

Česká zemědělská univerzita v Praze

DIPLOMOVÁ PRÁCE

2008

Lukáš Ondráček

Česká zemědělská univerzita v Praze

Technická fakulta

Katedra vozidel a pozemní dopravy



DIAGNOSTICKÉ SYSTÉMY OSOBNÍCH VOZIDEL

diplomová práce

Vedoucí diplomové práce: Doc. Ing. Boleslav Kadleček, CSc.

Diplomant: Lukáš Ondráček

PRAHA 2008

Vysoká škola: Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta: technická

Katedra: vozidel a pozemní dopravy

Akademický rok: 2006/2007

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Diplomant: **Lukáš Ondráček**

Studijní obor: Silniční a městská automobilová doprava

Studijní zaměření:

Název práce: Diagnostické systémy osobních vozidel

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Cíl práce:

Přehled systémů diagnostiky poruch moderních osobních motorových vozidel a technicko-ekonomický rozbor jejich využití při tvorbě diagnostických postupů a expertních systémů.

Osnova práce:

1. Současný stav a vývoj v problematice diagnostiky poruch motorových vozidel.
2. Technicko-ekonomický rozbor techniky a aplikovaných diagnostických postupů.
3. Experimentální ověření vybraného diagnostického systému.
4. Vyhodnocení experimentů.
5. Doporučení, Závěr

Metodika práce:

* prostudovat základní literaturu, normy a dostupné prameny z celého světa *
provést literární rešerši * vyhledat a kontaktovat významné instituce, výrobce, a
servisní organizace zabývající se danou problematikou * provést vlastní analýzu a
uvést své nové případné teoretické předpoklady a názory * navrhnout metodiku a
praktickou realizaci experimentálního ověření vybraného diagnostického systému
ve spolupráci s firmou z praxe případně podle reálných možností univerzitního
zařízení * provést analýzu výsledků experimentálního měření, vyslovit závěry a
doporučení

Rozsah práce: 50 stran textu včetně obrázků, grafů a tabulek

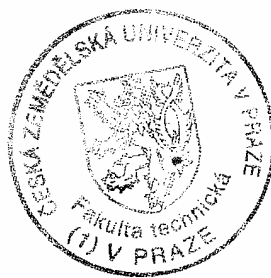
Seznam doporučené odborné literatury:

1. HALL, R.W. (ed.): Handbook of Transportation Science. Boston:Kluwer Academic Publishers, 2003. 741 s. ISBN 1-4020-7246-5.
2. Vlk, F.: Zkoušení a diagnostika motorových vozidel. 2. vydání. Brno: 2005.
ISBN 80-238-6573-0)
3. Bosch.: Technische Unterrichtung: Automobile technik. , Stuttgart:R.Bosch, 2005,
ISBN 80-903132-X-X
4. Kiencke. U, Nielsen. L.: Automotive control systems Berlin : Springer, 2000, 412 s.
ISBN 3-540-66922-1
5. PEJŠA,L. - KADLEČEK,B - JURČA,V.- aj.: Technická diagnostika. Skripta TF ČZU, 1995,
ISBN 80-213-0249-6.
6. Remek, B.: Provozní údržba a diagnostika vozidel. Praha: ČVUT, 2002, 142 s.
ISBN 80-01-02615-9
7. firemní literatura: Bosch, AVL, EPA, USMD - Dekra, ÚVMV

Vedoucí diplomové práce: Doc.Ing.Boleslav Kadleček,CSc.

Datum zadání diplomové práce: 30.11.2006

Termín odevzdání diplomové práce: 30.04.2008



B. Kadleček

Doc. Ing. Boleslav Kadleček, CSc.

vedoucí katedry

J. Klíma

Prof.Ing. Jiří Klíma, CSc.

děkan

V Praze dne 9. ledna 2007

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma „Diagnosticke systémy osobních vozidel" vypracoval samostatně a použil jen zdrojů, které cituji a uvádím v přiloženém seznamu použité literatury.

V Praze 30. dubna 2008

.....
Lukáš Ondráček

Poděkování:

Rád bych poděkoval všem kolegům z oboru diagnostiky, se kterými jsem se ve své praxi setkal. Také děkuji za zkušené vedení diplomové práce panu Doc. Ing. Boleslavu Kadlečkovi, CSc.

Abstrakt:

Cílem této diplomové práce je porovnání přístrojů pro komunikaci s řídicími jednotkami vozidel. V první části je stručně nastíněn vývoj elektroniky v osobních vozech a popsány hlavní skupiny součástí podílející se na elektronické komunikaci uvnitř vozidla. Dále jsou vysvětleny základní pojmy z oboru vnitřní diagnostiky a komunikace s elektronickým systémem. V druhé části práce jsou popsány postupy, expertní systémy a přístroje používané při diagnostice vozidel. V experimentální části jsou provedeny porovnávací testy vybraných přístrojů. V závěrečné části je shrnutí dosažených výsledků.

Klíčová slova: diagnostika, řídicí jednotka, snímače, akční členy, CAN bus, komunikační rozhraní, paměť závad, parametry.

DIAGNOSTIC SYSTEMS OF PASSENGER CARS

Summary:

The aim of this diploma thesis is to compare devices for communication with electronic control units. The first chapter describes the development of electronics in passenger cars as well as the main components of electronic communication inside the car. The next part of the first chapter explains the basic terms concerning on-board diagnostics and the principles of communication with the electronic control unit. Methods, expert systems and diagnostic tools are described in the second chapter. The third chapter contains examples of work with diagnostic tools and their comparison. The results are summarized in the last chapter.

Keywords: diagnostics, electronic control unit, sensors, actuators, CAN bus, communication interface, fault memory, parameters.

OBSAH

ÚVOD.....	1
1. SOUČASNÝ STAV A VÝVOJ V PROBLEMATICE DIAGNOSTIKY PORUCH MOTOROVÝCH VOZIDEL.....	2
1.1 Vývoj elektroniky v motorových vozidlech	2
1.1.1 Historie vývoje.....	2
1.1.2 Miniaturizace	3
1.1.3 Kapacita paměti	4
1.2 Přehled elektroniky v motorových vozidlech	4
1.2.1 Snímače a čidla	6
1.2.1.1 Základní popis.....	6
1.2.1.2 Dělení snímačů.....	7
1.2.2 Řídící jednotka.....	9
1.2.2.1 Požadavky	9
1.2.2.2 Úprava signálu	9
1.2.2.3 Zpracování signálu	10
1.2.2.4 Výstupní signály.....	10
1.2.3 Akční členy	10
1.2.3.1 Ovládání akčních členů	11
1.2.4 Síťové propojení	12
1.2.4.1 Topologie sítě.....	12
1.2.4.2 Rozdělení sběrníkových systémů	13
1.2.4.3 CAN Bus	15
1.2.5 Elektronická diagnostika.....	19
1.3 Vlatní diagnostika motorových vozidel.....	19
1.3.1 Palubní diagnostika.....	19
1.3.1.1 OBD I.....	20
1.3.1.2 OBD II.....	20
1.3.1.3 EOBD.....	23
1.3.1.4 OBD III	23
1.3.2 Komunikace s řídící jednotkou	23
1.3.2.1 Blikací kód	24

1.3.2.2	K linka.....	25
1.3.2.3	CAN bus.....	25
1.3.3	Diagnostický konektor.....	26
2.	TECHNICKO-EKONOMICKÝ ROZBOR TECHNIKY A APLIKOVANÝCH DIAGNOSTICKÝCH POSTUPŮ	27
2.1	Diagnostické postupy.....	27
2.1.1	Prostý diagnostický postup.....	27
2.1.2	Větvený diagnostický postup.....	28
2.2	Expertní systémy.....	29
2.3	Diagnostické přístroje	31
2.3.1	Multimetr	31
2.3.2	Osciloskop	32
2.3.3	Diagnostický tester pro komunikaci s řídicí jednotkou	33
2.3.3.1	Značkové diagnostické testery	34
2.3.3.2	Neznačkové diagnostické přístroje	35
2.4	Funkce diagnostických testerů.....	38
2.4.1	Identifikace	38
2.4.2	Paměť závad.....	38
2.4.3	Vymazání paměti závad.....	39
2.4.4	Parametry	39
2.4.5	Akční členy	40
2.4.6	Další testy	40
2.4.7	Nastavení	40
2.4.7.1	Kódování řídicí jednotky.....	40
2.4.7.2	Vymazání adaptačních hodnot	40
2.4.7.3	Základní nastavení	41
2.4.7.4	Přizpůsobení imobilizéru	41
2.5	Výrobci diagnostických přístrojů.....	41
2.5.1	Atal.....	41
2.5.1.1	Přehled přístrojů	41
2.5.1.2	Software	43
2.5.2	Bosch	43

2.5.2.1	Přehled přístrojů	44
2.5.2.2	Software	45
2.5.3	Texa	46
2.5.3.1	Přehled přístrojů	46
2.5.3.2	Software	48
2.5.4	Cenové srovnání přístrojů	49
3.	EXPERIMENTÁLNÍ OVĚŘENÍ VYBRANÉHO DIAGNOSTICKÉHO POSTUPU	52
3.1	Diagnostická sestava	52
3.2	Postup porovnání diagnostických testerů	53
3.3	Zkušební vůz č. 1	54
3.3.1	Porovnání diagnostických testerů	54
3.3.2	Využití přístrojů k odhalení příčiny závady	56
3.4	Zkušební vůz č. 2	59
3.4.1	Porovnání diagnostických testerů	60
3.5	Zkušební vůz č. 3	62
3.5.1	Porovnání diagnostických testerů	62
3.5.2	Využití přístrojů k odhalení příčiny závady	64
4.	VYHODNOCENÍ EXPERIMENTU	66
5.	ZÁVĚR	68
6.	POUŽITÁ LITERATURA	70
7.	SEZNAMY	72
7.1	Seznam obrázků	72
7.2	Seznam tabulek	73
7.3	Seznam grafů	74
7.4	Seznam použitých zkratk	74

ÚVOD

Vývoj elektroniky, resp. mechatroniky posunul možnosti moderních řídicích systémů vozidel výrazně dopředu. Hlavním důvodem pro zavádění elektroniky je zejména zajištění bezpečnosti posádky a snížení dopadu provozu vozidel na životní prostředí. Právě snaha o snížení emisí výfukových plynů vede k vývoji stále přesnějších a složitějších systémů vstřikování paliva. Použití tzv. komfortní elektroniky v neposlední řadě přispívá k pohodlí posádky vozidla. Důležitou součástí elektrotechnických systémů vozidel je síťové propojení, bez kterého by nebylo možné dosáhnout dnešních rychlostí toku informací, potřebných pro dokonalé řízení. Síťové propojení řídicích jednotek má také zásadní vliv na snížení množství kabelů v elektroinstalaci vozu.

Složitě elektronické systémy používané v nových automobilech kladou vysoké nároky na servisní práce. Především samotná diagnostika těchto systémů předpokládá použití moderních diagnostických zařízení, což zároveň souvisí s vysokou kvalifikací autoopraváře. Právě tyto přístroje jsou pro autoopravny stejně důležité jako např. zvedák automobilu. Jejich uplatnění se najde nejen při diagnostice, ale i při běžných servisních pracích jako je výměna motorového oleje, brzdových destiček nebo odvzdušnění brzdové soustavy. K pochopení přínosu těchto testerů je nutné popsat principy jejich komunikace a možnosti vlastní diagnostiky, které se využívají pro odhalení příčiny chybového stavu vozidla. Dokonalá znalost jednotlivých komponent a principů elektronických systémů je nezbytná pro každého diagnostického pracovníka autoservisu.

Servisní stanice při výběru vhodného diagnostického testeru musí přihlídnout k několika kritériím. Důležité je, zda autoservis musí využívat testeru předepsaného smlouvou s výrobcem pro značkový autoservis nebo nikoliv. Při výběru testeru určeného pro neznačkový autoservis je důležité posouzení několika hledisek. Je to především pořizovací cena, dále možnosti navazování komunikace s co nejširším množstvím značek a typů automobilů. Významným atributem jednotlivých přístrojů je rovněž uživatelsky příjemné ovládání testeru.

1. SOUČASNÝ STAV A VÝVOJ V PROBLEMATICE DIAGNOSTIKY PORUCH MOTOROVÝCH VOZIDEL

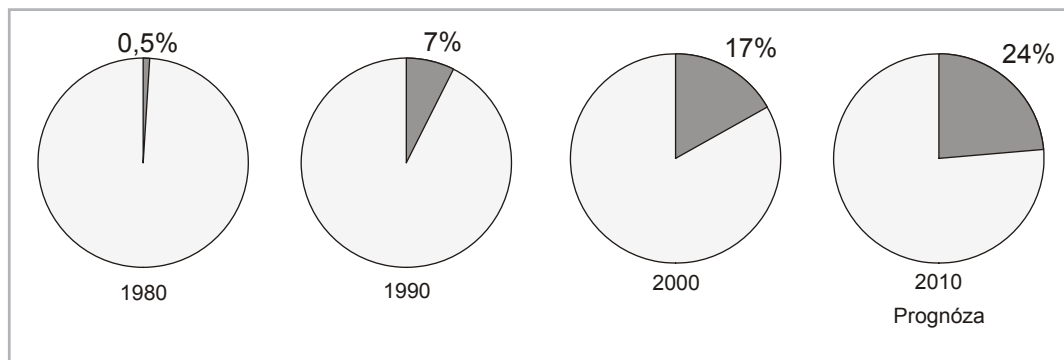
1.1 VÝVOJ ELEKTRONIKY V MOTOROVÝCH VOZIDLECH

Mikroelektronika představuje revoluční krok v technice motorových vozidel. Z počátku byly mechanické díly nahrazovány elektronikou kvůli zvýšení spolehlivosti systému. Tak tomu bylo např. při vypuštění přerušovacího kontaktu bateriového zapalování. Postupně však přibývalo stále více nových systémů, které by bez použití elektroniky nebyly vůbec možné. Důvodem pro tento nový vývoj byly stoupající požadavky na tvorbu spalín spalovacích motorů (např. regulace lambda) dále požadavky týkající se komfortu (např. klimatizace, navigace) a bezpečnosti (ABS, airbagy). [1]

1.1.1 Historie vývoje

Podíl elektroniky v motorových vozidlech neustále roste. Na obr. 1.1 je znázorněn vývoj podílu hodnoty používané elektroniky ve vozidle na ceně vozu.

Obr. 1.1 Podíl hodnoty používané elektroniky na ceně vozu



Zdroj: [1]

Z cenových důvodů byly elektronické systémy nejprve určeny pro vozidla vyšší třídy. Tím se vysvětluje, že v roce 1980 podíl elektroniky činil jen půl procenta. Od tohoto okamžiku a obzvláště v devadesátých letech tento podíl výrazně rostl, protože elektronika byla stále levnější a mohla být ve vyšší míře používána i ve vozidlech střední třídy. V tab. 1.1 je příklad vývoje elektronických prvků ovládajících různé systémy vozidla. [1]

Tab. 1.1 Historický vývoj elektronických systémů v motorových vozidlech

Rok	Elektronický systém
1958	Dynamo s variadou
1962	Alternátor s variadou
1965	Tranzistorové zapalování
1967	D-Jetronic (systém vstřikování benzínu v analogovém provedení)
1973	L-Jetronic (systém vstřikování benzínu v digitálním provedení)
1978	Protiblokovací brzdový systém ABS
1979	Motronic (kombinovaný systém zapalování a vstřikování)
1983	Elektronické zapalování EZ
1986	Elektronická regulace vznětových motorů EDC
1986	Elektronické řízení výkonu motoru
1987	Protipokluzová regulace ASR
1987	Elektronické řízení převodovky
1989	Mono-Motronic (centrální systém vstřikování)
1989	CAN (Controller Area Network)
1989	Elektronické řízení turbodmychadla
1991	Litronic (osvětlení vozidla xenonovou výbojkou)
1995	Elektronický program pro stabilitu vozidla za jízdy ESP
1997	ME-Motronic (integrováný elektronický pedál akcelerace)
1997	Common Rail (vysokotlaký systém přímého vstřikování nafty)
2000	MED-Motronic (přímé vstřikování benzínu)

Zdroj: [1]

1.1.2 Miniaturizace

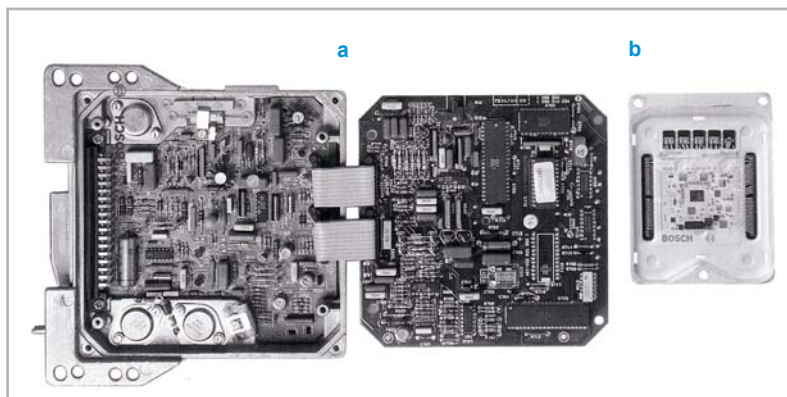
U zážehového motoru se v roce 1965 začalo používat tranzistorové zapalování. Tak byl eliminován negativní vliv opalování kontaktů přerušovače na přesnost předstihu zážehu. Tranzistor vstoupil do motorového vozidla a tím byl zahájen věk elektroniky v automobilech. Avšak teprve miniaturizace elektroniky přispěla rozhodujícím způsobem k tomu, že elektronické systémy v motorovém vozidle vykazují výkonnost, která je dnes považována za samozřejmou. V každé řídicí jednotce pracuje mikrokontrolér, který integruje miliony tranzistorů na polovodičovém čipu o rozměrech jen několika čtverečních milimetrů. [1]

Také rozměry výkonových součástek, např. koncových stupňů pro řízení akčních členů, se znatelně zmenšili. Dnes je v jediné součástce integrováno několik koncových stupňů zapalování. Z toho důvodu již není nutný externí stupeň zapalování. Ten je nyní integrován do řídicí jednotky motoru. [1]

Velikost diskretních součástek (rezistory, kondenzátory) bylo možné rovněž podstatně zmenšit. Součástky SMD (Surface Mounted Devices) se pájí nebo lepí na desku plošných spojů bez vývodních drátů. [1]

I přes stále rostoucí objem funkcí řídicí jednotky se díky miniaturizaci elektroniky její velikost stále zmenšuje (viz obr. 1.2).

Obr. 1.2 Řídicí jednotka zážehového motoru



Popis

- a Jetronic z roku 1979 s 290 součástkami a hmotností 1,14 kg
- b Motronic v hybridním provedení z roku 1996 s 82 součástkami a hmotností 0,25 kg

Zdroj: [1]

1.1.3 Kapacita paměti

Jestliže kolem roku 1980 postačovala, na základě tehdejších skromných požadavků, k řízení zážehového motoru kapacita paměti 4kB, bylo to o deset let později již 30 kB. Integrace stále dalších funkcí do řídicí jednotky motoru vedla k navýšení potřeby paměti. V roce 2000 se potřeba paměti rozrostla již na 500 kB. U dalších elektronických systémů vozidla je situace podobná. [1]

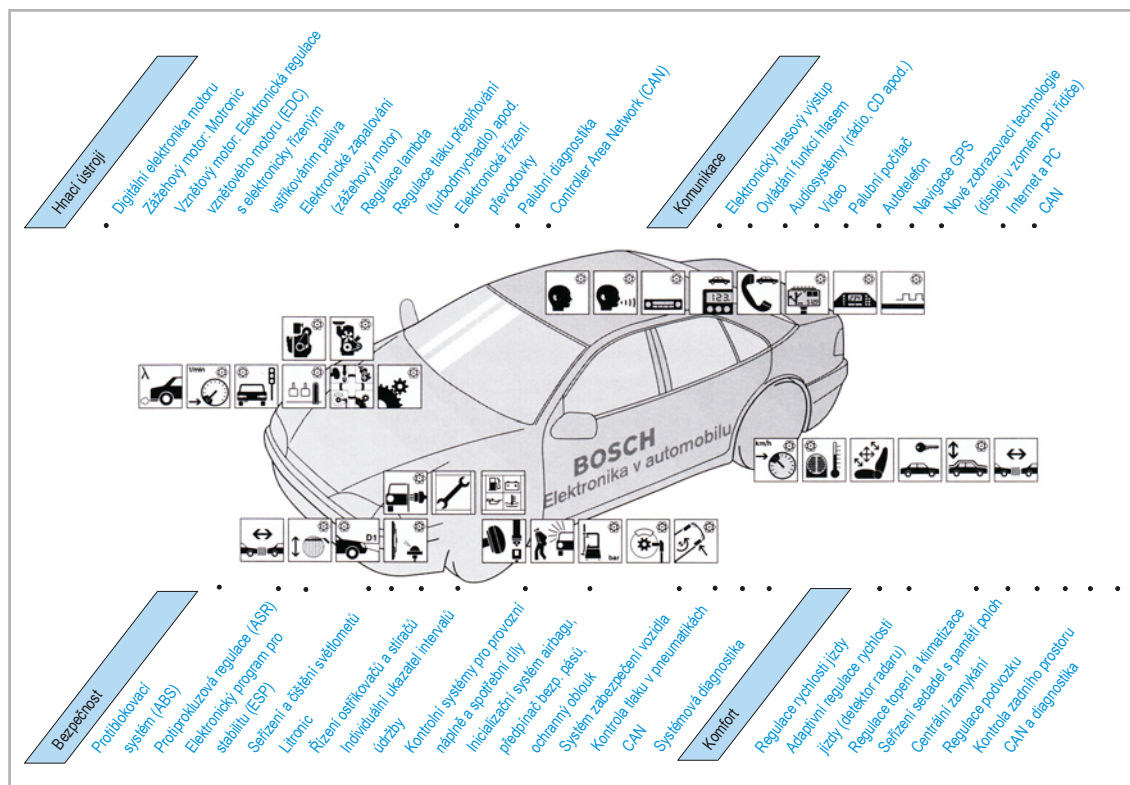
1.2 PŘEHLED ELEKTRONIKY V MOTOROVÝCH VOZIDLECH

Osobní automobily a užitková vozidla, která odpovídají současnému technickému stavu, jsou doslova napěchovány elektronickými systémy. Ty lze rozčlenit do následujících oblastí použití:

- motor s hnacím ústrojím,
- bezpečnost,
- komfort,
- komunikace a multimédia. [1]

Na obr. 1.3 je přehled elektroniky, kterou lze dnes nalézt ve vozidle. Mnohé z uvedených systémů se v současnosti sériově montují do každého nového vozidla. Některé jiné systémy jsou naproti tomu (zatím) vyhrazeny pro vozidla vyšší třídy. [1]

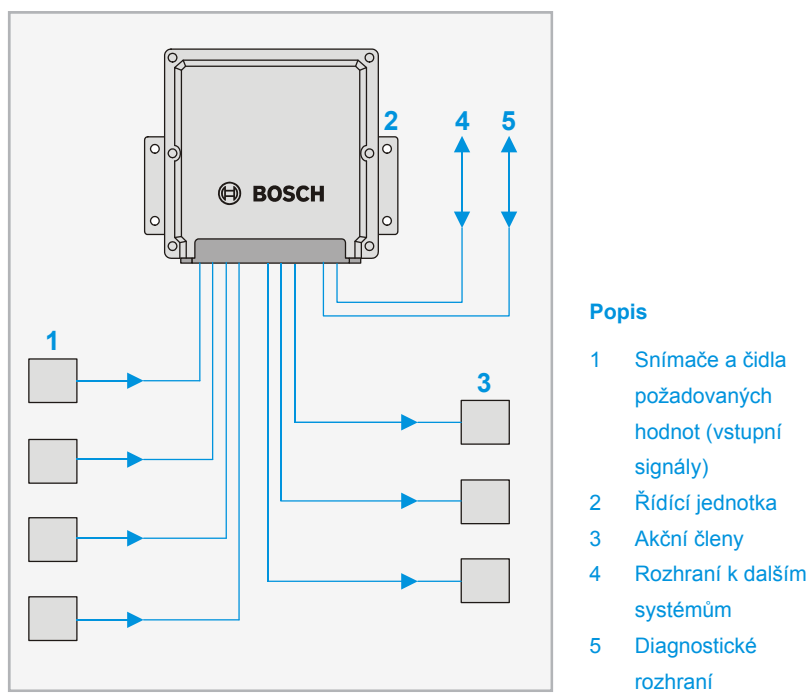
Obr. 1.3 Elektronika v osobním motorovém vozidle



Zdroj: [1]

Elektronické systémy se člení do následujících funkčních bloků (viz obr. 1.4): snímače a čidla, řídicí jednotka, akční členy, síťové propojení, elektronická diagnostika. [1]

Obr. 1.4 Bloky elektronického systému



Zdroj: [1]

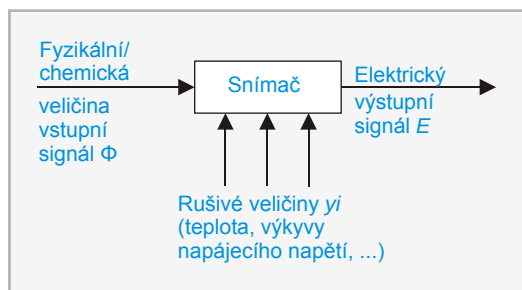
1.2.1 Snímače a čidla

Snímače jsou smyslové orgány moderních vozidel. Jejich úkolem je snímat provozní podmínky (např. otáčky motoru, teplotu) a převádět fyzikální veličiny na elektrické signály. Čidla požadovaných hodnot poskytují určité nastavené hodnoty. V případě spínačů jde především o stavy zapnuto - vypnuto (např. spínače ovládané řidičem). [1]

1.2.1.1 Základní popis

Pojem „snímač“ je synonymem pojmu senzor a (měřicí) čidlo. Kromě uvedených termínů se v případě speciálních měřených veličin může v popisu snímače objevovat termín „sonda“ nebo „měřič“ (např. lambda sonda, měřič množství vzduchu). Snímače převádí fyzikální nebo chemickou (většinou neelektrickou) veličinu Φ při zohlednění rušivých veličin Y_i na elektrickou veličinu E (obr. 1.5). Často se to provádí prostřednictvím dalších neelektrických mezistupňů. Za elektrické veličiny jsou zde považovány nejen proud a napětí, ale také amplituda proudu a napětí, frekvence, perioda, fáze nebo délka impulsu elektrického kmitu, jakož i elektrické charakteristické veličiny odpor, kapacita a indukčnost. [2]

Obr. 1.5 Základní funkce snímače



Zdroj: [2]

Snímač lze charakterizovat pomocí následujících rovnic:

$$E = f(\Phi, Y_1, Y_2, \dots) \quad (1)$$

Obecná rovnice pro vstupní signály snímačů.

$$\Phi = g(E, Y_1, Y_2, \dots) \quad (2)$$

Obecná rovnice pro požadované měřené veličiny.

