenų perdavimą 500 000 b/s greičiu CAN linija.

³ ISO 14230-4 standarte pateikti reikalavimai sistemoms, susijusioms su transporto priemonių teršalų emisija.

Kaip buvo minėta 15 punkto pradžioje, SAE-J1962 standartu reglamentuojama ir OBD II vieta automobilyje. Šios jungties vietą taip pat reglamentuoja EPA bei CARB organizacijos, tačiau pagrindinis yra minėtas SAE dokumentas. Pagal šį dokumentą, OBD II jungtis turi būti automobilio salone, o ne po variklio gaubtu (kaip dažnai buvo OBD I atveju). Kitas reikalavimas – OBD II jungtis turi būti lengvai pasiekama iš vairuotojo vietos. Tenkindami šį reikalavimą, automobilių gamintojai diagnostinę jungtį įrengia ties centrine konsole, po vairu, šalia variklio gaubto atidarymo rankenėlės, šalia saugiklių bloko ir pan. 40 paveiksle matyti šios jungties galimų išdėstymo vietų schema.



40 pav. OBD II diagnostinės jungties galimos išdėstymo vietos automobilio salone

Galimos 8 vietos, kurių vienoje galima rasti OBD II jungtį. Pagal šį paveikslą taip pat matyti, kad didžiausia „erdvė“ palikta diagnostinės jungties vietai, reglamentuotai *SAE* normatyvais (paveiksle apribota punktyrine linija; plotas A). Taip pat atkreiptinas dėmesys, kad nuo centrinės salono linijos į dešinę OBD II jungties vieta negali būti nutolusi daugiau kaip 300 mm (40 pav.). Taip tenkinamas reikalavimas, kad jungtis turi būti lengvai pasiekiamo iš vairuotojo vietos.

Norint geriau žinoti OBD II diagnostinės jungties vietas konkrečiuose automobiliuose, 8 priede (*Other OBD2 Scan Tools, Software, and Useful Links, interaktyvus, 2009*) pateikti OBD II jungčių išdėstymai (nurodyti rodyklėmis), atitinkantys 40 paveiksle iliustruotas pozicijas. Automobilių markės ir modeliai bei gamybos metai parinkti atsitiktinai. To paties automobilio diagnostinės jungties vieta, priklausomai nuo gamybos metų, gali skirtis.

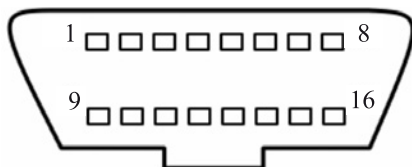
OBD II jungties vietos Nr. 1–3 yra dažniausiai pasitaiko automobiliuose (nuo 1996 m. iki šiol). Rečiausiai naudojamos padėtys Nr. 4, Nr. 5 ir 8.8 paveiksle (8 priedas) parodyta padėtis (kai diagnostinė jungtis yra po dėkle keleivio pusėje).

2.3.3. OBD 1.5 sistema

Prieš pasirodant OBD II sistemai, kai kurie automobilių gamintojai, pvz., *General Motors*, naudojo OBD 1.5. Ši sistema buvo montuojama 1994 ir 1995 m. šios bendrovės gamybos automobiliuose. *General Motors* automobilių techninėje dokumentacijoje nenaudojo termino „OBD 1.5“, o serviso žinyuose tiesiog išskirdavo OBD ir OBD II skyrius.

Ši diagnozavimo sistema daugiausia buvo montuojama į JAV rinkai skirtus automobilius: *Buick* modelius *Regal*, *Skylark*, *Chevrolet* modelius *Lumina*, *Monte Carlo*, *Beretta/Corsica*, *Corvette*, *Camaro*, *Cavalier*, *Pontiac* modelius *Grand Prix*, *Sunfire*, *Firebird*, *Grand Am*, *Oldsmobile* modelius *Cutlass Supreme* ir kt. Europoje OBD 1.5 buvo montuojama kai kuriuose *VW VR6*, *Ford Scorpio* 1995 m., taip pat *Mitsubishi* markės automobiliuose.

Diagnostinės jungties forma šiuo atveju panaši į OBD II jungtį (žr. 41 pav.).



41 pav. OBD 1.5 diagnostinė jungtis

Šioje jungtyje 9 kontaktas skirtas duomenų srautui, 4 ir 5 kontaktai – masė ir 16 kontaktas yra teigiamas baterijos polius.

Esant OBD 1.5, priklausomai nuo transporto priemonės tipo, buvo reikalingas specifinis diagnozavimo ir automobilio sistemų kontrolės duomenų perdavimas. Tai nebuvo itin patogu, todėl imta naudoti OBD II.

2.3.4. Gedimų kodų nustatymas specialia diagnostine įranga OBD II sistemoje

Esant OBD II sistemai, elektroninių automobilio sistemų diagnozavimas, naudojant specialius prietaisus, atliekamas panašiai kaip ir OBD I atveju. Pagrindinis ir esminis skirtumas yra tas, kad gedimų paieškos įranga jungiama per 16 kontaktų standartinę diagnostinę jungtį, esančią automobilio salone (žr. 42 pav.).



42 pav. Diagnostinės įrangos prijungimas prie OBD II jungties 2005 m. 3 serijos BMW automobilio salone

Informacija pateikiama tiesiai skenerio (sisteminio testerio) arba nešiojamo kompiuterio monitoriuje. Kai kurie prietaisai ne tik parodo

gedimų kodų reikšmės, bet kartu gali būti naudojami kaip osciloskopai (pvz., *BOSCH KTS 670* (43 pav.). 9 priede pateiktos pagrindinės *BOSCH KTS 670* (*BOSCH valdymo prietaisų diagnostikos įranga (KTS), interaktyvus, 2010*) funkcijos ir galimybės.



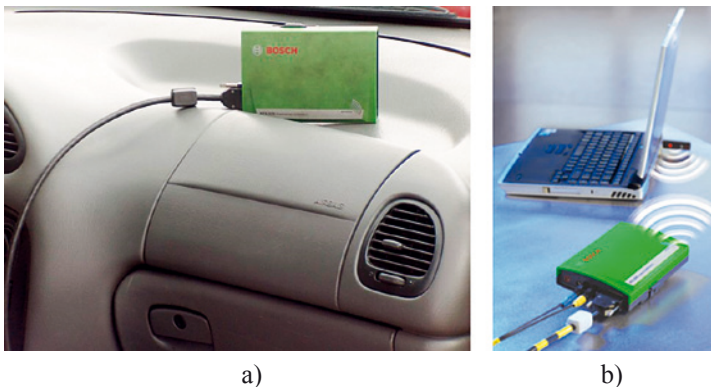
43 pav. BOSCH KTS 670 diagnostavimo prietaisas su integruotu osciloskopu

Kai gedimų kodams nustatyti naudojamas nešiojamasis kompiuteris, tuomet jame instaliuojama speciali programinė įranga, o prie automobilio elektros sistemų jungiamasi per sisteminį testerį, pavyzdžiui, *BOSCH KTS 570* (žr. 44 pav.).



44 pav. BOSCH KTS 570 sisteminis testeris (šalia parodyta „Bluetooth“ ryšio USB jungtis)

Šis testeris jungiamas tiesiogiai per OBD II diagnostinę jungtį, o automobilio testavimo rezultatai per „Bluetooth“ ryšį perduodami į nešiojamą kompiuterį (45 pav.).



45 pav. BOSCH KTS 570 diagnostinė įranga: a) sisteminis testeris, prijungtas automobilio salone, b) duomenų perdavimas į kompiuterį

Naudojant aprašytą įrangą ir specialius adapterius, galima atlikti ir senesnių automobilių, komplektuojamų tik su OBD I diagnostikos sistema, patikrą. Tai daug patogiau techninę priežiūrą atliekančioms įmonėms, nes nebūtina įsigyti tik konkrečios markės automobiliui pritaikytus prietaisus bei adapterius.

Taip pat svarbu paminėti ir originalius skenavimo prietaisus. Jie specializuoti ir skirti tik tam tikros markės automobilių el. sistemų patikrai. Todėl 1 lentelėje pateikta įranga, esant tam tikroms aplinkybėms, ne visada gali aptikti specifinius gedimus. 46, 47 paveiksluose pateikti automobilių gamintojų *Mitsubishi* ir *Honda* (Leshchenko 2007) originalūs gedimų skeneriai.

Apskritai šiuolaikinių diagnozavimo prietaisų, skirtų OBD II (EOBD) sistemoms testuoti, galimybės yra labai plačios – nuo gedimų kodų suradimo iki tam tikrų automobilio elektroninių sistemų programavimo. Taip pat gausu firmų, siūlančių įvairaus lygio įrangą, pasižyminčią savita darbo specifika. Todėl autorius šiame leidinyje tik trumpai užsimena apie kai kuriuos gamintojus (žr. 1 lentelę) bei jų siūlomą produkciją. Detalesnei diagnostinių prietaisų analizei (kons-

trukcijos ypatumų, galimybių, darbo režimų aprašymui) prasminga skirti atskirą leidinį.



46 pav. Originali automobilių *Mitsubishi* diagnostinė įranga



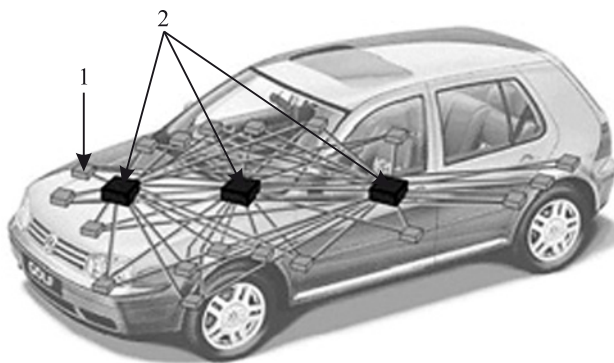
47 pav. Originali automobilių *Honda* diagnostinė įranga

Bet kuriuo atveju, ieškant automobilio elektroninių sistemų gedimų, pasikliauti vien tik sisteminiais testeriais nevertėtų. Paprastai šie prietaisai efektyvūs apie 40 % atvejų. Todėl reikalinga kita diagnostavimo įranga, naudojama įvairioms automobilio sistemoms tikrinti. Pavyzdžiui, papildomi osciloskopai, multimetrai, slėgio matavimo priemonės ir pan.

3. CAN DUOMENŲ PERDAVIMO MAGISTRALĖ

3.1. Bendrosios žinios

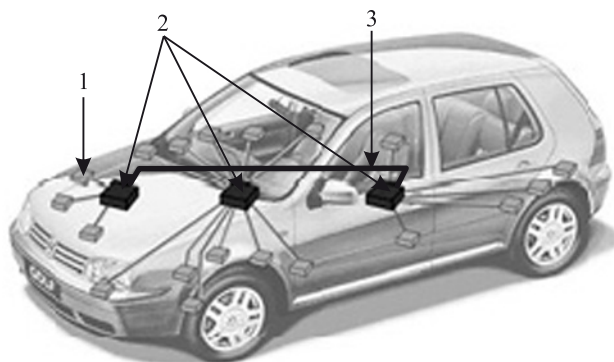
Šiuolaikiniame automobilyje gali būti iki 100 įvairių valdymo blokų (EVM). Didžiausias iš jų – variklio EVM. Kiti valdymo blokai – tai transmisijos, saugos oro pagalvių, ABS, audiosistemos, langų, durų, veidrodėlių, greičio palaikymo sistemos EVM ir t. t. Svarbu paminėti, kad tobulėjant automobilių sistemoms ir diegiant naujas, valdymo blokų skaičius nuolat gausėja. 48 paveiksle pateiktas, tarkime, automobilis su trimis valdymo blokais – variklio, transmisijos ir ABS sistemos. Šie blokai sujungti su tam tikrais jutukliais ir valdymo elementais. Tokioje (sąlyginai nesudėtingoje) sistemoje laidų, jungčių, reikalingų informacijai persiųsti, yra labai daug.



