

Česká zemědělská univerzita v Praze

Technická fakulta

Katedra vozidel a pozemní dopravy



Analýza systémů OBD v diagnostice motorových vozidel

Diplomová práce

Vedoucí práce: Ing. Martin Kotek, Ph.D.

Autor práce: Bc. Jan Brynych

PRAHA 2016

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Katedra vozidel a pozemní dopravy

Technická fakulta

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Jan Brynych

Silniční a městská automobilová doprava

Název práce

Analyza systémů OBD v diagnostice motorových vozidel

Název anglicky

Analysis of OBD systems in the diagnosis of motor vehicles

Cíle práce

Analyzovat současný stav metod, postupů a diagnostického vybavení pro diagnostiku motorových vozidel.

Práci zaměřit na oblast sériové diagnostiky a vlastností systému OBD.

Experimentálně ověřit závěry sériové diagnostiky se stanovením konečné diagnózy skutečné příčiny závady.

Metodika

1. provést literární rešerši v oblasti dané problematiky s vlastními komentáři a stanovisky
2. konzultovat práci s institucemi a výrobci zabývající se danou problematikou
3. provést vlastní experimenty, stanovit závěry a uvést případná doporučení

Doporučený rozsah práce

50-60 stran textu včetně tabulek a obrázků

Klíčová slova

OBD, sériová diagnostika, diagnóza, porucha

Doporučené zdroje informací

GREGORA, S., MAŠEK, Z.: Elektronické a mechatronické systémy v konstrukci silnicích vozidel, Pardubice, 2008, ISBN 978-80-7395-082-8

Papoušek M., Šterba P.: Diagnostika spalovacích motorů, Computer Press, Brno, 2007, ISBN 978-80-251-1697-5

PEJŠA, L., KADLEČEK, B. aj.: Technická diagnostika, Skripta TF ČZU, 1995, ISBN 80-213-0249-6

Remek B.: Provozní údržba a diagnostika vozidel, ČVUT Praha 2003, ISBN 80-01-02275-7

VLK, F.: Diagnostika motorových vozidel Vlk, Brno, 2006, 576s., ISBN 80-239-7064-0



Předběžný termín obhajoby

2016/05 (květen)

Vedoucí práce

Ing. Martin Kotek, Ph.D.

Elektronicky schváleno dne 19. 2. 2015

doc. Ing. Miroslav Růžička, CSc.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 27. 4. 2015

prof. Ing. Vladimír Jurča, CSc.

Děkan

V Praze dne 19. 10. 2015

Abstrakt:

Hlavním cílem této práce je analyzovat současný stav metod, postupů a diagnostického vybavení pro diagnostiku motorových vozidel se zaměřením na oblast sériové diagnostiky a vlastnosti systému OBD. V úvodních kapitolách se práce zabývá historií diagnostiky. V další kapitole je popsán vývoj normy OBD. Byl popsán systém OBD I a dále jeho nástupce OBD II s kompatibilitou na evropskou verzi EOBD. Ve stádiu příprav je OBD III. Dále se práce zabývá automobilovou diagnostikou představující kontrolní proces, který umožňuje ověření technického stavu vozidla. Poslední kapitola je věnována vlastnímu měření. Diagnostika byla provedena na vozidle Škoda Octavia 1.9 TDI 81kW r. v. 2000 ve výbavě Laurin & Klement. Vozidlo mělo problémy s provozem motoru, nefunkčností airbagů i nefunkčností systému ABS.

Klíčová slova: OBD, sériová diagnostika, diagnóza, porucha

Abstract:

The main objective of this work is to analyze the current state of methods, procedures and diagnostics equipment for motor vehicles diagnostics with a focus on serial diagnostics and characteristic of the OBD system. In the opening chapters the thesis deals with the history of diagnostics. The next chapter describes the development of OBD standards. Further, OBD I together with his successor OBD II is described. OBD II is compatible to the European version of OBD. OBD III is in draft stage. Furthermore, the work deals with automotive diagnostics, a control process allowing validation of vehicle technical condition. The last chapter is devoted to a measurement. Skoda Octavia 1.9 TDI 81kW, year of production 2000, Laurin & Klement equipment has been diagnosed. The vehicle had troubles with an engine, airbags and ABS malfunctions.

Key words: OBD, serial diagnostics, diagnosis, failure

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracoval samostatně pod vedením Ing. Martina Kotka Ph.D. a uvedl jsem všechny literární prameny a publikace, ze kterých jsem čerpal.

V Mělníku 21.3.2016

.....

Jan Brynych

Rád bych na tomto místě poděkoval Ing. Martinu Kotkovi Ph.D. za vedení práce a podnětné rady a připomínky při jejím zpracování. Dále bych rád poděkoval svému bratru Ing. Pavlu Brynychovi za cenné rady při studiu a zpracování diplomové práce a firmě „Autoelektrika Václav Brynych“ za zapůjčení diagnostických zařízení. Děkuji také všem svým blízkým za hmotnou a především duševní podporu během celého studia.

Obsah

1. Úvod.....	1
1.1. Cíl práce.....	1
1.2. Metodika práce	1
2. Historie diagnostiky	2
3. Technická diagnostika.....	4
3.1. Preventivní diagnostika.....	4
3.2. Diagnostika po poruše	4
3.3. Náklady diagnostiky	4
3.4. Diagnostické postupy	5
4. Paralelní diagnostika	5
4.1. Multimetr	6
4.2. Osciloskop	7
4.2.1. Analogový osciloskop	8
4.2.2. Digitální osciloskop	9
5. Sériová diagnostika	10
5.1. OBD I	11
5.1.1. Čtení paměti závad	12
5.1.2. Diagnostická zástrčka OBD I	13
5.1.3. Přístroj pro komunikaci s OBD I – VAG 1551.....	14
5.1.4. Přístroj pro komunikaci s OBD I – UNISCAN	15
5.2. OBD II	16
5.2.1. Vnitřní diagnostika v řídicí jednotce	17
5.2.2. Chybové kódy	19
5.2.3. Automobilová sběrnice CAN	19
5.2.4. Diagnostický konektor.....	20
5.3. OBD III	22
6. Diagnostické přístroje sériové diagnostiky OBD II.....	23
6.1. Komunikace s diagnostickým testerem	23
6.2. Přesnost komunikace.....	24
6.3. Průběh identifikace řídicí jednotky	24
6.4. Značkové diagnostické systémy	25
6.5. Multiznačkové diagnostické systémy	27
6.5.1. Texa navigator TXT	27

6.5.2.	Multi-Diag Access 2	28
6.5.3.	Bosch KTS 540	28
6.5.4.	Bosch KTS 670	30
6.5.5.	Bosch FSA 720	31
6.5.6.	Bosch FSA 740	31
6.5.7.	Bosch FSA 750	32
6.5.8.	Bosch – ESI [tronic]	32
7.	Praktická ukázka využití diagnostiky	34
7.1.	Diagnostika řídicí jednotky motoru	35
7.1.1.	Měřič průtoku vzduchu	36
7.2.	Diagnostika řídicí jednotky airbagu	40
7.2.1.	Airbag	40
7.3.	Diagnostika řídicí jednotky ABS	42
7.3.1.	Protiblokovací systém ABS	42
8.	Závěr	50
	Seznam použitých zkratk	52
	Seznam obrázků	53
	Seznam tabulek	53
	Použitá literatura:	54

1. Úvod

Tato práce se zabývá analýzou současného stavu metod, postupů a diagnostického vybavení pro diagnostiku motorových vozidel. Diagnostika resp. diagnóza bylo odvozeno z řeckého slova „dia-gnosis“, což v překladu znamená „přes poznání“ (rozeznávání, určování). Technická diagnostika slouží k odhalení závad na vozidlu nebo k nastavení či změnám nastavení jednotlivých zařízení.

Pod pojmem palubní diagnostika se dnes skrývá diagnostika všech přítomných řídicích jednotek v daném automobilu, přičemž nezáleží, jestli se jedná o řídicí jednotku komfortu nebo hnacího ústrojí. Diagnostika technického stavu motorového vozidla byla vyvíjena souběžně s vývojem vozidel. Základem diagnostiky bylo hodnocení stavu základních funkčních skupin či příslušenství vozidla jako jsou zdrojové soustavy, těsnost spalovacího prostoru, zapalovací soustavy, geometrie podvozku, vstřikovací soustavy atd. S příchodem elektroniky se servisní systémy slučovaly postupně do souhrnných diagnostických soustav.

Jeden z prvních souhrnných neboli komplexních systémů byl program USATACOM, který byl určen pro armádu USA (United States of America).

1.1. Cíl práce

Cílem této práce je literární rešerše, která bude analyzovat současný stav metod, postupů a diagnostického vybavení pro diagnostiku motorových vozidel se zaměřením na sériovou diagnostiku a vlastnosti systému OBD. Dále je cílem práce ověření funkce palubní diagnostiky na vozidle Škoda Octavia s určitou závadou a určení závěru, jak tuto závadu opravit.