Jsou-li známy funkce f nebo g , pak představují „model snímače“, pomocí kterého je možné požadovanou měřenou veličinu z výstupního signálu E a rušivých veličin Y_i prakticky bezchybně vypočítat i matematicky. [2]

1.2.1.2 Dělení snímačů

Snímače můžeme rozdělit podle různých druhů pohledu. S přihlédnutím k jejich použití ve vozidle je můžeme členit následovně.

Úkol a použití

- Funkční snímače (např. tlak, otáčky), převážně pro řídicí a regulační úkoly.
- Snímače pro bezpečnost (airbag, ESP) a zabezpečení (ochrana proti odcizení).
- Snímače pro kontrolu vozidla (palubní diagnostika - OBD, veličiny spotřeby a opotřebení) a k informování řidiče a spolucestujících. [3]

Druhy charakteristik

K řízení, regulaci a sledování musí snímače vykazovat různé charakteristiky (obr. 1.6).

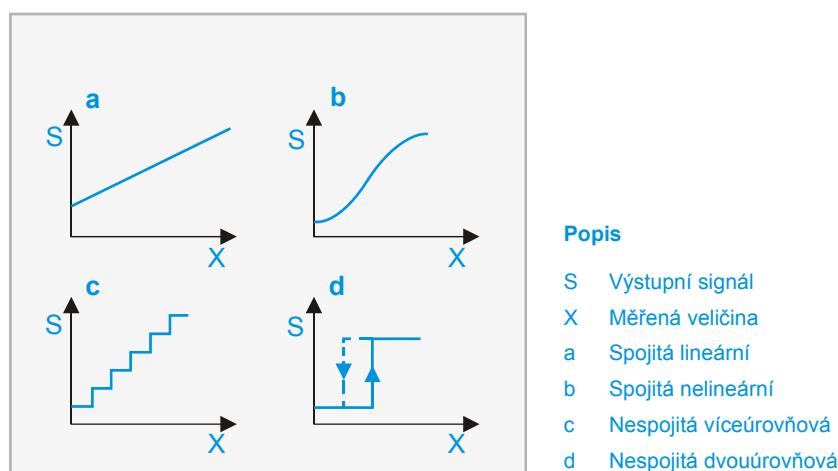
- *Spojité lineární charakteristiky*

Spojité lineární charakteristiky se používají především pro úkoly řízení v širokém měřicím rozsahu. Lineární charakteristiky mají navíc výhodu snadné kontroly a kalibrace.

- *Spojité nelineární charakteristiky*

Spojité nelineární charakteristiky slouží často k regulaci měřené veličiny ve velmi úzkém rozsahu (např. regulace spalín na $\lambda = 1$, regulace úrovně propružení). Výrazně nelineární charakteristiky speciálního tvaru (např. logaritmické) mají výhodu také tehdy, když je například v celém měřicím rozsahu požadována přípustná odchylka relativní vůči měřené hodnotě (měřič množství vzduchu).

Obr. 1.6 Druhy charakteristik snímačů



Zdroj: [2]

- *Nespojité dvouúrovňové charakteristiky*

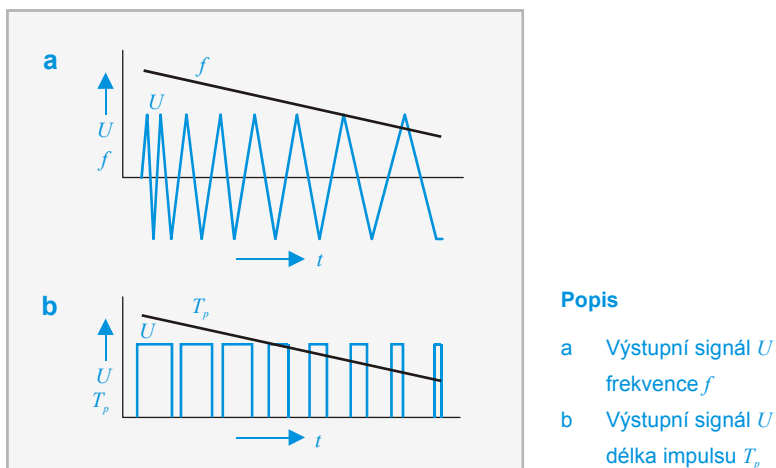
Nespojité dvouúrovňové charakteristiky (příp. s hysterezí) slouží ke sledování takových mezních hodnot, při jejichž dosažení lze snadno provést nápravu. Je-li náprava obtížnější, lze zavést i včasější varování použitím vícenásobného odstupňování. [2]

Druh výstupního signálu

Snímače se liší také podle druhu svého výstupního signálu (obr. 1.7).

- *Výstupní signál analogový (spojitý), odpovídající:*
 - proudu nebo napětí či jeho amplitudě,
 - frekvenci nebo periodě,
 - délce impulsu nebo střídě signálu.
- *Diskrétní (nespojité) výstupní signál:*
 - dvouúrovňový (binárně kódovaný),
 - víceúrovňový nejednotně odstupňovaný (analogově kódovaný),
 - víceúrovňový ekvidistanční, tzn. stupňovaný ve stejných odstupech (analogově nebo digitálně kódovaný). [2]

Obr. 1.7 Příklady tvaru výstupního signálu



Zdroj: [2]

Dále se rozlišuje, zda je signál na výstupu snímače k dispozici trvale (kontinuálně) nebo jen v určitých diskretních (jednotlivých) okamžicích (diskontinuálně). Vyskytuje-li se signál například v digitální podobě a na výstup se posílá sériově po bitech, je vždy diskontinuální. [2]

1.2.2 Řídící jednotka

Řídící jednotka (ŘJ) zpracovává informace snímačů a čidel požadovaných hodnot podle určitých matematických pravidel výpočtu (řídící a regulační algoritmy). Řídí akční členy pomocí elektrických výstupních signálů. Řídící jednotka kromě toho tvoří rozhraní k dalším systémům a k diagnostice vozidla. [1]

1.2.2.1 Požadavky

Požadavky na množství specifických dílčích systémů v motorovém vozidle ohledně funkce, bezpečnosti, ochrany životního prostředí a komfortu je možné uspokojit jen pomocí vysoce vyspělých řídících a regulačních koncepcí. Řídící a regulační veličiny snímané snímači jsou v řídící jednotce převedeny na signály potřebné k řízení akčních členů (viz obr. 1.8). Vstupní signály mohou být analogové (např. průběh napětí na snímači tlaku), digitální (např. poloha spínače) nebo pulzní (snímač otáček). Zpracování těchto signálů se provádí po odpovídající úpravě (filtrování, zesílení, tvarování impulzů) a převodu (analogově-digitální) především metodami digitálního zpracování signálů. [2]

- *Digitální vstupní signály*

Snímání polohy spínačů nebo digitálních signálů snímačů (např. impulzy otáček Hallova snímače). Rozsah napětí je obvykle 0 V až napětí akumulátoru.

- *Analogové vstupní signály*

Signály analogových snímačů (lambda sonda, snímač tlaku, potenciometr). Rozsah napětí je obvykle několik mV až 5 V.

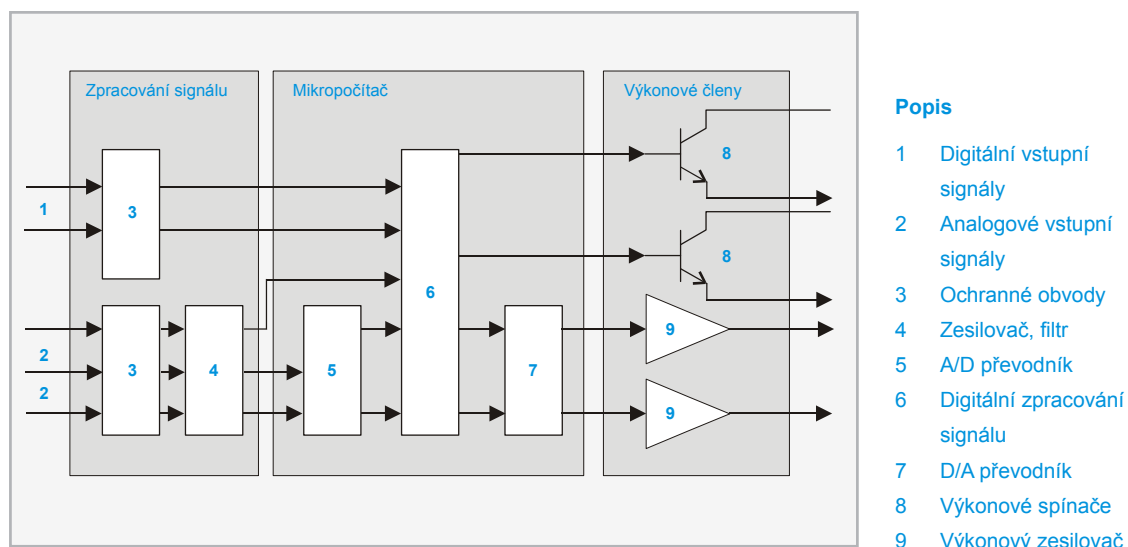
- *Pulzní vstupní signály*

Signály induktivních snímačů otáček, jejichž rozsah napětí je obvykle 0,5 V až 100 V. Po úpravě se signál dále zpracovává jako digitální. [2]

1.2.2.2 Úprava signálu

Vstupní signály jsou pomocí ochranných obvodů (pasivní - zapojení R, RC; aktivní - speciální napěťově odolné polovodičové prvky) omezovány na přípustnou napěťovou úroveň (pracovní napětí mikropočítače). Užitečný signál je filtrováním zbaven obsažených rušivých signálů a zesílením přizpůsoben vstupnímu napětí mikropočítače. Rozsah napětí je 0 V až 5 V. [2]

Obr. 1.8 Zpracování signálu v řídicí jednotce



Zdroj: [2]

1.2.2.3 Zpracování signálu

V řídicích jednotkách se zpracování signálu provádí většinou digitálně. Rychlé, periodicky se opakující signály vztažené k reálnému času se zpracovávají v hardwarových modulech, které jsou speciálně přizpůsobeny dané funkci. Výsledky, např. stav čítače nebo okamžik některé události, se pomocí registrů předávají centrální jednotce k dalšímu zpracování. Tímto způsobem se značně redukuje požadavky na dobu odezvy centrální jednotky při stavu přerušení (oblast μs). Čas, který je k dispozici pro výpočetní operace, je určen řídicí příp. regulační soustavou (oblast ms).

Vlastní řídicí a regulační algoritmy jsou realizovány pomocí softwaru. V závislosti na datech mohou být realizovány téměř libovolné logické operace a data ve formě parametrů, charakteristik a vícerozměrných datových polí mohou být ukládána a zpracovávána. [2]

1.2.2.4 Výstupní signály

Výkonovými spínači a zesilovači jsou výstupní signály mikropočítače (0 V až 5 V, několik mA) zesíleny na výkonovou úroveň, vyžadovanou akčními členy (napětí akumulátoru, několik Ampér). [2]

1.2.3 Akční členy

Akční členy převádí elektrické výstupní signály řídicí jednotky na mechanické veličiny. Příkladem akčních členů jsou: vstřikovací ventil paliva, zapalovací cívka, elektromagnet

řízení zpětného vedení výfukových plynů, krokový elektromotor řízení volnoběhu, elektromotor ventilátoru chlazení, podávací elektrické palivové čerpadlo.

1.2.3.1 Ovládání akčních členů

Funkce akčních členů většinou závisí na jedné ze dvou elektrických součástí. Jsou ovládány elektromagnetem nebo elektromotorem. [4]

Elektromagnet

Akční členy ovládané elektromagnetem jsou řídicí jednotkou regulovány jednou ze dvou metod (obr. 1.9):

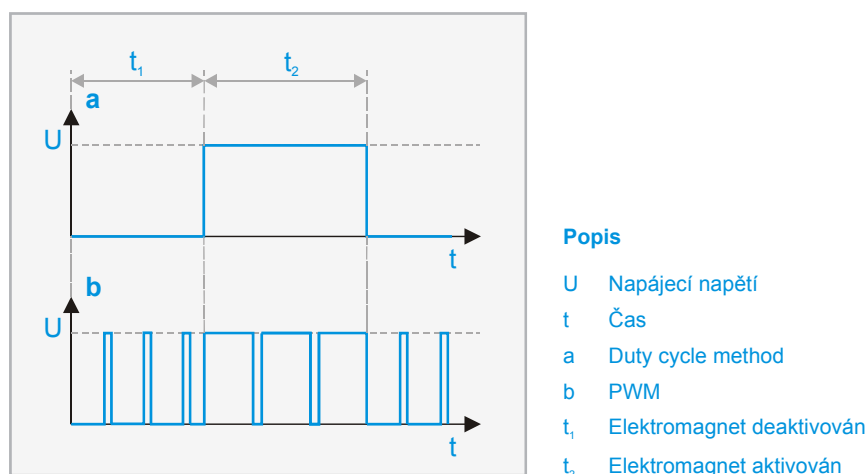
- *Regulování činitelem využití (duty cycle method)*

Elektromagnet je aktivován pouze po část celkové doby (např. 20% nebo 80%). To znamená, že jsou používány pulzy různé šíře k dosažení požadovaného výsledku.

- *Regulování modulací šířkou impulzů (PWM, Pulse Width Modulation)*

Proud protékající elektromagnetem je spínán a vypínán v různých frekvencích. To umožňuje ovládání polohy elektromagnetu v rozsahu 0% až 100%. Při použití této metody k ovládání otevření vstřikovacího ventilu je zabráněno přehřátí vinutí elektromagnetu. [4], [5]

Obr. 1.9 Ovládací signál elektromagnetu



Zdroj: [4], [5]

Elektromotor

Elektromotory ovládající akční členy mohou být krokové nebo stejnosměrné s permanentním magnetem. Výhodou krokových motorů je, že mohou hřídeli otáčet

po malých krocích. Některé krokové motory mají úhel natočení hřídele $7,5^\circ$ na jeden krok, takže pro otočení o 360° musejí udělat 48 kroků. [4]

1.2.4 Síťové propojení

Se stoupajícím počtem elektronických systémů rostou nároky na propojovací kabely ve vozidle. Délka kabelového svazku vozidla střední třídy činí v současné době průměrně zhruba 1,6 km a zahrnuje až 300 konektorů s 2000 piny. [1]

Síťové propojení jednotlivých systémů redukuje celkovou délku vedení. Na společné sběrnici s pouhými dvěma vodiči (např. sběrnice CAN) se přenášejí data, které čtou všechny systémy připojené ke sběrnici. Podle požadavků mohou být v jednom vozidle také oddělené sběrnice pro motor s hnacím ústrojím, pro systémy zvyšující komfort a komunikační systémy. [1]

1.2.4.1 Topologie sítě

Sítí se rozumí systém, ve kterém si skupina elementů může vzájemně posílat informace. Transportní prostředek, po kterém probíhá komunikace, nazýváme sběrnice (angl. bus). Topologie sítě je struktura síťových uzlů a spojení. Sítě dělíme do následujících čtyř základních topologií:

- lineární (Linear bus topology),
- hvězdicová (Star topology),
- kruhová (Ring topology),
- síťovitá (Mesh topology). [6]

Lineární topologie

Základem této sítě je jeden kabel, ke kterému jsou přes uzly připojeny jednotlivé elementy (obr. 1.10 a). Výhodou tohoto zapojení je jednoduché připojení dalších stanic. Pokud přestane fungovat jedna stanice, není ohrožena komunikace mezi dalšími. Nevýhodou je, že při porušení hlavní sběrnice dojde k výpadku komunikace v celé síti. [6]

Hvězdicová topologie

Hvězdicová topologie se skládá z hlavního uzlu (rozbočovače, angl. hub) na který jsou napojeny jednotlivé stanice (obr. 1.10 b). Veškerá komunikace probíhá přes tento hlavní uzel. Výhodou je snadné rozšiřování sítě (záleží na kapacitě hlavního uzlu). V případě

výpadku jedné stanice není ohrožena komunikace mezi dalšími. Při poruše na hlavním uzlu vypadne komunikace v celé síti. [6]

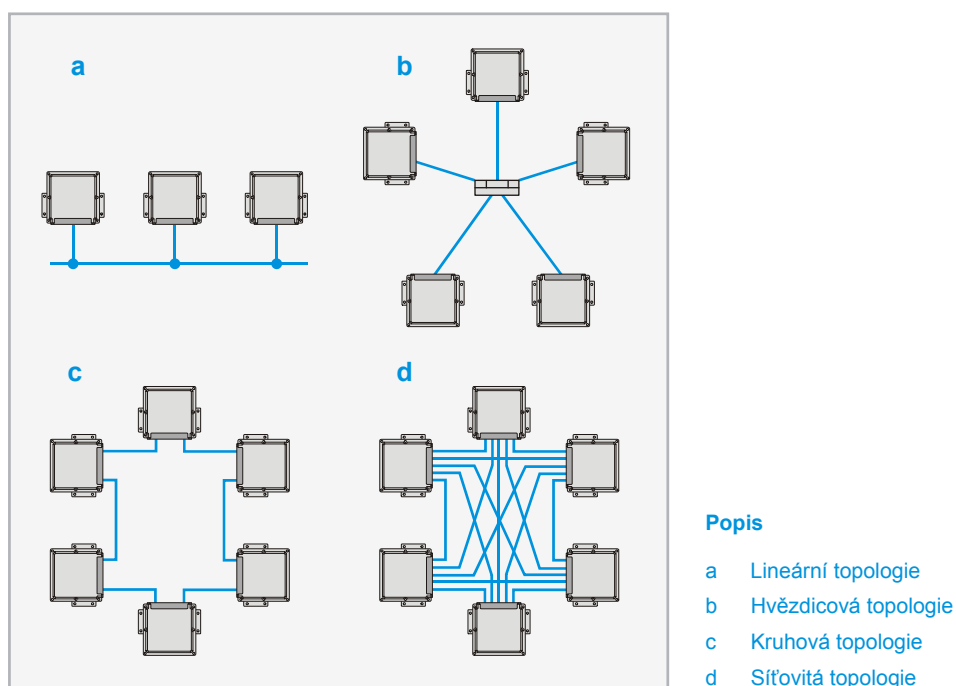
Kruhová topologie

V kruhové topologii je každá stanice napojena ke dvěma sousedním (obr. 1.10 c). Informace je vysílána od jedné stanice k sousední. Ta posoudí, zda je informace určena pro ni. Pokud ne, vysílá zprávu k další stanici, dokud není doručena správnému adresátovi. Nevýhodou této struktury je, že při výpadku jedné stanice nebo vedení dojde k výpadku komunikace v celé síti. [6]

Síťovitá topologie

V této topologii je každá stanice propojena se všemi ostatními (obr. 1.10 d). Pokud vypadne spojení mezi stanicemi je možnost poslat zprávu přes jinou stanici. Výhodou tohoto zapojení je vysoká spolehlivost přenosu dat. Nevýhodou je vysoká cena. [6]

Obr. 1.10 Rozdělení topologie sítě



Zdroj: [6]

1.2.4.2 Rozdělení sběrníkových systémů

Sběrníkové systémy se liší podle oblasti použití, přenosové rychlosti, spolehlivosti přenosu dat a dalších faktorů. Z těchto důvodů je v dnešní době používáno větší množství sítí, které mohou být navzájem propojeny (obr. 1.11). Základní přehled sběrníkových systémů používaných v motorových vozidlech je uveden v následující tabulce (tab. 1.2).

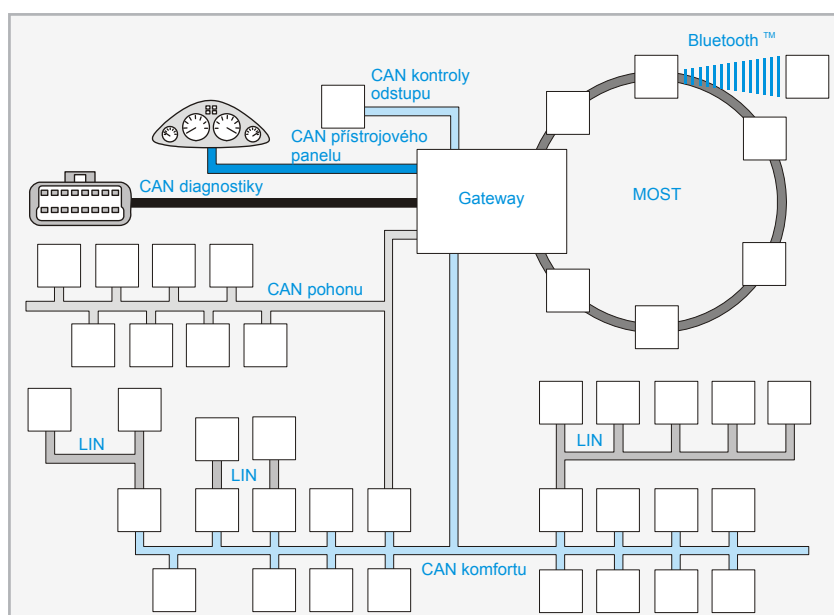
Tab. 1.2 Přehled sběrnicových systémů používaných v motorových vozidlech

	CAN-C high-speed	CAN-B low-speed	LIN	TTP	MOST Bus	Bluetooth	Flexray
Definice	Controller area network	Controller area network	Local interconnect network	Time-triggered protocol	Media oriented systems transport	patentovaný název	patentovaný název
Typ sběrnice	Tradiční	Tradiční	Tradiční	Tradiční a optická	Optická	Bezdrátová	Tradiční a optická
Obor působnosti	Pohon vozidla	Komfort	Komfort	Bezpečnost	Multimedia a informace	Multimedia a informace	Použití ve všech oborech
Aplikace	Řízení motoru, převodovky, ABS, ESP	Komfortní systémy a karoserie	Nízko-nákladové použití pro komfortní systémy	Brzdy, řízení	Informace, audio, video	Datový přenos na krátké vzdálenosti (mobil)	Bezpečnostní a jednoduché aplikace
Nejčastější topologie	Lineární	Lineární	Lineární	Hvězdicová	Kruhová	Síťovitá (rádio)	Hvězdicová
Přenosová rychlost	10 kbit/s až 1 Mbit/s	Max. 125 kbit/s	Max. 20 kbit/s	Neurčeno, typ. 10 Mbit/s	Max. 22,5 Mbit/s	Max. 3 Mbit/s (v.2.0)	Max. 20 Mbit/s
Maximální počet uzlů	10	24	16	Neurčeno	64	8 aktivních (256 pasív.)	Teoreticky 2048
Kontrolní mechanismus	Řízený událostmi	Řízený událostmi	Řízený časem	Řízený časem	Řízený událostmi i časem	Řízený událostmi	Řízený událostmi i časem
Sběrnicová linka	Měděný vodič (kroucená dvojlinka)	Měděný vodič (kroucená dvojlinka)	Měděný vodič (jednolinka)	Měděný vodič (kroucená dvojlinka)	Plastové, skleněné vlnovody	Elektromagnetické rádiové vlny	Měděný vodič (kroucená dvojlinka)
Použití ve vozidlech	Všechna	Všechna	Všechna	Luxusní	Luxusní	Všechna	Zkušební provoz
Standard	ISO 11898-2	ISO 11898-3	LIN consortium	TTA group	MOST cooperation	Bluetooth SIG	Flexray consortium
SAE klasifikace	Class S	Class B	Class A	Drive-by-wire	Mobile Media	Wireless	Drive-by-wire

Zdroj: [6]

Na obr. 1.11 je použití více síťových systémů v moderním automobilu luxusní třídy.