48 pav. Automobilis su trimis valdymo blokais: 1 – jutiklis (valdymo įrenginys), 2 – variklio, transmisijos, ABS valdymo blokai

Automobilio elektroninėse sistemose duomenų perdavimo apimtys ir greičiai nuolat didėja, reikalinga nuolatinė ir veiksminga valdymo blokų tarpusavio informacijos darbo sinchronizacija. Todėl, norint patikimai persiųsti duomenis automobilio elektroninėse sistemose ir siekiant sumažinti laidų kiekį bei elektrinių grandinių sudėtingumą, buvo sukurtas duomenų perdavimo tinklas (magistralė) CAN (taip

pat dažnai vadinamas CAN protokolu) (Larry 2006). 49 paveiksle pateiktas tas pats automobilis, kuriame informacija persiunčiama viena CAN magistrale (*Обмен данными посредством шины CAN I, интерактивус, 2009*).



49 pav. Automobilis su trimis valdymo blokais, tarpusavyje sujungtais viena CAN duomenų perdavimo magistrale: 1 – jutiklis (valdymo įrenginys), 2 – variklio, transmisijos, ABS valdymo blokai. 3 – CAN magistralė

CAN – kontrolerio (valdiklio) tikrinama tinklo (schemos) dalis. Dar kitaip CAN gali būti pavadintas kaip lokalus tinklas, jungiantis valdymo blokus. CAN sukūrė bendrovė *Robert Bosch GmbH* 1983 m. Pagrindinė šio tinklo paskirtis – automobilių pramonė. Tačiau šiuo metu CAN išpopuliarėjo ir kitose srityse (laivuose, traukiniuose, pramoninėje automatikoje, medicinos technikoje ir kt.).

Europos lengvųjų automobilių ir sunkvežimių gamintojai CAN pradėjo naudoti daugiau nei prieš 10 metų. JAV ir Azijos automobilių gamintojai CAN pradėjo naudoti gerokai vėliau. Pirmasis su CAN tinklu buvo *Mercedes-Benz S* klasės automobilis, pagamintas 1991 m. Jame CAN sistema buvo sujungtas prietaisų skydas, variklio ir transmisijos valdymo blokai.

Pagrindiniai CAN privalumai yra patikimumas ir didelis duomenų perdavimo greitis (iki 1 Mb/s). Kai kuriuose automobiliuose dėl specifinės aplinkos ir didelio elektrinės sistemos veikimo patikimumo didžiausias duomenų perdavimo greitis neviršija 500 kb/s.

Oficialiai CAN buvo įteisintas 1986 m. SAE kongrese Detroite. Pirmaisiais CAN mikrovaldikliais, pagamintais bendrovių *Intel* ir *Philips*, prekiauti pradėta 1987 m.

Automobilių pramonėje, siekiant užtikrinti skirtingų gamintojų įrangos suderinamumą, apie 1993 m. buvo sukurti šie *ISO* ir *SAE* standartai (*Controller area network, interaktyvus, 2009*):

- 1) ISO 11898-1: CAN duomenų sąsajų lygmenys ir fizikiniai signalų principai.
- 2) ISO 11898-2: didelio greičio (angl. *high-speed*) CAN terpės informacijos gavimo vienetas.
- 3) ISO 11898-3: mažo greičio (angl. *low-speed*) CAN terpės informacijos gavimo vienetas. Gedimų fiksavimas. Duomenų terpės sąsajos.
- 4) ISO 11898-4: CAN laiko impulsų komunikacija.
- 5) ISO 11898-5: didelio greičio (angl. *high-speed*) CAN terpės informacijos gavimo vienetas su mažos galios režimu.
- 6) ISO 11992-1: CAN gedimų fiksavimas krovinių automobilių sistemoms.
- 7) ISO 11783-2: 250 kb/s duomenų perdavimo greičio CAN standartas, skirtas žemės ūkio mašinoms.
- 8) SAE J1939-11: duomenų perdavimo greitis – 250 kb/s. Ekranuotų dviejų laidų pora.
- 9) SAE J1939-15: duomenų perdavimo greitis – 250 kb/s. Neekranuotų dviejų laidų pora.
- 10) SAE J2411: vieno laido CAN.

Iš pradžių CAN buvo naudojamas tarpusavyje sujungti įvairių automobilių sistemų valdymo blokus. Vėliau ši naujovė pradėta taikyti perduodant informaciją į diagnostavimo įrangą. Šiuo metu CAN tampa pagrindine komunikavimo tarp automobilio EVM ir diagnostinės įrangos sistema.

Pagrindiniai CAN sistemos privalumai, palyginti su kitomis duomenų perdavimo sistemomis, yra šie:

1. Sumažinamas laidų, reikalingų elektriniams signalams siųsti, kiekis.

2. Pasiekiamas didelis duomenų perdavimo tarp EVM greitis.

3. Dėl EVM blokų ir jų jungčių kompaktiškumo atsiranda daugiau vietos kitiems elementams.

4. Informacija, perduodama tarp EVM, nuolat tikrinama, todėl gerokai sumažėja duomenų siuntimo klaidų tikimybė.

5. Norint išplėsti CAN duomenų protokolą papildoma informacija, pakanka pakeisti valdymo programą.

6. CAN magistralė yra normuota pasauliniu mastu. Todėl šią sistemą galima pritaikyti įvairių gamintojų valdymo blokų valdymui.

7. Paprasčiau prijungti papildomą įrangą, palyginti su anksčiau naudotomis (naudojamomis) duomenų perdavimo sistemomis.

8. CAN magistralėje informacija gali būti siunčiama tiek variniais laidais, tiek šviesolaidžiu.

9. Vienu metu galima diagnozuoti kelis valdymo blokus, esančius sistemoje.

Dažnai automobiliuose yra keletas CAN tinklų, dirbančių skirtingais greičiais. ABS, variklio valdymo sistemos jungiamos vadinamojo didelio greičio (angl. *high-speed*) tinklu, o papildomos įrangos (pvz., salono elementų) sistemos – mažo greičio (angl. *low-speed*) tinklu. Kai kurie JAV automobilių gamintojai naudoja vieno laido (angl. *single wire*) CAN tinklų atmainą.

Šiuo metu naudojamos dvi CAN protokolo specifikacijos – 2.0A ir 2.0B. Pirmojoje naudojamas 11 bitų identifikavimo adresas (ID), antrojoje 29 bitų. Pirmuoju atveju duomenų perdavimo greitis yra 250 kb/s, antruoju – 500 kb/s.

Pagal 2.0A specifikaciją naudojamas CAN kartais vadinamas baziniu arba standartiniu CAN (angl. *basic* arba *Standard CAN*), o pagal 2.0B specifikaciją naudojamas CAN vadinamas visišku arba išplėstu (angl. *full* arba *extended frame CAN*).

Projektuojant automobilyje CAN sistemą yra keliami šie reikalavimai:

1. Didžiausias patikimumas, t. y. vidiniai ir išoriniai trikdžiai turi būti panaikinti.

2. Sugedus vienam valdymo blokui, sistema turi toliau veikti ir duomenys turi būti siunčiami tarp veikiančių EVM.

3. Didelis siunčiamų duomenų kiekis. Visi EVM turi nuolat disponuoti vienoda informacija ir gauti vienodus duomenis. Atsiradus gedimui, visi EVM turi „žinoti“ apie tai.

4. Didelis duomenų perdavimo greitis. Šis reikalavimas reikalingas tam, kad tam tikros automobilio sistemos galėtų veikti esamu laiku (angl. *in real time*), t. y. nebūtų darbo uždelimų.

Pagal taktinio dažnio bei perduodamos informacijos kiekį, CAN sistema yra trejopa:

1. CAN skirta pavaros agregatų (variklio, transmisijos, ABS) elementams valdyti („*high-speed*“ tinklas). Duomenų perdavimo greitis 500 kb/s ir daugiau. Darbas „realiu laiku“.

2. CAN skirta „komforto“ sistemos (salono) elementams valdyti („*low-speed*“ tinklas). Duomenų perdavimo greitis 250 kb/s ir daugiau. Šiuo atveju CAN sistemai nėra keliami dideli reikalavimai.

3. CAN skirta informavimo elementams valdyti („*low-speed*“ tinklas). Pavyzdžiui, radijo, mobiliojo telefono, televizijos, navigacinės sistemos, centrinio displėjaus valdymui. Duomenų perdavimo greitis 250 kb/s ir daugiau. Šiuo metu ši sistema yra tobulinama. Joje CAN papildoma LIN, MOST, Bluetooth sistemų technologijomis (žr. 4 skyrių).

3.2. Svarbiausi konstrukciniai ypatumai

Informacijai persiūsti naudojami du tarpusavyje susukti laidai (angl. *twisted pair*), kurie labai gerai apsaugoti nuo išorinių trikdžių (žr. 50 pav.). Kitaip jie vadinami tiesiog CAN magistrale.



50 pav. CAN duomenų perdavimo tinklo laidų pora

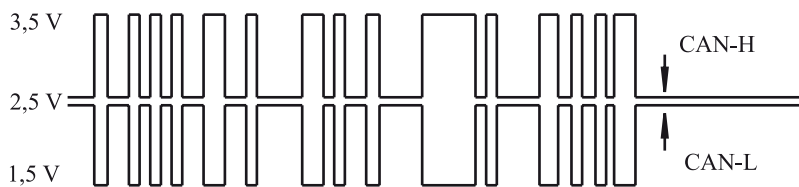
Ši savybė labai svarbi tuo atveju, kai laidai yra variklio skyriuje. Ši laidų pora perduoda visą informaciją. Pavyzdžiui, duomenis apie alkūninio veleno apsisukimų skaičių, degalų lygį bake, automobilio judėjimo greitį ir t. t.

Tas pats signalas perduodamas per abu 50 paveiksle parodytus laidus. Skiriasi tik įtampos reikšmės. Vienas CAN laidas vadinamas aukštos įtampos (angl. *CAN-High*), o kitas – žemos įtampos (angl. *CAN-Low*) (žr. 51 pav.). Jei linija „CAN-H“ siunčiamas loginis „1“, tai linija „CAN-L“ siunčiamas loginis „0“. Valdymo blokas visada priima abu signalus ir „mato“ įtampos skirtumą tarp jų.



51 pav. CAN magistralės laidų tipai

Kadangi signalas perduodamas dviem laidas, tai trikdžiai abu juos veikia vienu metu, o skirtumas tarp „CAN-H“ ir „CAN-L“ išlieka tas pats. Dažniausiai signalo amplitudė yra apie $1,0\text{ V}$. „CAN-H“ signalas yra tarp $2,5$ ir $3,5\text{ V}$, o „CAN-L“ – tarp $2,5$ ir $1,5\text{ V}$ (žr. 52 pav.).



52 pav. Signalų seka CAN magistralėje

Kai abiejuose laiduose yra $2,5\text{ V}$ įtampa, tarp „CAN-H“ ir „CAN-L“ nėra įtampų skirtumo, todėl tai atitinka loginį „0“. Kai „CAN-H“ yra $3,5\text{ V}$, o „CAN-L“ – $1,5\text{ V}$ įtampa (įtampų skirtumas yra 2 V), tada siunčiamas loginis „1“.

Laidų pynėse „CAN-H“ laidai žymimi oranžine spalva (bazinė spalva). Laidas „CAN-H“, skirtas variklio darbui valdyti, papildomai pažymėtas juoda spalva. Laidas „CAN-H“, skirtas „komforto“ siste-

mos elementams valdyti, papildomai pažymėtas žalia spalva. O toks pats laidas, skirtas informavimo elementams valdyti, papildomai pažymėtas violetine spalva. Visų sistemų laidai „CAN-L“ papildomai pažymėti ruda spalva.

CAN duomenų perdavimo laidai turi būti būtinai susukti tarpusavyje. Jeigu laidai atskirti bent 10 mm ar daugiau, tai labai didelė tikimybė, kad tinklas veiks nepatikimai arba visai neveiks. Taip pat, šalinant laidų pažeidimus, nepatartina sujungti laidų, nes laidų jungtyje atsiranda signalo atspindžių. Tai gali pabloginti duomenų perdavimo patikimumą.

Susuktų laidų galuose prijungtos apkrovos varžos (automobiliuose jos sumontuotos valdymo blokuose). Sujungtų į CAN tinklą valdymo blokų gali būti keletas, tačiau apkrovos varžos bus tik dvi.