1.2. Metodika práce

První část práce bude v podobě rešerše převážně zaměřena na historii a popis on-board diagnostiky. Následovat bude přehled diagnostických přístrojů a zařízení pro komunikaci s řídicími jednotkami.

Druhá část bude zaměřena na odhalení příčin závad na vozidle z provozu pomocí on-board diagnostiky.

2. Historie diagnostiky

Hledáním závad se mechanici zabývali už od doby, kdy na svět vyjely první vozy tažené koňmi. I tehdy opraváři hledali závadu na ohnuté oji či zlomeném kole. Po vynalezení spalovacího motoru, jež se umísťoval zprvu do kočárů, později do vozidel podoby známé dnes, museli mechanici při hledání závady používat měřicí přístroje, posuvné měřítko, různé měrky, neboť tato zařízení vyžadovala přesnější opravy a vyladění. Mechanik má za úkol zajistit správný chod motoru automobilu, např. kontrolou zapalovacích svíček, seřízením volnoběhu, seřízením ventilových vůlí atd. Hledat neboli diagnostikovat závadu u prvních automobilů bylo podstatně jednodušší než je tomu dnes. Pokud mechanik byl zkušený, často jako diagnostický signál používal svůj sluch a zrak a k opravě používal nářadí s přípravky. Tyto závady se často objevovaly v oblasti dodávky paliva, zapalování nebo dobíjení.

S pokrokem doby se automobily vylepšovaly a modernizovaly, vyvíjely se nové díly a zařízení. Například Robert Bosch roku 1887, pouhých pár měsíců po otevření své dílny vyrobil magnetoelektrický zapalovač podle výrobku z produkce firmy DEUTZ a provedl na něm několik zásadních změn. Účelem zařízení bylo generovat elektrickou jiskru nezbytnou pro zapálení směsi ve stacionárním motoru s vnitřním spalováním. Robert Bosch byl první, kdo magnetoelektrický zapalovač použil pro motor vozidla. Psal se rok 1897. V té době oprava elektroinstalace spočívala ve vizuální kontrole kabeláže, v náročnějších situacích byl využit měřicí přístroj. Mechanici pro hledání závady na zapalovacím systému začali používat analogové měřicí přístroje, které dokázaly zobrazovat pomocí vychýlení ručičky před stupnicí odpor v ohmech dané měřené cívky. Princip Boschova magneta, se u zážehových motorů používá dodnes. [1]

Roku 1927 Robert Bosch přinesl na trh zcela nový vstřikovací systém pro naftové motory nákladních automobilů, upravující dávku paliva a tím snižující vznik škodlivých emisí. V roce 1936 byl pak systém k dispozici i pro osobní vozidla. Na opravu těchto systémů se používají dodnes různé diagnostické přístroje. Hlavními diagnostickými veličinami byla ruční a vizuální kontrola stavu mechanických součástí, kontrola elektrických a fyzikálních veličin jako je tlak,

teplota apod. Také se využívala porovnávací metoda se správně fungujícím motorem, kdy se porovnával výkon, spotřeba, kompresní tlak atd.

Firma Bosch vyvíjela další elektronické systémy pro pohonnou jednotku vozu, karosérii automobilu, komfortní a bezpečnostní elektroniku. Například v roce 1967 vyvinula vstřikovací systém pro zážehové motory D-Jetronic, v roce 1978 protiblokovací brzdny systém ABS (Anti-lock Braking System), roku 1979 elektronickou řídicí jednotku motoru (Motronic). Současně s vývojem elektronických systémů se vyvíjely diagnostické systémy, které se přes diagnostickou zásuvku umístěnou v motorovém prostoru nebo pod palubní deskou vozu připojí na palubní systém spojující všechny řídicí jednotky ve vozidle. Následně mohou číst chybová hlášení řídicích jednotek. Součástí diagnostických systémů je software nainstalovaný v PC a přípojný kabel. Tento způsob hledání poruchy se využívá spolu s měřicími přístroji například vícekanálovým osciloskopem, voltmetrem, ampérmetrem, digitálním testerem a jiných diagnostických zařízení.

Závady na mechanických dílech (díly předních náprav, systém brzd, atd.) se určují, až když k nim dojde. Tyto závady se projevují například hlukem, sníženou nebo žádnou funkčností. Těmto závadám lze předcházet pravidelnými návštěvami v autoservisu, kde na požádání majitele vozidla mechanici určí opotřebované díly a doporučí majiteli vozu jejich výměnu. Při takovýchto kontrolách se mimo jiné kontroluje stav všech provozních kapalin a provádí se komplexní zkouška funkčnosti motoru a karoserie. Pravidelné kontroly přispívají k životnosti automobilu.

3. Technická diagnostika

Technická diagnostika je vědní obor, zabývající se metodami a prostředky zjišťování skutečného technického stavu objektů v reálném čase. Toto zjišťování je bez-demontážní a nedestruktivní. Hlavním cílem je co nejvíce nahradit intuitivní a individuální přístup k určování technického stavu, přístupem exaktním a systematickým s maximálním využitím všech relevantních informací o diagnostikovaném objektu nebo produktu [2].

3.1. Preventivní diagnostika

Úkolem preventivní diagnostiky je v předem stanovených intervalech zjišťovat technický stav stroje a při jeho nepřijatelném zhoršení provést vhodná opatření – výměna, oprava, údržba [3].

3.2. Diagnostika po poruše

Úkolem diagnostiky po poruše je zjistit, proč se porucha stala a co je nutné k jejímu odstranění. Například pokud motor nelze nastartovat, je zapotřebí závadu odhalit a odstranit ji [3].

3.3. Náklady diagnostiky

Preventivní diagnostika je nákladný proces, je tedy zapotřebí zvážit kdy je aplikace účelná, při diagnostice po poruše většinou nezůstává majiteli jiná možnost.

Hlavní úspory z preventivní diagnostiky jsou odhalení nesprávně nastavené hodnoty a její následné seřízení, odhalení procesu směřujícího k havarijní poruše a provoz stroje ve shodě s právními normami a předpisy [3].

Do nákladů na zjištění poruchy zařízení je třeba zahrnout náklady na [3]:

- Pořízení diagnostických přístrojů
- Mzdy obsluhy
- Režii
- Na dopravu stroje do místa provedení diagnostiky
- Na prostoje stroje během diagnostiky
- Náklady vyplývající z úrovně jakosti použitého diagnostického signálu, tedy z přesnosti diagnózy a prognózy technického stavu

3.4. Diagnostické postupy

Diagnostický postup lze definovat jako doporučenou posloupnost diagnostických úkonů, prováděnou za účelem zjištění technického stavu objektu. Cílem je vyslovení diagnózy a prognózy o technickém stavu diagnostikovaného objektu. Diagnostické postupy se dělí na prosté a větvené [4].

Diagnostický postup prostý

Diagnostické úkony jsou prováděny v pevně stanoveném sledu bez ohledu na naměřené hodnoty. V současné době se používá pro dokumentaci technického stavu, např. při revizních měřeních [4].

Diagnostický postup větvený

Větvený diagnostický postup je logicky členěn, následující diagnostické měření se provádí na základě vyhodnocení diagnostické veličiny naměřené v předchozím kroku [4].

4. Paralelní diagnostika

Paralelní diagnostika znamená měření fyzikálních veličin v podobě elektrických signálů, například pomocí multimetru nebo osciloskopu. Takto můžeme měřit signály ovládající vstřikovací ventily, signály od Hallova snímače a jiných čidel a zařízení.

Operace prováděné při diagnostice vedou k ověření správného chodu regulovaného procesu, nebo ke zjištění místa a příčiny závady. V případě, pokud je diagnostikovaná soustava složená z neelektronicky regulovaných členů, lze moderních diagnostických postupů využít jen v omezené míře. Naopak u plně elektricky řízených procesů je situace příznivější. Elektrická regulační soustava přijímá a zpracovává elektrické signály ze snímačů neelektrických veličin a po jejich zpracování a vyhodnocení, je vyslán elektrický signál akčním členům soustavy. Diagnostikou se proměřují elektrické parametry regulační soustavy a to ve statickém i dynamickém režimu. Ve statickém režimu se měří například ohmický odpor vinutí, neporušenost kabeláže atd. Pokud jsou výsledky vyhovující, správná funkce soustavy se ověřuje v dynamickém režimu měřením změn elektrických parametrů jednotlivých členů soustavy při změně vstupních nebo naopak výstupních veličin. Při provádění kontroly se používá údajů stanovených výrobcem daného dílu nebo vozidla [24].

Pokud naměřené parametry odpovídají předepsaným, může být problém v řídicí jednotce. Existují možnosti jejího proměření, ale obvykle je jednodušší ověření výměnou za správný díl. Časté závady bývají na kabeláži soustavy ve vozidle. Jedná se o trvalé nebo přechodné přerušení vodičů, zkrat mezi vodiči, či zkrat na kostru vozidla, studené spoje při pájení apod.