Obr. 1.11 Topologie sítě v moderním automobilu



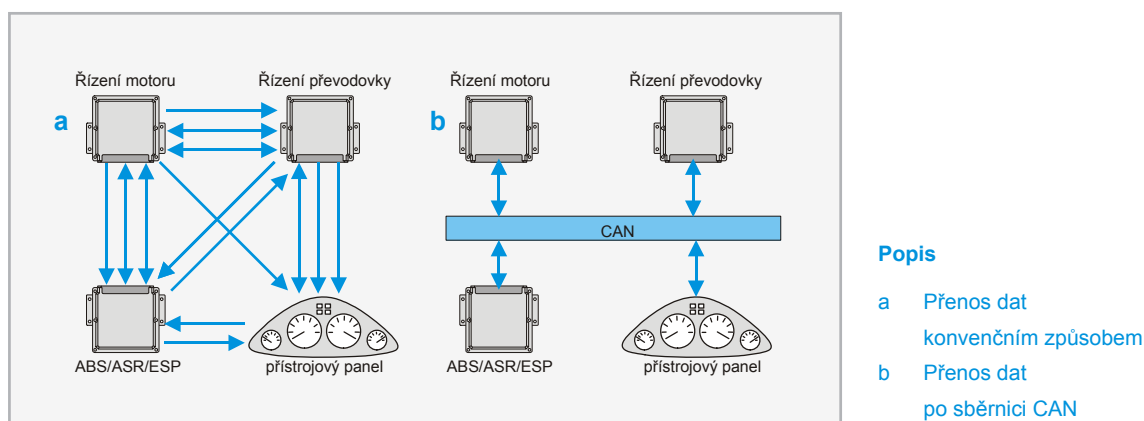
Zdroj: [6]

1.2.4.3 CAN Bus

V roce 1991 byl CAN bus jako první sběrnice systém uveden do masové produkce osobních motorových vozidel. Proto se vžil jako standardní systém v automobilovém průmyslu. [6]

Data jsou přenášena po jednom společném vedení (sběrnici) sériově, tzn. postupně za sebou. Všichni účastníci CAN mají ke sběrnici přístup. Pomocí rozhraní CAN v řídicích jednotkách mohou tyto stanice odesílat a přijímat data. Díky propojení do sítě je potřeba podstatně méně vedení (obr. 1.12), protože na jednom vedení sběrnice může probíhat několik datových komunikací a data lze načítat vícekrát. [7]

Obr. 1.12 Přenos dat konvenčním způsobem a pomocí sběrnice CAN



Zdroj: [7]

Uspořádání sběrnice CAN

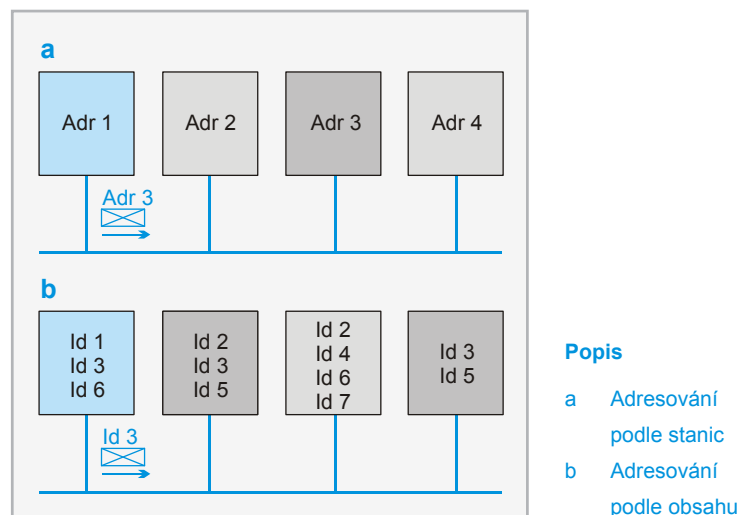
Sběrnice CAN má lineární strukturu. Ve srovnání s jinými topologiemi (hvězdicová, kruhová) vykazuje tento systém celkově nízkou pravděpodobnost poruchy. Jestliže jeden účastník vypadne, zůstává sběrnice pro ostatní účastníky stále plně k dispozici. Stanicemi připojenými ke sběrnici mohou být jak řídicí jednotky, tak i zobrazovací jednotky, snímače nebo akční členy. CAN bus pracuje na principu Multi-Master. Při tomto řízení přístupu ke sběrnici zaručuje účastnickým stanicím rovnocenná přístupová práva. Nadřazená správa není nutná. [7]

Adresování informace

Systém sběrnice CAN adresuje informace nikoli podle znaků stanice, nýbrž podle jejich obsahu. Každé sdělení má pevně přiřazený identifikátor (název sdělení). Ten označuje obsah tohoto sdělení (např. otáčky motoru).

Při adresování vztahujícím se k obsahu musí každý účastník sám rozhodnout, zda sdělení odeslané po sběrnici potřebuje či nikoli. Odstoupení od adresování stanic a tím přechod k adresování řízenému obsahem (obr. 1.13) umožňuje vyšší pružnost celého systému, který je tak schopen jednodušeji zacházet s variantami výbavy. [7]

Obr. 1.13 Způsoby adresování informací



Zdroj: [6]

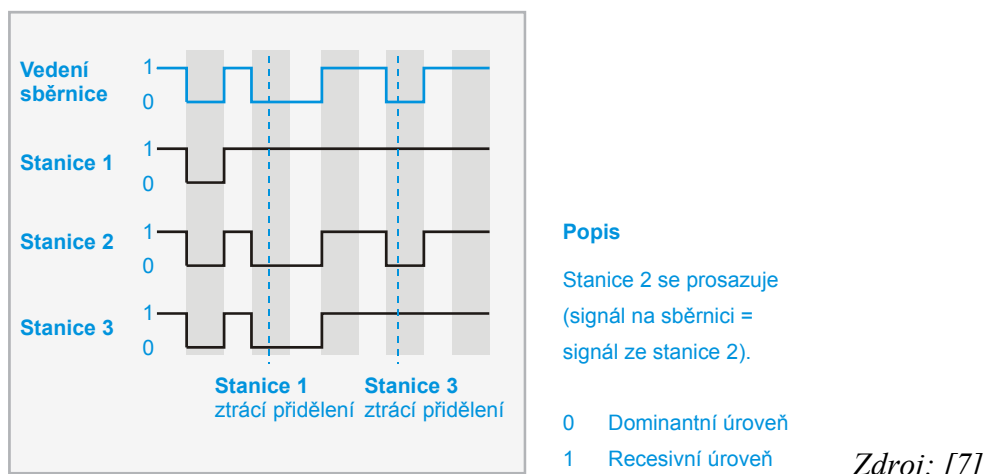
Priorita informace

Identifikátor rozhoduje kromě obsahu dat současně s prioritou o přednosti, kterou sdělení při odesílání má. Identifikátor, který odpovídá nejnižšímu binárnímu číslu, má vysokou prioritu a obráceně. Priority pro sdělení se odvozují například z rychlosti změny obsahu nebo z významu pro bezpečnost. Sdělení se shodnou prioritou neexistují.

Když je sběrnice volná a existují sdělení k přenosu, může každá stanice začít s odesíláním své zprávy. Konflikt, k němuž by přitom mohlo dojít při přístupu ke sběrnici, je vyloučen bitovým posouzením příslušného identifikátoru (obr. 1.14). Při tom se prosazuje sdělení s nejvyšší prioritou, aniž by došlo k časové ztrátě nebo ztrátě dat.

Protokol CAN je založen na dvou logických stavech „dominantním“ (logická 0) a „recesivním“ (logická 1). Rozhodovací schéma „Wired-And“ působí tak, aby dominantní bit odeslaný z jedné stanice přepsal recesivní bit jiných stanic. Stanice s nejnižším identifikátorem (což představuje nejvyšší prioritu) se na sběrnici prosadí. Odesílatelé sdělení s nejnižší prioritou se automaticky stanou příjemci a svůj pokus o odeslání sdělení opakují tak dlouho, dokud se sběrnice neuvolní. K tomu, aby se všechna sdělení dostala na řadu, musí být rychlost sběrnice přizpůsobena počtu účastníků. [7]

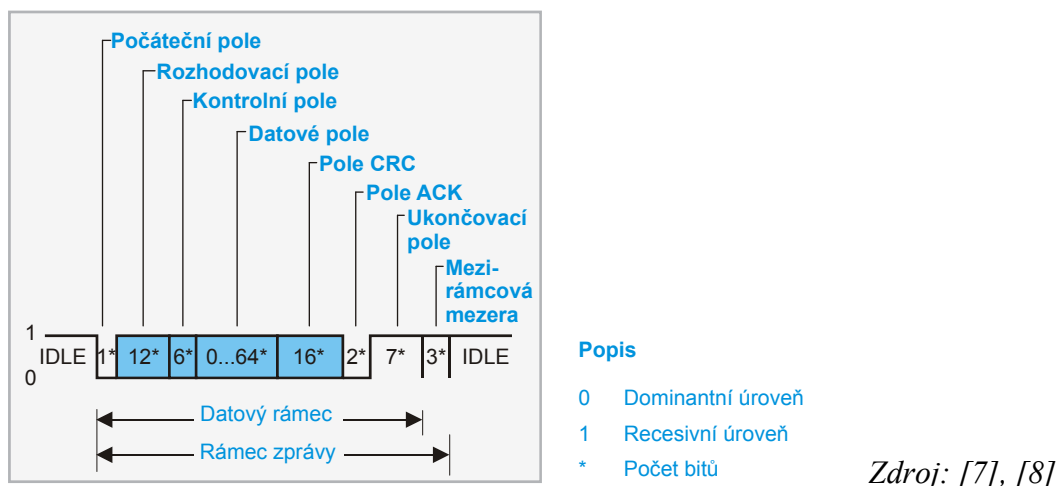
Obr. 1.14 Bitové přidělování (předávání přístupu ke sběrnici při více komunikacích)



Formát sdělení

CAN podporuje dva různé formáty, které se liší pouze délkou identifikátoru. Formát CAN 2.0 A má délku identifikátoru 11 bitů (standardní formát). Formát CAN 2.0 B má délku identifikátoru 29 bitů (rozšířený formát). Oba formáty jsou navzájem kompatibilní a mohou být v jedné síti používány společně. Datový rámec se skládá ze sedmi za sebou následujících polí (obr. 1.15) a má délku maximálně 130 bitů (standardní formát) resp. 150 bitů (rozšířený formát). [6], [7]

Obr. 1.15 Formát zpráv CAN



Obsah datového rámce

- Počáteční pole (Start of frame)

V klidovém stavu (IDLE) se sběrnice chová jako recesivní. Toto pole s dominantním bitem představuje začátek přenosu a synchronizuje všechny stanice.

- *Rozhodovací pole (Arbitration field)*

Určuje prioritu datového protokolu. Skládá se z již popsaného identifikátoru a jednoho kontrolního bitu. Kontrolní bit označovaný jako RTR (Remote Transmission Request) následující za identifikátorem označuje, zda se odesílateli při přenosu jedná o odesílání dat (Data frame) některému příjemci nebo o požadavek na data (Remote frame).

- *Kontrolní pole (Control field)*

Popisuje počet datových informací v následujícím poli sdělení (Data field). Takto může příjemce zjistit, zda přijal všechna data.

- *Datové pole (Data field)*

Obsahuje datovou informaci o šířce 0 až 8 byte (0 až 64 bit, 1 byte = 8 bit). Je to pole s největším množstvím informací.

- *Pole CRC (CRC field)*

Pole CRC (Cyclic Redundancy Check-sum, tzn. cyklické ověřování kontrolního součtu) slouží ke zjišťování chyb v přenosu.

- *Pole ACK (ACK field)*

Slouží příjemci k potvrzení správnosti přijatých sdělení (Acknowledgement, tj. uznání). Příjemce signalizuje vysílací stanici, že datový protokol byl správně přijat. Byla-li zjištěna chyba, je to vysílací stanici ihned sděleno a dochází k opětovnému vyslání zprávy.

- *Ukončovací pole (End of frame)*

Skládá se ze sedmi recesivních bitů a představuje konec sdělení. [6], [7], [8]

Celá zpráva obsahuje na závěr mezirámcovou mezeru (Interframe space). Ta se skládá ze tří bitů, které oddělují za sebou následující sdělení. Poté zůstává sběrnice v recesivním stavu (IDLE) tak dlouho, dokud další libovolná stanice nezahájí přístup ke sběrnici. [7]

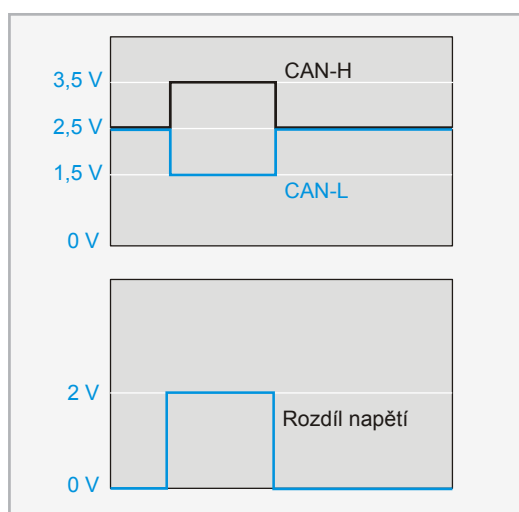
Realizace přenosu dat

Pro přenos dat je použito dvou vzájemně zkroucených vodičů. Toto řešení snižuje citlivost na rušení od okolních zdrojů elektromagnetického vlnění. Jeden vodič se nazývá CAN high (CAN-H) a druhý CAN low (CAN-L). Na obou vodičích se mění napětí mezi dvěma hodnotami. CAN-H 2,5 V a 3,5 V a na vodiči CAN-L 1,5 V a 2,5 V (platí pro

high-speed CAN-C). Když je na obou vodičích 2,5 V, není mezi nimi žádný napěťový rozdíl a to představuje logickou 0. Logická 1 se vytvoří, když je na CAN-L vodiči hodnota napětí 1,5 V a na vodiči CAN-H 3,5 V (tj. rozdíl napětí na obou vodičích je 2 V) (obr. 1.16).

K zamezení odrazů napěťového signálu na otevřených koncích sběrnice CAN je použit zakončovací odpor 120 Ω . [4], [6]

Obr. 1.16 Napěťové úrovně na CAN-C



Zdroj: [6]

1.2.5 Elektronická diagnostika

Elektronická diagnostika v řídicí jednotce sleduje za provozu nepřetržitě systém a komponenty. Vzniklé závady (např. zkrat vedení, výpadek snímačů) se v řídicí jednotce ukládají do paměti závad. V servisní dílně jsou závady načteny pomocí systémového testeru, který lze připojit k diagnostickému rozhraní řídicí jednotky. Systémovým testerem lze také sledovat signály snímačů a cíleně aktivovat akční členy. Elektronická diagnostika tak umožňuje mimo jiné snadnější a rychlejší vyhledání závad v servisní dílně. [1]

1.3 VLATNÍ DIAGNOSTIKA MOTOROVÝCH VOZIDEL

1.3.1 Palubní diagnostika

Povolené množství škodlivých zplodin u vozidel bylo v minulosti stále více redukováno. Aby výrobci vozidel mohli dodržet zákonem předepsané mezní hodnoty emisí v trvalém provozu, musí být systém motoru a jeho komponenty soustavně sledovány.

Proto je na základě zákonem stanovených hodnot regulována oblast diagnostiky komponent a systémů, které tvorbu emisí ovlivňují. [7]

1.3.1.1 OBD I

V roce 1988 vstoupil v Kalifornii v platnost OBD I (on-board diagnosis, palubní diagnostika) jako první stupeň zákonného opatření CARB (California Air Resources Board). Všechna vozidla v Kalifornii nově schválená do provozu musela těmto zákonným podmínkám vyhovovat.

První stupeň OBD kontroluje elektrické komponenty, které mají vliv na tvorbu emisí z hlediska zkratů a přerušení vedení. Elektrické signály musí přitom ležet ve stanovených mezích věrohodnosti.

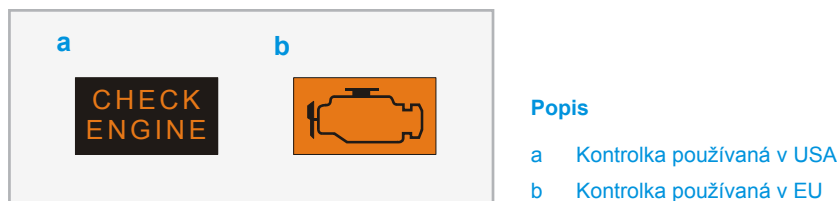
Rozpoznaná závada se ukládá do paměti závad v řídicí jednotce a je řidiči signalizována rozsvícením kontrolky MIL (malfunction indicator lamp), která je umístěná na přístrojové desce. Pomocí palubních prostředků (např. blikací kód) musí být možno zjistit, která komponenta má závadu. [7], [10]

1.3.1.2 OBD II

V roce 1994 byl v Kalifornii zaveden jako další stupeň OBD II. Pro dieselové motory platí OBD II od roku 1996. Způsob diagnostiky u druhého stupně OBD zasahuje již dále nad hranice OBD I. Kromě kontroly elektrických signálů je nyní sledována rovněž funkce systému. Nedostačuje již kontrolovat např. elektrický signál snímače teploty motoru z hlediska překročení pevně stanovené hodnoty. Za závadu je považováno rovněž to, když při běžícím motoru je jako teplota motoru po delší dobu naměřena příliš nízká hodnota, např. 10 °C (kontrola z hlediska věrohodnosti).

Předpisy OBD II vyžadují, aby byly sledovány všechny systémy a komponenty, které mají vliv na tvorbu spalin, a při nesprávné funkci mohou vyvolat znatelné zvýšení škodlivých emisí ve výfukových plynech. Dále je nutno sledovat také všechny komponenty, které jsou použity pro vlastní diagnostiku. Každá rozpoznaná závada musí být uložena. Chybná funkce musí být signalizována rozsvícením kontrolky (MIL) na přístrojové desce (obr. 1.17). V případě, že závada může poškodit katalyzátor (např. vynechávání zapalování), začne kontrolka (MIL) na přístrojové desce blikat. Uložená závada je načtena testovacím přístrojem, který se připojí za účelem provedení diagnostiky.

Obr. 1.17 Varovná kontrolka (MIL)



Zdroj: [9]

Ustanovení OBD II předepisuje nejen normalizaci informací v paměti závad dle SAE (Society of Automotive Engineers), ale i diagnostického protokolu, komunikačních přístrojů a diagnostické zásuvky. To umožňuje načítání paměti závad prostřednictvím normovaného univerzálního testeru (nezáleží na značce vozidla). [7], [9], [10]

OBD II předepisuje neustálé sledování těchto komponent:

- spalování,
- katalyzátor,
- lambda senzor,
- systém sekundárního vzduchu,
- systém odpařování paliva,
- systém recirkulace výfukových plynů (EGR). [10]

Normy OBD II

OBD II je definován v následujících standardech:

- SAE J 1850 – komunikace,
- ISO 9141-2 – komunikace,
- SAE J 1962 – diagnostický konektor,
- SAE J 1978 – diagnostický tester (OBD II Scan-Tool),
- SAE J 1979 – popis diagnostického protokolu,
- SAE J 1930 – označení komponent a systému,
- SAE J 2012 – formát a složení chybového kódu. [10]

Chybový kód OBD II

Chybový kód se skládá z pěti znaků (viz tab. 1.3). Kódy označené P0 jsou určeny normou ISO 15 031-6 (odpovídá SAE J 2012). Význam kódů P1 není standardizován v rámci OBD II a záleží na výrobci vozidla.

Tab. 1.3 Popis chybového kódu

Znak	Určení	Možnosti	Význam
1.	Identifikuje systém vozidla	B	Body - karoserie
		C	Chassis - podvozek
		P	Powertrain - pohon
		U	Undefined - neurčeno
2.	Typ chybového kódu	0	SAE chybový kód
		1	Chybový kód výrobce vozu
3.	Oblast výskytu závady	1	Příprava směsi
		2	Vstřikování
		3	Zapalování
		4	Kontrola emisí
		5	Regulace otáček a rychlosti
		6	Řídící jednotka
		7	Řazení
4. a 5.	Určení systémové komponenty	01 až 99	Označení chybné komponenty
Např. P0122 znamená – Škrtkící klapka signál příliš malý.			

Zdroj: [9], [10]

Kromě uložené závady musí v paměti řídicí jednotky být uloženy i informace o podmínkách, při kterých došlo k uložení závady (tzv. Freeze frame). Mezi uložené hodnoty patří otáčky motoru, rychlost vozidla, teplota chladicí kapaliny, stav zatížení motoru, stav regulace lambda apod. [10], [12]

Podmínky rozsvícení kontrolky MIL

Kontrolka MIL se má aktivovat pokud:

- je vadná jedna z komponent řízení motoru nebo převodovky spojená s ŘJ,
- komponenta může způsobit zhoršení emisí o více než 15 %,
- stárnutí katalyzátoru vede k vzrůstu emisí HC v jednom jízdním cyklu FTP nad povolené mezní hodnoty,
- se vyskytnou výpadky spalování, které mohou poškodit katalyzátor nebo zvýšit emise na více než 1,5 násobek mezních hodnot,
- nebude lambda regulace aktivní během definované doby po nastartování motoru,
- přejde řízení motoru nebo převodovky do nouzového režimu,
- je zapnuté zapalování a není nastartován motor.

Všeobecně se rozsvítí chybová kontrolka, když se přípustné hodnoty emisí překročí ve dvou po sobě jdoucích jízdních cyklech (např. FTP 72/75, americký jízdní cyklus) o přibližně jeden a půl násobek. Při stojícím motoru a zapnutém zapalování svítí kontrolka neustále, aby bylo možné vyloučit nepovolené manipulace (odpojení kontrolky). [10], [12]

1.3.1.3 EOBD

Evropa nebyla imunní celosvětovému zhoršování kvality ovzduší. V roce 1970 Evropské společenství přijalo směrnice 70/220/EHS (měření zaměřená proti rozšiřování znečišťování ovzduší od motorových vozidel). V roce 1998 byl přijat pozměňovací návrh 98/69/ES (OBD pro motorová vozidla), který začal být znám jako EOBD (European on-board diagnosis). EOBD vychází a je podobný americké OBD II. [9], [10]

Zavedení EOBD

- Od ledna 2000 pro všechny nové modely osobních vozů s benzínovým motorem.
- Od ledna 2001 pro všechny nové osobní vozy s benzínovým motorem.
- Od ledna 2003 pro všechny nové modely osobních a užitkových vozidel s dieselovým motorem.
- Od ledna 2004 pro všechny nové osobní a užitkové vozy s dieselovým motorem.
- Od ledna 2005 pro všechny nové nákladní vozy s dieselovým motorem. [9]

1.3.1.4 OBD III

OBD III je stále ve stádiu zvažování. Dalším krokem ke zlepšení systému OBD II je zavedení dálkového snímání dat souvisejících s emisními hodnotami daného vozidla. Přenos dat může být na stejném principu, na kterém dnes funguje výběr mýtného. Díky tomuto systému bude možné zamezit pravidelným emisním kontrolám. Na kontrolu budou pozváni pouze vozidla, která budou vykazovat problémy.

Systém OBD III může být také vybaven lepšími kontrolními mechanizmy na rozpoznání vynechání zapalování, kompresního tlaku ve válci, detonačního hoření apod. Dalším krokem k přísnějšímu dodržování emisních limitů je zavedení čidel umožňujících snímání emisních hodnot za provozu vozidla (OBM, on-board monitoring). [9]

1.3.2 Komunikace s řídicí jednotkou

Jak již bylo zmíněno, řídicí jednotky vozidel uchovávají paměť závad pro odhalení problémů souvisejících s provozem vozidel. Moderní řídicí jednotky umožňují nejen načíst paměť závad, ale i sledovat parametry, které řídicí jednotka dostává od snímačů a akčních členů, aktivovat akční členy, měnit své nastavení atd. Pro využití tohoto potenciálu řídicích jednotek, je nutné s nimi navázat komunikaci.

Komunikaci s řídící jednotkou dělíme podle použití testeru a způsobu komunikace:

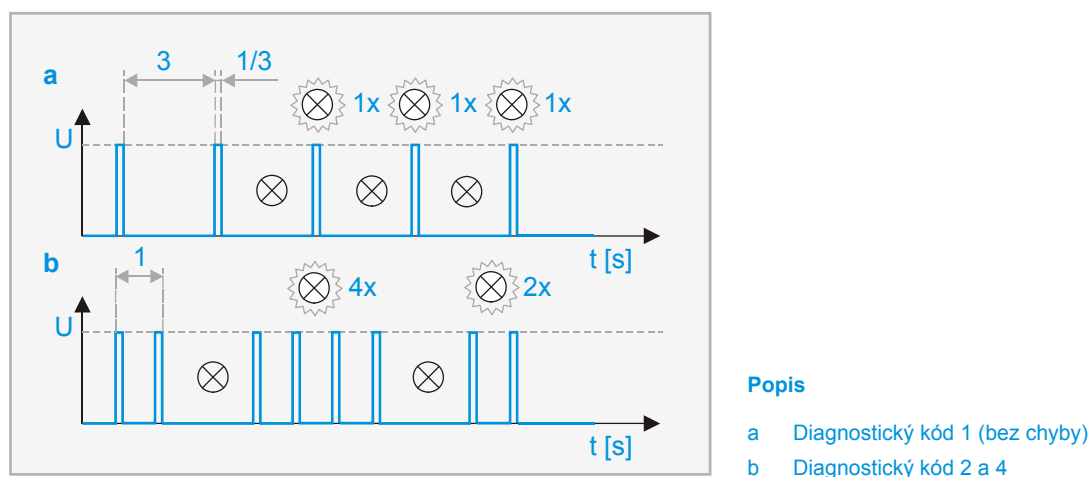
- Bez pomoci testeru (pomalá komunikace)
 - blikací kód.
- Za pomoci diagnostického testeru (rychlá komunikace)
 - K linka,
 - CAN bus.