Duomenys CAN magistralėje perduodami paketais. Paketo ilgis nėra fiksuotas, tačiau negali būti didesnis nei apibrėžta standarto. Tarp duomenų paketų yra tarpai, kurių metu bet kuris tinkle prijungtas prietaisas gali pradėti siuntimą.

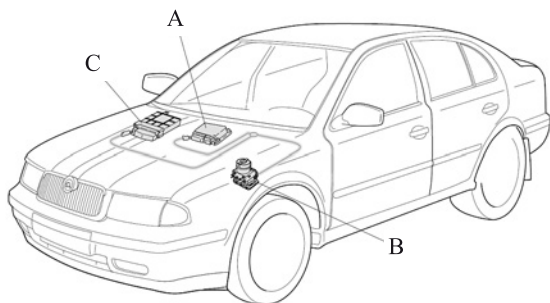
Dažnai automobiliuose atsiranda gedimų, kai pakeičiamas sugedęs valdymo blokas kitu. Valdymo blokai yra sujungti tarpusavyje per CAN tinklą ir visi turi savo identifikavimo adresą (11 arba 29 bitų). Pakeistas valdymo blokas kitu, kuris lyg ir niekuo nesiskiria nuo sugedusio, gali netikti dėl programinės versijos nesutapimo, identifikavimo ir kt. (*Kas yra CAN?, interaktyvus, 2009*). Taip pat pasitaiko gedimų dėl CAN tinklo laidų pažeidimų ar paties bloko gedimų.

Kaip buvo minėta 3.1 skyriuje, CAN magistralė dažniausiai naudojama dviem automobilio sistemoms valdyti. Jas trumpai ir aptarkime.

1. Pavaros agregatų CAN duomenų magistralė

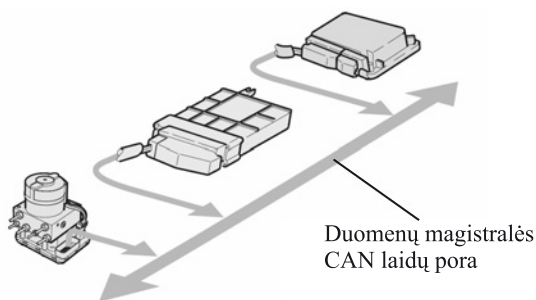
Ši magistralė apima šiuos valdymo blokus (53 pav.):

1. Variklio EVM.
2. Stabdžių antiblokavimo (ABS) sistemos EVM.
3. Automatinės pavarų dėžės EVM.



53 pav. Pavaros agregatų CAN duomenų magistralė automobilyje *Skoda Octavia*: A – variklio EVM, B – ABS EVM, C – automatinės pavarų dėžės EVM

54 paveiksle matome minėtų trijų blokų bendrą sistemą, sujungtą viena CAN magistrale.



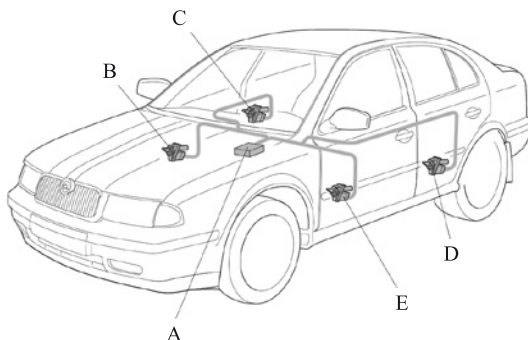
54 pav. ABS, automatinės transmisijos ir variklio EVM (iš kairės į dešinę), sujungti CAN magistrale

„Pavaros“ sistemoje (kaip ir kitose sistemose) visi valdymo blokai vienu metu gauna tą pačią informaciją. Todėl svarbu, kad informacija pirmiausia būtų išsiųsta EVM, turinčiam aukštesnį prioritetą. Šioje sistemoje svarbiausias yra ABS valdymo blokas, nes susijęs su eismo saugumu. Automatinės transmisijos EVM turi mažiausią prioritetą.

2. Komforto elementų CAN duomenų magistralė

Ši magistralė apima tokius valdymo blokus (55 pav.):

1. Centrinį EVM.
2. Durų EVM.



55 pav. Komforto elementų CAN duomenų magistralė automobilyje
Skoda Octavia: A – centrinis EVM, B, C, D, E – durų EVM

Duomenys šioje sistemoje perduodami atliekant šias valdymo funkcijas:

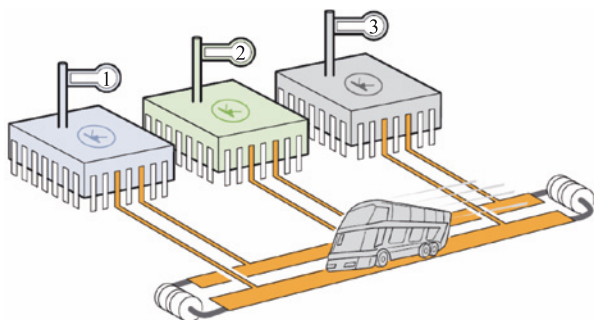
- centrinio užrakto valdymas;
- elektrinės langų pakėlimo pavaros valdymas;
- salono apšvietimas;
- elektra valdomi ir šildomi veidrodėliai;
- borto diagnostika.

Centrinis valdymo įrenginys siunčia prioritetų signalus durų valdymo įrenginiams, tad prioritetai pasiskirsto taip: centrinis EVM – vairuotojo durelių EVM – keleivio durelių EVM – už vairuotojo esančio keleivio durelių EVM – dešiniųjų galinių durelių EVM.

3.3. CAN veikimo principas

CAN sistemos veikimą vaizdžiai galima paaiškinti, remiantis 56 paveikslu. Informacija yra perduodama automobilio CAN magistrale tarp valdymo blokų (EVM), pažymėtų „1“, „2“ ir „3“ numeriais (pvz., variklio, ABS, transmisijos). CAN magistralė apribota pradžia ir pabaiga (dviem apkrovos varžomis).

Kaip matome, vienas iš komponentų, pvz., valdymo blokas „1“, siunčia informaciją į bendrą magistralę (56 pav.). Tai galėtų būti duomenys apie kurį nors fizikinį parametą, pavyzdžiui, apie alkūninio veleno sukimosi dažnį arba aušinimo skysčio temperatūrą.

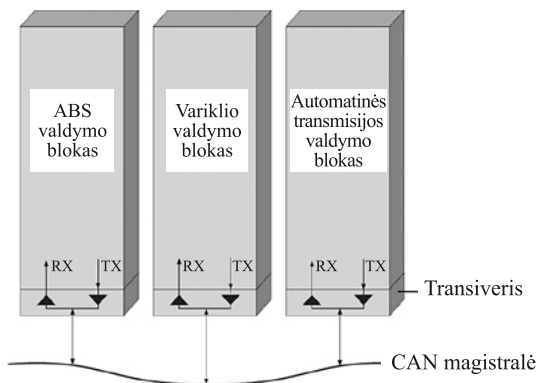


56 pav. CAN sistemos veikimo principas

Šią informaciją vienu metu gauna visi kiti sistemoje esantys EVM ir ją analizuoja. Jei gauta informacija yra reikalinga kuriam nors iš minėtų EVM, šis ją panaudoja ir ima vykdyti nurodytą „užduotį“. Pavyzdžiui, sumažinamas varančiųjų ratų sukimo momentas, pradėjus veikti ratų praslydimo sistemos kontrolei.

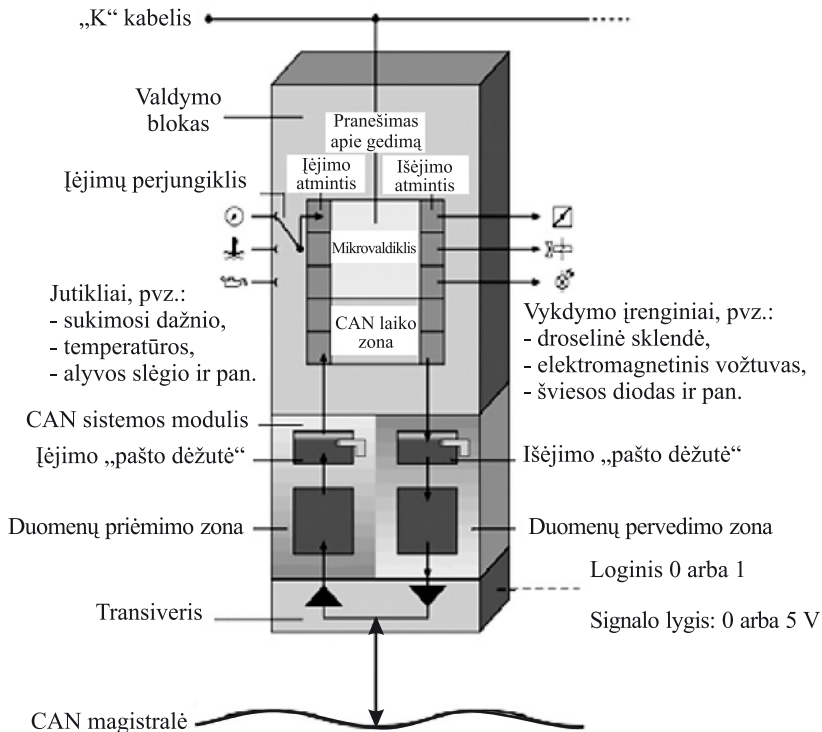
Jeigu minėto bloko „1“ išsiųsta informacija nėra reikalinga kitiems blokams, šie užtikrina budėjimo režimą ir „laukia“ konkrečiai jiems skirtų „nurodymų“.

Kitaip CAN sistemoje esančius valdymo blokus galima pavaizduoti 57 paveiksle pateikta schema (*Обмен данными посредством шины CAN I, interaktyvus, 2009*). Šiame paveiksle CAN magistralė pavaizduota kaip vienas laidas (automobilyje – tai susukta dviejų laidų pora).



57 pav. Valdymo blokai CAN duomenų perdavimo sistemoje

Trumpai panagrinėkime vieną iš šių valdymo blokų (pvz., variklio), veikiančių CAN duomenų perdavimo sistemoje (58 pav.). Valdymo blokas informaciją siunčia per CAN sistemos modulius.



58 pav. CAN sistemos pagrindiniai elementai ir funkcionavimo principinė schema

Valdymo blokai CAN sistemoje prie duomenų magistralės prijungti per vadinamąjį transiverį (angl. *transceiver*), kuris vienu metu atlieka signalų priėmimo, perdavimo ir stiprintuvo funkcijas. Šis įtaisas dvejetainius kodus paverčia el. įtampa ir perduoda į magistralę; ir atvirkščiai. Transiveris jungiamas dviem laidais: TX, skirtu informacijai perduoti, ir RX, skirtu informacijai priimti (57 pav.). Pavyzdžiui, alkūninio veleno sukimosi dažnis 1 800 1/min, koduojamas 00010101, iš valdymo bloko per transiverį paverčiamas elektros signalu ir laidu

TX siunčiamas į CAN magistralę. Priimdamas transiveris jį paverčia dvejetainiu kodu ir laidu RX siunčia valdymo blokui. RX su CAN magistrale sujungtas per stiprintuvą, todėl galima nuolat „klausytis“ signalų, perduodamų visoje magistralėje.

„K“ kabelis (58 pav.) skirtas diagnostinei įrangai prijungti, kai atliekami automobilio techninės priežiūros darbai.

Valdymo blokas (58 pav.) priima jautiklių signalus, juos apdoroja ir siunčia tam tikras komandas vykdymo įrenginiams. Pagrindinis elementas yra mikrovaldiklis (žr. 1.1 skyrių) su įeinančios ir išeinančios informacijos atmintimis. Kiekvienas valdymo blokas taip pat turi papildomas atmintis, kuriose kaupiami duomenys apie siunčiamą ir priimamą informaciją.

CAN sistemos modulis (angl. *CAN controller*) skirtas duomenims priimti ir perduoti ir su valdymo bloku sujungtas per vadinamąsias pašto dėžutes (58 pav.). Šis modulis būna sumontuotas valdymo bloko mikrovaldiklyje.