4.1. Multimetr

Multimetr je přístroj nezbytný k provádění paralelní diagnostiky. Jedná se o víceúčelový univerzální přístroj, který se používá pro měření základních elektrických veličin napětí, proud a odpor. Moderní multimetry nám poskytují více možností, jako například měření indukčnosti, trvání impulzů, frekvence, test diod atd. (**Obrázek 1**). Starší typy měřicích přístrojů byly analogové, kde je měřená hodnota udávána výchylkou ručičky. Při měření lambda-regulace u moderních automobilů jsou analogové měřiče výhodnější z důvodu umožnění lepšího rozpoznání kolísání napětí [5].

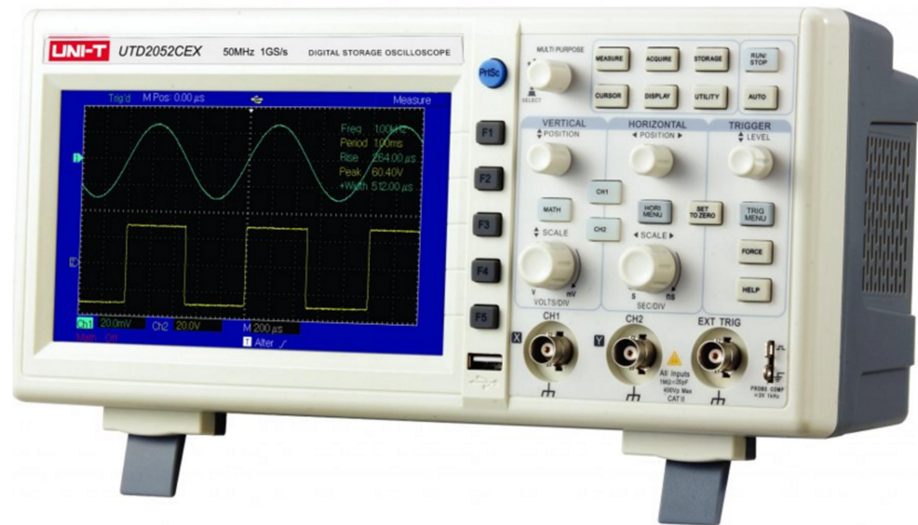


Obrázek 1: Digitální multimetr s měřením výkonu UNI-T [8]

4.2. Osciloskop

Osciloskop slouží pro zviditelnění průběhu napětí na obrazovce (**Obrázek 2**). Většinou se používá jako součást motorového testeru. Pomocí osciloskopu je možné měřit a zobrazovat napětí, proud, amplitudu, frekvenci a fázový posun signálu v elektronických obvodech. Tyto signály vedou vedle odhalení závad v elektrických a elektronických obvodech i k zobrazení některých mechanických souvislostí. Například pozorováním křivek oscilogramu lze odvodit souvislosti týkající se úniku kompresního tlaku z válce, stavu zapalovacích svíček a kabelů apod. [5]

Podle způsobu zpracování měřeného nebo zobrazovaného signálu dělíme osciloskopy na analogový osciloskop a digitální osciloskop.



Obrázek 2: Digitální Osciloskop firmy UNI-T [9]

4.2.1. Analogový osciloskop

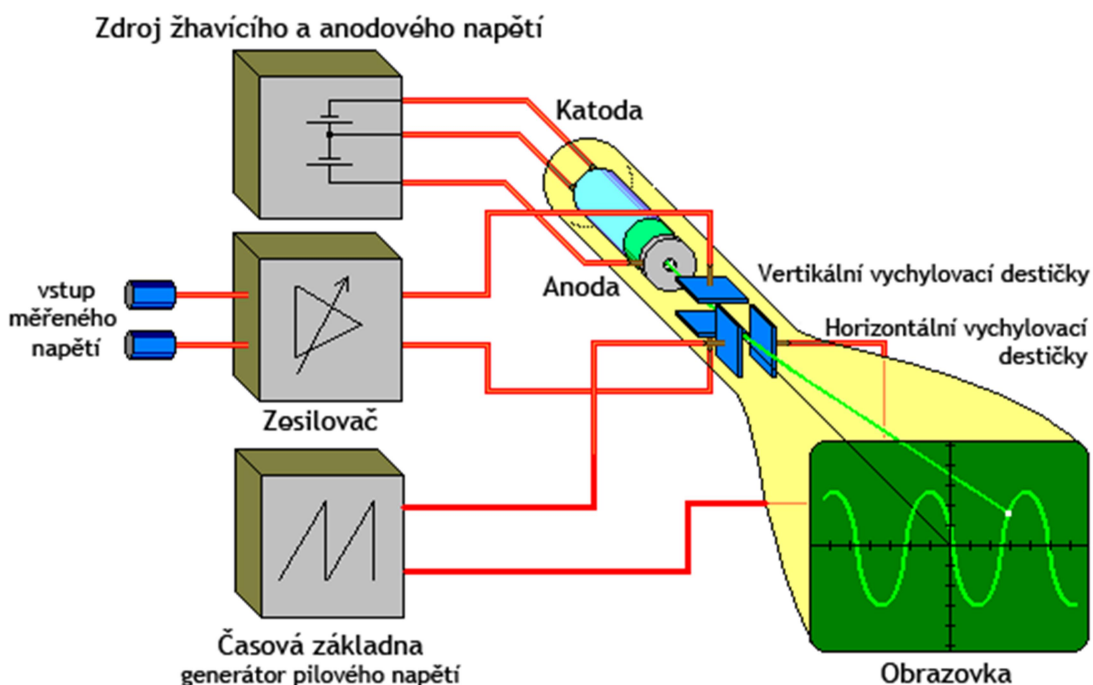
Analogový osciloskop používá paprskovou vakuovou obrazovku CRT (Cathode Ray Tube) a elektronový paprsek vychyluje zesíleným analogovým signálem. Analogový osciloskop se skládá z těchto důležitých částí:

- Paprsková vakuová obrazovka
- Zesilovač horizontálního vychylování (X - zesilovač)
- Zesilovač vertikálního vychylování (Y – zesilovač)
- Generátor pilovitých kmitů časové základny a
- Síťový napájecí díl

Paprsková vakuová obrazovka je hlavní část analogového osciloskopu. Skládá se z vakuové kuželové skleněné baňky s válcovým krkem, ve kterém je žhavana katoda vysílající elektrony. Pomocí elektronové optiky se vyzařované elektrony směřují do úzkého paprsku a urychlovány anodou směřují ke stínítku obrazovky, na kterém ve fotoemisní vrstvě vyvolávají vyzařování světla. Katoda se skládá z niklové trubičky, ve které je umístěn stočený drát žhavení. Povrch je vyroben z oxidu barya nebo oxidu stroncia a je žhaven drátem do rudého žáru (okolo 800°C). Katoda je umístěna ve Wehnelově válci s malým otvorem pro paprsek ve dně válce. Po zaostření a vychýlení prochází paprsek vychylovacím

systemem. Jedná se o vychýlení ve vertikálním směru (vychylování Y) a v horizontálním směru (vychylování X). Je-li mezi vychylovacími deskami napětí, elektrony jsou přitahovány ke kladné desce a jejich dráha je parabolicky zakřivena. Na vnitřní straně přední části obrazovky neboli stínítku je nanесena vrstva luminofora tvořeného sulfidy, oxidy nebo silikáty zinku nebo kadmia. Přísadami zlata, stříbra nebo mědi je luminofor aktivován k elektrické vodivosti (**Obrázek 3**).

Často je v praxi zapotřebí porovnat dva signály. To umožňuje dvoukanálový osciloskop, který má dva vstupy Y a dva oddělené zesilovače pro vertikální vychylování paprsku [14].



Obrázek 3: Katodová trubice [13]

4.2.2. Digitální osciloskop

V digitálním osciloskopu jsou vstupní signály digitalizovány, ukládány do datové paměti, digitálně zpracovány a následně použity pro generování obrazu. V dnešní době se pro zobrazení obrazu využívá LCD (Liquid Crystal Display) display. V digitální podobě lze podrobit signál mnoha dříve neuskutečnitelným operacím, jako je ukládání průběhu do paměti a zpětné vyvolání, průměrováním zbavíme signál šumu, výpočtu důležitých parametrů, statistika nebo Fourierova

transformace, mimo jiné i možnost zobrazení jednorázových dějů v nanosekundové oblasti nebo jevů trvajících desítky sekund s vysokou přesností a stabilitou. Digitální osciloskop pracuje se signálem v podobě binárních čísel. Analogový signál se převede na digitální pomocí AD (analogově digitální) převodníku. Jedná se o proces, kde je analogový signál nejprve vzorkován v podobě odebrání hodnot napětí v určitých časových intervalech, čím rychlejší odebírání vzorků tím je digitální signál přesnější. Odebrané vzorky jsou následně zaokrouhleny na hodnotu odpovídající nejbližší kvantovací úrovni. A nakonec dojde ke kódování, kdy jsou hodnoty vyjádřeny pomocí binárního kódu.