1.3.2.1 Blikací kód

Blikací kód umožňuje pouze načtení paměti závad. Jde o nejstarší způsob komunikace řídící jednotky, kdy za pomoci kontrolky na přístrojové desce nebo použitím kontrolní žárovky či LED je přerušovaným svícením označena závada uložená v paměti řídící jednotky. K inicializaci blikacího kódu je potřeba zapnout zapalování a v závislosti na značce vozidla např. propojit určitý pin řídící jednotky s kostrou vozu nebo jiným pinem.

K vyhodnocení závady stačí sečíst počet rozsvícení kontrolní žárovky a tuto hodnotu porovnat s tabulkou kódů závad pro dané vozidlo. Blikání se neustále opakuje (obr. 1.18), tak aby obsluha měla možnost přesně zaznamenat uložené závady.

Obr. 1.18 Blikací kód



Zdroj: [4]

Systémy vozidel používající blikací kód nejsou schopné rozeznat více jak jednotky maximálně desítky různých závad. K vymazání paměti dojde po odpojení akumulátoru nebo odstraněním příčiny vzniku závady. [4]

Pro vyčtení blikacího kódu je možné použít i diagnostické testery, které signál vyhodnotí a na zobrazovacím zařízení napíšou uložené závady.

1.3.2.2 K linka

Diagnostický tester může komunikovat s jednou nebo více řídicími jednotkami použitím systému K linky. Komunikace probíhá obousměrně. To znamená, že data mohou být posílána i přijímána všemi účastníky komunikace. Nicméně v jeden moment může vysílat pouze jeden účastník. Komunikace je asynchronní, protože není použit další vodič pro vysílání časového signálu. Rychlost přenosu dat na K lince je mezi 1,2 kbaud a 10,4 kbaud v souladu se standardy ISO. [6]

Komunikace je realizována po jednodrátovém rozhraní se společným vysílacím a přijímacím vedením nebo jako dvoudrátové rozhraní s odděleným datovým vedením (K linka) a inicializačním vedením (L linka). Do jedné diagnostické zásuvky může být připojeno více řídicích jednotek. Diagnostický tester odešle inicializační adresu na všechny řídicí jednotky. Jedna z nich rozpozná tuto adresu a odešle zpět informaci s obsahem komunikační rychlosti. Na základě doby mezi hranou impulsu zjistí tester rychlost v baudech, automaticky ji nastaví a naváže komunikaci s řídicí jednotkou. [7]

Diagnostický protokol

Metoda komunikace je založena na tom, že diagnostický tester adresuje řídicí jednotky a očekává odpověď. Přenosový prostředek je definován v různých protokolech.

- *KWP 71*

Tento protokol byl vyvinut ve spolupráci s firmou Bosch jako první standardizované sériové rozhraní. Je založen na 5-baudové inicializaci. Pro adresování je využito jednosměrné vedení L. Pokud není L linka použita je k adresování použita linka K. [6]

- *KWP 2000 (ISO 14230: 1-3)*

Tento protokol využívá k propojení diagnostického testeru a řídicí jednotky K linky. Pro zahájení komunikace může být použito 5-baudové nebo rychlé inicializace. Komunikační služby jsou standardizovány, ale je zde jistá volnost pro přizpůsobení tohoto protokolu podle specifik zákazníka. [6]

1.3.2.3 CAN bus

V moderních vozech, jejichž řídicí jednotky jsou vybaveny rozhraním CAN, je komunikace s diagnostickým testerem po sběrnici CAN stále více důležitá, neboť pro samotnou komunikaci s diagnostickým testerem je použito zavedené datové síť propojené

s diagnostickým konektorem. Komunikace po sběrnici CAN je definována ve standardu ISO 15765. Rychlost přenosu dat je 500 kbaud nebo 1 Mbaud. Základní rozdíl mezi komunikací po lince K a CAN bus je ve formátu a způsobu posílání dat. U linky K může jedna zpráva obsahovat až 255 B. Naproti tomu pouze 8 B u sběrnice CAN. K adresování řídicí jednotky je použito identifikátoru zprávy CAN. [6]

Diagnostický protokol

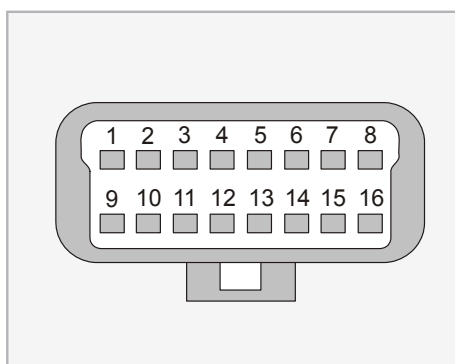
- *ISO 15765: 1-3 (CAN)*

Tento standard upravuje existující protokol ISO 14230 na CAN bus. Definuje možnosti jak nezměnit základní formát zprávy posílané mezi testerem a řídicí jednotkou a možnosti jak tuto zprávu poslat na CAN bus. V diagnostických rozhraních je implementováno mnoho protokolů. Toto směřuje k používání oficiálních protokolů a zároveň k používání protokolů specifických pro výrobce vozidla. Je tedy možné na jednom vozidle použití jak diagnostiky po lince K tak pomocí sběrnice CAN. [6]

1.3.3 Diagnostický konektor

Pro připojení diagnostického testeru k řídicí jednotce se používá diagnostická zásuvka. Její umístění, tvar a zapojení záviselo na výrobci vozidla. Zavedením systému OBD II se určil tvar a umístění diagnostického konektoru pro všechny výrobce vozidel (norma ISO 15031-3). Pro tento diagnostický konektor se vžilo označení OBD konektor (obr. 1.19).

Obr. 1.19 OBD konektor



Popis

- Pin 2 Bus linka (high) - SAE J1850
- Pin 10 Bus linka (low) - SAE J1850
- Pin 6 CAN (high) - ISO 15765-4
- Pin 14 CAN (low) - ISO 15765-4
- Pin 7 K linka - ISO 9141-2, ISO 14230-4
- Pin 15 L linka - ISO 9141-2, ISO 14230-4
- Pin 4 Kostra vozidla
- Pin 5 Kostra signálu
- Pin 16 +12 V (napětí akumulátoru)
- Pin 1, 3, 8, 9, 11, 12, 13 není určeno normou OBD II

Zdroj: [6]

Zapojení linky K a L pro další elektronické systémy (ABS, airbag atd.) záleží na výrobci vozidla. Výrobce může využít piny, jejichž zapojení není ustanoveno normou. Kromě zapojení pinů norma definuje umístění konektoru ve vozidle. Musí být přístupný ze sedadla řidiče. Nejčastěji se nachází pod přístrojovou deskou nebo na středovém panelu. Samotné použití OBD konektoru neznamena, že vozidlo splňuje normu OBD II. [6], [10]

2. TECHNICKO-EKONOMICKÝ ROZBOR TECHNIKY A APLIKOVANÝCH DIAGNOSTICKÝCH POSTUPŮ

2.1 DIAGNOSTICKÉ POSTUPY

Cílem provedení diagnostiky objektu je stanovení diagnózy (odhalení příčiny závady), případně i prognózy (odhad vývoje stavu objektu). Aby odhalení závady bylo efektivní, je vhodné dodržet určitý sled diagnostických úkonů, který nazýváme diagnostickým postupem. Obecně dělíme diagnostické postupy na:

- prosté,
- větvené.

2.1.1 Prostý diagnostický postup

Prostý diagnostický postup spočívá ve vykonání předepsaných diagnostických úkonů v přesně stanoveném sledu. Celý tento postup je předem určen a musí být dodržen bez ohledu na výsledky jednotlivých kroků. Pro diagnostiku většiny objektů je prostý diagnostický postup nevhodný, protože dodržení všech kroků bez ohledu na jednotlivé výsledky prodlužuje dobu diagnostiky a tím i náklady na diagnostiku. [14]

Tab. 2.1 Příklad části prostého diagnostického postupu

Poř. č.	Úkon, naměřené hodnoty
1.	Dotažení hlavy válců a seřízení ventilů
2.	Seřízení vstřikovačů
3.	Měření kompresních tlaků [MPa] č. válce: 1 2 3 4 naměřeno:
4.	Měření a seřízení dodávky paliva při 80% n_j [cm ³ /200vstř.] č. jednotky: 1 2 3 4 naměřeno:
5.	Měření a seřízení dodávky paliva při 40% n_j [cm ³ /200vstř.] č. jednotky: 1 2 3 4 naměřeno:
6.	Seřízení příbehových otáček.
7.	Měření úhlu předstřihu: [°]
8.	Měření P_e celého motoru při 40% n_i : [kW]
9.	Měření P_z celého motoru při 40% n_i : [kW]
10.	Měření P_e celého motoru při 80% n_i : [kW]
11.	Měření P_z celého motoru při 80% n_i : [kW]
....	atd.

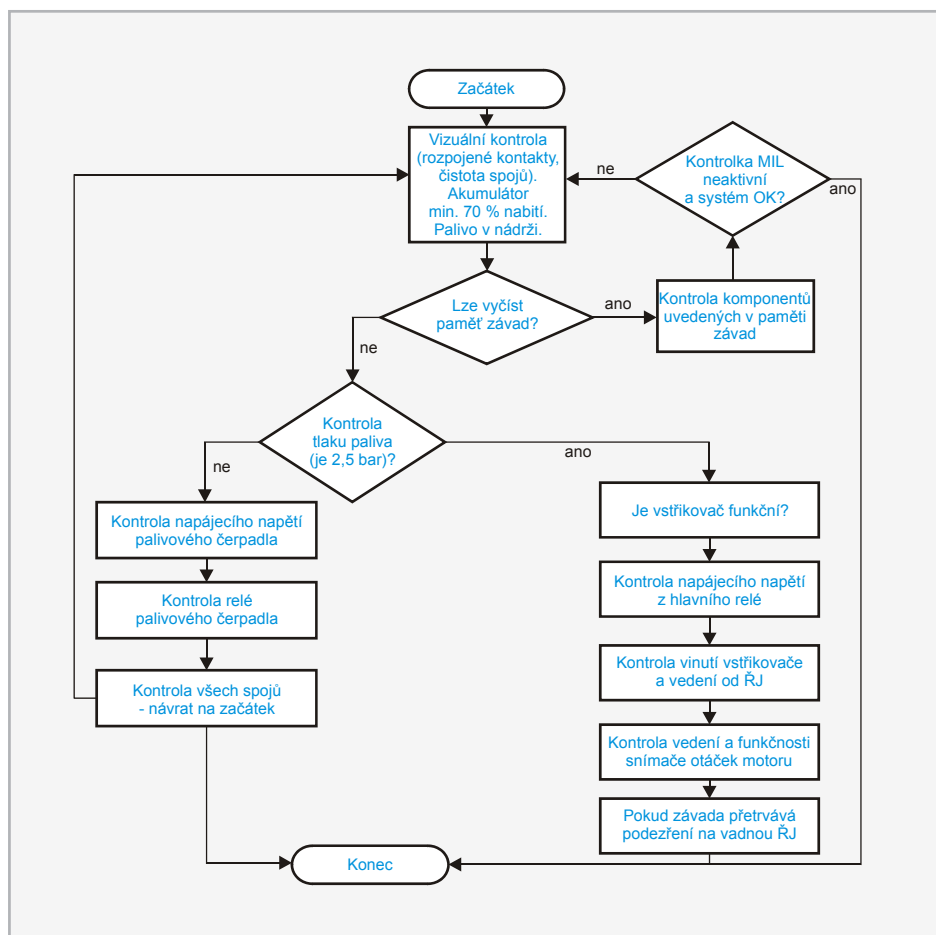
Zdroj: [14]

Z tab. 2.1 je zřejmé, že bude-li diagnostikován stroj s hospodárně pracujícím motorem, bude většina úkonů prostého postupu vykonávána zbytečně. Prosté diagnostické postupy se používají zejména u strojů a zařízení s vysokými požadavky na bezpečnost provozu, u nichž se v předepsaných intervalech doby provozu provádějí tzv. revize. [14]

2.1.2 Větvený diagnostický postup

Pro snížení pracnosti diagnostického postupu a vynechání zbytečných kroků slouží větvený diagnostický postup (obr. 2.1). Jde o soustavu měřících, opravárenských a rozhodovacích úkonů. Pracnost celého postupu je dána technickým stavem zkoumaného objektu (čím horší technický stav, tím více úkonů je třeba provést).

Obr. 2.1 Příklad větveného diagnostického postupu (benzínové vstřikování)



Zdroj: [9]

Pro sestavení větvených diagnostických postupů platí obecně tyto zásady:

- Jako první jsou prováděna měření poskytující souhrnný diagnostický signál, tzn. dávající co nejúplnější informaci o celkovém technickém stavu zkoumaného

objektu. Díky tomu můžeme snadno rozdělit objekty na „dobré“ (nejsou potřeba další měření) a „špatné“ (pravděpodobná nutnost dalších měření).

- Dále jsou preferovány úkony s malou pracností. To může v mnoha případech zkrátit celkovou dobu diagnostiky.
- Po každém seřízení (opravě) je nutné znovu změřit souhrnný diagnostický signál, pro posouzení, zdali tento zásah již plně odstranil příčinu zhoršeného technického stavu. [14]

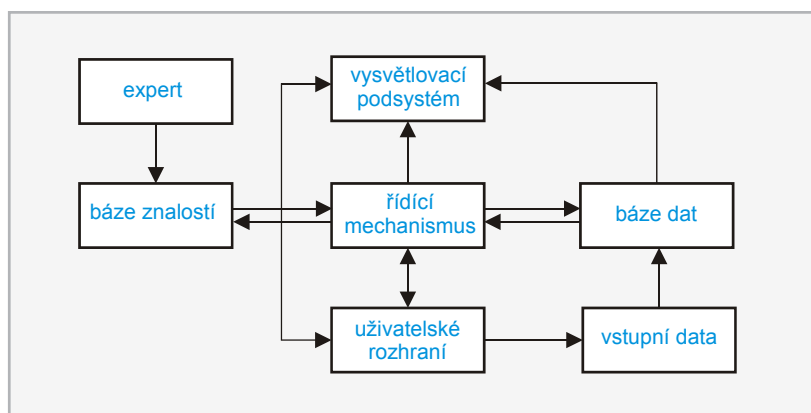
Velmi významným krokem ve větveném diagnostickém postupu je rozhodovací krok. Špatné rozhodnutí způsobí výrazné ztráty, proto je potřeba zkušených pracovníků nebo expertního systému. [15]

2.2 EXPERTNÍ SYSTÉMY

Složitost elektronických systémů používaných v dnešních vozidlech vede výrobce diagnostických přístrojů k vytváření znalostních bází. Tyto znalostní báze (expertní systémy) vedou diagnostika při procesu vyhledávání závady, tak aby byla odhalena co nejdříve. Diagnostický pracovník porovnává měřené hodnoty s údaji předepsanými v expertních systémech.

Expertní systémy jsou počítačové programy, simulující rozhodovací činnost experta při řešení složitých úloh a využívající vhodně zakódovaných, jasně vyjádřených speciálních znalostí převzatých od experta s cílem dosáhnout ve zvolené problémové oblasti kvality rozhodování na úrovni experta. [15]

Obr. 2.2 Expertní diagnostický systém



Zdroj: [15], [16]

Expertní systém musí splňovat následující podmínky:

- jednoduchá obsluha a srozumitelná interpretace výsledků, popř. i s vysvětlením a zdůvodněním závěrů (tzv. user friendly system - "přátelský" k uživatelům),
- instruktivnost postupu daného sekvenčním, dialogově vedeným režimem práce, jež imituje v určitém smyslu konzultaci laika s expertem, při němž si expert dotazy upřesňuje představu o problému, až dochází k určitému závěru a doporučení. [16]

Expertní systém je obvykle tvořen následujícími programovými moduly (obr. 2.2):

- *Báze znalostí*

Obsahuje obecné znalosti dané problematiky, obecný popis problematiky v podobě formalizovaných expertních znalostí. Např.: když je naměřeno napětí palubní sítě nad 15 V, závada bude v regulátoru.

- *Báze dat*

Konkrétní data k danému případu (ta jsou získána buď přímo od uživatele nebo z měřicího systému). Např.: naměřené napětí palubní sítě je v pořádku, pokud je v rozmezí 13 až 15 V.

- *Řídící mechanismus*

Funkční jádro expertního systému. Pomocí báze znalostí a báze dat hledá řešení a vyvozuje odpověď. Např.: „Jaké bylo naměřeno napětí?“ Když $U < 15$ V, potom..., když $U > 15$ V, potom....

- *Uživatelské rozhraní*

Umožňuje komunikaci expertního systému a uživatele. Např.: připojení čidel, ovládací klávesy apod.

- *Vysvětlovací podsystém*

Zdůvodňuje, jak (pomocí jakých znalostí a dat) bylo dosaženo odpovědi (závěru). To umožňuje uživateli posoudit věrohodnost odpovědi expertního systému. Např.: na obrazovce se objeví – „Naměřené napětí bylo 16,2 V, proto je třeba hledat závadu v regulátoru!“ [15]

Pro expertní systémy je důležitá vlastnost samoučení. Dochází tak na základě vyřešených případů k zdokonalování systému (určení závady a pravděpodobnosti výskytu). Je vhodné, aby výrobce expertního systému poskytoval pravidelné aktualizace.

2.3 DIAGNOSTICKÉ PŘÍSTROJE

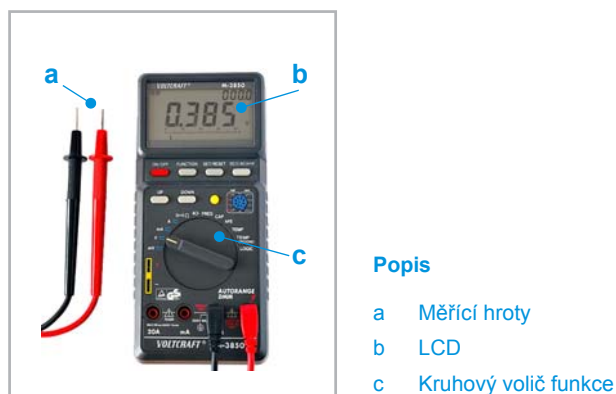
V automobilových opravách je používáno velké množství přístrojů pro diagnostiku vozidla. Tyto přístroje můžeme rozdělit na zařízení pro vnitřní a vnější diagnostiku. Do vnější diagnostiky (někdy nazývané též paralelní) patří přístroje, které měří přímo hodnoty elektrických či neelektrických veličin pomocí externích sond. Zařízení pro vnitřní diagnostiku (označovanou také sériovou) jsou komunikační zařízení, které zobrazují informace získané z řídicí jednotky vozidla. Pro diagnostiku elektronických systémů slouží hlavně tato zařízení:

- Vnější diagnostika
 - multimetr,
 - osciloskop.
- Vnitřní diagnostika
 - diagnostický tester pro komunikaci s řídicí jednotkou.

K diagnostice se používají i zařízení jako emisní analyzátory, motortestery, kompresometry, testery vstřikovacích trysek, zařízení pro měření geometrie nastavení podvozku, testery tlumičů atd. Popis těchto přístrojů ovšem sahá za rámec mé diplomové práce. Multimetr a osciloskop jsou zmiňovány společně s vnitřní diagnostikou z důvodu, že se tyto přístroje při měření doplňují. Moderní přístroje pro komunikaci s řídicími jednotkami jsou vybaveny i osciloskopem a multimetrem a je tedy možné jediným přístrojem provést všechna měření vedoucí k odhalení závady.

2.3.1 Multimetr

Obr. 2.3 Digitální multimetr



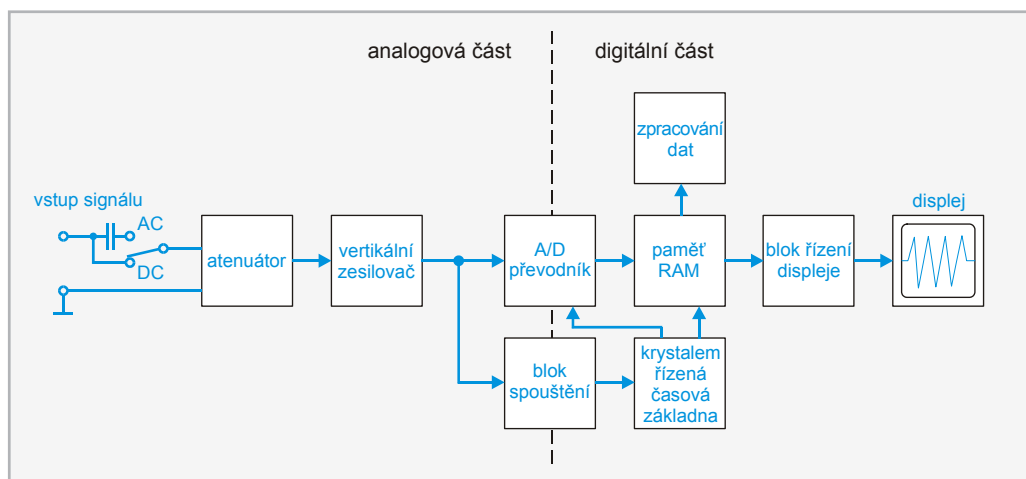
Zdroj: <<http://cs.wikipedia.org/wiki/Multimetr>>

Multimetr je zařízení pro měření elektrických veličin. V případě použití v autoservisu jde o kompaktní přístroj s černobílým LCD a voličem pro změnu funkce (obr. 2.3). Napájení je zajištěno vloženým akumulátorem. Mezi hlavní funkce patří měření elektrického napětí, proudu a odporu. Výhodou multimetru je nízká pořizovací cena a jednoduchá obsluha. Nevýhodou je, že není uzpůsoben pro měření rychle se měnících elektrických signálů a zpravidla nemá možnost měřená data ukládat.

2.3.2 Osciloskop

Osciloskop je elektronické zařízení pro znázornění průběhu měřeného signálu v čase. První typy osciloskopů byly analogové. Signál se zobrazoval na stínítku obrazovky pomocí vychylovaného elektronového paprsku. Dnes používané osciloskopy jsou digitální. Zjednodušené blokové schéma je na obr. 2.4.

Obr. 2.4 Blokové schéma digitálního osciloskopu



Zdroj: [11]

Digitální osciloskop obsahuje analogové a digitální obvody. K analogovým patří attenuátor (zeslabovač, napěťový dělič) a vertikální zesilovač. Jimi je signál upraven na takovou velikost, která je vhodná pro A/D převodník. Kromě A/D převodníku vstupuje signál z vertikálního zesilovače do bloku spouštění, kde jsou nastavovány spouštěcí podmínky. Impulzy z bloku spouštění ovládají časovou základnu. Časová základna je řízena krystalem, jenž zaručuje vysokou přesnost měření času a dlouhodobou stabilitu. Obvody časové základny již představují digitální obvody. Jejím výstupním signálem je ovládán A/D převodník a paměť, řídí se jím rychlost vzorkování signálu v A/D převodníku a rychlost zpracování dat. Data z paměti se přivádějí do bloku řízení displeje, který pak zařídí, aby se jednotlivé vzorky signálu objevily na správném místě na displeji. Svislá

přerušovaná čára protínající A/D převodník a blok spouštění představuje jakési pomyslné rozhraní mezi analogovou a digitální částí osciloskopu. V zjednodušeném blokovém schématu není zakreslen napájecí zdroj, bez kterého se samozřejmě žádné elektronické zařízení neobejde. [11]

Mezi hlavní výhody použití osciloskopu je přesné znázornění měřených signálů v čase a ukládání signálu pro pozdější vyhodnocení. Velikou výhodou je i nezávislost použití na měřeném systému či značce vozidla. Mezi nevýhody patří většinou vyšší pořizovací cena a velké nároky na obsluhu. Obsluha musí nejen správně nastavit parametry osciloskopu pro měření určitého signálu, ale hlavně musí znát vzorové průběhy a princip funkčnosti celého měřeného systému. Osciloskop v rukou zkušené obsluhy je nenahraditelný pomocník při vyhledávání závad. Bez nadsázky můžeme říci, že tam, kde končí vnitřní diagnostika, začíná vnější a naopak.

2.3.3 Diagnostický tester pro komunikaci s řídicí jednotkou

Diagnostický tester pro komunikaci s řídicí jednotkou je v dnešní době nenahraditelným pomocníkem všech autoservisů. S jeho pomocí se dají nejen diagnostikovat elektronické systémy vozidla, ale jeho pomoc je potřeba i v situacích jako je výměna motorového oleje (nastavení servisního intervalu) nebo výměna brzdových destiček u vozů s elektronickou parkovací brzdou (roztážení brzdových pístů a jejich opětovné nastavení po výměně destiček).

Původní představa o dokonalosti testerů řídicích jednotek při odhalování závad se ukázala ne zcela naplněnou. Při použití testeru k diagnostice vždy vycházíme z toho, co nám řekne řídicí jednotka. Samotná řídicí jednotka, při ukládání chyb do paměti závad, nedokáže vždy rozlišit mezi příčinou a důsledkem závady.