Apskritai CAN yra sudėtinga sistema, šiuolaikiniame automobilyje vienu metu kontroliuojanti pavaros agregatų, komforto elementų, radijo ir navigacinės sistemos darbą. Per šią sistemą taip pat galime diagnozuoti automobilio sistemas (kaip pavyzdys 10 priede pateikta *VW Polo* (2002 m.) CAN sistema).

4. MOST, LIN, BLUETOOTH DUOMENŲ PERDAVIMO TECHNOLOGIJOS

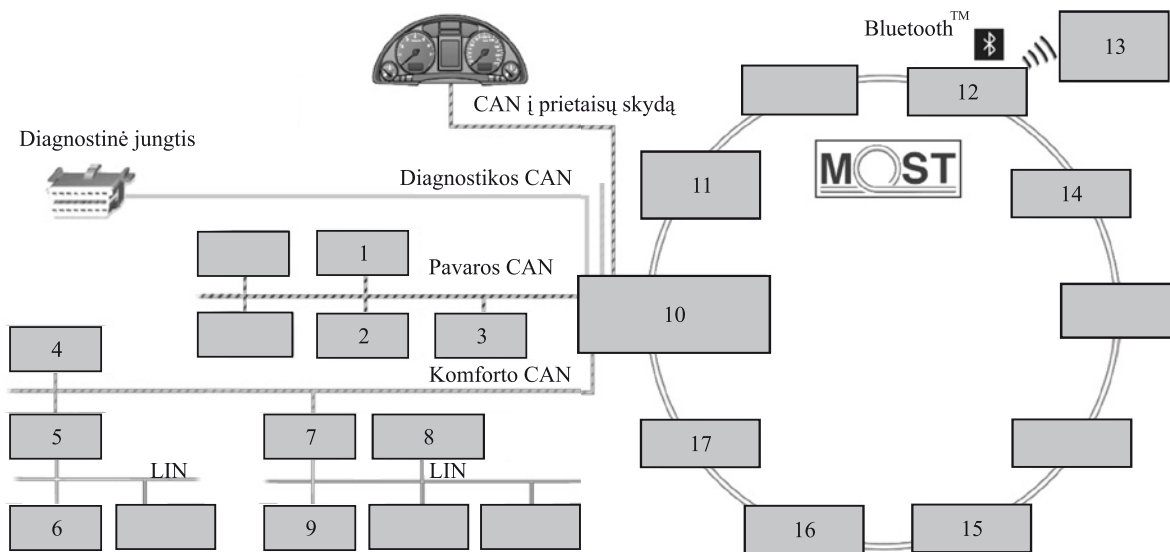
MOST. Įdiegus CAN sistemą, jos duomenų perdavimo greičio galimybės pasiekė tam tikrą ribą, ypač valdant automobilio informavimo elementus (įrangą), pavyzdžiui, telefono, navigacijos, CD-audio, interneto, televizijos, DVD grotuvo ir t. t. Todėl automobiliuose imta diegti vadinamoji MOST (žr. 60, 61 pav.) optinė duomenų perdavimo sistema. Ši sistema 2003 m. pasirodė automobilyje *Audi A8*, 2004 m. – kaip standartinė įranga *BMW 7* serijos automobiliuose (59 pav.).



59 pav. Automobiliai, kuriuose pradėta montuoti MOST sistema:
a) *AUDI A8* (nuo 2003 m.), b) *BMW 7* serija (nuo 2004 m.)

MOST (*Новые технологии обмена данными – LIN, MOST, Bluetooth, интерактивус, 2010*) pavadinimas kildinamas iš anglų kalbos žodžių junginio „*media oriented systems transport (MOST) co-operation*“ (į medią orientuotos transporto sistemos). Skirtingi automobilių gamintojai, komplektuojamųjų surinkimo vienetų tiekėjai bei programinės įrangos kūrėjai sutarė dėl bendros MOST sistemos principų, siekiant padidinti perduodamos informacijos srautus.

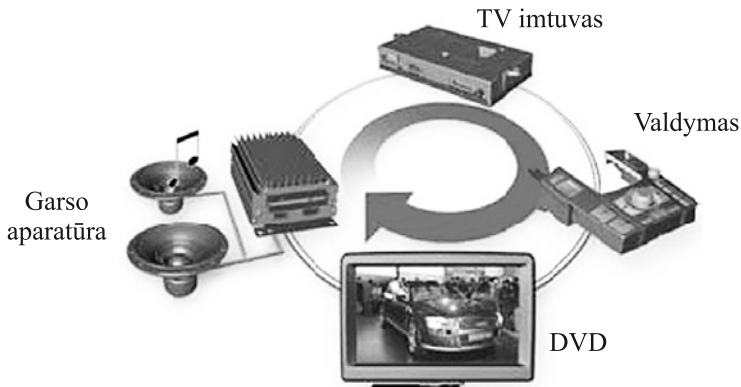
Svarbiausias skirtumas nuo CAN sistemos yra optinis duomenų perdavimo principas, lemiantis pakankamai didelę spartą. MOST optinė magistralė atspari elektromagnetiniams trikdžiams ir pati jų nesukuria. Priešingai CAN sistemai, čia informacijos paketai su konkrečiu adresu perduodami nustatytam gavėjui (CAN sistemoje visi valdymo blokai vienu metu gauna ir analizuoja tinkle esančią informaciją).



60 pav. MOST, LIN, *Bluetooth* duomenų perdavimo sistemos automobilyje *AUDI A8* 2003 m.: 1 – ABS/DSC, 2 – variklio elektronika, 3 – automatinės pavarų dėžės elektronika, 4 – parkavimo sistema, 5 – stogo elektronikos modulis, 6 – stoglangis, 7 – kondicionierius, 8 – priekinio stiklo pašildymas, 9 – stiklo apipūtimas, 10 – diagnostinė sąsaja, 11 – informavimo skydelio valdymo blokas, 12 – telematika, 13 – ausinės su telefono valdymu, 14 – TV stiprintuvas, 15 – DVD grotuvas, 16 – navigacinė sistema, 17 – garso aparatūra. Tušti langeliai – kiti galimi įrenginiai

Magistralės MOST duomenų perdavimo galimybės – iki $21,2 \text{ Mb/s}$ (pvz., televizijos vieno skaitmeninio signalo perdavimui su stereogarsu būtinai apie 6 Mb/s informacijos perdavimo greitis).

Pagrindinis MOST magistralės požymis yra žiedinė struktūra (žr. 61 pav.).

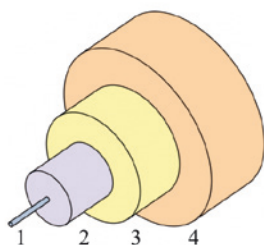


61 pav. MOST sistemos struktūra automobilyje

Valdymo blokai duomenis šviesolaidžiu siunčia ratu viena kryptimi. Šis procesas trunka tol, kol duomenys sugrįžta į tą patį valdymo bloką, siuntusį informaciją. Šioje vietoje žiedinė grandinė užsidaro.

Vienas svarbiausių MOST sistemos elementų yra šviesolaidis (62 pav.). Jis sudarytas iš kelių sluoksnių. Centrinė šviesolaidžio dalis yra branduolys 1. Jis pagamintas iš polimetilmetaklirato ir juo sklinda šviesa, atsispindėdama nuo sienelių beveik be nuostolių. Kad šviesa visiškai atsispindėtų, aplink branduolį turi būti optiškai skaidrus (šviesą atspindintis) fluoro polimero sluoksnis 2. Juodas poliamidinis apvalkalas (3) saugo nuo spinduliavimo į išorę. Spalvotas (apsauginis) apvalkalas (4) skirtas žymėjimui ir apsaugai nuo mechaninių pažeidimų bei šiluminio poveikio.

Kad nepadidintų šviesos slopinimo, šviesolaidis negali būti sulenk-
tas mažesniu kaip 25 mm spinduliu. Kitaip galimas padidintas šviesos slopinimas. Norint išvengti šio reiškinių, automobiliuose šviesolaidžiai montuojami specialiuose gofruotuose vamzdeliuose (žr. 63 pav.).



62 pav. Šviesolaidis: a) – pagrindinės dalys: 1 – branduolys, 2 – polimero sluoksnis, 3 – poliamidinis apvalkalas, 4 – apsauginis apvalkalas;
b) – automobilio sistemų šviesolaidis

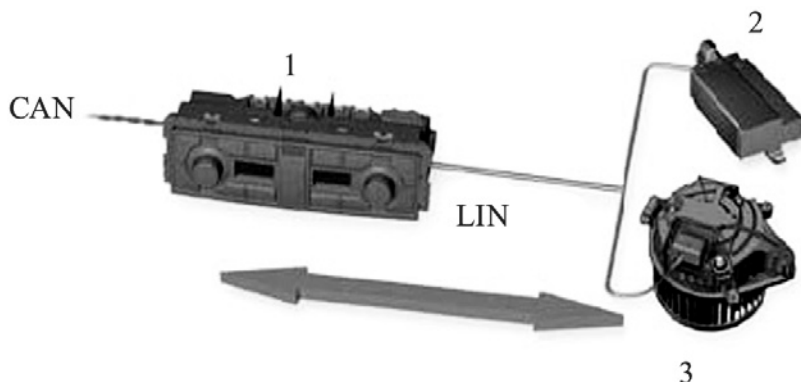


63 pav. Šviesolaidžių apsauginiai (gofruoti) vamzdeliai automobilyje

MOST šviesolaidžio branduolio skersmuo yra apie $0,98 \text{ mm}$, skaidraus sluoksnio – $\approx 1,0 \text{ mm}$, juodo apvalkalo – $\approx 1,5 \text{ mm}$, apsauginio apvalkalo – $\approx 2,3 \text{ mm}$.

LIN. Kita šiuo metu taikoma duomenų perdavimo sistema yra LIN (angl. *local interconnect network*) – vietinis komutacijos tinklas. LIN (60, 64 pav.) reiškia, kad visi valdymo blokai susiję su viena automobilio sistema, pavyzdžiui, klimato kontrole. Ši sistema dar vadinama „vietine posisteme“ ir yra komforto sistemos CAN sudėtinė dalis. Tai vieno laido magistralė, kurioje tam tikras valdymo blokas (dar vadinamas „LIN Master“) kontroliuoja duomenų kaitą tarp vieno

ar kito sistemos elemento. Šios sistemos laidai yra violetinės spalvos su spalvota markiruote.



64 pav. Automobilio oro kondicionavimo elementai, sujungti LIN sistema: 1 – kondicionieriaus valdymo blokas („LIN Master“), 2 – priekinio stiklo pašildymas („LIN Slave 1“), 3 – apipūtimas šviežiu oru („LIN Slave 2“)

„LIN Master“ skirtas jam pavaldžių valdymo blokų (dar vadinamų „LIN Slave“) darbui kontroliuoti. Tokių blokų šiuo metu gali būti iki 16 vienetų. Be to, per jį LIN sistema sujungta su CAN (žr. 64 pav.).

LIN sistemos duomenų perdavimo greitis nėra didelis – nuo 1 iki 20 kb/s. Tai užprogramuota LIN valdymo blokuose.

Bluetooth. Pirmoji ši ryšį pradėjo naudoti švedų firma *Ericsson*. Automobiluose šis ryšys (60, 65 pav.) pradėtas naudoti, siekiant paprasčiau (nenaudojant specialių laidų) sujungti skirtingų gamintojų mobiliuosius prietaisus, pvz., nešiojamuosius kompiuterius, telefonus ir pan. Į šiuos prietaisus montuojami nedidelių matmenų trumpųjų bangų transiveriai (siųstuvai ir imtuvai). Jie palaiko 2,40–2,45 GHz radijo ryšį, kuris nėra licencijuotas, todėl nemokamas. Duomenų perdavimo greitis, naudojant *Bluetooth*, siekia iki 1 Mb/s. Veikimo laukas – iki 10 m, o prijungus papildomą stiprintuvą – iki 100 m.

Duomenys perduodami be sudėtingų derinimų – kai tik du *blue-tooth* prietaisai patenka į vienas kito veikimo lauką, jie automatiškai fiksuoja ryšį.