5. Sériová diagnostika

Sériová diagnostika, také nazývána vnitřní, předpokládá, že kontrolovaná soustava je vybavena obvody samokontroly. Tyto obvody během provozu vozidla kontrolují její stav a jsou označovány jako OBD (On-Board Diagnostic). OBD je v dnešní době povinnou výbavou elektronicky řízených agregátů a soustav vozidel, zabezpečujících jeho důležité vlastnosti například soustavy řízení motoru, přenosu výkonu motoru na hnací kola nebo pasivní a aktivní bezpečnosti. Řidič je vždy na výskyt závady upozorněn rozsvícením příslušné kontrolky na přístrojové desce [24].

Dále v této kapitole bude probrána historie norem OBD. Jeden z hlavních důvodů proč se zavedla palubní diagnostika, byl neudržitelný stav ovzduší v Kalifornii, především v Los Angeles. Hlavním znečišťovatelem zde byla vysoká koncentrace automobilové dopravy. V roce 1966 byly zavedeny povinné emisní kontroly vozidel, které se rozšířily v roce 1968 do celé federace (USA). V roce 1970 byla kongresem USA ustanovena instituce EPA (Environmental Protection Agency). Jejím úkolem je mimo jiné provádět dozor nad plněním emisních předpisů automobilů. Prvním, kdo zavedl diagnostický systém do sériové výroby, byla společnost GM (General Motors) a to v roce 1981, kdy do nových modelů dodávala systém řízení s názvem CCC (Computer Command Control) [7].

Vlastní systémy jednotlivých výrobců nebyly navzájem kompatibilní, a proto v roce 1985 byl schválen systém regulací známých jako OBD. Předpisy OBD

vstoupili v platnost roku 1988 a od tohoto roku musely všechny osobní i malé dodávkové automobily splňovat všechny přepisy OBD.

5.1. OBD I

System OBD I měl za úkol sledovat všechny systémy ve vozidle, které mají vliv na tvorbu emisí. Sledování se omezuje na zjištění chybné funkce. V případě zjištění závady řídicí jednotkou je tato závada zapsána do paměti a následně je dán signál řidiči indikační kontrolkou MIL (Malfunction Indicator Lamp - **Obrázek 4**) umístěnou na přístrojové desce, která je mezinárodně normována. Kontrolka se má vždy rozsvítit po zapnutí zapalování. Pokud po nastartování motoru stále svítí, je v řídicí jednotce zapsaná chyba způsobující zhoršené emisní parametry. Tímto způsobem byla zaručena jednoduchá možnost kontroly policí. Tyto chyby jsou v paměti závad zapsány v podobě číselných kódů. Pomocí těchto kódů byla zjednodušena diagnostika poruchy pro servisní organizace. Kontrolka MIL smí mít žlutou nebo červenou barvu [7].



Obrázek 4: Druhy kontrolky MIL [11]

Hlavní funkce OBD I [7]:

- Monitorování: Vstupy hlavních senzorů
Dávkování paliva
- Sledování přerušení obvodů a zkratů
- Indikační kontrolka MIL

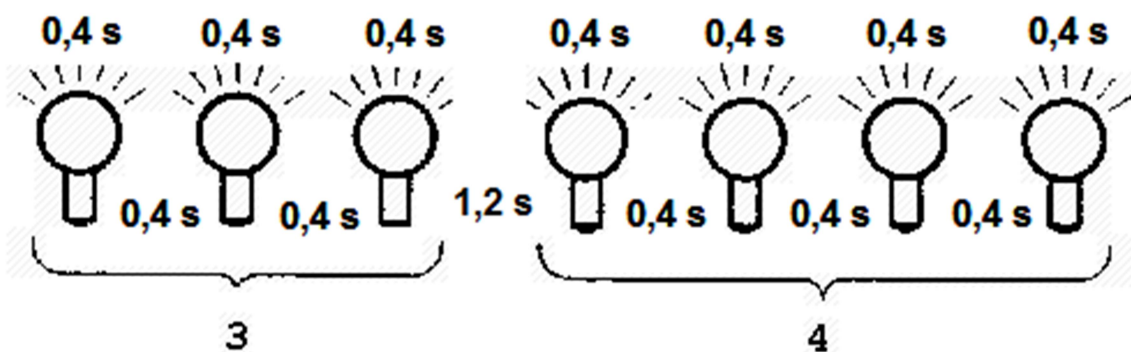
5.1.1. Čtení paměti závad

Vzniklá závada je v paměti závad zapsána formou číslicového nebo abecedně-číslíkového kódu. Kódy zapsané v paměti mohou být vyčteny po provedení inicializace čtení v paměti závad. Aktivace čtení závad se obvykle provádí propojením potenciálu kostry na vedení L, popřípadě K. Čtení závad umožňuje buď blikání kontrolky MIL (**Obrázek 5**), nebo je blikací kód v podobě sledu impulzů vyveden vedením K z řídicí jednotky k diagnostické zásuvce vozidla. V druhém případě je mezi vedení K a kladným pólem baterie připojen voltmetr nebo pomocná žárovka. Po sobě následující impulzy jsou uspořádané tak, aby podle počtu bliknutí v časově rozlišených skupinách šlo stanovit číselné kódy příslušných závad. Ke čtení se může použít také osciloskop, který zobrazí sled impulzů. Podle tohoto vyčteného kódu se vyhledá v servisní příručce její druh a lokalizace [24].

Do paměti závad jsou zapsány jak trvalé závady, které signalizuje rozsvícení příslušné kontrolky, tak přechodné závady, při kterých se kontrolka rozsvěcuje jen v případě, když se závada objeví. Diagnostika většinou tyto druhy závad rozlišuje, což se projeví při čtení z paměti závad uspořádáním pořadí zápisu do paměti. Nejprve jsou zapsány závady trvalé, po kterých následuje oddělovací kód a za ním závady přechodové. Další variantou rozlišení druhu závad je podle zobrazení kódu na displeji diagnostického přístroje, kdy kód přechodové závady bude blikat [24].

Postup popsany pro vnitřní diagnostiku soustavy ovlivňující emise, tedy OBD I, je v podobném provedení používán i pro elektricky řízené soustavy jako je automatická převodovka, protiblokovací brzdny systém apod. Vyskytují se i výjimky v podání například airbagů vozu Mazda MX-5. Mazda u tohoto vozu používá jak optické, tak akustické signalizace druhu a místa závady. Kontrolka po vzniknutí závady buď svítí trvale, nebo různým způsobem bliká. Různé blikání slouží pro orientaci, zda se jedná o airbag spolujezdce nebo řidiče. Pomocí akustického signálu se určí typ závady [24].

Způsob mazání zapsaných chybových kódů z paměti závad probíhá u každého vozidla individuálně v závislosti na dané značce, ale zpravidla při odpojení akumulátoru. Samovolné mazání nastane při ujetí předepsaného jízdního cyklu, kdy nenastane žádná porucha[24].



Obrázek 5: Příklad blikacího kódu [24]

5.1.2. Diagnostická zástrčka OBD I

U prvního stupně diagnostiky bez jakékoli unifikace je provedení diagnostických zásuvek u jednotlivých výrobců vozidel, mnohdy i různých typů téže značky, značně odlišné. Norma OBD I neměla standardizovaný konektor, tudíž každý výrobce automobilů měl vlastní představu o diagnostické zásuvce. Diagnostická zástrčka bývá umístěna zpravidla v motorovém prostoru. Koncept Easy Connect firmy Bosch propojuje specifická značková komunikační vedení s již standardizovaným konektorem DLC (**Obrázek 6**).



Obrázek 6: Adaptéry konektorů Easy Connect firmy Bosch [12]

5.1.3. Příklad pro komunikaci s OBD I – VAG 1551

Pro komunikaci s řídicí jednotkou není potřeba zpravidla žádného speciálního přístroje, většinou stačí přepnout řídicí jednotku do diagnostického režimu a kontrolka vyblíká chybový kód závady. I přes tuto skutečnost existují zařízení pro komunikaci s těmito jednotkami.

Jedním z mnoha přístrojů je VAG 1551 používaný u vozidel koncernu VW před rokem 1995. Přístroj je programově ovládán a program je řízen tlačítky umístěnými na předním panelu přístroje. Tester se nejprve připojí k černé zásuvce adaptéru, který je spojen s diagnostickým konektorem. Tlačítka s čísly a s označením HELP, G a se šipkou vpravo se ovládají jednotlivé programové kroky (**Obrázek 7**) [24].



Obrázek 7: VAG 1551[25]

5.1.4. Přístroj pro komunikaci s OBD I – UNISCAN

Jedná se o univerzální adaptér pro starší typy automobilů bez podpory OBD II diagnostiky. Adaptér spolupracuje s programem Uniscan – Euroscan VISA 1.83 ECURReader. Systém umožňuje komunikovat s řídicí jednotkou motoru, ABS, airbagů apod. (**Obrázek 8**).