Pro objasnění lze uvést příklad. Po spojení s řídicí jednotkou benzínového motoru je vyčtena uložená závada „lambda sonda – systém příliš chudý“. Špatným postupem by bylo vyměnit lambda sondu a vymazat paměť závad. Zákazník by se za pár dní vrátil se stejnou uloženou závadou. Hlášení o problému na lambda sondě je v tomto případě důsledkem nikoliv příčinou závady. Závada se nachází v sacím traktu, kde dochází k přisávání falešného vzduchu, který ochuzuje směs paliva a vzduchu. Řídicí jednotka tedy správně hlásí problém s chudou směsí, který poznala na základě signálu z lambda sondy.

Ačkoliv použití diagnostického testeru pro komunikaci s řídicí jednotkou vozidla je velmi rozšířené, platí zde stejně jako u jiných přístrojů, že samotné zařízení nemůže nahradit logické uvažování a znalost elektronických systémů obsluhy přístroje.

Mezi hlavní výhody přístrojů pro vnitřní diagnostiku patří jednoduchost obsluhy, široké možnosti použití a rychlé nalezení některých závad. Mezi nevýhody patří již zmiňovaná skutečnost, že je obsluha odkázána na inteligenci elektronické řídicí jednotky, a nemožnost odhalení závad souvisejících s mechanickým stavem sledovaného systému (např. kvalita hoření směsi, kompresní tlak ve spalovacím prostoru apod.). Nevýhodou je i pořizovací cena, která se může vyšplhat na cenu malého osobního vozu.

Diagnostické testery můžeme rozdělit dle velkého množství parametrů (výrobce přístroje, značka vozů, použití počítače apod.). Pro základní diferenciaci přístrojů použijeme dělení na:

- značkové diagnostické testery,
- neznačkové diagnostické testery.

Toto dělení neznamená, že některé přístroje jsou lepší a jiné horší. Značkové diagnostické testery jsou používány ve značkových autorizovaných servisech a jejich použití je omezeno pouze na jednu nebo několik málo značek vozů. Neznačkové testery jsou určeny pro všechny autoservisy. Jejich doménou je široký rozsah značek vozů, se kterými dokáží navázat komunikaci. Na druhou stranu je potřeba zdůraznit, že možnosti při komunikaci s řídicí jednotkou jsou u značkových testerů mnohem širší než u neznačkových (např. kódování imobilizéru, nastavení řídicích jednotek po výměně atd.).

2.3.3.1 Značkové diagnostické testery

Každá síť oficiálních servisů výrobce vozidel má pro své použití předepsaný specifický přístroj, který svými možnostmi splňuje náročné požadavky značkové servisní sítě. Neznačkový servis většinou nemá možnost tento přístroj zakoupit. I vzhledem k ceně, která převyšuje cenu neznačkových testerů. Vývoj těchto přístrojů šel od přístrojů s malým černobílým displejem k přenosným počítačům s velkým barevným dotykovým displejem. U prvních přístrojů bylo používáno paměťových karet, na kterých byla obsažena data pro komunikaci se systémy vozidla. Nová zařízení na bázi PC obsahují pevný disk, na kterém jsou obsažena nejen data potřebná pro komunikaci s řídicími jednotkami, ale i informační

systemy (expertní systémy), které napomáhají obsluze lokalizovat příčinu poruchy a také obsahují postupy při servisních činnostech. Aktualizace programu těchto přístrojů probíhá pomocí přenosných médií jako CD a DVD nebo připojením na internet. Popis diagnostických přístrojů jednotlivých značek sahá za rámec této práce, proto bude uveden pouze přehled přístrojů používaných v servisní síti Škoda auto (koncern VW).

Značkové diagnostické testery pro servisní síť Škoda auto

První přístroje V.A.G 1551 a V.A.G 1552 (obr. 2.5) nejsou uzpůsobeny pro komunikaci s řídicí jednotkou pomocí sběrnice CAN. Přístroje řady VAS 5051 a 5052 (obr. 2.5) jsou přenosné počítače s operačním systémem Windows. Obsahují v sobě i osciloskop s motortesterem a mají nainstalovaný expertní systém používaný v servisní síti Škoda. To umožňuje obsluze použít funkce „Řízeného vyhledávání závad“, kdy přístroj na základě údajů z vnitřní i vnější diagnostiky vede obsluhu k odhalení závady. Samozřejmostí těchto přístrojů je i napojení na tiskárnu pro tisk diagnostických protokolů. Přístroj VAS 5053 (obr. 2.5) je kompaktní přístroj sloužící pouze ke komunikaci s řídicími jednotkami vozidla. Zařízení VAS 5054 (obr. 2.5) slouží k bezdrátovému přenosu dat z diagnostické zásuvky do diagnostického přístroje VAS 5051B, VAS 5052. [13]

Obr. 2.5 Diagnostické testery pro servisní síť Škoda auto



Zdroj: [13]

2.3.3.2 Neznačkové diagnostické přístroje

Neznačkových testerů pro komunikaci s řídicími jednotkami je na trhu k dostání nepřeberné množství. Jejich vývoj je podobný jako v případě značkových testerů. První typy měly data potřebná pro komunikaci uložená na paměťových kartách malých kapacit. Při komunikaci s různými vozy bylo potřeba tyto karty měnit. Současné přístroje jsou vybaveny dostatečnou pamětí pro pokrytí širokého spektra vozidel. V kapitole 1.3.1 a 1.3.2 jsou zmíněny standardy a způsoby komunikace, které jsou ve vozech od počátku rozvoje vlastní diagnostiky postupně používány (první řídicí jednotky umožňovaly diagnostiku

pomocí blikacího kódu, současné vozy pak diagnostiku pomocí linky K a sběrnice CAN). Moderní přístroje pro komunikaci se systémy vozidla ve většině případů umožňují všechny tyto způsoby komunikace.

Software pro umožnění komunikace s testovaným systémem je dodáván ve většině případů na disku DVD (dříve CD) nebo je stahován přímo do počítače přes internet. Každý výrobce diagnostické techniky se snaží zajistit pravidelné aktualizace softwaru několikrát do roka. Systém aktualizací je různý, ale ve všech případech zpoplatněný.

Většina výrobců diagnostických testerů nabízí přístroje v několika provedeních:

- komunikační rozhraní,
- přenosný tester s dotykovým displejem na bázi PC,
- jednoúčelový přenosný tester s displejem.

Komunikační rozhraní

Jedná se o nejčastější provedení diagnostiky v neznačkových autoservisech. Diagnostická sestava se skládá z osobního počítače, komunikačního rozhraní, obslužného softwaru a kabelů pro napojení do diagnostických zásuvek. Jako počítač je vhodné použít přenosný notebook pro možnost komunikace s vozidlem i za jízdy a nezávislosti na napájení (záleží na kapacitě baterie). Software je uzpůsoben pro nainstalování na nejpoužívanější operační systémy (v současnosti jde o Win XP a Win Vista).

Diagnostický tester je s počítačem spojen pomocí portu USB. Stále rozšířenější je ovšem možnost bezdrátového propojení pomocí technologie Bluetooth. To umožňuje obsluhu ponechat tester, připojený na diagnostickou zásuvku, ve voze a ovládat diagnostický program počítačem umístěným mimo vozidlo a tedy bez omezujícího fyzického spojení s vozem. Druhou věcí zůstává, že obsluha většinou potřebuje mít kontakt s vozidlem např. pro zvýšení otáček motoru při komunikaci s řídicí jednotkou motoru.

Připojení testeru do diagnostické zásuvky ve vozidle probíhá dodávaným kabelem. Konektor OBD, který dnes používají všichni výrobci vozidel, je uveden v kapitole 1.3.3. Pro napojení starších vozů, kde tvar a umístění konektoru závisel na výrobci vozidla, slouží sada kabelů se specifickými diagnostickými konektory. Používá se i univerzální kabel, kterým je možné do správných pinů zásuvky připojit diagnostická a napájecí vedení testeru. Tyto rozšiřující kabely jsou většinou dodávány jako doplňková výbava.

Napájení diagnostického testeru může být zajištěno přímo z diagnostického konektoru nebo (hlavně u starších systémů) kabely připojenými na akumulátor vozidla popř. do zapalovače umístěného v interiéru vozidla.

Přenosný tester s dotykovým displejem na bázi PC

Tato verze diagnostického testeru je nejdražším provedením. Schopnosti testeru jsou stejné jako u komunikačního rozhraní. Hlavní výhodou je komfort obsluhy. V jednom zařízení je obsažen jak počítač, tak komunikační rozhraní. Vzhledem k tomu, že se jedná u většiny výrobců o „vlajkovou loď“ diagnostiky, bývá tento tester vybaven i prostředky vnější diagnostiky (multimetr, osciloskop).

Jedná se o přenosné PC s dotykovou obrazovkou bez klávesnice (je použito jen několika funkčních tlačítek). Jako operační software jsou použity různé verze Microsoft Windows. Aktualizace jsou zprostředkovány stejným způsobem jako u samotného komunikačního rozhraní. Přístroje jsou doplněny externí nebo interní DVD mechanikou. Výhodou těchto přístrojů je možnost napájet se z diagnostické zásuvky vozidla. Baterie počítače se tak nabíjí a není potřeba k diagnostikovanému vozidlu přivádět externí napájení.

Jednouúčelový přenosný tester s displejem

Tento typ testeru slouží pouze pro diagnostiku vozidel. Není možné jej využít, na rozdíl od předchozích testerů, k jiným činnostem víceméně spjatých s provozem autoservisu (např. informační systémy, katalog náhradních dílů apod.). Toto se stává výhodou v jednoduchosti ovládání a nevýhodou v potřebě zakoupit další počítačové vybavení.

Zařízení obsahuje černobílý či barevný displej a funkční tlačítka pro ovládání přístroje. Komunikační program je uložen v interní paměti nebo paměťových kartách. K aktualizaci testeru se většinou využívá propojení s počítačem. Nevýhodou těchto přístrojů je horší možnost ukládat naměřená data pro pozdější vyhodnocení.

Všechny zmíněné verze testerů se dají doplnit o další přístroje. Z těch rozšířených se jedná o spojení komunikačního rozhraní s přenosným PDA zařízením. Další možností jsou přístroje v provedení USB kabelů zakončených diagnostickým konektorem (např. SuperVAG a VAG-COM), které jsou zatím určeny jen pro komunikaci s malým rozsahem značek (skupina VW).

2.4 FUNKCE DIAGNOSTICKÝCH TESTERŮ

Funkční možnosti diagnostického testeru jsou dány jeho softwarovým vybavením. Funkcemi testeru máme na mysli kroky, které je možné použít při komunikaci s libovolnou řídicí jednotkou vozidla. Tyto kroky jsou různé podle elektronického systému, se kterým je navázána komunikace, a také podle hloubky zpracování softwaru samotného diagnostického přístroje.

Pro základní představu o schopnostech diagnostického testeru uvedu kroky, které je možné využít při komunikaci s řídicí jednotkou. Názvy jednotlivých kroků nemusejí být u všech přístrojů stejné (v závislosti na překladu), ale významově jsou velmi podobné.

Základní podmínkou pro spojení s řídicí jednotkou vozidla je správné zapojení diagnostického testeru do diagnostického konektoru a zapnutý klíček zapalování.

2.4.1 Identifikace

Tento krok slouží k vyčtení informací z řídicí jednotky. Mezi hlavní údaje, které lze touto funkcí vyčíst, patří kód VIN, kód motoru, označení řídicí jednotky, kód dílny (označení testeru, který naposledy prováděl nastavení v řídicí jednotce) a kódování řídicí jednotky (více informací o kódování řídicí jednotky je v kapitole 2.4.7).

2.4.2 Paměť závad

Vyčtení paměti závad patří mezi základní funkce diagnostického testeru při komunikaci s vnitřní diagnostikou vozidla. Tento krok umožňuje vyčíst paměť závad a tím zobrazit uložené závady v paměti řídicí jednotky. Řídicí jednotka dokáže rozeznat dva typy závad:

- *Statické závady*

Statické závady jsou trvalé. To znamená, že v době vyčítání paměti závad přetrvávají ve sledovaném systému podmínky, které vyvolaly uložení této závady.

- *Sporadické závady*

Sporadické závady jsou přechodné. V době kdy je vyčítána paměť závad již nejsou přítomny ve sledovaném systému vozidla. Tyto závady mohou být způsobeny např. špatným snímačem, který do řídicí jednotky vysílá signál nacházející se mimo požadovaný rozsah pouze v některých jízdních režimech. Často se stává, že sporadická závada je

uložena po návštěvě vozidla v nekompetentním autoservisu, kde hledali závadu odpojováním snímačů a po svém zákroku již nevymazali paměť závad.

Uložené závady jsou označeny kódem (buď standardizovaným nebo specifickým pro výrobce vozidla viz kap. 1.3.1.2) a stručným popisem závady (tab. 2.2)

Tab. 2.2 Uložená závada v ŘJ motoru vozidla Fiat Bravo, 1.6 16V, 75 kW, r.v. 1996

Kód	Popis závady	Upřesnění závady	Typ závady
141	Snímač teploty chladící kapaliny	Zkrat na kostru	Statická

Zdroj: [17]

Upřesnění závady určuje, k jaké závadě na dané součásti došlo. Příkladem je:

- zkrat na kostru,
- přerušení (zkrat na plus),
- nevěrohodný signál,
- žádný signál,
- signál mimo rozsah (příliš vysoký nebo nízký),
- vadný,
- špatné napájecí napětí,
- chybné kódování.

2.4.3 Vymazání paměti závad

Jedná se o samostatný krok při komunikaci se systémem vozidla. K vymazání paměti závad je potřeba nejdříve paměť závad vyčíst. Je doporučeno mazat paměť závad při stojícím motoru. Při tomto kroku dojde k tomu, že sporadické závady budou vymazány. Trvalé závady je možné vymazat až po odstranění příčiny jejich vzniku. U starších systémů s vlastní diagnostikou je možné vymazat závady odpojením akumulátoru vozidla.

2.4.4 Parametry

Funkce zobrazení parametrů (skutečných hodnot, bloku naměřených hodnot) je při diagnostice stavu elektronického systému jedna z nejdůležitějších. Při tomto kroku se obsluha nespolehá jen na údaje z paměti závad, ale porovnáním s předepsanými hodnotami zjišťuje, které komponenty vykazují nesprávné hodnoty. Při zobrazení parametrů sledujeme hodnoty ze snímačů a akčních členů tak, jak je software řídicí jednotky převádí

z elektrických hodnot na další veličiny (např. otáčky motoru [min^{-1}], teplota chladicí kapaliny [$^{\circ}\text{C}$], množství nasávaného vzduchu [$\text{kg}\cdot\text{h}^{-1}$], doba vstřiku [ms] atd.).

2.4.5 Akční členy

V tomto kroku můžeme pomocí diagnostického testeru aktivovat akční členy připojené k řídicí jednotce. Touto funkcí ověříme nejen samotný akční člen, ale i vedení od řídicí jednotky a koncový stupeň řídicí jednotky. Kontrolu aktivace určitého akčního členu provedeme poslechem (otáčení nebo klepání součásti), dotekem (vibrace součásti) nebo pohledem (pohyb testované součásti).

2.4.6 Další testy

Tato funkce je velmi závislá na úrovni softwaru diagnostického testeru i řídicí jednotky. Mezi nejčastější testy patří:

- kontrola počátku vstřiku (po výměně rozvodových řemenů),
- porovnání volnoběžných otáček motoru,
- kontrola běhu motoru při změně otevření ventilu EGR,
- porovnání vstřikovaného množství jednotlivých vstřikovačů,
- vypínání válců.

2.4.7 Nastavení

Jedná se o funkce, které řídicí jednotce umožní změnit své chování na základě zapsaných informací do paměti řídicí jednotky. Možnosti nastavení vždy závisí na použité řídicí jednotce. Pro představu uvádím několik základních funkcí.

2.4.7.1 Kódování řídicí jednotky

Touto funkcí je možné v řídicí jednotce aktivovat program příslušející k vybavení vozidla (ABS, airbag, automatická převodovka atd.). Je také možné aktivovat funkce nově přidaných komponent do systému (např. aktivace tempomatu, snímače osvětlení atd.).

2.4.7.2 Vymazání adaptačních hodnot

Dojde k přestavení adaptovaných hodnot na původní velikost. Tento krok je nutné provést po výměně komponent, které ovlivňují tvorbu směsi. [17]

2.4.7.3 Základní nastavení

Jedná se o přizpůsobení vyměněné nebo opravené komponenty k řídicí jednotce (např. škrtící klapka, EGR atd.). Nebo je možné v některých systémech měnit hodnotu volnoběžných otáček, startovací dávky paliva apod.

2.4.7.4 Přizpůsobení imobilizéru

Do tohoto kroku můžeme zahrnout všechny funkce související s přizpůsobením řídicí jednotky motoru k řídicí jednotce imobilizéru nebo přístrojové desky. Dále je možné provádět přizpůsobení nových klíčů zapalování zadáním tajného kódu.

2.5 VÝROBCI DIAGNOSTICKÝCH PŘÍSTROJŮ

V České republice je k dostání velké množství přístrojů od mnoha firem. Ve své práci uvedu jen některé výrobce diagnostických přístrojů. Ve všech uvedených případech se jedná o přístroje neznačkové (viz rozdělení v kap. 2.3.3). Je třeba také zdůraznit, že všechny vybrané přístroje jsou tzv. „multi-značkové“, takže umožňují komunikaci na různé úrovni s více značkami vozidel. Výběr přístrojů byl volen vzhledem k možnosti jejich zapůjčení a vyzkoušení při diagnostických testech.



BOSCH



2.5.1 Atal

Společnost ATAL Tábor je známa v mnoha zemích Evropy jako výrobce a dodavatel emisních stanic a diagnostických přístrojů. Byla založena v roce 1992 v České republice v Táboře. Nyní je součástí mezinárodní skupiny ACTIA založené společností ACTIA Toulouse z Francie. [18]

2.5.1.1 Přehled přístrojů

Všechny diagnostické testery od firmy Atal jsou založeny na stejném komunikačním rozhraní nazvaném Multi-Di@g VCI (obr. 2.6). Atal nabízí jak samotné komunikační rozhraní, tak i kompletní tester na bázi PC.

Multi-Di@g Access

Jde o sestavu komunikačního rozhraní (Multi-Di@g VCI) s OBD konektorem a napájecím vedením (obr. 2.6). VCI se připojuje do PC přes USB kabel nebo koncovku

RS232. V počítači je nainstalován ovládací software Multi-Di@g Portal. Jako volitelné příslušenství jsou koncovky na starší typy diagnostických zásuvek.

Obr. 2.6 Multi-Di@g Access



Zdroj: [18]

Tab. 2.3 Technické informace přístroje Multi-Di@g Access

Minimální požadavky na PC	
Operační systém	Windows 2000/XP/Vista
Prostor na pevném disku	1 GB
Operační paměť RAM	256 MB
Možnosti propojení s PC	USB, RS232
Instalační software	Dodáván na DVD (plánováno od roku 2008)
Komunikační rozhraní	
Napájení	Z diag. zásuvky nebo akumulátoru vozidla (12V)
Diagnostické protokoly	ISO 9141, ISO 14230, ISO 11519-4, ISO 15765, SAE J2534
Obsah dodávané sestavy	
Komunikační rozhraní Multi-Di@g VCI, propojovací kabel do PC (USB, RS232), komunikační kabel OBD, koncovka OBD pro komunikaci po CAN busu, komunikační kabel univerzální (K, L, +12V, kostra), jehlové propojky pro spojení se staršími typy diag. zásuvek, DVD, plastový kufr.	

Zdroj: [18]

Multi-Di@g Handy Plus

Obr. 2.7 Multi-Di@g Handy Plus



Zdroj: [18]

Jde o přenosný tester na bázi PC (obr. 2.7). Komunikační software i vlastnosti rozhraní jsou shodné s Multi-Di@g Access.

Tab. 2.4 *Technické informace přístroje Multi-Di@g Handy Plus*

Vlastnosti použitého PC	
Operační systém	Windows XP Embedded
Pevný disk	40 GB
Operační paměť RAM	512 MB
Displej	TFT 8,4“, barevný, dotykový, SVGA 800 x 600
Procesor	VIA Eden 1,2 GHz
Možnosti propojení	USB 2.0, IrDa, PCMCIA, Wi-fi, Bluetooth, LAN 10/100, modem 56 kbps, audio, VGA
Komunikační rozhraní	
Napájení (vlastní baterii)	Z diag. zásuvky, akumulátoru vozidla (12V) nebo 220V
Diagnosticke protokoly	ISO 9141, ISO 14230, ISO 11519-4, ISO 15765, SAE-J2534
Osciloskop (volitelné - verze Handy Plus)	
Vzorkovací frekvence	10 MHz, 2 kanály
Obsah dodávané sestavy	
Přenosný tester Multi-Di@g Handy, komunikační kabel OBD, koncovka OBD pro komunikaci po CAN busu, komunikační kabel univerzální (K, L, +12V, kostra), jehlové propojky pro spojení se staršími typy diag. zásuvek, kabely pro měření multimetrem a osciloskopem, měřicí hroty osciloskopu, externí DVD mechanika, napájecí vedení, dotyková tužka, DVD, plastový kufr.	

Zdroj: [18]

Zařízení Multi-Di@g Handy Plus (technické informace viz tab. 2.4) je možné koupit ve verzi Handy, která není vybavena 2-kanálovým osciloskopem.

2.5.1.2 Software

Přístroje Atal využívají software Mult-Di@g Portal. Software slouží jak k ovládání diagnostického testeru, tak ke spouštění dalších přístrojů firmy Atal (osciloskop, měření emisí výfukových plynů, geometrie podvozku). Po výběru automobilu je možné vyvolat nápovědu umístění diagnostického konektoru. Nevýhodou Multi-Di@g Portal je, že neobsahuje žádné technické informace. Je možné pouze vyvolat technické informace jiných výrobců (Vivid Workshop nebo Autodata). Aktualizace vychází na DVD třikrát ročně. Při koupi přístroje jsou již v ceně obsaženy updaty na první rok používání. Po roce se uživatel rozhodne, zdali si předplatí další rok aktualizací nebo nikoliv a přístroj bude fungovat dál s poslední instalovanou verzí.

2.5.2 Bosch

Robert Bosch GmbH je německá společnost, založená v roce 1886 Robertem Boschem. Jde o celosvětovou skupinu zabývající se nejen vývojem a prodejem v automobilovém průmyslu, ale i dalšími odvětvími (spotřební zboží, el. nářadí, automatizace). [19], [21]

2.5.2.1 Přehled přístrojů

Firma Bosch nabízí široké spektrum diagnostických přístrojů. Pro srovnání s ostatními výrobci uvádím zástupce komunikačního rozhraní a přenosného testeru.

KTS 540

Tato sestava obsahuje komunikační rozhraní spolu s OBD kabelem a napájecím vedením. KTS 540 (obr. 2.8) je možné propojit s počítačem pomocí USB nebo bezdrátově technologií Bluetooth (více viz tab. 2.5). Diagnostické koncovky na starší typy vozidel jsou volitelné příslušenství. Přístroj KTS 540 je vybaven multimetrem na měření odporu a napětí.

Obr. 2.8 KTS 540



Popis

- a Komunikační rozhraní (KTS 540)
- b Bluetooth adaptér pro PC

Zdroj: [19]

Tab. 2.5 Technické informace přístroje KTS 540

Minimální požadavky na PC	
Operační systém	Windows XP/Vista
Prostor na pevném disku	10 GB (včetně informačního systému ESI [tronic])
Operační paměť RAM	256 MB
Možnosti propojení s PC	USB, Bluetooth (Bluetooth adaptér pro PC je součástí)
Instalační software	Dodáván na DVD
Komunikační rozhraní	
Napájení	Z diag. zásuvky, akumulátoru vozidla (12V) nebo 220V
Diagnostické protokoly	ISO 9141-2, SAE-J1850, ISO 11519-4, ISO 11898, ISO 15765-4
Obsah dodávané sestavy	
Komunikační rozhraní KTS 540, propojovací kabel do PC (USB), Bluetooth adaptér, komunikační kabel OBD, komunikační kabel univerzální (K, L, +12V, kostra), kabely pro měření multimetrem, měřicí hrot a svorka, napájecí vedení, DVD, plastový kufr.	

Zdroj: [19]

KTS 670

Jedná se o přenosný diagnostický tester na bázi PC (obr. 2.9). Je vybaven 2-kanálovým osciloskopem. Vlastnosti komunikačního rozhraní jsou shodné s KTS 540 (viz tab. 2.6).

Obr. 2.9 KTS 670



Popis

- a KTS 670
- b Diagnostický kabel s koncovkou OBD
- c Univerzální diagnostický kabel
- d Měřicí kabely osciloskopu
- e Napájení 220V

Zdroj: [19]

Tab. 2.6 Technické informace přístroje KTS 670

Vlastnosti použitého PC	
Operační systém	Windows XP Embedded
Pevný disk	40 GB
Operační paměť RAM	1024 MB
Displej	TFT 12,1“, barevný, dotykový, SVGA 800 x 600
Procesor	není uváděno
Možnosti propojení	USB 2.0, PS/2, PCMCIA, Wi-fi, LAN 10/100, audio, VGA
Komunikační rozhraní	
Napájení (vlastní baterii)	Z diag. zásuvky, akumulátoru vozidla (12V) nebo 220V
Diagnostické protokoly	ISO 9141-2, SAE-J1850, ISO 11519-4, ISO 11898, ISO 15765-4
Osciloskop	
Vzorkovací frekvence	10 MHz, 2 kanály
Obsah dodávané sestavy	
Přenosný tester KTS 670, komunikační kabel OBD, komunikační kabel univerzální (K, L, +12V, kostra), kabely pro měření multimetrem a osciloskopem, měřicí hroty a svorka, externí DVD mechanika, napájecí vedení, dotyková tužka, DVD, plastový kufr.	