65 pav. „Bluetooth“ ryšio panaudojimas automobilyje: 1 – telefono valdymo blokas, 2 – bevielio telefono priedėlis, 3 – bevielio telefono ragelis automobilyje, 4 – mobilusis telefonas, 5 – nešiojamasis kompiuteris

Automobiliuose paprastai būna vienas pagrindinis blokas, dar vadinamas „Bluetooth-master“ (pvz., telefono valdymo blokas). Šis blokas nustato ryšį su sistemoje esančiais prietaisais, t. y. atsakymą gali siųsti tik prietaisas, kuris gauna tik jam skirtą duomenų paketą. Kiekviename „Bluetooth“ prietaise yra nepakartojamas 48 bitų ilgio adresas, kuris leidžia identifikuoti jį iš daugiau kaip 281 milijardo kitų prietaisų. Dėl šios priežasties galima nustatyti, su kuriuo įrenginiu „Bluetooth-master“ aktyvuos ryšį pirmiausia, o su kuriuo – vėliau.

Šiuo metu automobiliuose jau montuojami įvairūs „Bluetooth“ ryšiu dirbantys priedai: telefonai be laidinių jungčių, internetinis ryšys, distancinis įvairių automobilio sistemų valdymas (pvz., salono šildytuvo valdymas) ir pan.

LITERATŪRA

Rekomenduojama literatūra

- Bonnick, Allan W. M. 2001. *Automotive computer control systems: diagnostic tools and techniques*. Oxford: Elsevier Butterworth-Heinemann. 252 p.
- Controller area network* [interaktyvus] 2009. [žiūrėta 2009 m. balandžio 2 d.]. Prieiga per internetą: <http://en.wikipedia.org/wiki/Controller_area_network>.
- Leshchenko, V. P. 2006. OBDII Scan Tool (part 1) [interaktyvus]. [žiūrėta 2009 m. kovo 12 d.]. Prieiga per internetą: <<http://alflash.com.ua/Learn/sctool1w.pdf>>.
- Leshchenko, V. P. 2006. OBDII Scan Tool (part 2) [interaktyvus]. [žiūrėta 2009 m. kovo 25 d.]. Prieiga per internetą: <<http://alflash.com.ua/Learn/sctool2w.pdf>>.
- Leshchenko, V. P. 2007. OBDII Scan Tool (part 3) [interaktyvus]. [žiūrėta 2009 m. kovo 23 d.]. Prieiga per internetą: <<http://alflash.com.ua/Learn/sctool3w.pdf>>.
- On-board diagnostics* [interaktyvus] 2009. [žiūrėta 2009 m. sausio 15 d.]. Prieiga per internetą: <http://en.wikipedia.org/wiki/On-Board_Diagnostics>.
- Other OBD2 Scan Tools, Software, and Useful Links* [interaktyvus] 2009. [žiūrėta 2009 m. vasario 11 d.]. Prieiga per internetą: <<http://www.obd2allinone.com>>.
- Виснап К. Н. 2005. OBD-II для диагностики автомобилей: основная информация [Visnap, K.N. OBD-II automobilių diagnostikai: pagrindinė informacija] [interaktyvus]. [žiūrėta 2009 m. gegužės 8 d.]. Prieiga per internetą: <<http://www.ardio.ru/obd2.php>>.
- Новые технологии обмена данными – LIN, MOST, Bluetooth* [Naujosios duomenų mainų technologijos – LIN, MOST, Bluetooth] [interaktyvus] 2010. [žiūrėta 2010 m. balandžio 7 d.]. Prieiga per internetą: <http://volkswagen.msk.ru/electro/lin_most_blue-tooth_rus.pdf>.
- Обмен данными посредством шины CAN I* [duomenų mainai magistrale CAN I] [interaktyvus] 2009. [žiūrėta 2010 m. balandžio 2 d.]. Prieiga per internetą: <http://volkswagen.msk.ru/diag/ob-men_data_can.pdf>.

Papildoma literatūra

- Benzininių variklių valdymo sistemos/ Robert Bosch GmbH. 2009. Kaunas: Smaltija. 336 p.

- BMW 3 series service manual. M3, 318i, 323i, 325i, 328i, sedan, coupe and convertible. 1992 – 1998. 1999. Cambridge: Robert Bentley, inc. 759 p.
- BOSCH valdymo prietaisų diagnostikos įranga (KTS)* [interaktyvus] 2010. [žiūrėta 2010 m. balandžio 16 d.]. Prieiga per internetą: <http://rb-aa.bosch.com/boaa-lt/Category.jsp?ccat_id=128&language=lt-LT&publication=3>.
- Denton, T. 2004. *Automobile electrical and electronic systems*. Oxford: Elsevier Butterworth-Heinemann. 463 p.
- Dyzelinių variklių valdymo sistemos/ Robert Bosch GmbH. 2009. Kaunas: Smaltija, 2009. 496 p.
- Gunson* [interaktyvus] 2009. [žiūrėta 2009 m. vasario 26 d.]. Prieiga per internetą: <<http://www.gunson.co.uk>>.
- Kas yra CAN?* [interaktyvus] 2009. [žiūrėta 2009 m. gegužės 13 d.]. Prieiga per internetą: <<http://www.lbm.lt/can.htm>>.
- Kompiuterinė techninės informacijos programa „AUTODATA 3.24“.
- Larry, C. 2006. Controller Area Network (CAN-bus) Diagnostics [interaktyvus]. [žiūrėta 2009 m. sausio 27 d.]. Prieiga per internetą: <<http://www.talktomycar.co.uk/can.htm>>.
- Li, Li; Wang, Fei-Yue. 2007. *Advanced Motion Control and Sensing for Intelligent Vehicles*. Tucson: Springer Science+Business Media, LLC. 449 p.
- OBD-II* [interaktyvus] 2009. [žiūrėta 2009 m. balandžio 2 d.]. Prieiga per internetą: <http://www.lbm.lt/obd_ii.htm>.
- SUN* [interaktyvus] 2009. [žiūrėta 2009 m. balandžio 14 d.]. Prieiga per internetą: <<http://www.sun-diagnostics.com/uk>>.
- The OBD II Home Page* [interaktyvus] 2009. [žiūrėta 2009 m. balandžio 2 d.]. Prieiga per internetą: <<http://www.obdii.com>>.
- Toyota двигатели 4A-F, 4A-FE, 4A-GE, 5A-F, 5A-FE, 7A-FE. Устройство, техническое обслуживание и ремонт [Toyota varikliai 4A-F, 4A-FE, 4A-GE, 5A-F, 5A-FE, 7A-FE. Konstrukcija, techninė priežiūra ir remontas]. 2003. Москва: Легион-Автодата. 232 с.
- Яковлев, В.Ф. 2005. Диагностика электронных систем автомобиля. Учебное пособие [Jakovlev, V.F. Automobilio elektroninių sistemų diagnostika. Mokymo priemonė]. Москва: СОЛОН-Пресс. 272 с.

PRIEDAI

1 priedas. Kai kurių techninių santrumpų paaiškinimas

ABS – motorinėse transporto priemonėse naudojama stabdžių sistema, neleidžianti ratams užsiblokuoti stabdymo metu (angl. *anti-lock braking system*).

ASC – automatinė stabilumo kontrolė, neleidžianti prabuksuoti varantiesiems ratams (angl. *automatic stability control*).

CBC – kampinio stabdymo kontrolė (angl. *cornering brake control*), palaikanti saugų automobilio stabdymą, staigiai pasukus vairą (pvz., apvažiuojant netikėtą kliūtį). Komplektuojama kartu su ABS.

DDE – skaitmeninė dyzelinių variklių valdymo sistema (angl. *digital diesel electronics*).

DME – skaitmeninė benzininių variklių valdymo sistema (angl. *digital motor electronics*).

DSC – dinaminė stabilumo kontrolė, apimanti traukos kontrolę ASC bei stabdžių ABS (angl. *dynamic stability control*). Sistema, palaikanti automobilio stovumą posūkyje, pristabdanti vieną ar kitą automobilio ratą.

EMF – elektromechaninis stovėjimo stabdžio mechanizmas (angl. *electro-mechanical parking brake*).

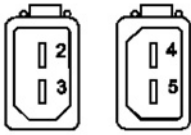
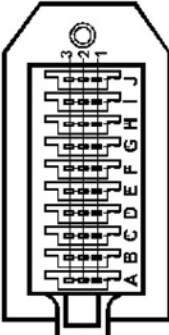
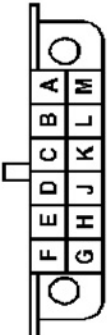
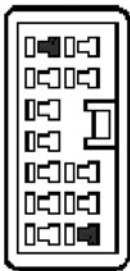
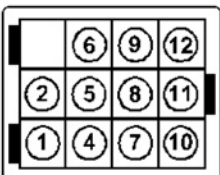
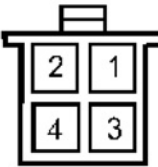
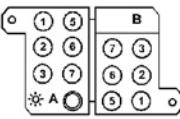
MEMS – mikroelektromechaninė sistema (angl. *micro-electro-mechanical system*). Sistema, naudojama automobilių saugos oro pagalvių išsiskleidimo greitintuvuose.

PDC – parkavimo atstumo kontrolė (angl. *park distance control*).

SMG – sekvenčinė mechaninė pavarų dėžė (angl. *sequential manual gearbox*), leidžianti perjungti pavaras ant vairaračio (neperjunginėiant pavarų svirties).

SRS – papildoma apsaugos sistema (angl. *supplemental restrain system* arba *supplemental inflatable system*). Kompleksinė pasyviosios saugos priemonė, apimanti saugos oro pagalves, saugos diržus, pirotechninius saugos diržų įtempiklius ir su šiais elementais susijusią įrangą.

2 priedas. Kai kurių automobilių OBD I diagnostinių jungčių tipai

AUDI	CITROEN	DAEWOO	FIAT
			
MAZDA	MERCEDES-BENZ	MITSUBISHI	NISSAN
			
OPEL	RENAULT	ROVER	VOLVO
			

3 priedas. OBD II gedimų kodų „P0“ sąrašo fragmentas iš SAE-J2012 standarto

MALFUNCTION CODE	FUNCTION
P0291	INJECTOR CIRCUIT LOW - CYLINDER 11
P0292	INJECTOR CIRCUIT HIGH - CYLINDER 11
P0293	CYLINDER 11 CONTRIBUTION/BALANCE FAULT
P0294	INJECTOR CIRCUIT LOW - CYLINDER 12
P0295	INJECTOR CIRCUIT HIGH - CYLINDER 12
P0296	CYLINDER 12 CONTRIBUTION/BALANCE FAULT
P03XX	Ignition System or Misfire
P0300	RANDOM/MULTIPLE CYLINDER MISFIRE DETECTED
P0301	CYLINDER 1 MISFIRE DETECTED
P0302	CYLINDER 2 MISFIRE DETECTED
P0303	CYLINDER 3 MISFIRE DETECTED
P0304	CYLINDER 4 MISFIRE DETECTED
P0305	CYLINDER 5 MISFIRE DETECTED
P0306	CYLINDER 6 MISFIRE DETECTED
P0307	CYLINDER 7 MISFIRE DETECTED
P0308	CYLINDER 8 MISFIRE DETECTED
P0309	CYLINDER 9 MISFIRE DETECTED
P0310	CYLINDER 10 MISFIRE DETECTED
P0311	CYLINDER 11 MISFIRE DETECTED
P0312	CYLINDER 12 MISFIRE DETECTED
P0320	IGNITION/DISTRIBUTOR ENGINE SPEED INPUT CIRCUIT MALFUNCTION
P0321	IGNITION/DISTRIBUTOR ENGINE SPEED INPUT CIRCUIT RANGE/PERFORMANCE
P0322	IGNITION/DISTRIBUTOR ENGINE SPEED INPUT CIRCUIT NO SIGNAL
P0323	IGNITION/DISTRIBUTOR ENGINE SPEED INPUT CIRCUIT INTERMITTENT
P0325	KNOCK SENSOR 1 CIRCUIT MALFUNCTION (BANK 1 OR SINGLE SENSOR)
P0326	KNOCK SENSOR 1 CIRCUIT RANGE/PERFORMANCE (BANK 1 OR SINGLE SENSOR)
P0327	KNOCK SENSOR 1 CIRCUIT LOW INPUT (BANK 1 OR SINGLE SENSOR)
P0328	KNOCK SENSOR 1 CIRCUIT HIGH INPUT (BANK 1 OR SINGLE SENSOR)
P0329	KNOCK SENSOR 1 CIRCUIT INPUT INTERMITTENT (BANK 1 OR SINGLE SENSOR)