Program umožňuje provést tyto operace:

- čtení a mazání chybových kódů z paměti závad
- sledování provozních veličin v daném okamžiku
- test akčních členů
- informace o umístění a zapojení diagnostické zásuvky

Interface a aplikační software je určen pro evropská vozidla do roku 2000.



Obrázek 8: Diagnostická sada UNISCAN [22]

5.2. OBD II

System OBD I velmi výrazně ovlivnil dění na poli diagnostiky, ale s množstvím elektroniky v automobilovém průmyslu na počátku 90. let nemohl udržet krok. Proto byl vyvinut systém OBD II, který byl v USA platný od ledna 1996. Zlepšení účinnosti systému kontroly emisí výfukových plynů je ve srovnání s OBD I především v kontrole elektrických komponentů a všechny další systémů a procesů, které jsou rozhodující z hlediska emisí. Tento systém především kontroluje během provozu správnou funkci katalyzátoru a palivového systému. System OBD II stejně jako jeho předchůdce musí být vybaven kontrolkou MIL na přístrojové desce zajišťující stejnou funkci. V Evropě musejí mít systém řízení motoru kompatibilní s EOBD (European On Board Diagnostics). Systémy OBD II a EOBD jsou stejné pro všechna vozidla bez ohledu na výrobce. System EOBD musí být funkční po celou dobu užívání automobilu. Pokud výrobce chce nechat

schválit nové vozidlo, musí zaručit, že emisní limity budou dodrženy nejméně během 80 000 ujetých kilometrů, nebo po dobu pěti let v souladu s normou EURO III [24].

Hlavní funkce OBDII [7]:

- Sledování správné činnosti lambda-sond
- Sledování zapalování směsi paliva se vzduchem
- Detekce vynechávání zapalování
- Monitorování účinnosti katalyzátoru
- Sledování přístupu sekundárního vzduchu
- Sledování systému recirkulace
- Rozšířená diagnostika palivového systému
- Odvzdušnění palivové nádrže
- Monitorování funkce odvzdušnění palivové nádrže

5.2.1. Vnitřní diagnostika v řídicí jednotce

V řídicí jednotce probíhá vlastní diagnostika vyhodnocující dodržení emisí průběžným sledováním podstatných soustav [24].

- Správná funkce zapalování je posuzována podle množství případných výpadků, které jsou nebezpečím pro katalyzátor a vedou k zhoršení emisí HC a CO₂. Nejčastěji se používá sledování nepravidelného chodu klikové hřídele.
- Palivová soustava výrazně ovlivňuje složení směsi, a to poměr hmotnostních průtoků vzduchu a paliva (lambda). Správná funkce měření množství nasávaného vzduchu se ověřuje porovnáním údajů měřiče průtoku vzduchu s výpočtem hodnoty stanovené z úhlu natočení škrticí klapky nebo podtlaku v sacím potrubí a otáček motoru. Hodnota nad stanovenou mezí je posouzena jako závada. Dávkování paliva udává signál z lambda sond, popřípadě se provádí měření doby otevření vstřikovacích trysek.

- Správná funkce katalyzátoru se zpravidla ověřuje dvěma lambda sondami. Jedna je standardně umístěna před katalyzátorem a druhá za ním. Oba signály se porovnají a vyhodnotí se množství kyslíku spotřebovaného katalyzátorem při jeho činnosti. Samotná funkce lambda sondy se ověřuje podle průběhu jejího signálu po zahřátí na požadovanou provozní teplotu. Hodnotí se rozdíl minimálním a maximálním napětím signálu a také kmitočet průběhu změn mezi nimi. Kontroluje se i funkce vyhřívání sond a doba od nastartování motoru do zahájení regulace složení směsi.
- Signál z lambda sondy slouží i ke zkoušce funkce přifukování sekundárního vzduchu. Dmychadlo se zapíná po startu během první fáze volnoběhu na jeden a půl minuty. Vstřikování paliva je současně řízeno tak, aby dmychadlem vytvářený přebytek vzduchu nebyl doregulován. Přibližně po 20 sekundách po nastartování je lambda sonda provozuschopná a reaguje na přebytek vzduchu a podle odchylky integrátoru lambda sondy se zjišťuje průtočné množství vzduchu.
- Soustava regenerace odpařování paliva se obvykle kontroluje při volnoběžných otáčkách motoru, kdy se otevře regenerační ventil a je rozšířen podtlak ze sacího potrubí. V palivové nádrži je umístěn snímač rozdílného tlaku. Ze signálu z tohoto snímače se vyhodnocuje nejen funkce soustavy, ale i případné netěsnosti.
- Funkce recirkulace spalin je kontrolována dvěma způsoby, buď při deceleraci motoru, kdy je vstřikování paliva zastaveno a je plně otevřen ventil recirkulace spalin. Spaliny pak proudí sacím potrubím, kde způsobí zvýšení tlaku. Snímač tlaku umístěný v sacím potrubí toto zvýšení zaznamenává a jeho signál slouží k vyhodnocení. Nebo se v sacím potrubí měří zvýšení teploty v místě, kde horké spaliny vstupují zpět do motoru.
- Do paměti vlastní diagnostiky jsou spolu s kódy zjištěných závad uloženy i podmínky okolí během prvního výskytu každé z nich. Jedná se například o otáčky motoru, teplota chladicí kapaliny atd.

5.2.2. Chybové kódy

Kódy poruch neboli chybové kódy jsou normovány (ISO/SAE). Všichni výrobci vozidel tedy používají identické chybové kódy. Jedná se vždy o 5místné alfanumerické hodnoty například „P0100“ a jsou nezávislé na výrobcích vozidel. Přiřazení textů ke kódům je pro výrobce volitelné. Někteří výrobci se dohodli na jednotném přiřazení textů [24].

První místo chybového kódu označuje systém vozidla [24]:

U pro síťové systémy (**U**ndefinided)

P pro hnací ústrojí (**P**owertrain)

C pro podvozek (**C**hassis)

B pro karoserii (**B**ody)

Systém EOBD vyžaduje zatím pouze kód Px (pohon). Na druhém místě je označení podskupiny pro normovaný kód ISO/SAE „P0xxx“ nebo normovaný kód výrobce „P1xxx“. Třetí místo označuje konstrukční jednotku, u které nastala závada. Poslední dvě místa udávají lokalizovanou jednotku systému (01 až 99) [24].

Skutečnost, že P-kód je normován, neznamená, že se jedná o zákonně daný MIL-kód související s emisemi. Mil-kód, který je zákonně stanovený, musí při vzniku poruchy vždy aktivovat kontrolku emisí MIL.

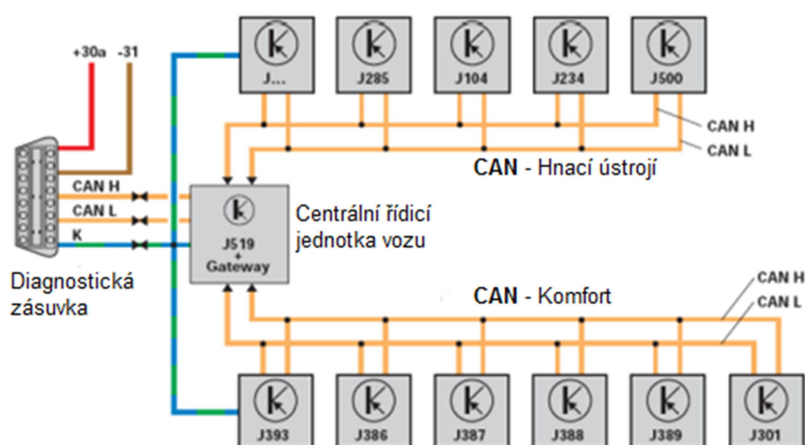
5.2.3. Automobilová sběrnice CAN

Se stále zvyšujícími se požadavky na nízký obsah škodlivin ve výfukových plynech, bezpečnost jízdy, jízdní komfort a nízkou spotřebu paliva, bylo nezbytné začít v automobilech používat elektronické systémy. Jednotlivým elektronickým systémům ve voze je přidělena digitální řídicí jednotka, např. pro řízení motoru, ABS nebo automatickou převodovku atd. Aby měla řídicí jednotka zpětnou vazbu, jsou nezbytné speciální senzory a akční členy. Řídicí jednotky musí mezi sebou vzájemně komunikovat, například z důvodu zmenšení hnacího momentu v průběhu zamezování prokluzu hnacích kol při akceleraci, popřípadě deceleraci řídicí jednotkou ASR (Anti-Slip Regulation). Společné využívání senzorů všech řídicích jednotek je značně výhodné. Na druhou stranu, aby elektrická

a elektronická část vozu zůstala přehledná a nezabírala mnoho místa, je velmi důležité najít a uplatnit jednoduchý a přehledný systém. Jedním z řešení je datová sběrnice CAN (Controller Area Network).