Zdroj: [19]

2.5.2.2 Software

Firma Bosch nabízí nejširší technickou databázi informací pro diagnostiku na našem trhu. Uživatel má možnost ovládat přístroj KTS 540 softwarem pro „Diagnostiku ŘJ“ nebo má možnost spustit informační databázi ESI[tronic]. V programu Diagnostika ŘJ je možné zvolit požadované vozidlo a nalézt informaci o umístění diagnostického konektoru nebo spustit měření pomocí osciloskopu.

Program ESI[tronic] je rozdělen do několika informačních segmentů (ESI A – výbava vozidel, ESI B – pracovní časy, ESI C – diagnostické informace, ESI D – náhradní díly diesel, ESI E – náhradní díly elektrika, ESI F – archiv náhradních dílů, ESI K – návody na opravu komponent, ESI M – mechanické hodnoty, ESI P – el. schémata komfortních systémů, ESI S – servisní intervaly, ESI TD – data TecDoc, ESI W – zkušební hodnoty vstřikovacích čerpadel Bosch). Jako technické informace při diagnostice vozidel je využíván ESI C. Obsahuje informace o umístění komponent, el. schémata, hodnoty pro kontrolu snímačů a akčních členů, návody pro montáž a demontáž komponent, podrobné vysvětlení kódů závad, popis skutečných hodnot atd. ESI C obsahuje i diagnostické postupy při odstraňování závad s pomocí diagnostického testeru. Bosch dále nabízí službu TTS (Trouble Ticket System), kdy pomocí internetového prohlížeče může uživatel nahlédnout do databáze diagnostických případů řešených na různých vozidlech.

Software od firmy Bosch je aktualizován čtyřikrát ročně na DVD. K přístrojům KTS je nutné dokoupit tento software, který se předplácí na kalendářní rok. Uživatel má možnost výběru mezi samotným programem pro ovládání KTS nebo zároveň předplatit technické informace ESI. Nevýhodou softwaru Bosch je, že při nezaplacení předplatného přestane fungovat celý program a uživatel nemůže používat diagnostický tester.

2.5.3 Texa

Texa je italská společnost, která byla založena v roce 1992 jako výrobce automobilové diagnostiky. V dnešní době je rozšířená po celém světě a nabízí diagnostiku nejen na osobní automobily, ale i motocykly, nákladní vozy a lodě. [20]

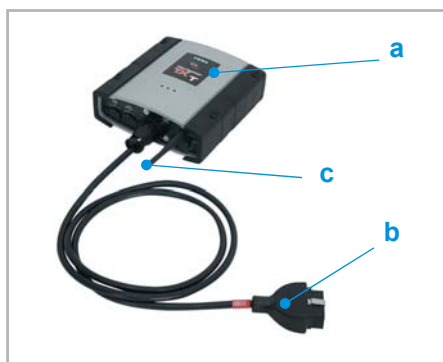
2.5.3.1 Přehled přístrojů

Společnost Texa nabízí, podobně jako výše zmiňovaní výrobci, jak různé druhy komunikačního rozhraní, tak i přenosný tester na bázi PC.

Navigator TXT

Jde o zástupce komunikačního rozhraní firmy Texa (obr. 2.10). Jako jediný z uvedených přístrojů je v kovovém provedení s pogumováním. Sestava dodávaná v plastovém kufru obsahuje kromě diagnostiky Bluetooth anténu, OBD kabel a USB klíč nutný pro funkci obslužného softwaru. Další informace viz tab. 2.7.

Obr. 2.10 Navigator TXT



Popis

- a Navigator TXT
- b Diagnostický kabel s koncovkou OBD
- c Bluetooth anténa

Zdroj: [20]

Tab. 2.7 Technické informace přístroje Navigator TXT

Minimální požadavky na PC	
Operační systém	Windows 2000/XP/Vista
Prostor na pevném disku	1 GB
Operační paměť RAM	256 MB
Možnosti propojení s PC	USB, Bluetooth
Instalační software	Dodáván na DVD nebo přes internet
Komunikační rozhraní	
Napájení	Z diag. zásuvky, akumulátoru vozidla (12V)
Diagnostické protokoly	ISO 9141-2, ISO 14230, ISO 11898, ISO 11519-2; SAE J1850, ISO 15031-5, ISO 15765-4
Obsah dodávané sestavy	
Komunikační rozhraní Navigator TXT, propojovací kabel do PC (USB), Bluetooth adaptér, komunikační kabel OBD, USB klíč, DVD, popruh pro uchycení, plastový kufr.	

Zdroj: [20]

Axone 3 Mobile

Axone 3 Mobile (obr. 2.11) je přenosný tester na bázi PC. Jeho funkce jsou shodné se zařízením Navigator TXT. Zvláštností přístroje Axone 3 Mobile je vybavení GSM modulem se SIM kartou pro příjem aktuálních informací od výrobce z Itálie. Jako jediný nemá možnost používání dalšího softwaru v prostředí Windows, protože je používání počítače omezeno pouze na obslužný diagnostický software IDC3. Technické informace jsou uvedeny v tab. 2.8.

Obr. 2.11 Axone 3 Mobile



Zdroj: [20]

Tab. 2.8 Technické informace přístroje Axone 3 Mobile

Vlastnosti použitého PC	
Operační systém	Windows XP Embedded
Pevný disk	40 GB
Operační paměť RAM	512 MB
Displej	TFT 10,2", barevný, dotykový, SVGA 800 x 600
Procesor	Celeron 400 MHz
Možnosti propojení	USB 2.0, PS/2, PCMCIA, Wi-fi, LAN 10/100, GSM, audio, VGA, Web cam, RS232 (některé možnosti pouze ve spojení s dokovací stanicí)
Komunikační rozhraní	
Napájení (vlastní baterii)	Z diag. zásuvky, akumulátoru vozidla (12V) nebo 220V
Diagnostické protokoly	ISO 9141-2, ISO 14230, ISO 11898, ISO 11519-2; SAE J1850, ISO 15031-5, ISO 15765-4
Osciloskop	
Vzorkovací frekvence	40 kHz, 4 kanály (nejednou je možné zobrazovat pouze 1 kanál)
Obsah dodávané sestavy	
Přenosný tester Axone 3 Mobile, komunikační kabel OBD, DVD, GSM modul včetně SIM karty, popruh pro uchycení, dotyková tužka, plastový kufr.	

Zdroj: [20]

2.5.3.2 Software

Přístroje od firmy Texa jsou vybaveny programem IDC3. Tímto programem je možné ovládat nejen diagnostický tester, ale i přístroje pro měření emisí výfukových plynů a osciloskop. Po výběru vozidla je možné zobrazit nápovědu o umístění diagnostického konektoru. Výhodou je možnost zobrazení krátkého videa s vyobrazením konektoru na měřeném voze (pouze u některých automobilů).

Program IDC3 obsahuje i technické informace a je rozdělen do dvou verzí (IDC3 Light, IDC3 Plus). IDC3 Light obsahuje elektrická schémata (motor, ABS), umístění komponent, databázi zákazníků, všeobecné informace o použitých snímačích a akčních členech. Verze IDC3 Plus navíc obsahuje elektrická schémata dalších systémů, plány údržby, nastavení rozvodů, informace o systému klimatizace. Novinkou je možnost vyhledání diagnostických postupů na internetu pomocí služby Google search.

Aktualizace probíhá nejméně třikrát ročně na DVD nebo přes internet. Při koupi přístroje je v ceně i časově neomezená verze IDC3. Pokud chce uživatel využít aktualizace, musí zaplatit roční předplatné.

2.5.4 Cenové srovnání přístrojů

Pro cenové srovnání přístrojů od uvedených výrobců slouží prodejní cena v Kč bez DPH pro koncového zákazníka (viz tab. 2.9). U zařízení firem Atal a Bosch platí ceník určený výrobcem pro rok 2008. Společnost Texa nemá v České republice pobočku, ale pouze dva přímé dealery. Jedním z dealerů je firma Meteor Česká republika s. r. o. Ve srovnání tedy budu vycházet z ceníku firmy Meteor, která má ve své nabídce všechny zmíněné přístroje.

Tab. 2.9 Prodejní ceník diagnostických přístrojů

Sestava komunikačního rozhraní	
Atal Multi-Di@g Access	Kč 59.900,-
Bosch KTS 540	Kč 53.350,-
Texa Navigator TXT	Kč 64.900,-
Sestava diagnostického testeru na bázi PC včetně osciloskopu	
Atal Multi-Di@g Handy Plus	Kč 111.900,-
Bosch KTS 670	Kč 184.440,-
Texa Axone 3 Mobile	Kč 139.900,-
Předplatné diagnostického softwaru na jeden rok	
Atal Multi-Di@g Portal	Kč 9.900,-
Bosch ESI[tronic] (ESI A, ESI C12)	Kč 13.500,-
Texa IDC3 Light	Kč 13.000,-
Předplatné diagnostického softwaru včetně technických informací na jeden rok	
Atal Multi-Di@g Portal + Vivid Workshop	Kč 17.890,-
Bosch ESI[tronic] (ESI A, ESI C9)	Kč 24.300,-
Texa IDC3 Plus (první rok Kč 26.000,-) – neplatí pro Axone 3 Mobile	Kč 13.000,-

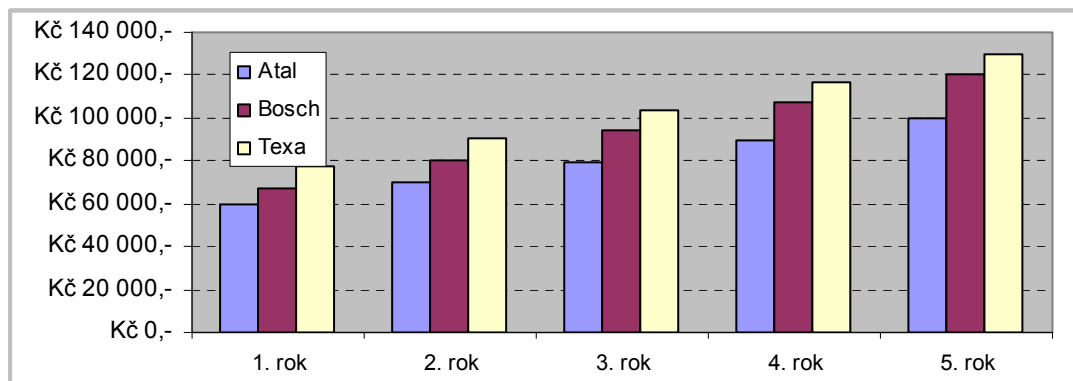
Zdroj: Ceník firmy Meteor Česká republika s.r.o.

U cenového srovnání jednotlivých přístrojů a aktualizací není možné říci, že levnější přístroj je finančně výhodnější. Přístroje se mezi sebou liší nejen stupněm výbavy, ale i funkcemi diagnostického softwaru. Pro další cenové srovnání je použito sestav komunikačních rozhraní (Multi-Di@g Access, KTS 540, Navigator TXT).

Vzhledem k tomu, že přístroje Bosch neobsahují v ceně i diagnostický software, uvedu cenové srovnání v několika situacích. První situace je srovnání nákupní ceny přístroje v součtu s částkou za pravidelné roční aktualizace v prvních pěti letech používání (viz graf 2.1). Např. částka v třetím roce je tvořena součtem nákupní ceny přístroje a součtem částek za pravidelné roční aktualizace od počátku používání. Pouze u přístroje Atal není nutné platit za aktualizace již v prvním roce používání. Po celou dobu používání zaplatí uživatel nejvíce za přístroj Texa. Ten ovšem používá software IDC3 Light, který obsahuje základní

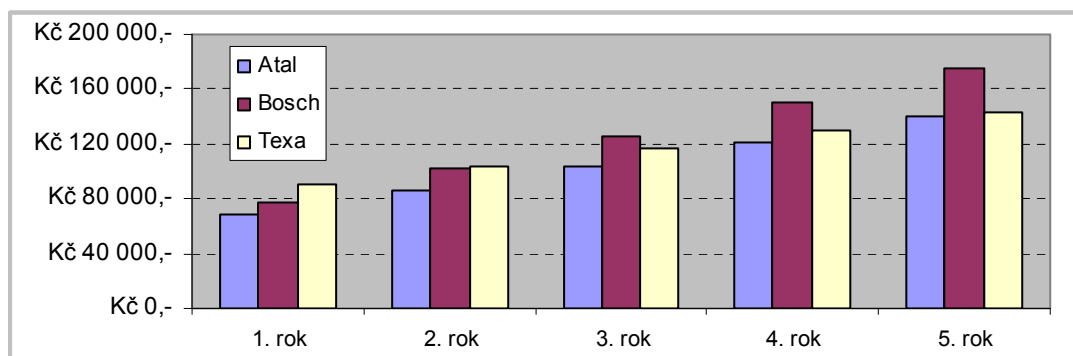
technické informace. U přístrojů Atal i Bosch je počítáno se softwarem bez technických informací. Nejméně zaplatí uživatel za přístroj od firmy Atal.

Graf 2.1 *Součet nákupní ceny přístroje a ročních aktualizací v prvních pěti letech*



V druhé situaci je brán v úvahu součet jak nákupní ceny přístroje, tak pravidelných ročních aktualizací včetně softwaru s technickými informacemi (viz graf 2.2).

Graf 2.2 *Součet nákupní ceny přístroje a ročních aktualizací včetně technických informací v prvních pěti letech*

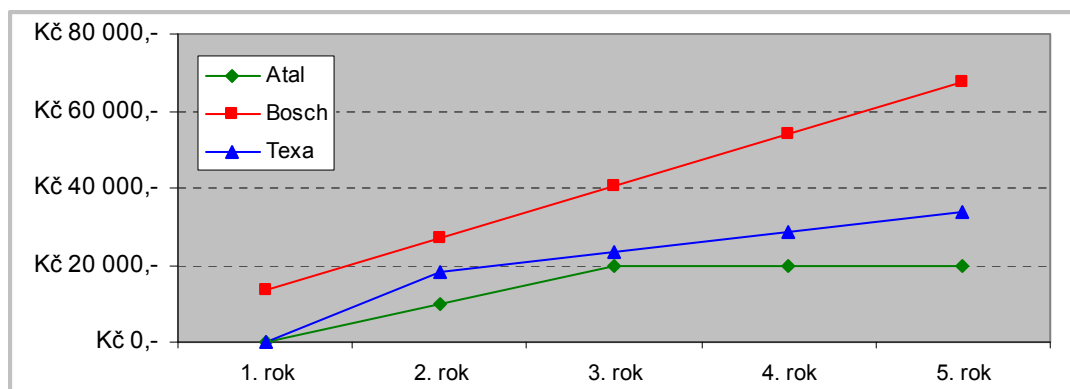


Dle cenového vyjádření se v pátém roce nejvíce zaplatí za přístroj Bosch, nejméně za přístroj Atal (při kalkulaci šestého roku používání zaplatí uživatel v součtu nejméně za přístroj Texa). Nutno poznamenat, že obsah informací v jednotlivých programech je různý a jejich srovnání na základě poskytovaných dat sahá za rámec této diplomové práce.

Třetí situace ukazuje, kolik uživatel zaplatí, pokud se rozhodne koupit aktualizaci (bez technických informací) až po několika letech používání (viz graf 2.3). Bosch pro přístroj KTS 540 nenabízí možnost používat jej bez aktualizací, proto zákazník musí platit každý rok. Ve srovnání v grafu 2.3 tedy částka uvedená u přístroje Bosch znamená součet jednotlivých ročních aktualizací, které musel zákazník zaplatit. Atal nabízí možnost zaplatit do uplynutí jednoho roku částku Kč 9.900,-. V případě, že se zákazník rozhodne

aktualizovat kdykoliv po uplynutí jednoho roku, zaplatí částku Kč 19.900,-. Přístroje Texa je možné, podobně jako přístroje Atal, používat libovolně dlouho zdarma bez aktualizací. V případě, že se zákazník s přístrojem Texa rozhodne koupit aktualizaci, musí zpětně zaplatit částku Kč 1.300,- za každou verzi softwaru, která vyšla od naposledy koupené (je počítáno s průměrným množstvím čtyř aktualizací ročně).

Graf 2.3 *Cena za roční aktualizaci koupenou v určitém roce používání*



Vzhledem k tomu, že každý výrobce diagnostiky si stanovuje vlastní podmínky prodeje aktualizací, není možné jednoznačně stanovit finančně nejvýhodnější přístroj. Z uvedených situací vyplývá, že nejvíce zákazník zaplatí, pokud si pořídí přístroj od firmy Bosch, nejméně v případě přístroje od firmy Atal. V rozhodovacím procesu, kdy si zákazník vybírá vhodný diagnostický přístroj, by cenové hledisko mělo být až několikrátým kritériem v pořadí důležitosti.

Zákazník by si měl vždy vybrat přístroj na základě vozidel, které nejčastěji navštěvují jeho autoservis. Při výběru přístroje je pro zákazníka výhodou, pokud výrobce testeru uvádí aplikační list všech řídicích systémů a značek vozidel, se kterými je možné navázat komunikaci.

3. EXPERIMENTÁLNÍ OVĚŘENÍ VYBRANÉHO DIAGNOSTICKÉHO POSTUPU

Pro srovnání jednotlivých přístrojů bylo provedeno měření na několika vozech. Vozy byly vybrány tak, aby zastupovaly v České republice rozšířené značky a modely. Srovnání slouží jako ukázka práce s jednotlivými testery. Není možné vyslovit jednoznačný závěr o vhodnosti použití přístroje na základě malého vzorku vozů. U každého testovaného vozu bude uvedeno dílčí vyhodnocení přístroje podle několika vybraných srovnávacích parametrů.

3.1 DIAGNOSTICKÁ SESTAVA

K testování bylo použito přenosného počítače a komunikačních rozhraní od všech výše zmiňovaných výrobců. Při měření byl použit stejný počítač (viz tab. 3.1), na kterém byly nainstalovány nejnovější verze ovládacích programů diagnostických testerů.

Tab. 3.1 *Technické parametry použitého počítače*

Typ	Notebook Dell Latitude D531	
Procesor	AMD Turion™ 64 X2 (2.0GHz)	
Paměť RAM	2 GB, 667 MHz DDR2 SDRAM	
Pevný disk	120GB serial ATA HDD 7200RPM	
Operační systém	Windows® XP Professional SP2	

Použitá komunikační rozhraní jsou uvedena v tabulce 3.2. Zařízení Bosch KTS 520 je starší verze zařízení KTS 540. Jeho technické vlastnosti jsou shodné s KTS 540. Hlavní rozdíl je pouze v tom, že KTS 520 nemá možnost bezdrátového propojení pomocí technologie Bluetooth. Atal Multi-Di@g Access a Bosch KTS 520 byly s notebookem propojeny pomocí kabelu USB. Při spojení zařízení Texa Navigator TXT s počítačem bylo využito bezdrátového propojení Bluetooth.

Tab. 3.2 *Použitá komunikační rozhraní*

Komunikační rozhraní	Použitý software
Atal Multi-Di@g Access	Multi-Di@g Portal 7.3
Bosch KTS 520	ESI[tronic] C9, 2008/1
Texa Navigator TXT	IDC3 Plus v. 29 car

3.2 POSTUP POROVNÁNÍ DIAGNOSTICKÝCH TESTERŮ

Při porovnání testerů jsou hodnoceny následující kritéria:

- *Umístění diagnostického konektoru*

Toto kritérium srovnává náповědu o umístění diagnostického konektoru ve vozidle.

- *Počet řídících jednotek s možností navázání komunikace*

Tato hodnota udává počet elektronických systémů použitých v daném vozidle, se kterými byl diagnostický tester schopen navázat komunikaci.

- *Rychlost spojení s řídící jednotkou*

Touto hodnotou můžeme testery porovnat z hlediska rychlosti spojení s řídící jednotkou. Změřený čas bude udávat dobu od začátku výběru vozidla v diagnostickém softwaru až po navázání komunikace s řídící jednotkou (zobrazení menu s možnostmi výběru diagnostických funkcí). Změřený čas nebude udávat dobu, kterou zabere samotné spuštění diagnostického softwaru v prostředí Windows. Výsledný čas je ovlivněn i počtem kroků, které musí obsluha projít, aby se přes výběr vozu dostala k samotné komunikaci. Z tohoto důvodu je změřený čas závislý i na rychlosti obsluhy. Proto je nutné uvést, že změřené časy odpovídají zkušené obsluze jak diagnostických testerů, tak samotného počítače s operačním systémem Windows.

- *Počet skutečných hodnot*

Tato hodnota udává počet skutečných hodnot (parametrů), které je možné zobrazit na obrazovce počítače po navázání komunikace s řídící jednotkou.

- *Počet akčních členů*

Tato hodnota udává počet akčních členů, které je možné aktivovat po navázání komunikace s řídící jednotkou.

- *Rozšiřující možnosti*

Mezi rozšiřující možnosti můžeme zahrnout veškeré kroky, které diagnostický tester nabízí po navázání komunikace nad rámec již zmíněných (např. vymazání adaptačních hodnot, pomoc při odvzdušnění brzdové soustavy, aktivace tempomatu atd.).

3.3 ZKUŠEBNÍ VŮZ Č. 1

Pro první srovnání diagnostických testerů byl vybrán zástupce u nás nejrozšířenější značky vozidel Škoda. Jedná se o model Octavia s benzínovým přeplňovaným motorem. Zvláštností je použití automatické převodovky. Technické parametry jsou v tabulce 3.3.

Tab. 3.3 Technické parametry testovaného vozu č. 1

Modelová řada	Škoda Octavia 1,8 T	
Označení motoru	AUM	
Výkon motoru	110 kW	
Druh motoru	Zážehový motor přeplňovaný	
Rok výroby	2001	
Převodovka	Automatická	

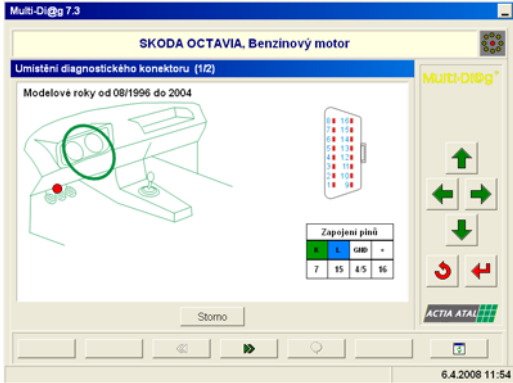
3.3.1 Porovnání diagnostických testerů

- *Umístění diagnostického konektoru*

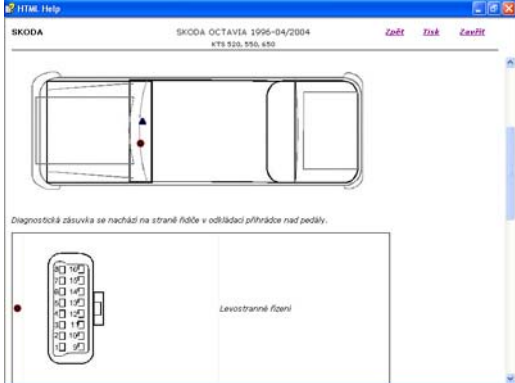
Nápověda o umístění diagnostického konektoru je přístupná u všech přístrojů.

Obr. 3.1 Umístění diagnostického konektoru na voze Škoda Octavia

Atal



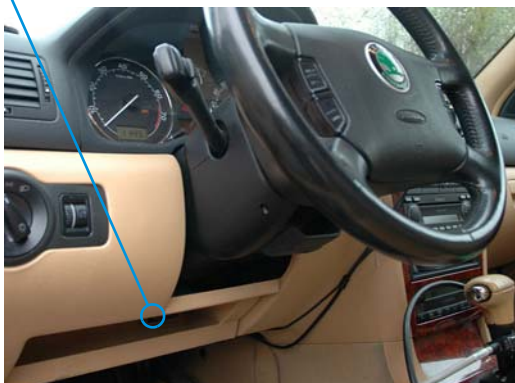
Bosch



Texa



Skutečné umístění konektoru na vozidle



Na obrázku 3.1 je vyobrazeno skutečné umístění diagnostického konektoru a vyobrazení podle nápovědy diagnostických testerů. Dle porovnání obrázků je zřejmé, že u všech testerů je nápověda pro toto vozidlo správná.

Výhodou u nápovědy Bosch je slovní popis umístění konektoru a tabulka zapojení diagnostických vedení řídicích jednotek do diagnostického konektoru. Nápověda u přístroje Texa kromě schématického zobrazení ukazuje umístění konektoru i pomocí krátkého instruktážního videa.

- *Počet řídicích jednotek s možností navázání komunikace*

U tohoto vozu nebyl proveden test navázání komunikace postupně se všemi řídicími jednotkami. U vozů koncernu VW má výhodu přístroj Atal, který má ve svém softwaru implementovanou originální diagnostiku VW (V.A.G, VAS). Porovnával jsem pouze možnost spojení s předem vybranými řídicími jednotkami: motoru, protiblokovacího systému brzd, airbagu, přístrojové desky, klimatizace, automatické převodovky, CAN bus a systémem EOBD. U všech přístrojů bylo možné bez komplikací navázat komunikaci s uvedenými elektronickými systémy.