4 priedas. OBD II gedimų kodų „P2“ sąrašo fragmentas iš techninės informacijos programos „AUTODATA 3.24“

EOBD code	Fault location	Probable cause
P2000	Nitrogen oxides (NOx) trap, bank 1 - efficiency below threshold	NOx trap
P2001	Nitrogen oxides (NOx) trap, bank 2 - efficiency below threshold	NOx trap
P2002	Particulate trap, bank 1 - efficiency below threshold	Particulate trap
P2003	Particulate trap, bank 2 - efficiency below threshold	Particulate trap
P200A	Intake manifold air control actuator, bank 1 - performance problem	Wiring, intake manifold air control actuator, ECM
P200B	Intake manifold air control actuator, bank 2 - performance problem	Wiring, intake manifold air control actuator, ECM
P200C	Diesel particulate filter (DPF), bank 1 - over-temperature condition	-
P200D	Diesel particulate filter (DPF), bank 2 - over-temperature condition	-
P200E	Catalytic converter, bank 1 - over-temperature condition	-
P200F	Catalytic converter, bank 2 - over-temperature condition	-
P2004	Intake manifold air control actuator, bank 1 - actuator stuck open	Wiring, intake manifold air control actuator, mechanical fault
P2004	Intake manifold air control solenoid, bank 1 - solenoid stuck open	Wiring, intake manifold air control solenoid, mechanical fault
P2005	Intake manifold air control actuator, bank 2 - actuator stuck open	Wiring, intake manifold air control actuator, mechanical fault
P2005	Intake manifold air control solenoid, bank 2 - solenoid stuck open	Wiring, intake manifold air control solenoid, mechanical fault
P2006	Intake manifold air control actuator, bank 1 - actuator stuck closed	Wiring, intake manifold air control actuator, mechanical fault
P2006	Intake manifold air control solenoid, bank 1 - solenoid stuck closed	Wiring, intake manifold air control solenoid, mechanical fault
P2007	Intake manifold air control actuator, bank 2 - actuator stuck closed	Wiring, intake manifold air control actuator, mechanical fault
P2007	Intake manifold air control solenoid, bank 2 - solenoid stuck closed	Wiring, intake manifold air control solenoid, mechanical fault
P2008	Intake manifold air control actuator, bank 1 - open circuit	Wiring open circuit, intake manifold air control actuator
P2008	Intake manifold air control solenoid, bank 1 - open circuit	Wiring open circuit, intake manifold air control solenoid
P2009	Intake manifold air control actuator, bank 1 - circuit low	Wiring short to earth, intake manifold air control actuator
P2009	Intake manifold air control solenoid, bank 1 - circuit low	Wiring short to earth, intake manifold air control solenoid
P2010	Intake manifold air control actuator, bank 1 - circuit high	Wiring short to positive, intake manifold air control actuator
P2010	Intake manifold air control solenoid, bank 1 - circuit high	Wiring short to positive, intake manifold air control solenoid
P2011	Intake manifold air control actuator, bank 2 - open circuit	Wiring open circuit, intake manifold air control actuator
P2011	Intake manifold air control solenoid, bank 2 - open circuit	Wiring open circuit, intake manifold air control solenoid
P2012	Intake manifold air control actuator, bank 2 - circuit low	Wiring short to earth, intake manifold air control actuator

5 priedas. OBD II gedimų kodų „U0“ sąrašo fragmentas iš techninės informacijos programos „AUTODATA 3.24“

EOBD code	Fault location
U0001	Controller area network (CAN) data bus, high speed bus
U0002	Controller area network (CAN) data bus, high speed bus - performance problem
U0003	Controller area network (CAN) data bus, high speed bus (+) - open circuit
U0004	Controller area network (CAN) data bus, high speed bus (+) - voltage low
U0005	Controller area network (CAN) data bus, high speed bus (+) - voltage high
U0006	Controller area network (CAN) data bus, high speed bus (-) - open circuit
U0007	Controller area network (CAN) data bus, high speed bus (-) - voltage low
U0008	Controller area network (CAN) data bus, high speed bus (-) - voltage high
U0009	Controller area network (CAN) data bus, high speed bus (-) - shorted to data bus (+)
U0010	Controller area network (CAN) data bus, medium speed bus
U0011	Controller area network (CAN) data bus, medium speed bus - performance problem
U0012	Controller area network (CAN) data bus, medium speed bus (+) - open circuit
U0013	Controller area network (CAN) data bus, medium speed bus (+) - voltage low
U0014	Controller area network (CAN) data bus, medium speed bus (+) - voltage high
U0015	Controller area network (CAN) data bus, medium speed bus (-) - open circuit
U0016	Controller area network (CAN) data bus, medium speed bus (-) - voltage low
U0017	Controller area network (CAN) data bus, medium speed bus (-) - voltage high
U0018	Controller area network (CAN) data bus, medium speed bus (-) - shorted to data bus (+)
U0019	Controller area network (CAN) data bus, low speed bus
U0020	Controller area network (CAN) data bus, low speed bus - performance problem
U0021	Controller area network (CAN) data bus, low speed bus (+) - open circuit
U0022	Controller area network (CAN) data bus, low speed bus (+) - voltage low
U0023	Controller area network (CAN) data bus, low speed bus (+) - voltage high
U0024	Controller area network (CAN) data bus, low speed bus (-) - open circuit
U0025	Controller area network (CAN) data bus, low speed bus (-) - voltage low
U0026	Controller area network (CAN) data bus, low speed bus (-) - voltage high
U0027	Controller area network (CAN) data bus, low speed bus (-) - shorted to data bus (+)

6 priedas. OBD II santrumpos ir terminai

AFC – oro srauto valdymas (angl. *air flow control*).

ALDL – surinkimo linijos diagnostinė jungtis (angl. *assembly line diagnostic link*). Nuo 1982 m. firmos *General Motors* įdiegtos borto diagnozavimo sistemos arba tiesiog diagnozavimo jungties pavadinimas. Kartais naudojamas kalbant apie bet kurį kompiuterio signalą iki sukuriant OBD II sistemą.

CAN – kontrolerio (valdiklio) tikrinama tinklo (schemos) dalis (angl. *controller area network*).

CARB – Kalifornijos (JAV) oro išteklių taryba (angl. *California air resources board*).

CFI – centrinis degalų įpurškimas (angl. *central fuel injection*).

CFI – nuolatinis degalų įpurškimas (angl. *continuous fuel injection*).

CO – anglies viendeginis (angl. *carbon monoxide*).

DLC – diagnostinė jungtis (duomenų linijos jungtis) (angl. *data link connector*).

DPFE – skirtingo slėgio jutiklis išmetamųjų deginių recirkuliacijos grįžtamojo ryšio grandinėje (angl. *differential pressure feedback EGR sensor*). Tik automobilių *Ford* OBD II sistemose.

Driving Cycle – pradinis OBD II ciklas. Paleidimo, įšilimo ir valdymo speciali veiksmų seka, kuria patikrinamos visos OBD II funkcijos.

DTC – diagnostinis sutrikimų (klaidų) kodas (angl. *diagnostic trouble code*).

ECM – variklio valdymo modulis (angl. *engine control module*). Paprastai šia santrumpa apibūdinamas pagrindinis borto kompiuteris, valdantis deginių emisiją ir variklio darbą.

ECT – variklio aušinimo skysčio temperatūra (angl. *engine coolant temperature*).

EEC – variklio elektroninis valdymas (angl. *electronic engine control*).

EEPROM arba **E²PROM** – elektra ištrinama programuojama pastovioji atmintis (angl. *electrically erasable programmable read only memory*).

EFI – degalų elektroninis įpurškimas (angl. *electronic fuel injection*).

EGR – išmetamųjų deginių recirkuliacija (angl. *exhaust gas recirculation*).

EMR – elektroninio modulio delsa (angl. *electronic module retard*).

EPA – JAV aplinkos apsaugos agentūra (angl. *United States environmental protection agency*). Mobiliųjų taršos šaltinių (automobilių) skyrius yra šios agentūros filialas.

ESC – kibirkšties elektroninis valdymas (angl. *electronic spark control*).

EST – kibirkšties elektroninis valdymas laiko atžvilgiu (angl. *electronic spark timing*).

FLI – degalų lygio indikatorius (rodiklis) (angl. *fuel level indicator*).

Fuel Trim – variklio kompiuterio (valdymo modulio) funkcijos, palaikančios oro ir degalų santykį kuo arčiau idealaus stechiometrinio santykio (paaiškinimą žr. žemiau).

HC – angliavandeniliai (angl. *hydrocarbons*).

HEI – didelės energijos uždegimas (angl. *high energy ignition*).

HO₂S – šildomas deguonies jutiklis (angl. *heated oxygen sensor*).

IAT – įsiurbiamo oro temperatūra (angl. *intake air temperature*).

ISO 9141 – tarptautinės standartizacijos organizacijos (angl. *international organization for standartization*) bortinės automobilių diagnostikos OBD II ryšių standartas, naudojamas firmos *Chrysler* ir daugumos kitų firmų lengvuosiuose automobiliuose. Vienas iš trijų aparatūros lygmenų, aprašomų OBD II standartu.

J1850PWM – SAE (paaiškinimą žr. žemiau) įvestas ryšių standartas OBD II sistemoje PWM (impulsų pločio moduliacijos; angl. *pulse width modulated*), naudojamas firmos *Ford* vidaus rinkos lengvuosiuose automobiliuose ir lengvuosiuose krovininiuose automobiliuose. Vienas iš trijų aparatūros lygmenų, aprašomų OBD II standartu.

J1850VPW – SAE įvestas ryšių standartas OBD II sistemoje VPW (kintamų impulsų pločio moduliacijos; angl. *variable pulse width modulated*), naudojamas firmos *General Motors* lengvuosiuose automobiliuose ir lengvuosiuose krovininiuose automobiliuose. Vienas iš trijų aparatūros lygmenų, aprašomų OBD II standartu.

J1962 – SAE įvestas jungčių išdėstymo standartas, naudojamas visuose OBD II standarto skenavimo prietaisuose.

J1978 – SAE įvestas OBD II standartas skenavimo prietaisams.

J1979 – SAE įvestas diagnostikos testų standartas.

J2012 – SAE įvestas standartas, EPA priimtas kaip emisijos testų ataskaitų (protokolų) standartinė kalba.

MAF – oro masės srautas (angl. *mass air flow*).

MAP – absoliutinis slėgis įsiurbimo kolektoriuje (angl. *manifold absolute pressure*).

MAT – oro temperatūra įsiurbimo kolektoriuje (angl. *manifold air temperature*).

MFG – gamintojas (angl. *manufacturer*).

MIL – gedimų indikatorinė lemputė (angl. *malfunction indicator lamp*).

NO_x – azoto oksidai (angl. *oxides of nitrogen*).

O₂ – deguonis (angl. *oxygen*).

OBD – borto diagnostika (angl. *on-board diagnostics*).

OBDII arba **OBD II** – atnaujintas borto diagnostikos standartas, galiojantis JAV po 1996-01-01 parduotuose lengvuosiuose automobiliuose.

Parameters – skenavimo prietaisų rodmenys, atitinkantys OBD II sistemoje gautas reikšmes, taip pat ir kitus rodmenis.

PCM – pagrindinės pavaros valdymo modulis (angl. *powertrain control module*), valdantis variklį ir pavarą (transmisiją).

PCV – pozityvi (nekenksminga aplinkai) karterio ventiliacija (angl. *positive crankcase ventilation*).

PID – identifikacijos parametras (angl. *parameter ID*).

Proprietary Readings – papildomi rodmenys, aptinkami borto kompiuterio ir kurių neaptinka OBD II sistema, bet gamintojo įtraukti kaip palengvinantys nustatyti specialių transporto priemonių gedimus.

PTC – gedimų kodo laukimas (angl. *pending trouble code*).

RPM – sukiai per minutę (angl. *revolutions per minute*).