Německá firma Robert Bosch navrhla koncem 80. let pro své potřeby komunikační datovou síť s názvem CAN. Zabezpečení přenosu informací mezi snímači, řídicími a výkonovými prvky ve vozech a úspora kabeláže byl původní záměr této firmy. Velmi výhodné vlastnosti, které systém zabezpečuje, jsou mimo jiné vysoká spolehlivost a odolnost v extrémních podmínkách (rušení, teplota aj.), vysoká přenosová rychlost (1 Mbit/s) a nízká cena komunikačních obvodů. Pro tyto své přednosti komunikační síť CAN nachází uplatnění i v jiných oblastech řídicí techniky.

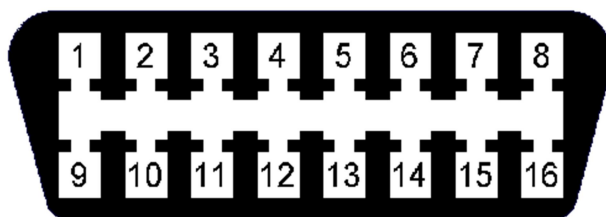
Fyzicky je sběrnice tvořena dvěma kroucenými izolovanými vodiči s označením CAN High a CAN Low (**Obrázek 9**). Konce datové sběrnice jsou tvořeny odpory o hodnotě 120 Ω. Odpory zajišťují, aby se již jednou poslaná data nevracela od konců sběrnice zpět a zkreslovala nová data.



Obrázek 9: Schéma zapojení řídicích jednotek ve voze Škoda Fabia [10]

5.2.4. Diagnostický konektor

Vozidla s normou OBD II jsou vybavena standardizovaným konektorem DLC (Diagnostic Link Connector) normovaným se 16 piny (**Obrázek 10**). Konektory 4 a 5 jsou uzemněny a konektor na pozici 16 je připojen na 12V přímo z baterie automobilu.



Obrázek 10: DLC konektor [18]

V tabulce (**Tabulka 1**) je uvedený popis zapojení pinů, které je dáno normou ISO a platí pro všechna vozidla s normou OBD II.

Pin	Obsazení
1	Není specifikováno
2	J1850 sběrnice - pozitivní
3	Specifikace podle výrobce
4	Kostra vozidla
5	Kostra signálu
6	CAN-H
7	Komunikační linka K-line
8	Specifikace podle výrobce
9	Specifikace podle výrobce
10	J1850 sběrnice - negativní
11	Specifikace podle výrobce
12	Specifikace podle výrobce
13	Specifikace podle výrobce
14	CAN-L
15	Inicializační linka L-line nebo 2. K-line
16	Palubní napětí +12V

Tabulka 1: Standardizované zapojení pinů

Na nspecifikované piny si mohou výrobci vozů umístit připojení různých řídicích jednotek, jako například jednotky airbagů, ABS, ESP (Electronic Stability Program) atd.

Umístění diagnostického konektoru OBD II, tedy DLC musí být umístěn na místě dosažitelném ze sedadla řidiče. Umisťuje se zpravidla mezi sloupek řízení a podélnou rovinu vozidla do palubní desky [24].

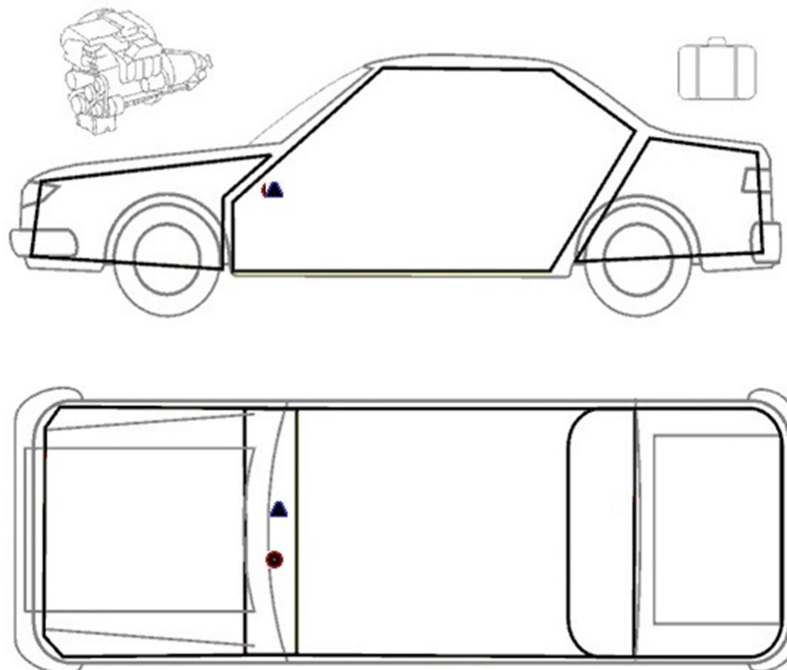
V praktické části je použita sériová diagnostika s programem Bosch – ESI tronik, která nabízí vyobrazení umístění diagnostické zásuvky pro lepší orientaci a rychlejší nalezení v prostoru vozidla (**Obrázek 11**).

SKODA

SKODA OCTAVIA [1U2], [1U5] 09/1996-12/2010

KTS 340, 525, 530, 540, 570, 670

SKODA OCTAVIA [1U2], [1U5] 09/1996-12/2010



Obrázek 11: Schéma umístění diagnostické zásuvky Škoda Octavia

5.3. OBD III

Ve stádiu příprav je OBD III. Zásadní rozdíl mezi verzí II a III je v zabudování bezdrátového vysílače do vozidla. Úkolem vysílače je zprostředkovat informace uložené v paměti závad řídicí jednotky příslušným úřadům. Problémem a důvodem pro dosavadní nezavedení OBD III do praxe je bezpečnost systému resp. ochrana osobních údajů. OBD III je totiž svázán i s daty GPS (Global Positioning System), které umožňují snadné zaměření polohy automobilu.

6. Diagnostické přístroje sériové diagnostiky OBD II

Z důvodu stále zpřísňujícím se emisních limitů směřuje trend ve vývoji systému řízení motorů k elektronice. Řídicí jednotky současných automobilů umějí problém identifikovat a uložit do tzv. paměti závad. Mechanik pomocí diagnostického přístroje může paměť přečíst a vyčtenou závadu odstranit. Před opravou akčních členů a snímačů je na místě závadu zanesenou v paměti závad ověřit pomocí osciloskopu nebo jiných paralelních diagnostických přístrojů.

Ruční testery umožňují, pomocí komunikace s řídicí jednotkou, diagnostiku elektronických systémů. Diagnostický přístroj sériové diagnostiky se připojuje k diagnostické zásuvce vozidla. To je zásadní rozdíl oproti blikacímu kódu, kde testovací čtečka nemusela být použita vůbec, jelikož inicializace čtení z paměti závad se provádí odečtením počtu bliknutí signální led diody. [1]

Celá řada společností vyvinula komplexní diagnostické systémy založené na stejném principu často v návaznosti na zcela určitou značku. [2]

6.1. Komunikace s diagnostickým testerem

Aby bylo možné snadným způsobem sledovat stav přijímaných signálů, číst z paměti závad, simulovat vysílané signály, případně měnit hodnoty uložené v pamětech, jsou řídicí jednotky vybaveny diagnostickým rozhraním. Diagnostický přístroj se připojuje k řídicí jednotce přes toto rozhraní. Komunikace je tvořena speciálním jazykem neboli protokolem založeném na posílání klíčových slov. Klíčová slova tvoří bajty (hexadecimální čísla). Tester zašle přes diagnostickou zásuvku adresní bajt řídicí jednotky, se kterou se mechanik hodlá spojit. Na výzvu diagnostického zařízení odpoví řídicí jednotka tak, že pošle do testeru sekvenci bajtů, které identifikují protokol, kterým se bude komunikace řídit. V okamžiku, kdy tester přijme poslední bajt identifikace, pošle zpět potvrzení o porozumění a následně řídicí jednotka pošle postupně celou svoji identifikaci. Po přenosu celé identifikace řídicí jednotky, přechází komunikace do volného režimu, kdy stále probíhá komunikace, ve které si tester a řídicí jednotka potvrzují přijaté bajty, ale jinak se nic neděje a čeká se na příkazy obsluhy [10].