- *Rychlost spojení s řídicí jednotkou*

U tohoto vozu bylo provedeno opakované měření času potřebného ke spojení s řídicí jednotkou motoru (Bosch Motronic ME 7.5). Výsledný čas (tab. 3.4) je aritmetický průměr deseti po sobě jdoucích měření.

Tab. 3.4 *Rychlost navázání komunikace s řídicí jednotkou motoru vozu č. 1*

Komunikační rozhraní	Výsledný čas
Atal Multi-Di@g Access	45 s
Bosch KTS 520	72 s
Texa Navigator TXT	62 s

Nejrychleji se byl schopen spojit přístroj Atal. Nejhorší čas u přístroje Bosch je ovlivněn faktem, že program nejprve naváže komunikaci a zobrazí počet závad v řídicí jednotce, teprve v dalším kroku dojde ke spojení s řídicí jednotkou a zobrazení diagnostického menu.

- *Počet skutečných hodnot*

Při spojení s řídicí jednotkou motoru byl zaznamenán počet parametrů, které dokáže diagnostický přístroj zobrazit (viz tab. 3.5).

Tab. 3.5 Počet možných skutečných hodnot v řídicí jednotce motoru vozu č. 1

Komunikační rozhraní	Počet skutečných hodnot
Atal Multi-Di@g Access	104
Bosch KTS 520	43
Texa Navigator TXT	69

Nejvíce skutečných hodnot umožňuje zobrazit přístroj Atal, což je dáno implementací diagnostiky V.A.G. U přístroje Texa jsou skutečné hodnoty rozděleny do dvou skupin (parametry a stavy). Výsledné číslo je součtem skutečných hodnot z obou skupin.

- *Rozšiřující možnosti*

Po navázání komunikace s řídicí jednotkou motoru nabídla diagnostika Bosch možnost nastavit řídicí jednotku škrtící klapky, řídicí jednotku recirkulace spalín, a spínač Kickdown pedálu akceleraace. Také bylo možno provést kódování řídicí jednotky a tím jí přizpůsobit úrovni výbavy vozidla (ABS, ESP, automatické převodovka, počet airbagů atd.). Další možností bylo provedení aktivace tempomatu.

Přístroj Texa pro tuto řídicí jednotku motoru nabízí možnost seřízení otáček volnoběhu a nastavit polohu škrtící klapky. Pomocí přístroje Texa je možné provést i kódování řídicí jednotky.

Diagnostika Atal díky systému V.A.G může provést všechny přizpůsobení a nastavení jako originální diagnostika. Nevýhodou ovšem zůstává, že k těmto krokům je potřeba vlastnit originální dílenské příručky, kde jsou popsány kódy, na základě kterých se jednotlivé funkce aktivují.

3.3.2 Využití přístrojů k odhalení příčiny závady

Na voze Škoda Octavia byly přístroje porovnány i z hlediska odhalení závady, která se vyskytla při provozu vozidla.

- *Popis závady*

Řidič vozu při provozu neshledal žádné odchylky od běžného stavu. Jediným projevem závady bylo rozsvícení kontrolky MIL na přístrojovém panelu. Tato kontrolka signalizuje odchylku hodnot nebo poruchu komponenty související s tvorbou emisí výfukových plynů.

- *Načtení paměti závad ŘJ motoru*

Prvním krokem při odhalení závady bylo vyčtení paměti závad řídicí jednotky Bosch Motronic ME 7.5. V tabulce 3.6 jsou popsány uložené chyby, jak je zaznamenaly jednotlivé přístroje.

Tab. 3.6 Výpis paměti závad řídicí jednotky motoru vozu č. 1

Komunikační rozhraní	Kód závady	Popis závady	Typ závady
Atal Multi-Di@g Access	17544 (P1136)	Řada válců 1, adaptace směsi (add), systém příliš chudý	Sporadická
Bosch KTS 520	P1136	Aditivní korekce směsi 1, chudá směs	Sporadická
Texa Navigator TXT	Kód neurčen	Přízpůsobení směsi vzduchu volnoběhu, systém příliš chudý	Sporadická

Každý přístroj používá jiné výrazy k popisu závady. Významově se jedná o stejnou závadu. Přístroj Texa k závadě nezobrazil žádný kód závady. Kód závady je možné využít pro hledání vhodného postupu v dílenských příručkách výrobce.

- *Načtení paměti závad EOBD*

U tohoto vozu je, vzhledem k použití automatické převodovky, systém EOBD pro řízení motoru i převodovky. Přístroje Atal a Bosch po zvolení systému EOBD umožnily provést výběr mezi motorem a převodovkou. Přístroj Texa tento výběr neumožnil, ale po spojení s EOBD zároveň zobrazoval paměť závad z motoru i převodovky. Uložené chyby v systému EOBD řízení motoru jsou v tabulce 3.7.

Tab. 3.7 Výpis paměti statických závad systému EOBD vozu č. 1

Komunikační rozhraní	Kód závady	Popis závady
Atal Multi-Di@g Access	P0171	Systém příliš chudý (skupina 1)
Bosch KTS 520	P0171	Příliš chudá směs (řada 1)
Texa Navigator TXT	Kód neurčen	Směs příliš chudá (záznam 1)

Paměť závad EOBD je u všech přístrojů interpretována shodně. Přístroje Atal a Bosch zobrazily i kód EOBD dle ISO 15 031-6. Přístroj Texa neumožnil zobrazení kódového označení závady.

- *Ověření příčiny závady*

Ať byla vyčtena paměť závad přímo z řídicí jednotky motoru nebo systému EOBD, popis závady vždy uvádí, že dochází k ochuzování směsi paliva a nasávaného vzduchu. Příčinu ochuzení směsi řídicí jednotka nemůže poznat. To, že je směs příliš chudá, pozná na základě signálu od lambda sondy.

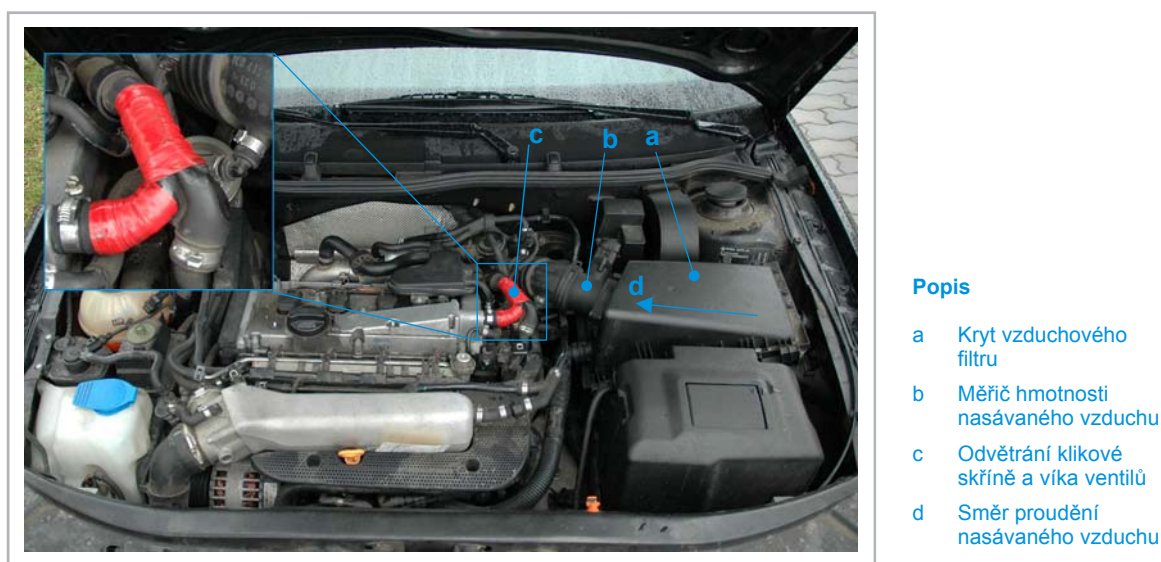
Pro ověření bohatosti směsi jsem využil pouze prostředků vnitřní diagnostiky. Ve skutečných hodnotách bylo potřeba nalézt hodnotu odrážející bohatost směsi. U starších systémů benzinového vstřikování je možné zobrazit hodnotu výstupního napětí lambda sondy, která se pohybuje v rozmezí 0V až 1V, tak jak systém v určených intervalech (cca. 1/s) mění směs mezi bohatou a chudou. V nových vozech

je použita planární širokopásmová lambda sonda. Ta měření pomocí výstupního napětí již neumožňuje. Je nutné sledovat přímo hodnotu součinitele bohatosti směsi lambda, kterou nám může poskytnout řídicí jednotka.

Při komunikaci s řídicí jednotkou motoru nebyla u žádného z testerů možnost zobrazit součinitel lambda. Při komunikaci se systémem EOBD se tato hodnota dala nalézt u přístroje Atal a Bosch. Přístroj Texa neumožňoval zobrazit součinitel lambda ani při komunikaci se systémem EOBD.

Prvním krokem bylo uvedení motoru do chodu a zahřátí na provozní teplotu. Dalším krokem byla vizuální prohlídka vozu. Po otevření krytu motorového prostoru se ukázal pravděpodobný důvod ochuzování směsi (obr. 3.2).

Obr. 3.2 Pohled do motorového prostoru vozu Škoda Octavia

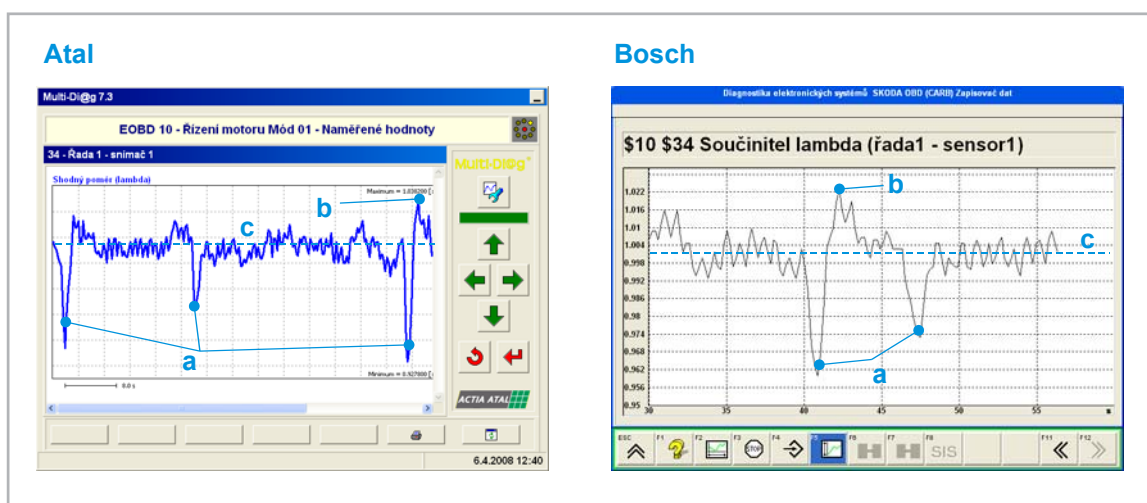


Hadice pro odvětrání klikové skříně a víka ventilů byly od agresivního prostředí poškozené a zapříčinily přísávání vzduchu za měřičem hmotnosti nasávaného vzduchu ve směru proudění nasávaného vzduchu. Řídicí jednotka s tímto vzduchem nedokáže počítat a to se projeví chudou směsí, kterou signalizuje lambda sonda. Hadice byla částečně opravena dodatečnou izolační páskou. I v tomto stavu docházelo k mírnému přísávání vzduchu, což zapříčinilo rozsvěcení kontrolky MIL.

Součinitel lambda při zahřátém motoru běžícím na volnoběh vykazoval hodnotu 1, která je v pořádku. Řídicí jednotka dokáže mírné odchylky od bohatosti směsi dorovnat dobou vstříku paliva. Významem závad uložených v řídicí jednotce motoru je informace, že řídicí jednotka motoru rozpoznává chudou směs a snaží se jí přizpůsobit (korigovat).

Pro ukázkou, jakým způsobem ovlivňuje přívod vzduchu od klikové skříně a víka ventilů bohatost směsi, byl proveden malý test. Při zobrazeném součiniteli lambda a běžícím motoru byla přiškrcena porušená hadice u sacího potrubí. Díky diagnostickému testeru je možné pozorovat následné obohacení směsi $\lambda < 1$ (obr. 3.3, a). Po povolení přiškrcené hadice je naopak vidět krátkodobé ochuzení směsi $\lambda > 1$ (obr. 3.3, b) a následné dorovnání regulací řídicí jednotky na hodnotu $\lambda = 1$ (obr. 3.3, c).

Obr. 3.3 Grafické zobrazení hodnoty součinitele lambda



Pro zobrazení parametrů je výhodou možnost grafického záznamu. Tu přístroje Atal i Bosch nabízí. Přístroj Texa má možnost grafického zobrazení parametrů jen velmi omezenou (malé pole vedle hodnoty sledovaného parametru).

3.4 ZKUŠEBNÍ VŮZ Č. 2

Druhým vozem porovnávacího testu byl Opel Astra (tab. 3.8). Na tomto voze nebyla přítomna žádná závada. Při porovnávacím testu jsem se zaměřil na možnost spojení s co nejvíce elektronickými systémy u jednotlivých komunikačních rozhraní.

Tab. 3.8 Technické parametry testovaného vozu č. 2

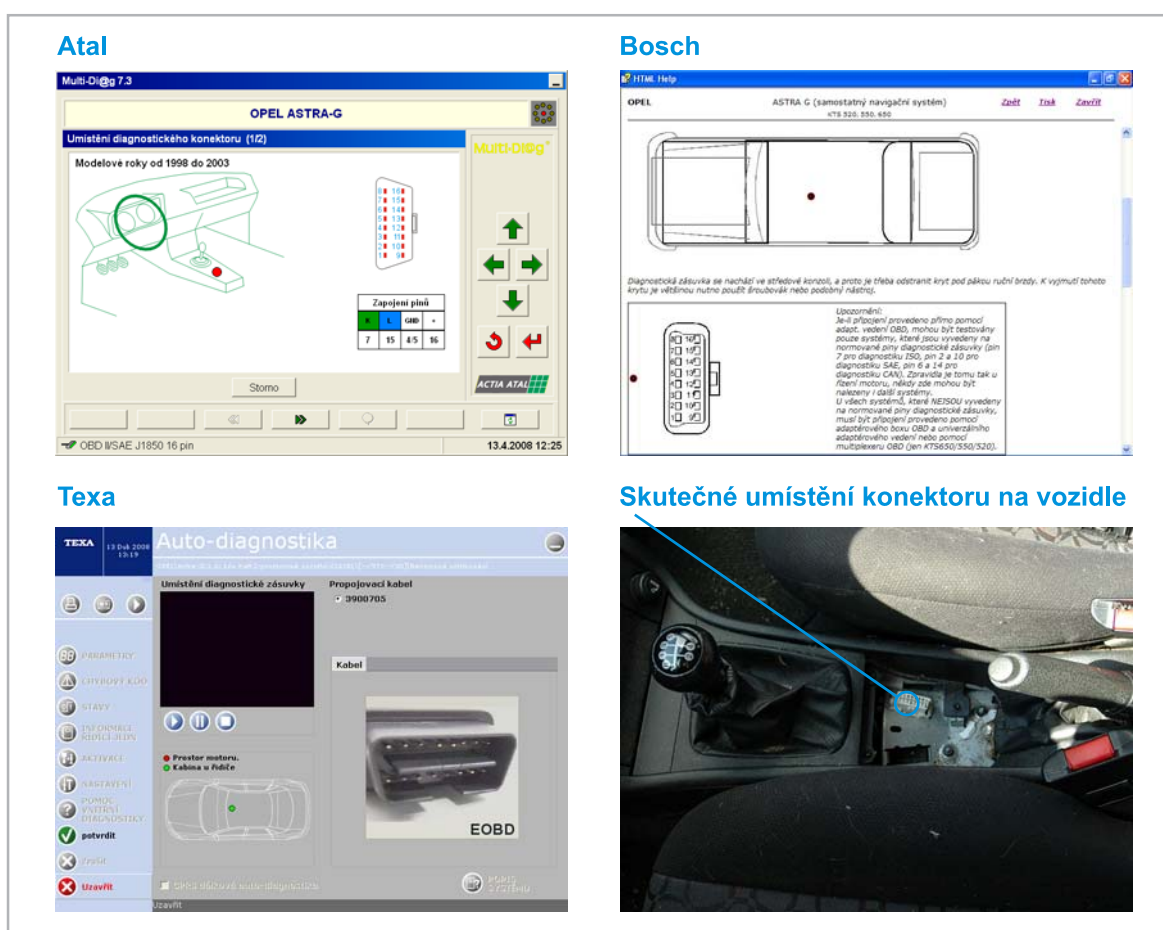
Modelová řada	Opel Astra G 1,6i Caravan	
Označení motoru	X 16 XEL	
Výkon motoru	74 kW	
Druh motoru	Zážehový motor atmosférický	
Rok výroby	2000	
Převodovka	Manuální	

3.4.1 Porovnání diagnostických testerů

- *Umístění diagnostického konektoru*

Nápověda o umístění diagnostického konektoru je na obrázku 3.4. Vyobrazení je přesné u všech přístrojů. Graficky nejčitelnější je u přístroje Atal. Naproti tomu má přístroj Bosch kromě grafického vyobrazení i slovní popis, kde se konektor nachází. Přístroj Texa je také velmi názorný díky možnosti přehrání instruktážního videa s ukázkou umístění konektoru.

Obr. 3.4 Umístění diagnostického konektoru na voze Opel Astra



- *Rychlost spojení s řídicí jednotkou*

U vozu Opel Astra bylo provedeno opakované měření času potřebného ke spojení s řídicí jednotkou motoru (Delphi Multec SV4). Výsledný čas (tab. 3.9) je aritmetickým průměrem deseti po sobě jdoucích měření.

Tab. 3.9 Rychlost navázání komunikace s řídicí jednotkou motoru vozu č. 2

Komunikační rozhraní	Výsledný čas
Atal Multi-Di@g Access	40 s
Bosch KTS 520	39 s
Texa Navigator TXT	33 s

Nejrychleji se byl schopen spojit přístroj Texa. Přístroje Bosch a Atal následovaly.

- *Charakteristika komunikace se všemi možnými elektronickými systémy*

Pro porovnání schopností přístrojů při vnitřní diagnostice tohoto vozu bylo navázáno spojení se všemi možnými řídicími jednotkami. Jednotlivé systémy a jejich možnosti jsou popsány v tabulce 3.10. Čísla vyjadřují počet zobrazených možností.

Tab. 3.10 Výpis řídicích jednotek vozu č. 2

Tester	Motor – Delphi Multec SV4				ABS – Bosch 5.3				Airbag	
	PZ	SH	AČ	DF	PZ	SH	AČ	DF	PZ	SH
Atal	ano	46	12	12	ano	18	6		ano	24
Bosch	ano	34	7	1	ano	8	6	2	ano	14
Texa	ano	39	6		ano	18	6		ano	19
Tester	Centrální zamykání				Imobilizér			Přístrojová deska		
	PZ	SH	AČ	DF	PZ	SH	DF	PZ	SH	AČ
Atal								ano	20	8
Bosch	ano	26	6		ano	10		ano		
Texa	ano	30	4	3	ano	12	8			

Popis: PZ – paměť závad, SH – skutečné hodnoty, AČ – akční členy, DF – další funkce

Nelze udělat jednoznačný závěr, který přístroj měl více možností při komunikaci s vozidlem. Na dobré úrovni byla komunikace s řídicí jednotkou motoru, ABS a airbagů u všech přístrojů. U přístroje Atal je výhodou široká nabídka dalších funkcí u řízení motoru (např. mazání adaptačních hodnot, test vypínání vstříků, nastavení volnoběžných otáček atd.). Zařízení Bosch má možnost dalších funkcí na systému ABS (simulace jízdy, test impulsního kola). S řídicí jednotkou centrálního zamykání a imobilizéru je možné navázat komunikaci pouze s přístrojem Bosch a Texa. V obou případech je přístroj Texa na vyšší úrovni díky možnosti kódování klíčů, dálkového ovládání, konfigurace jednotky a dalších funkcí. Řídicí jednotka přístrojové desky byla dosažitelná v malém rozsahu pro zařízení Bosch, v širším rozsahu pro zařízení Atal a nedosažitelné pro zařízení Texa.

Dále je třeba poznamenat, že funkce mazání servisního intervalu byla funkční jen u přístroje Atal (na tomto voze je také možnost manuálního mazání pomocí ovladačů na přístrojovém panelu). Zařízení Bosch, kromě výše uvedených systémů, bylo jako jediné schopné navázat komunikaci (pouze paměť závad) se systémem řízení ventilátoru chlazení.

3.5 ZKUŠEBNÍ VŮZ Č. 3

Do porovnávacího testu jsem zařadil i vozidlo staršího data výroby, které je již vybavené systémem s diagnostikou po lince K. Jedná se o Citroen ZX (tab. 3.11). Tento vůz je vybaven elektronicky řízeným jednobodovým vstřikováním. Výrobce do tohoto modelu instaloval buď elektronický systém Bosch Mono-Motronic MA 3.0 nebo jako v tomto případě systém Marelli IAW G6.

Tab. 3.11 Technické parametry testovaného vozu č. 3

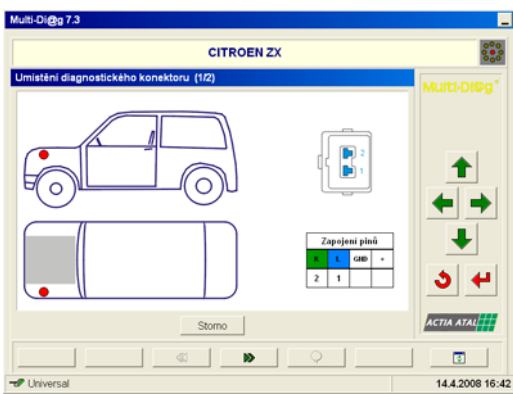
Modelová řada	Citroen ZX 1,4i	
Označení motoru	KDX	
Výkon motoru	55 kW	
Druh motoru	Zážehový motor atmosférický	
Rok výroby	1995	
Převodovka	Manuální	

3.5.1 Porovnání diagnostických testerů

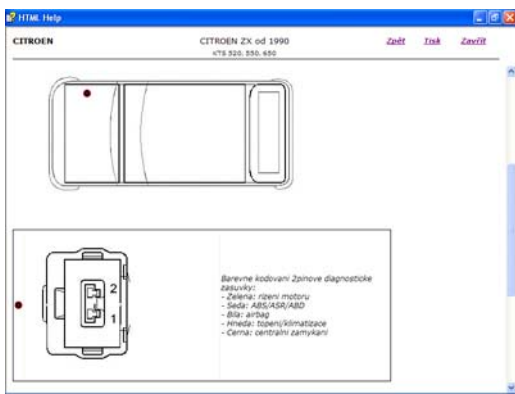
- Umístění diagnostického konektoru

Obr. 3.5 Umístění diagnostického konektoru na voze Citroen ZX

Atal



Bosch



Texa



Skutečné umístění konektoru na vozidle



Toto vozidlo není vybavené OBD konektorem. Pro diagnostiku je použit konektor s dvěma piny, na které je vyvedena linka K a L. U starších vozidel je běžné, že konektor se nachází v motorovém prostoru v blízkosti řídicí jednotky. Pokud by bylo vozidlo vybaveno dalšími řídicími jednotkami (ABS, airbag), každá by měla svůj vlastní diagnostický konektor. Umístění konektoru u vozu Citroen ZX je na obrázku 3.5.

Vyobrazení konektoru v nápovědě bylo přesné u přístroje Atal a Texa. Přístroj Texa neměl v tomto případě video ukázkou. Přístroj Bosch odkazoval nesprávně na opačnou stranu motorového prostoru.

- *Počet řídicích jednotek s možností navázání komunikace*

Vzhledem ke stáří vozidla a nízkému stupni výbavy byla vnitřní diagnostika použita jen pro systém řízení motoru, se kterým se spojily všechny zkušební přístroje.

- *Rychlost spojení s řídicí jednotkou*

U tohoto vozu bylo provedeno opakované měření času potřebného ke spojení s řídicí jednotkou motoru (Marelli IAW G6). Výsledný čas (tab. 3.12) je aritmetický průměr deseti po sobě jdoucích měření.

Tab. 3.12 Rychlost navázání komunikace s řídicí jednotkou motoru vozu č. 3

Komunikační rozhraní	Výsledný čas
Atal Multi-Di@g Access	39 s
Bosch KTS 520	43 s
Texa Navigator TXT	30 s

Nejrychlejšího času dosáhl přístroj Texa. Dále následoval Atal a Bosch.

- *Počet skutečných hodnot a akčních členů*

Při spojení s řídicí jednotkou motoru byl zaznamenán počet parametrů, které dokáže diagnostický přístroj zobrazit, a akčních členů, které dokáže ovládat (viz tab. 3.13).

Tab. 3.13 Počet možných skutečných hodnot a akčních členů u vozu č. 3

Komunikační rozhraní	Počet skutečných hodnot	Počet akčních členů
Atal Multi-Di@g Access	20	5
Bosch KTS 520	15	5
Texa Navigator TXT	19	5

Dosažené hodnoty jsou vyrovnané. Nejvíce skutečných hodnot zobrazí Atal. Naproti tomu přístroje Bosch a Texa umožňují krok korekce předstihu, kterým lze přizpůsobit charakteristiku zapalování jakosti paliva.