SAE – automobilių inžinierių asociacija (angl. *society of automotive engineers*). Organizacija, sukūrusi standartus, kuriuos EPA priėmė OBD I ir OBD II sistemoms.

Scan Tool – kompiuterizuota nuskaitymo įranga (skenavimo įranga), skirta OBD II parametrams rodyti.

SES – variklio gedimų greitos indikacijos lemputė prietaisų skydelyje (angl. *service engine soon dash light*), dabar vadinama MIL.

SFI – nuoseklusis degalų įpurškimas (angl. *sequential fuel injection*).

Stoichiometric Ratio – stochiometrinis santykis (angl. *stoichiometric ratio*). Teoriškai geriausias degiojo mišinio santykis.

TBI – droselinis įpurškimas (angl. *throttle body injection*).

TPI – reguliuojamos angos įpurškimas (angl. *tuned port injection*).

TPS – droselinės sklendės padėties jutiklis (angl. *throttle position sensor*).

VAC – vakuumas (angl. *vacuum*).

VCM – transporto priemonės valdymo modulis (angl. *vehicle control module*). Automobilio vidinis kompiuteris, kuris kontroliuoja variklio valdymą, pavaros darbą, ABS ir kitas funkcijas, tiesiogiai nesusijusias su deginių emisijos valdymu.

VIN – transporto priemonės identifikacijos numeris (angl. *vehicle identification number*).

VSS – transporto priemonės greičio jutiklis (angl. *vehicle speed sensor*).

WOT – visiškai atidaryta droselinė sklendė (angl. *wide open throttle*).

7 priedas. OBD II diagnozavimo protokolų, naudojamų kai kuriuose automobiliuose, sąrašas (1996–2006 m.)

Automobilio markė	Gamybos metai ir naudotas protokolas										
	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Audi	ISO-9141	ISO-9141	ISO-9141	ISO-9141	ISO-9141	ISO-9141	ISO-9141, KWP2000	ISO-9141, KWP2000, CAN (Audi A8 ir A8L, platforma D3, kėbulas 4E)	ISO-9141, KWP2000, CAN (Audi A3, kėbulas 8P; Audi A8 ir A8L, plat- forma D3, kėbulas 4E)	ISO-9141, KWP2000, CAN (Audi A3, kėbulas 8P; Audi A8 ir A8L, platforma D3, kėbulas 4E; Audi A6, platforma C6, kėbulas 4F; Audi A4, platforma B7)	ISO-9141, KWP2000, CAN (Audi A3, kėbulas 8P; Audi A8 ir A8L, platforma D3, kėbulas 4E; Audi A6, platforma C6, kėbulas 4F; Audi A4, platforma B7; Audi Q7)
BMW	ISO-9141/2	ISO-9141/2	ISO-9141/2	ISO-9141/2	ISO-9141/2	ISO-9141/2	ISO-9141/2, KWP2000 (745i, 745Li, 765Li)	ISO-9141/2, KWP2000 (745i, 745Li, 765Li)	ISO-9141/2, KWP2000 (5-Series E60, 745i, 745Li, 765Li)	ISO-9141/2, KWP2000 (5-Series E60, 745i, 745Li, 765Li)	ISO-9141/2, KWP2000 (5-Series E60, 745i, 745Li, 765Li)

7 priedo tęsinys

Automobilio markė	Gamybos metai ir naudotas protokolas										
	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Buick (GM)	VPW	VPW	VPW	VPW	VPW	VPW	VPW	VPW	VPW (80 %), CAN (15 %), Rendezvous (3.6)), KWP2000 (5 %)	VPW (55 %), CAN (40 %), Rendezvous (3.6), LaCrosse (3.6), Ranier (5.3)), KWP2000 (5 %)	VPW (55 %), CAN (40 %), Rendezvous (3.6), LaCrosse (3.6), Ranier (5.3)), KWP2000 (5 %)
Chevrolet (GM)	VPW	VPW	VPW	VPW	VPW	VPW	VPW	VPW	VPW (80 %), CAN (15 %), KWP2000 (5 %)	VPW (55 %), CAN (40 %), Cobalt (2.2, 2.4), Corvette (6.0), Equinox (3.4), Malibu (3.5), Trailblazer (5.3)), KWP2000 (5 %)	VPW (55 %), CAN (40 %), Cobalt (2.2, 2.4), Corvette (6.0), Equinox (3.4), Malibu (3.5), Trailblazer (5.3)), KWP2000 (5 %)

Automobilio markė	Gamybos metai ir naudotas protokolai										
	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Chrysler	ISO-9141-2 (100 %)	ISO-9141-2 (100 %)	ISO-9141-2 (95 %), VPW (5 %, 300, Intrepid, Concord)	ISO-9141-2 (85 %), VPW (15 %)	ISO-9141-2 (75 %), VPW (25 %)	ISO-9141-2 (35 %), VPW (65 %)	ISO-9141-2 (15 %), VPW (85 %)	ISO-9141-2 (5 %), VPW (95 %)	CAN (5 %), VPW (95 %)	CAN (15 %, 300C (2.7, 3.5, 5.7)), VPW (85 %)	CAN (50 %, 300C (2.7, 3.5, 5.7), PT Cruiser), VPW (50 %)
Daewoo	–	–	VPW	VPW	VPW	VPW	VPW (Lanos), KWP2000 (Leganza, Nubira)	KWP2000	?	?	?
Ford	PWM, ISO-9141 (Escort (1.8), Probe (2.5), Aspire)	PWM, ISO-9141 (Probe (2.5), Aspire)	PWM	PWM	PWM	PWM	PWM	CAN 5 %, Focus (2.3), Thunderbird (3.9), E/F-250 diesel (6.0), E/F-350 diesel (6.0), Excursion (6.0, 6.8)), PWM (95 %)	CAN 50 %, Focus (2.3), Fiesta, Fusion, Mondeo, Taurus (3.0), Thunderbird (3.9), Explorer (4.0, 4.6), F-150 (4.6, 5.4)	CAN 85 %, Expedition (5.4), Five Hundred (3.0), Crown Victoria (4.6), Escape (2.3, 3.0), Focus II (2.0, 2.3), Fiesta, Fusion.	CAN 85 %, Expedition (5.4), Five Hundred (3.0), Crown Victoria (4.6), Escape (2.3, 3.0), Focus II (2.0, 2.3), Fiesta, Fusion.

7 priedo tęsinys

Automobilio markė	Gamybos metai ir naudotas protokolai										
	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Ford	PWM, ISO-9141 (Escort (1.8), Probe (2.5), Aspire)	PWM, ISO-9141 (Probe (2.5), Aspire)	PWM	PWM	PWM	PWM	PWM	CAN 5 %, Focus (2.3), Thunderbird (3.9), E/F-250 diesel (6.0), E/F-350 diesel (6.0), Excursion (6.0, 6.8)), PWM (95 %)	CAN 50 %, E/F-250 diesel (6.0), E/F-350 diesel (6.0), Excursion (6.0, 6.8)), PWM (50 %)	CAN 85 %, Freestyle (3.0), Mondeo, Mustang (4.0, 4.6), Taurus (3.0), Thunderbird (3.9), Explorer (4.0, 4.6), E/F-150 (4.2, 4.6, 5.4), E/F-250 diesel (6.0), E/F-250 (4.6, 5.4, 6.8), E/F-350 diesel (6.0), E/F-350 (5.4, 6.8), Excursion (6.0, 6.8)), PWM (15 %)	CAN 85 %, Freestyle (3.0), Mondeo, Mustang (4.0, 4.6), Taurus (3.0), Thunderbird (3.9), Explorer (4.0, 4.6), E/F-150 (4.2, 4.6, 5.4), E/F-250 diesel (6.0), E/F-250 (4.6, 5.4, 6.8), E/F-350 diesel (6.0), E/F-350 (5.4, 6.8), Excursion (6.0, 6.8)), PWM (15 %)

7 priedo tęsinys

Automobilio markė	Gamybos metai ir naudotas protokolai										
	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Hyundai	ISO-9141	ISO-9141	ISO-9141	ISO-9141, KWP2000	ISO-9141, KWP2000	ISO-9141, KWP2000	ISO-9141, KWP2000	ISO-9141, KWP2000	ISO-9141, KWP2000	ISO-9141, KWP2000	ISO-9141, KWP2000, CAN
Honda	ISO-9141	ISO-9141	ISO-9141	ISO-9141	ISO-9141	ISO-9141	ISO-9141	ISO-9141	ISO-9141	ISO-9141	ISO-9141 (70 %), CAN (30 %)
Isuzu	VPW	VPW	VPW	VPW	VPW	VPW	VPW	VPW	VPW	VPW, CAN (Ascender (5.3))	VPW, CAN (Ascender (5.3))
Jaguar	ISO-9141, PWM	ISO-9141, PWM	ISO-9141, PWM	ISO-9141, PWM	ISO-9141, PWM	ISO-9141, PWM	ISO-9141, PWM	ISO-9141, PWM	ISO-9141, PWM	ISO-9141, PWM	ISO-9141, PWM
Jeep (Chrysler)	ISO-9141-2	ISO-9141-2	ISO-9141-2 (95 %), VPW (5 %)	ISO-9141-2 (85 %), VPW (15 %)	ISO-9141-2 (75 %), VPW (25 %)	ISO-9141-2 (35 %), VPW (65 %)	ISO-9141-2 (15 %), VPW (85 %)	ISO-9141-2 (5 %), VPW (95 %)	CAN (5 %), VPW (95 %)	CAN (15 %), Grand Cherokee (3.7, 4.7, 5.7)), VPW (85 %)	CAN (50 %), Grand Cherokee (3.7, 4.7, 5.7)), Commander, Liberty), VPW (50 %)
Kia	ISO-9141	ISO-9141	ISO-9141	ISO-9141	ISO-9141	ISO-9141, KWP2000 (Optima)	ISO-9141, KWP2000 (Optima)	ISO-9141, KWP2000 (Optima, Sorento)	VPW (80 %), CAN (15 %), KWP2000 (5 %)	VPW (55 %), CAN (40 %), KWP2000 (5 %)	VPW (55 %), CAN (40 %), KWP2000 (5 %)

Automobilio markė	Gamybos metai ir naudotas protokolai										
	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Land Rover	ISO-9141	ISO-9141	ISO-9141	ISO-9141	ISO-9141	ISO-9141	?	?	CAN (LR3 (4.0, 4.4))	CAN	CAN
Lexus (Toyota)	VPW	VPW, ISO-9141	VPW, ISO-9141	VPW, ISO- 9141	ISO-9141	ISO-9141	ISO-9141	ISO-9141	ISO-9141, CAN (LS430 (4.3))	ISO-9141, CAN (LS400 (4.0), LS430 (4.3), GX470 (4.7))	ISO-9141, CAN (LS400 (4.0), LS430 (4.3), GX470 (4.7))
Mazda	ISO-9141	ISO-9141	ISO-9141	ISO-9141, PWM (626)	ISO-9141, PWM (626, MPV)	ISO-9141, PWM	ISO-9141, PWM	ISO-9141 (75 %), CAN (25 %, Mazda6 (2.3, 3.0))	CAN (60 %, Mazda3 (2.0, 2.3), Mazda6 (2.3, 3.0), RX-8 (1.3)), ISO-9141 (40 %)	CAN (60 %, Mazda3 (2.0, 2.3), Mazda6 (2.3, 3.0), RX-8 (1.3), MPV (3.0), ISO-9141 (40 %)	CAN (60 %, Mazda3 (2.0, 2.3), Mazda6 (2.3, 3.0), RX-8 (1.3), MPV (3.0), ISO-9141 (40 %)
Mercedes- Benz	ISO-9141	ISO-9141	ISO-9141	ISO-9141	ISO-9141, KWP-2000	ISO-9141, KWP-2000	ISO-9141, KWP-2000	KWP-2000, CAN	KWP-2000, CAN	KWP-2000, CAN, SLK350 (3.5) ir kt.	KWP-2000, CAN, SLK350 (3.5) ir kt.
Mini (BMW)	–	–	–	–	–	–	KWP2000	KWP2000	KWP2000	KWP2000	KWP2000