6.2. Přesnost komunikace

Význam klíčových slov je v komunikačním protokolu přesně vymezen a to, jak dlouho se bude čekat na bajt, jakou rychlostí se bude vysílat bajt a za jak dlouho se po přijetí bajtu vyšle další. Jen malá nedochvilnost v těchto časových intervalech má za následek rozpad komunikace a v tom případě je potřeba ji zpět navázat. Moderní diagnostické testery a hlavně diagnostické softwary instalované do PC používají pro komunikaci tzv. HEX rozhraní. To znamená, že v testeru neboli v propojovacím kabelu k PC je procesor, který řídí komunikaci a vylučuje nepřesnosti počítače. Zabezpečuje tak bezporuchové spojení softwaru s řídicí jednotkou a celou komunikaci. Protokolů pro komunikaci existuje dnes mnoho, z nejznámějších např. KW1281, KW1282, KWP2000, CAN, UDS apod. Ke spojení diagnostického testeru s procesorem v řídicí jednotce je nezbytné užití shodného protokolu oběma zařízeními. [10]

6.3. Průběh identifikace řídicí jednotky

Identifikace je první informace řídicí jednotky, kterou pošle diagnostickému testeru. Jedná se o identifikační data, jako je název systému a jeho konfigurace, objednávací číslo, případně číslo předchozího nástroje, kterým se naposledy řídicí jednotka programovala a další upřesňující informace jako číslo imobilizéru, VIN vozidla atd. Tester si podle těchto informací jednotku identifikuje a přizpůsobí své chování. Tyto informace také slouží pro obsluhu diagnostického testeru. Hodnoty identifikace se v řídicí jednotce nacházejí v paměti EEPROM a po spojení řídicí jednotky s testerem se tyto informace odesílají automaticky.

Vedle základní identifikace je tzv. rozšířená identifikace, která je dostupná na žádost obsluhy. Rozšířená identifikace spadá už do režimu klasické diagnostiky. Po vyžádání obsluhy rozšířené identifikace tester vyšle bajt, kterým oznámí řídicí jednotce požadavek na funkci rozšířená komunikace. Řídicí jednotka na tento pokyn vyšle do testeru veškerá identifikační data, která má v sobě uložena. Vedle klasické identifikace se do testeru vyšlou například počty pokusů o programování jednotky, datum posledního programování, počet úspěšných

a neúspěšných programování atd. Tyto specifické informace jsou u každé jednotky odlišné a do testeru se obvykle načítají jako textové pole. [10]

6.4. Značkové diagnostické systémy

Každý významný výrobce vozidel při vývoji svých produktů vyvíjí i své vlastní diagnostické systémy a těmito systémy výrobce vybavuje všechny své autorizované servisy. Součástí diagnostických přístrojů je propracovaný diagnostický software včetně expertních systémů, pomáhajících při hledání závad na vozidle. Nevýhodou těchto značkových přístrojů je jejich omezené použití pouze v rámci dané značky. Samozřejmostí jsou pravidelné aktualizace softwaru probíhajících přes internet (**Tabulka 2**) [6].

Značka	Diagnostický systém
Audi, Seat, Škoda, VW	Dříve VAG 1551, VAG 1552. Od roku 1998 systém VAS 5051 (Siemens). Kombinace vlastní diagnostiky vozidla, měřicí techniky a technické dokumentace v jednom přístroji. Umožňuje vyhledávání závad. Testovací přístroj se po krocích vede programem hledajícím závady, který se dynamicky optimalizuje.
BMW	Dříve diagnostický informační systém DIS a mobilní diagnostický počítač MoDIC. Od roku 1998 třetí generace MoDIC III. MoDIC umožňuje pomocí datového záznamu Flight-Recorder snímat data z řídicích jednotek během zkušební jízdy, po jejím ukončení se pak pomocí softwaru zpracovávají.
Citroën	Dříve model E.K.I.T. Od roku 1997 přístroj Lexia nebo Proxia (výrobce Actia). Oba diagnostické přístroje slouží k nalezení závady v motoru i v bezpečnostní a komfortní elektronice. Proxia je přenosná diagnostická stanice. Přenosný tester lze použít i během jízdy vozidla.
Fiat	Dříve Fiat/Lancia tester. Od roku 1995 přístroj Examiner. Systém PC podobný laptopu, který může být použit také během zkušební jízdy. Komunikace se všemi přístroji pro diagnostiku, funkce multimetr/scope. Obsluha přes mobilní dotykovou obrazovku.
Ford	Dříve systém FDS 2000 (Ford Diagnostic Systém, výrobce GenRad). Od roku 1999 systém WDS (World-wide Diagnostic Systém). Diagnostika řízení motoru, elektronických systémů převodovky, podvozku, brzd, komfortní a bezpečnostní elektroniky.
Mazda	Od roku 1996 mobilní tester NGS.
Mercedes-Benz	Od roku 1997 nový systém Star Diagnose. Jádrem tvoří měřicí technika Hermann HMS 990, což je vysoce výkonný mobilní motortester s dvanáctikanálovým osciloskopem a rozhraním EOBD.
Nissan	Systém Consult od roku 1989 (výrobce Canon). Komunikace s různými řídicími jednotkami - motorová, komfortní a bezpečnostní elektronika.
Opel	Ruční testery Tech 1, novější Tech 2. Čtení všech dat řídicích jednotek s vlastní diagnostikou přes diagnostickou zástrčku ALDL, nyní modifikace pro podporu CAN a EOBD. K vlastní diagnostice používá Opel přístroj Tech 31 s multifunkčním osciloskopem (výrobce Bosch).
Peugeot	Od roku 1996 testovací přístroj DIAG 2000 (výrobce Actia). Přenosný počítač, tester kabelových svazků.
Porsche	Od roku 1997 testovací zařízení PST2 (Porsche Systém Tester 2). Přenosný přístroj podobný laptopu.
Renault	Od roku 1996 vlastní diagnostické zařízení Diagnose Center Optima 5800.
Toyota	Od roku 1989 přístroj Vetronix, od roku 1994 Intelligent Tester.
Volvo	Od roku 1989 přístroj Volvo Systém Tester. Od roku 1997 diagnostický a informační systém Vadis pro kompletní diagnostiku.

Tabulka 2: Přehled vybraných značkových diagnostických systémů [24]

6.5. Multiznačkové diagnostické systémy

Vedle značkových systémů je mnoho firem zabývajících se diagnostickými systémy. Na českém trhu jsou mimo jiných k dostání systémy firem např. Atal, Texa, Bosch. Mezi přední výrobce automobilové diagnostiky patří firma Bosch. Každý výrobce těchto zařízení se snaží o co nejširší podporu automobilů, ale ne vždy je dosaženo plné podpory pro všechny značky. Multiznačkové diagnostické systémy nemají problém s komunikací podle normy EOBD a většinou je podporována i nejstarší verze OBD I, zde ovšem záleží na vybavení systému potřebnými redukcemi. Většinou se jedná o základní systém, který lze podle požadavků zákazníka při koupi rozšiřovat nebo dovybavit v průběhu používání.

6.5.1. Texa navigator TXT

Diagnostický systém Texa je sériovou diagnostikou sloužící k přímému napojení k řídicím jednotkám. Jedná se o rozhraní mezi osobním počítačem a automobilem umožňující mimo jiné čtení a mazání zapsaných chyb v řídicích jednotkách a nastavování servisních intervalů (**Obrázek 12**).



Obrázek 12: Texa navigator TXT [21]

6.5.2. Multi-Diag Access 2

Jedná se o multiznačkový diagnostický systém pro diagnostiku řídicích jednotek vozidel postavený na základě PC, vyráběný českou firmou ATAL. Základem systému je komunikační rozhraní pro komunikaci s vozidlem Multi-Diag VC2 a multiznačkový software Multi-Diag.

Multi-Diag Access 2 je určen pro diagnostiku automobilů vybavených OBD diagnostickým konektorem. PC je možno s vozidlem spojit pomocí kabelu nebo pomocí Bluetooth. Software je možno aktualizovat z CD nebo přes internet. Jako volitelné příslušenství lze zakoupit adaptéry pro starší typy vozů s normou OBD I Multi-Diag Adaptéry nebo tablet s ochranným krytem Handy 2, který je svými vlastnostmi shodný s Multi-Diag Access 2 (**Obrázek 13**) [23].



Obrázek 13: Multi-Diag Handy 2 [23]

6.5.3. Bosch KTS 540

Diagnostické zařízení KTS 540 je systém pro vyhledávání a odstraňování závad, kontrolu a diagnostiku systémů určených pro řízení vznětových a zážehových motorů, ale i systémů ABS, airbagů, řízení automatických převodovek, řídicích jednotek komfortu a mnoho dalších. Diagnostický systém KTS 540 spolupracuje se softwarem BOSCH ESI[tronic].

Zařízení KTS 540 spolu se softwarem ESI[tronic] nainstalovaném v osobním počítači umožňuje provádět na vozidle tyto diagnostické úkony:

- Čist paměť závad
- Mazat načtené závady v paměti závad
- Zobrazovat skutečné hodnoty
- Provézt test akčních členů
- Vynulování servisních intervalů
- Provádět základní nastavení

Jedná se pouze o příklady možných funkcí přístroje KTS 540. Přístroj má mnoho dalších funkcí, které lze využít dle softwaru a typu řídicí jednotky. Tento diagnostický přístroj lze použít pro starší i nová vozidla různých značek a komunikuje i se systémy fungující na principu CAN-BUS (**Obrázek 14**).

Zařízení KTS 540 bylo použito v praktické části této práce, pro diagnostiku řídicích jednotek vozu Škoda Octavia [12].