3.5.2 Využití přístrojů k odhalení příčiny závady

- *Popis závady*

Vůz Citroen ZX vykazoval při provozu závadu v chodu motoru. Sporadicky zhasínal motor při volnoběhu nebo při mírně sešlápnutém plynovém pedálu.

- *Načtení paměti závad ŘJ motoru*

Vyčtení paměti závad bylo prvním krokem v diagnostickém postupu.

Tab. 3.14 Výpis paměti závad řídicí jednotky motoru vozu č. 3

Komunikační rozhraní	Kód závady	Popis závady	Typ závady
Atal Multi-Di@g Access	-	Adaptace bohatosti směsi	Trvalá
Bosch KTS 520	42	Přizpůsobení směsi	Trvalá
Texa Navigator TXT	-	Vnitřní regulace směsi	Trvalá

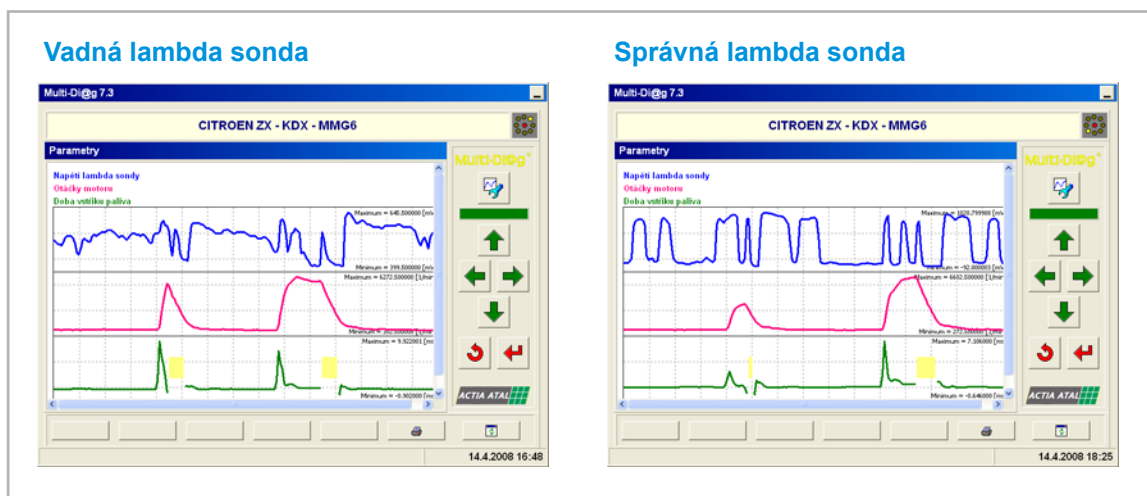
Zobrazení kódu závady u přístroje Bosch je dáno tím, že používá v některých případech své vlastní značení kódů závad. Slovní popis závady udává u všech přístrojů problém s přizpůsobením bohatosti směsi. Trvalá závada znamená, že je momentálně přítomna na vozidle nebo se vyskytla opakovaně.

- *Ověření příčiny závady*

Vyčtená závada může značit problém v netěsném sání, špatné dodávce paliva, vadné lambda sondě, mechanické závadě motoru, špatném zapalování nebo vadné řídicí jednotce. Pro určení dalšího postupu bylo potřeba změřit vhodný souhrnný signál, kterým je výstupní napětí lambda sondy. Díky vnitřní diagnostice řídicí jednotky motoru jsem mohl využít navázání komunikace a zobrazit výstupní napětí ve skutečných hodnotách. Hodnotu výstupního napětí umožňovaly vyčíst všechny použité přístroje. Při volnoběžných otáčkách motoru zahřátém na provozní teplotu musí výstupní napětí lambda sondy měnit svou hodnotu v rozmezí 0 až 1 V. Trvalé napětí v oblasti 0 V značí chudou směs a může znamenat malé množství dodávaného paliva nebo přisávání vzduchu. Trvalé napětí v oblasti 1V značí bohatou směs a může být způsobeno velkým množstvím dodaného paliva. Pomalé změny napětí a malé výchylky výstupního signálu značí vadnou lambda sondu.

Po zobrazení výstupního napětí přístrojem Atal bylo zřejmé, že závada je v samotné lambda sondě, která nebyla schopná řídicí jednotce hlásit bohatost směsi (obr. 3.6). Signál lambda sondy je vyobrazen spolu s otáčkami motoru a dobou vstřiku paliva.

Obr. 3.6 Výstupní napětí lambda sondy Citroenu ZX



Vadná lambda sonda dosahuje prahových hodnot 0,4 až 0,65 V a není schopná pravidelné změny. Po její následné výměně je již signál změřený za stejných podmínek v pořádku (obr. 3.6). Při porovnání modrých křivek napětí lambda sondy na obrázku 3.6 je nutné si uvědomit, že zobrazený rozsah napětí je u vadné lambda sondy 0,4 až 0,65 V a u správné lambda sondy 0 až 1 V, protože přístroj Atal při zobrazení parametrů automaticky nastavuje vertikální rozsah podle maximální a minimální hodnoty.

Odstranění závady bylo potvrzeno zkušebním provozem vozidla a vyčtením paměti závad po několika dnech. Při diagnostice je třeba vždy vycházet i z popisu chování vozu jeho majitelem. Důležitým údajem jsou i informace o dílech, které již byly vyměněny při předchozích opravách. Často se stává, že právě vyměněné součásti jsou příčinou závady z důvodu zakoupení nekvalitních náhradních dílů popř. již používaných. Nejinak tomu bylo i v tomto případě, kdy mě majitel vozu informoval, že právě lambda sonda byla měněna, čímž mě mohl zavést na kontrolu jiných komponent.

4. VYHODNOCENÍ EXPERIMENTU

Při vzájemném porovnání přístrojů můžu vycházet z několikaleté praxe v používání uvedených testerů. Na základě srovnání cen komunikačních rozhraní není možné usoudit, který přístroj je ekonomicky příznivější. Ceny přístrojů jsou vyrovnané a největší sumu peněz nakonec uživatel zaplatí za kupování pravidelných ročních aktualizací spolu s technickými informacemi.

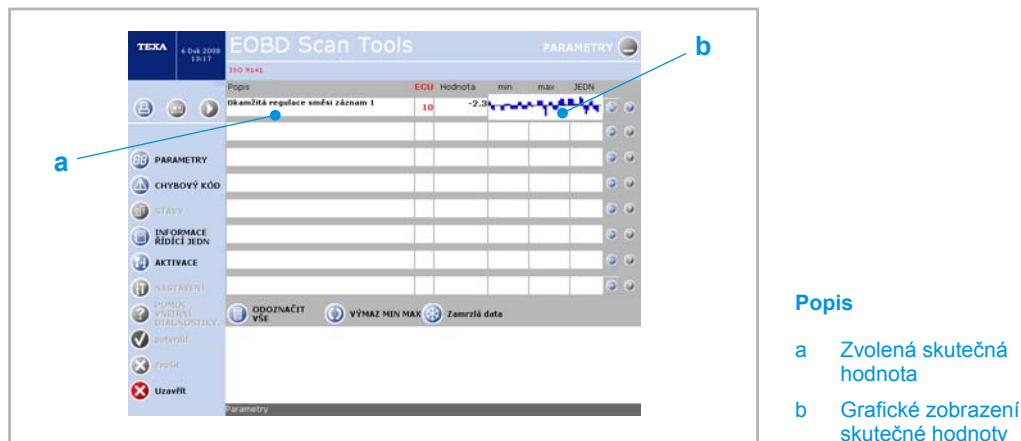
Rychlost spojení s řídicí jednotkou je u použitých přístrojů různá podle zvolené značky. V některých případech můžeme samotné spojení urychlit přímým výběrem řídicího systému (pokud jsme jej schopni správně identifikovat). U přístrojů Texa je nutné vždy před spojením identifikovat v programu přesně vozidlo jinak není možné navázat komunikaci. Tento způsob může sám o sobě zpomalit celý proces spojení s řídicí jednotkou. Na druhou stranu diagnostický tester má přesně určeno, s jakým systémem se spojuje, a tudíž odpadá zdlouhavá fáze autodetekce. Přístroj Atal nemá jednotný systém výběru vozidla, proto u některých značek je možné použít autodetekci a u některých přesně vybrat typ elektronického systému. Testery od firmy Bosch mají jak možnost autodetekce, tak přímého výběru elektronického systému.

Na základě uvedených příkladů diagnostiky elektronických systémů osobních vozidel je vidět, že každý z přístrojů má odlišnosti v šíři řídicích jednotek i v možnostech diagnostických kroků. Důležitým údajem je i možnost spojení s velkým množstvím značek automobilů. V tomto parametru jsou na tom lépe přístroje Bosch a Texa z toho důvodu, že mají širší nabídku vozidel asijské produkce.

Důležitou možností při diagnostice s pomocí komunikačního testeru je zobrazení skutečných hodnot. Velikou výhodou pro vyhodnocení a hlavně prezentaci dat se ukazuje grafické zobrazení parametrů v čase. To je kvalitně zpracováno u přístrojů Atal a Bosch. Obě značky přístrojů umožňují zobrazení jednoho i více parametrů (Bosch max. 4). Přístroj Atal nabízí uložení grafického záznamu do souboru pdf (Adobe Reader). Přístroj Bosch zase umožňuje nahrání několika obrazovek záznamu a jejich zpětné zobrazení (záznam ovšem nelze uložit na pevný disk počítače). Nedostatečným způsobem je grafické zobrazení skutečných hodnot řešeno u přístroje Texa (obr. 4.1). Grafické zobrazení má

malou velikost a rozlišení. Při jeho zobrazení se překryje část údajů sledované hodnoty snímače (min. a max. hodnota, jednotky).

Obr. 4.1 Grafické zobrazení skutečné hodnoty u přístroje Texa



Nápověda o umístění diagnostického konektoru je zpracována u všech přístrojů. Nejlépe se uživatel orientuje podle video nápovědy, kterou obsahuje přístroj Texa. Toto instruktážní video ovšem není zpracované u všech vozidel. Schematické zobrazení je u všech přístrojů dostatečné pro rychlé nalezení diagnostického konektoru.

Při diagnostikování poruchového stavu vozidla byla použita funkce vyčtení paměti závad. Slovní popis závady není stejný, což je způsobeno hlavně kvalitou překladu do českého jazyka. Vyčtená závada by měla být vždy ověřena následným měřením, aby nedocházelo ke zbytečné výměně funkční součásti.

Nejvíce funkcí při diagnostikování vozu č. 1 nabídl přístroj Atal. Rozsahem funkcí se vyrovnal značkové diagnostice V.A.G. U testovaného vozu č. 2 nabídl nejvíce funkcí přístroj Texa, hlavně díky možnosti přizpůsobování klíčů zapalování a dálkového ovládání. Při testování vozu č. 3 byly možnosti všech přístrojů vyrovnané.

5. ZÁVĚR

Předložená práce řeší významnou problematiku použití sériové diagnostiky v osobních vozidlech. Jako přínos této práce lze považovat jednak ucelený přehled používaných přístrojů a technologií v oblasti vnitřní diagnostiky a dále pak experimentální porovnání vybraných přístrojů. Vzhledem k tomu, že každý výrobce diagnostické techniky nabízí jen stručné informace o svých produktech, může tato práce sloužit pro snadnější orientaci v této oblasti.

Rešeršní část práce se zabývá popisem všech elektronických komponent souvisejících s činnostmi celého systému (elektronické řízení motoru, ABS, klimatizace, CAN bus atd.). Velmi důležité je rozdělení síťových propojení, které jsou dnes používány, a jejichž důležitost na provozu celého automobilu dále poroste. Při zpracování rešeršní části byla použita především odborná literatura firmy Bosch včetně zdrojů, které dosud nebyly zpracovány v českém jazyce.

Experimentální část práce je zaměřena na detailní popis a analýzu možností, které diagnostické testery (komunikační rozhraní) nabízejí. Hlavní důraz je kladen na přístroje, které jsou určeny pro nezávislé autoopravny. Díky mému zaměstnání jsem mohl využít přístrojů, které jsou v Evropě a tedy i České republice jedny z nejznámějších (Atal, Bosch, Texa). Porovnání cen přístrojů je důležité, protože každý výrobce nabízí jiný systém placení aktualizací diagnostického programu. Systém placení aktualizací je pro většinu zákazníků nejdůležitějším kritériem při výběru přístroje. Proto autoservisy s nízkým obratem a malým počtem zaměstnanců (jeden až dva zaměstnanci) volí raději přístroje Atal nebo Texa, u kterých není bezpodmínečně nutné platit za obnovu dat programu každý rok. Naopak zákazníci s více zaměstnanci dávají přednost přístrojům, které kromě samotné diagnostiky nabízejí i technické informace (expertní systémy). V této kategorii přístrojů pro neznačkové servisy nabízí nejlepší řešení přístroje firmy Bosch.

Vývoj diagnostiky směřuje k bezdrátovým technologiím. Většina přístrojů dnes nabízí propojení pomocí technologie Bluetooth s PC. Dalším krokem při vnitřní diagnostice elektronických systémů osobních vozů bude zavedení tele-diagnostiky. Komunikační rozhraní bude zakomponováno do elektroniky automobilu. Komunikace mezi řídicími jednotkami a servisními středisky bude probíhat např. za pomoci sítí mobilních operátorů.

To umožní sledování stavu vozidla i na velké vzdálenosti. Výhodou bude i automatické plánování návštěvy autoservisu při blížící se inspekční prohlídce. Se stejným systémem se počítá i pro plánovaný systém OBD III. Kontroly emisí výfukových plynů nebudou probíhat v pravidelných intervalech, ale až v momentě, kdy řídící jednotka zjistí mezní stav komponenty ovlivňující složení výfukových plynů. Vývoj dálkové diagnostiky je vidět na přístroji firmy Texa. Ta nabízí zařízení TMD (Texa Mobile Diagnostics), který je určen pro nákladní vozy. S jeho pomocí je možné sledovat celý vozový park, komunikovat s řídícími jednotkami a plánovat servisní návštěvy.

Uvážíme-li, jaký posun vpřed zaznamenalo použití vnitřní diagnostiky v automobilech za posledních 20 let, je zřejmé, že její důležitost nadále poroste. Při ukázce práce s přístroji na vybraných vozech je vidět rozdíl v možnostech vnitřní diagnostiky na vozech Citroen ZX (rok výroby 1995) a Opel Astra (rok výroby 2000). U vozu Citroen bylo možné navázat komunikaci pouze s jednou řídící jednotkou, kdežto u vozu Opel se sedmi jednotkami. Stejně tak rozsah funkcí je u pět let novějšího vozu mnohem širší. Při použití diagnostiky na voze Škoda Octavia byla prokázána důležitost zavedení systému EOBD, který včas informuje řidiče o nutnosti návštěvy autoservisu.

6. POUŽITÁ LITERATURA

- [1] FRITZ, Adolf a kol. Mikroelektronika v motorových vozidlech. Vydání první. Praha: Robert Bosch odbytová spol. s r.o., červen 2002. 91 s. ISBN 80-903132-2-1
- [2] ZABLER, Erich a kol. Snímače v motorových vozidlech. Vydání první. Praha: Robert Bosch odbytová spol. s r.o., červen 2003. 148 s. ISBN 80-903132-5-6
- [3] ZABLER, Erich and contributors. Automotive Sensors. 2nd Edition. Germany: Robert Bosch GmbH, July 2007. 165 pages. ISBN 978-3-86522-049-3
- [4] BONNICK, Allan W.M. Automotive Computer Controlled Systems: Diagnostic tools and techniques. 1st Edition. Great Britain: Butterworth-Heinemann, 2001. 252 pages. ISBN 0-7506-5089-3
- [5] VLK, František. Elektronické systémy motorových vozidlech 1. Vydání první. Brno: Nakladatelství vlk, 2002. 297 s. ISBN 80-238-7282-6
- [6] MISCHO, Stefan and contributors. Automotive Networking. 1st Edition. Germany: Robert Bosch GmbH, July 2007. 119 pages. ISBN 978-3-86522-303-6
- [7] BERGER, Joachim a kol. Elektronická regulace vznětových motorů EDC. Vydání první. Praha: Robert Bosch odbytová spol. s r.o., červen 2002. 95 s. ISBN 80-903132-4-8
- [8] Dílenská učební pomůcka č. 24 CAN bus. Škoda auto a. s. <CD-ROM, 24_CAN Bus.pdf>
- [9] DENTON, Tom. Advanced Automotive Fault Diagnosis. 2nd Edition. Great Britain: Butterworth-Heinemann, 2006. 271 pages. ISBN 0-7506-6991-8
- [10] Firemní literatura Bosch. Control Unit Diagnostics via the OBD Interface. Germany: Robert Bosch GmbH, 2001. 1 689 980 283.
- [11] JIČÍNSKÝ, Štěpán. Osciloskop a jeho využití v autoopravářské praxi. Vydání první. Praha: Grada Publishing, a. s., 2006. 238 s. ISBN 80-247-1417-5
- [12] VLK, František. Zkoušení a diagnostika motorových vozidel. Vydání první. Brno: Nakladatelství vlk, 2001. 576 s. ISBN 80-238-6573-0
- [13] Školící prezentace. Vzdělávání pedagogických pracovníků. Škoda auto a. s., Robert Bosch odbytová spol. s r.o. <Diagnostika.ppt>
- [14] PEJŠA, Ladislav a kol. Technická diagnostika. Vydání první. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, Tech. fakulta, 1995. 195 s. ISBN 80-213-0249-6

- [15] PEXA, Martin. Přednášky k předmětu Technická diagnostika. Česká zemědělská univerzita v Praze, Tech. Fakulta [online]. [cit. 2008-15-02] Dostupné z <<http://tf.czu.cz/~pexa/>>
- [16] STODOLA, Jiří. Diagnostika motorových vozidel. Sylaby k přednáškám. Brno: Vysoké učení technické v Brně, 2003. 288 s.
- [17] Informační software. ESI[tronic]. Germany: Robert Bosch GmbH, verze 2008/1. Dostupné z <DVD, 2008/1>
- [18] Internetová prezentace firmy Atal spol s r. o., Lesní 47, 390 01 Tábor – Horky [online]. [cit. 2008-28-03] Dostupné z <<http://www.atal.cz>>
- [19] Internetová prezentace firmy Robert Bosch odbytová s.r.o., Automobilová technika, Pod Višňovkou 1661/35, 140 00 Praha 4 – Krč [online]. [cit. 2008-20-03] Dostupné z <<http://aa.bosch.cz>>
- [20] Internetová prezentace firmy Texa S.p.A. Via 1 Maggio, 9, 310 50 Monastier di Treviso, Italy [online]. [cit. 2008-22-03] Dostupné z <<http://www.texa.it>>
- [21] Robert Bosch GmbH. Internetová Encyklopedie Wikipedie [online]. [cit. 2008-20-03] Dostupné z <http://cs.wikipedia.org/wiki/Robert_Bosch_GmbH>

7. SEZNAMY

7.1 SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1.1 Podíl hodnoty používané elektroniky na ceně vozu	2
Obr. 1.2 Řídící jednotka zážehového motoru.....	4
Obr. 1.3 Elektronika v osobním motorovém vozidle	5
Obr. 1.4 Bloky elektronického systému	5
Obr. 1.5 Základní funkce snímače	6
Obr. 1.6 Druhy charakteristik snímačů	7
Obr. 1.7 Příklady tvaru výstupního signálu	8
Obr. 1.8 Zpracování signálu v řídicí jednotce.....	10
Obr. 1.9 Ovládací signál elektromagnetu.....	11
Obr. 1.10 Rozdělení topologie sítě.....	13
Obr. 1.11 Topologie sítě v moderním automobilu	14
Obr. 1.12 Přenos dat konvenčním způsobem a pomocí sběrnice CAN	15
Obr. 1.13 Způsoby adresování informací.....	16
Obr. 1.14 Bitové přidělování (předávání přístupu ke sběrnici při více komunikacích).....	17
Obr. 1.15 Formát zpráv CAN.....	17
Obr. 1.16 Napěťové úrovně na CAN-C	19
Obr. 1.17 Varovná kontrolka (MIL)	21
Obr. 1.18 Blikací kód	24
Obr. 1.19 OBD konektor	26
Obr. 2.1 Příklad větveného diagnostického postupu (benzínové vstřikování).....	28
Obr. 2.2 Expertní diagnostický systém	29
Obr. 2.3 Digitální multimetr.....	31
Obr. 2.4 Blokové schéma digitálního osciloskopu.....	32
Obr. 2.5 Diagnostické testery pro servisní síť Škoda auto.....	35
Obr. 2.6 Multi-Di@g Access	42
Obr. 2.7 Multi-Di@g Handy Plus	42
Obr. 2.8 KTS 540	44
Obr. 2.9 KTS 670	45
Obr. 2.10 Navigator TXT	47

Obr. 2.11 Axone 3 Mobile	47
Obr. 3.1 Umístění diagnostického konektoru na voze Škoda Octavia.....	54
Obr. 3.2 Pohled do motorového prostoru vozu Škoda Octavia.....	58
Obr. 3.3 Grafické zobrazení hodnoty součinitele lambda.....	59
Obr. 3.4 Umístění diagnostického konektoru na voze Opel Astra.....	60
Obr. 3.5 Umístění diagnostického konektoru na voze Citroen ZX.....	62
Obr. 3.6 Výstupní napětí lambda sondy Citroenu ZX	65
Obr. 4.1 Grafické zobrazení skutečné hodnoty u přístroje Texa.....	67

7.2 SEZNAM TABULEK

Tab. 1.1 Historický vývoj elektronických systémů v motorových vozidlech.....	3
Tab. 1.2 Přehled sběrnicových systémů používaných v motorových vozidlech.....	14
Tab. 1.3 Popis chybového kódu	22
Tab. 2.1 Příklad části prostého diagnostického postupu	27
Tab. 2.2 Uložená závada v ŘJ motoru vozidla Fiat Bravo, 1.6 16V, 75 kW, r.v. 1996.	39
Tab. 2.3 Technické informace přístroje Multi-Di@g Access	42
Tab. 2.4 Technické informace přístroje Multi-Di@g Handy Plus.....	43
Tab. 2.5 Technické informace přístroje KTS 540.....	44
Tab. 2.6 Technické informace přístroje KTS 670.....	45
Tab. 2.7 Technické informace přístroje Navigator TXT.....	47
Tab. 2.8 Technické informace přístroje Axone 3 Mobile	48
Tab. 2.9 Prodejní ceník diagnostických přístrojů.....	49
Tab. 3.1 Technické parametry použitého počítače.....	52
Tab. 3.2 Použitá komunikační rozhraní	52
Tab. 3.3 Technické parametry testovaného vozu č. 1	54
Tab. 3.4 Rychlost navázání komunikace s řídicí jednotkou motoru vozu č. 1	55
Tab. 3.5 Počet možných skutečných hodnot v řídicí jednotce motoru vozu č. 1	56
Tab. 3.6 Výpis paměti závad řídicí jednotky motoru vozu č. 1	57
Tab. 3.7 Výpis paměti statických závad systému EOBD vozu č. 1	57
Tab. 3.8 Technické parametry testovaného vozu č. 2	59
Tab. 3.9 Rychlost navázání komunikace s řídicí jednotkou motoru vozu č. 2	61
Tab. 3.10 Výpis řídicích jednotek vozu č. 2	61
Tab. 3.11 Technické parametry testovaného vozu č. 3	62

Tab. 3.12 Rychlost navázání komunikace s řídicí jednotkou motoru vozu č. 3	63
Tab. 3.13 Počet možných skutečných hodnot a akčních členů u vozu č. 3	63
Tab. 3.14 Výpis paměti závad řídicí jednotky motoru vozu č. 3	64

7.3 SEZNAM GRAFŮ

Graf 2.1 Součet nákupní ceny přístroje a ročních aktualizací v prvních pěti letech.....	50
Graf 2.2 Součet nákupní ceny přístroje a ročních aktualizací včetně technických informací v prvních pěti letech	50
Graf 2.3 Cena za roční aktualizaci koupenou v určitém roce používání	51

7.4 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

ABS	Anti-lock Braking System	MOST	Media Oriented Systems Transport
A/D	Analogově/Digitální	OBD	On-Board Diagnosis
ASR	Acceleration Slip Regulation	OBM	On-Board Monitoring
CAN	Controller Area Network	PC	Personal Computer
CARB	California Air Resources Board	PCMCIA	Personal Computer Memory Card International Association
CD	Compact Disc	PDA	Personal Digital Assistant
DVD	Digital Versatile Disc	PDF	Portable Document Format
EDC	Electronic Diesel Control	PWM	Pulse Width Modulation
EGR	Exhaust Gas Recirculation	RAM	Random Access Memory
EOBD	European On-Board Diagnosis	ŘJ	Řídicí Jednotka
ESP	Electronic Stability Program	SAE	Society of Automotive Engineers
FTP	Federal Test Procedure	SIM	Subscriber Identity Module
GSM	Groupe Spécial Mobile	SMD	Surface Mounted Devices
HC	Hydrocarbon	TFT	Thin Film Transistor
HDD	Hard Disk Drive	TTP	Time-Triggered Protocol
ISO	International Standard Organization	USB	Universal Serial Bus
KWP	Keyword Protocol	V.A.G	Volkswagen Aktiengesellschaft
LAN	Local Area Network	VIN	Vehicle Identification Number
LCD	Liquid Crystal Display	VGA	Video Graphics Array
LED	Light-Emitting Diode	VW	Volkswagen
LIN	Local Interconnect Network		
MIL	Malfunction Indicator Lamp		