7 priedo tęsinys

Automobilio markė	Gamybos metai ir naudotas protokolai										
	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Mitsubishi	ISO	ISO	ISO	ISO	ISO	ISO	ISO	ISO	ISO, CAN (Colt, Grandis)	ISO, CAN (Colt, Grandis)	ISO, CAN (Colt, Grandis)
Nissan	ISO	ISO	ISO	ISO	ISO	ISO	ISO	ISO	?	?	?
Opel	?	?	ISO	ISO	ISO	ISO, CAN (Vectra-C)	ISO, CAN (Vectra-C)	ISO, CAN (Vectra-C)	ISO, CAN (Vectra-C)	ISO, CAN (Vectra-C, Signum)	ISO, CAN (Vectra-C, Signum, Astra H)
Peugeot	?	?	ISO	ISO	ISO	ISO	ISO	ISO	?	?	?
Pontiac	VPW	VPW	VPW	VPW	VPW	VPW	VPW	VPW	VPW (80 %), CAN (15 %), KWP2000 (5 %)	VPW (55 %), CAN (40 %), G6 (3.5)), KWP2000 (5 %)	VPW (55 %), CAN (40 %), G6 (3.5)), KWP2000 (5 %)
Porsche	ISO-9141	ISO-9141	ISO-9141	ISO-9141	ISO-9141	ISO-9141	ISO-9141	ISO-9141, CAN (Cayenne (4.5))	ISO-9141, CAN (Cayenne (4.5))	ISO-9141, CAN (Cayenne (4.5))	ISO-9141, CAN (Cayenne (4.5))
Renault	–	–	–	–	ISO	ISO	ISO	ISO	?	?	?
Rolls Royce	ISO-9141	ISO-9141	ISO-9141	ISO-9141	ISO-9141	ISO-9141	ISO-9141	ISO-9141	KWP2000	KWP2000	KWP2000
Saab	VPW, ISO	VPW, ISO	VPW, ISO	VPW, ISO	VPW	VPW	VPW	VPW, CAN (9-3)	VPW (80 %), CAN (15 %), 9-3 (2.0)), KWP2000 (5 %)	VPW (55 %), CAN (40 %), 9-3 (2.0)), KWP2000 (5 %)	VPW (55 %), CAN (40 %), 9-3 (2.0)), KWP2000 (5 %)

7 priedo tęsinys

Automobilio markė	Gamybos metai ir naudotas protokolai										
	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Skoda	ISO-9141	ISO-9141	ISO-9141	ISO-9141	ISO-9141	ISO-9141	ISO-9141, KWP2000	ISO-9141, KWP2000	ISO-9141, KWP2000	ISO-9141, KWP2000	ISO-9141, KWP2000, CAN (Octavia II)
Subaru	ISO-9141	ISO-9141	ISO-9141	ISO-9141	ISO-9141	ISO-9141	ISO-9141	ISO-9141, KWP2000	ISO-9141, KWP2000	KWP2000	KWP2000
Suzuki	ISO-9141	ISO-9141	ISO-9141	ISO-9141	ISO-9141	ISO-9141, KWP2000 (Grand Vitara, 2.7	ISO-9141, KWP2000 (Grand Vitara (2.7)	KWP2000	KWP2000	KWP2000	KWP2000
Toyota	VPW	VPW, ISO- 9141	VPW, ISO- 9141	VPW, ISO- 9141	ISO-9141	ISO-9141	ISO-9141	ISO-9141	ISO-9141, CAN (Prius (1.5))	ISO-9141, CAN (4Runner (4.0, 4.7), Avalon (3.0), Prius (1.5), Sequoia (4.7), Tacoma (2.4, 2.7, 3.4, 4.0), Tundra (4.0, 4.7)	ISO-9141, CAN (4Runner (4.0, 4.7), Avalon (3.0), Prius (1.5), Sequoia (4.7), Tacoma (2.4, 2.7, 3.4, 4.0), Tundra (4.0, 4.7)

7 priedo pabaiga

Automobilio markė	Gamybos metai ir naudotas protokolai										
	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Volvo	ISO-9141	ISO-9141	ISO-9141	ISO-9141	ISO-9141	ISO-9141	ISO-9141	ISO-9141	ISO-9141 (90 %), CAN (10 %, S40 (2.4, 2.5))	ISO-9141 (5 %), CAN (95 %, S40 (2.4, 2.5), S60 (2.4, 2.5), S80 (2.5, 2.9), V50 (2.4, 2.5), V70 (2.4, 2.5), XC90 (2.5, 2.9))	ISO-9141 (5 %), CAN (95 %, S40 (2.4, 2.5), S60 (2.4, 2.5), S80 (2.5, 2.9), V50 (2.4, 2.5), V70 (2.4, 2.5), XC90 (2.5, 2.9))
Volkswagen (VW)	ISO-9141	ISO-9141	ISO-9141	ISO-9141	ISO-9141	ISO-9141	ISO-9141, KWP2000	ISO-9141, KWP2000, CAN (VW Touran, kėbulas 1T)	ISO-9141, KWP2000, CAN (VW Touran, kėbulas 1T; VW Golf, kėbulas 1K; VW Caddy, kėbulas 2K)	ISO-9141, KWP2000, CAN (VW Touran, kėbulas 1T; VW Golf, kėbulas 1K; VW Caddy, kėbulas 2K)	ISO-9141, KWP2000, CAN (VW Touran, kėbulas 1T; VW Golf, kėbulas 1K; VW Caddy, kėbulas 2K, VW Passat B6, VW Jetta)

8 priedas. OBD II diagnostinių jungčių išdėstymas, atitinkantis *SAE* reglamentuojamas pozicijas



8.1 pav. *Volvo S70* 2000 m. OBD II jungties vieta (Nr. 0)



8.2 pav. *Daewoo Nubira* 2002 m. OBD II jungties vieta (Nr. 1)



8.3 pav. *Mercedes-Benz C* klasės 2002 m. OBD II jungties vieta (Nr. 2)



8.4 pav. *Ford Windstar* 2003 m. OBD II jungties vieta (Nr. 3)



8.5 pav. *VW Passat* 1996 m. OBD II jungties vieta (Nr. 4).
Padėtis Nr. 5 būtų kitoje vairo pusėje



8.6 pav. *BMW* 7 klasės 2002 m. OBD II jungties vieta (Nr. 6)



8.7 pav. *Honda Prelude* 2001 m. OBD II jungties vieta (Nr. 7)



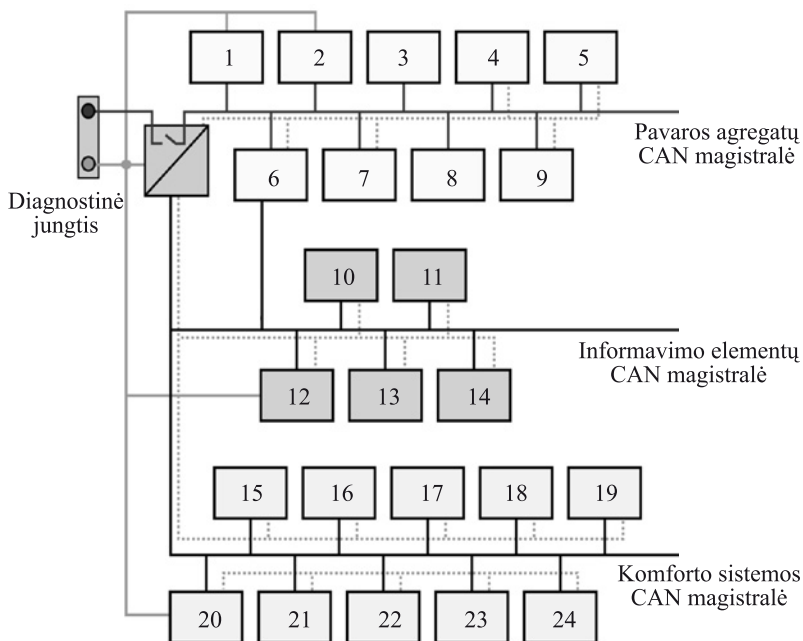
8.8 pav. *Acura NSX* 2003 m. netipinė OBD II jungties vieta

9 priedas. Diagnostinės įrangos BOSCH KTS 670 funkcijos ir galimybės

- mobilusis sisteminis testeris KTS 670 yra su integruotu dviejų kanalų multimetru ir dviejų kanalų oscilografu visapusiškai automobilių valdymo blokų diagnostikai;
- instaliuota Windows XP Embedded operacinė sistema, 1 Gb RAM, 40 Gb kietasis diskas, integruotas DVD skaitytuvas;
- 12,1” spalvoto vaizdo TFT monitorius, rezoliucija 800x600 dpi;
- „touchscreen“ funkcija – valdymas ekrano prielietimais;
- integruota LAN tinklo korta;
- ausinių, mikrofono, PCMCIA, USB x 2, PS/2 (išorinei klaviatūrai) ir VGA (papildomam išoriniam monitoriui) jungtys;
- specialus funkcinis meniu, virtuali klaviatūra;
- keturi statuso LED indikatoriai;
- vidinė ličio baterija autonominiam prietaiso veikimui (1–2 h be pakrovimo);
- baterijos kroviklio prijungimo lizdas;
- specialus smūgiams atsparus plastikinis apvalkalas;
- darbinė aplinkos temperatūra 0–40 °C;
- svoris 4 kg;
- varžos matavimo ribos: 100 mΩ – 1 MΩ, matavimo paklaida 1 %;
- įtampos matavimo ribos: 200 mV – 200 V, skiriamoji geba – 0,1 mV – 100 mV;
- srovės (iki 1000 A, skiriamoji geba 0,1 mA) matavimas atliekamas per papildomą įrangą (srovės replės arba šuntus);
- maitinimas 12 – 28 V per OBD jungtį, cigarečių pridegimo lizdą, maitinimo bloką arba iš vidinės ličio baterijos;
- galima atlikti lengvųjų automobilių ir sunkvežimių valdymo blokų diagnostiką per OBD II jungtį arba, panaudojus specialų adapterį, per automobilių gamintojų jungtį;
- variklio valdymo sistemų diagnostika pagal EOBD standartą, stabdžių, transmisijos, komforto, saugos, imobilizatoriaus sistemų diagnostika;

- automatinė K ir L, CAN, SAE linijų komutacija prie bet kurio OBD jungties terminalo;
- diagnostinių protokolų palaikymas: ISO 9141-2, K/L lines; ISO 14230 (KWP2000), K/L lines; SAE-J1850 VPW; SAE-J1850 PWM; ISO 15765-4 CAN, ISO 11898 CAN (CAN „High Speed“, „Middle Speed“, „Low speed“, vienalaidės CAN sistemos palaikymas);
- adaptacijos, valdymo blokų kodavimo, imobilizatoriaus ir valdymo bloko sinchronizavimo, pneumatinės važiuoklės kalibravimo, apsakų nustatymo funkcijos;
- esamų matavimo verčių ir gamintojo nustatytų matavimo verčių indikacija;
- simuliacinis darbo režimas mokymuisi;
- diagnostinis dviejų kanalų oscilografas naudojamas diagnostinių linijų K ir L, SAE, CAN signalų analizei.

10 priedas. Automobilio *VW Polo* (2002 m.) CAN duomenų perdavimo sistema



Paaiškinimai: 1 – variklio valdymo blokas (EVM), 2 – automatinės pavarų dėžės EVM, 3 – pavarų perjungimo selektorius, 4 – stabdžių sistemos EVM, 5, 14, 19 – ateityje numatomi diegti EVM, 6 – prietaisų skydas, 7 – saugos oro pagalvių EVM, 8 – vairo pasukimo kampo jutiklis, 9 – vairo stiprintuvas, 10 – radijo ir navigacinė sistema, 11 – telefono blokas, 12 – radijo aparatūra, 13 – skaitmeninė garso atkūrimo sistema, 15 – mikroklimato EVM, 16 – parkavimo sistema, 17 – padangų slėgio kontrolės blokas, 18 – vairuotojo sėdynės atminties įrenginys, 20 – komforto sistemos EVM, 21 – vairuotojo durelių įrangos EVM, 22, 23, 24 – kitų durelių įrangos EVM.

Punktyrine linija pavaizduotas virtualus „K“ kabelis.