Obrázek 14: Bosch KTS 540 [12]

6.5.4. Bosch KTS 670

KTS 670 je profesionální diagnostický systém do servisu i pro zkušební jízdy. Tester umožňuje použít dvoukanalový osciloskop pro měření napěťových a proudových signálů snímačů a akčních členů. Mechanik může například sledovat obě lambda-sondy na jedné obrazovce. Dále umožňuje dvoukanalový multimetr měření napětí, proudu a odporu. Pomocí diagnostického osciloskopu v diagnostice řídicích jednotek lze paralelně ke každému zkušebnímu kroku kontrolovat signály diagnostických vedení, jako jsou K a L, CAN a J 1850.

KTS 670 zvládá současné diagnostické protokoly:

- ISO – systémy evropských vozidel
- OBD-CAN-protokoly pro přezkoušení moderních systémů se sběrnici CAN v nových vozidlech
- SAE-systémy pro americká a japonská vozidla

Systém automaticky rozpozná řídicí jednotky, načítá skutečné hodnoty, paměť závad a data specifická pro řídicí jednotku. Pomocí softwarově ovládaného, integrovaného výměnného adaptéru ODB lze diagnostikovat CAN-protokoly také mimo normy OBD (**Obrázek 15**) [12].



Obrázek 15: KTS 670 [15]

6.5.5. Bosch FSA 720

Jedná se o měřicí modul s příslušnými snímači a měřicími kabely připojitelný prostřednictvím USB k notebooku nebo stolnímu počítači, lze tedy využít počítač, který je stávajícím vybavením servisu [12].

6.5.6. Bosch FSA 740

Diagnostický tester FSA 740 umožňuje kompletní řešení diagnostiky. Kromě měřicího modulu FSA 720 obsahuje další užitečné komponenty. V testeru je umístěn počítač s požadovanými vlastnostmi pro optimální chod všech využívaných programů a připojených periférií, tiskárna, myš, klávesnice, dálkové ovládání, modul KTS 530/540/570 pro komunikaci s řídicími jednotkami. To vše je umístěno v přístrojovém vozíku. K testeru je možno připojit analyzátor výfukových plynů zážehových motorů a případně i opacimetr pro měření kouřivosti vznětových motorů. Naměřené výsledky jsou prezentovány na plochem monitoru TFT (**Obrázek 16**) [12].



Obrázek 16: Bosch 740 [12]

6.5.7. Bosch FSA 750

Nejvyšším modelem této řady testerů je model FSA 750. Jedná se o modifikaci modelu FSA 740, kde funkci monitoru, počítače a současně modulu pro komunikaci s řídicími jednotkami přebírá odnímatelný přenosný přístroj KTS 651. Tím se zvýší komfort obsluhy a v případě potřeby lze navíc tester KTS 651 vyjmout ze sestavy a využít jej odděleně, např. pro měření při zkušební jízdě [12].

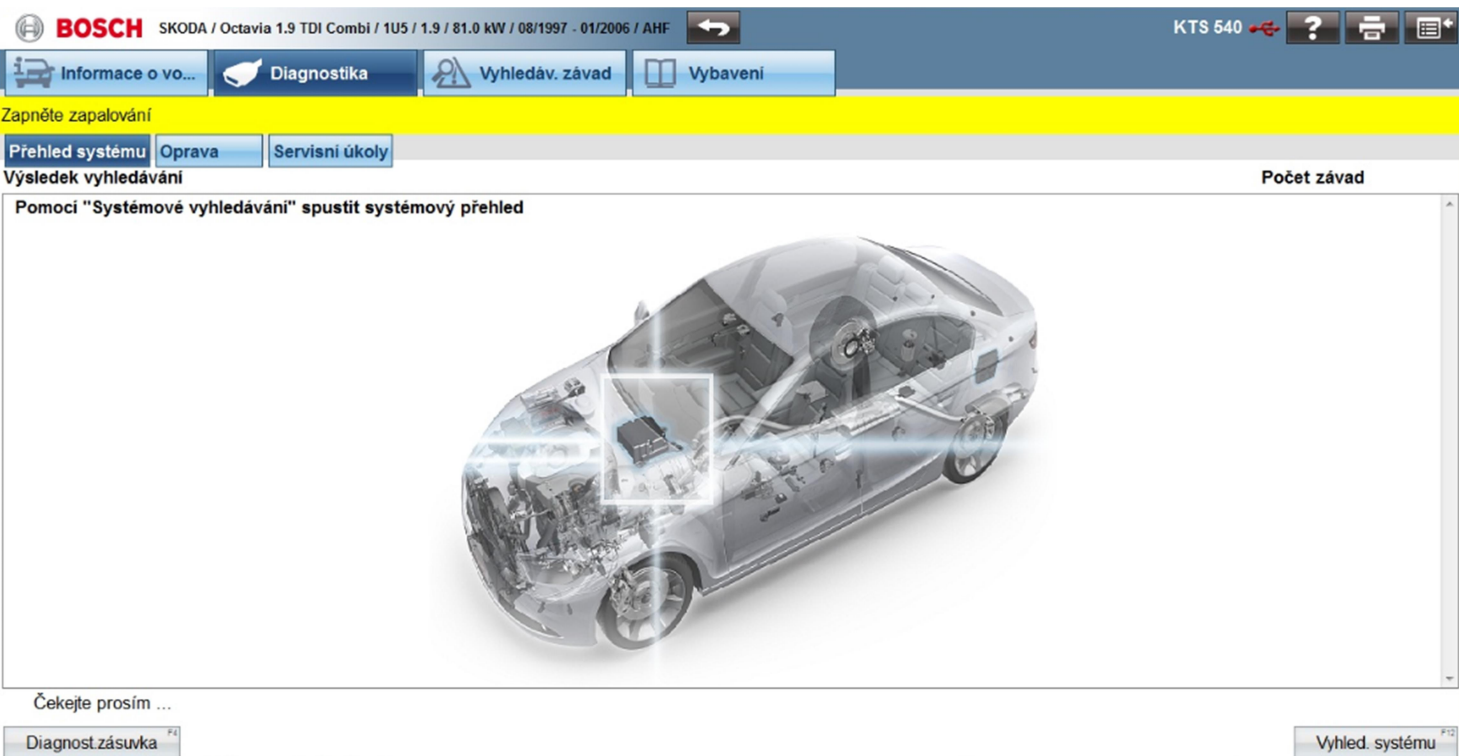
6.5.8. Bosch – ESI [tronic]

Bosch – ESI [tronic] je software určený pro diagnostiku, údržbu a servis, který je přizpůsoben použití ve spojení s výše popsány diagnostickými rozhraními Bosch. Umožňuje vstup do diagnostiky řídicích jednotek s použitím osobního počítače. Tento software obsahuje rozsáhlý systém obchodních, technických a diagnostických informací automobilů všech významných výrobců. Každý, kdo používá tento software, si může zcela s ohledem na své požadavky kombinovat rozsah modulů informací ESI [tronic]. Moduly lze podle potřeby uživatele individuálně uvolňovat. Pravidelné předplacené aktualizace udržují systém v nejaktuálnějším stavu [12] (**Obrázek 17**).

Uživatelé mohou využít školicí středisko firmy Bosch, kde se podrobně seznámí s možnostmi zařízení a jejich praktickými aplikacemi tak, aby je dokázali optimálně aplikovat k diagnostice a odstraňování závad.

Firma Bosch nabízí pro své zákazníky, kteří používají software ESI [tronic], technické poradenství. Technické poradenství Bosch nabízí dvě služby:

- **Telefonické poradenství – Hotline**
 - Jedná se o pomoc po telefonu na lince technického poradenství firmy Bosch
- **Poradenství po internetu – Trouble Ticket System**
 - Poradenství s přístupem 24 hodin denně do rozsáhlé databanky problémů v plně šíři nezávisle na rozsahu předplacených informací.



Obrázek 17: Bosch – ESI [tronic]

7. Praktická ukázka využití diagnostiky

V této kapitole bude popsána praktická ukázka diagnostiky různých systémů vozidla, které vykazují nějakou závadu. Tato praktické odhalení závad za použití diagnostiky byla provedena na vozidle Škoda Octavia 1.9 TDI 81kW r. v. 2000, po ujetých 293000 km, ve výbavě Laurin & Klement. Vozidlo mělo problémy s akcelerací a nadměrnou kouřivostí. Dále kromě kontrolky řízení motoru svítily na přístrojové desce kontrolky ABS a airbagů.

Během zjišťování příčin výše popsaných závad bylo vozidlo připojeno přes diagnostickou přípojku k diagnostickému zařízení Bosch KTS 540. Po spuštění programu ESI[tronic] 2.0 v osobním počítači a propojení zařízení KTS 540 s počítačem pomocí Bluetooth je nutné zadat do systému co možná nejpresnější specifikaci vozidla. Určení vozidla by mělo být co nejpresnější, aby systém mohl přesně určit dané řídicí jednotky ve vozidle a nemohla nastat situace, kdy sice řídicí jednotku systém nalezne, ale půjde pouze přechíst nebo mazat paměť závad bez dalších funkcí (**Obrázek 18**).

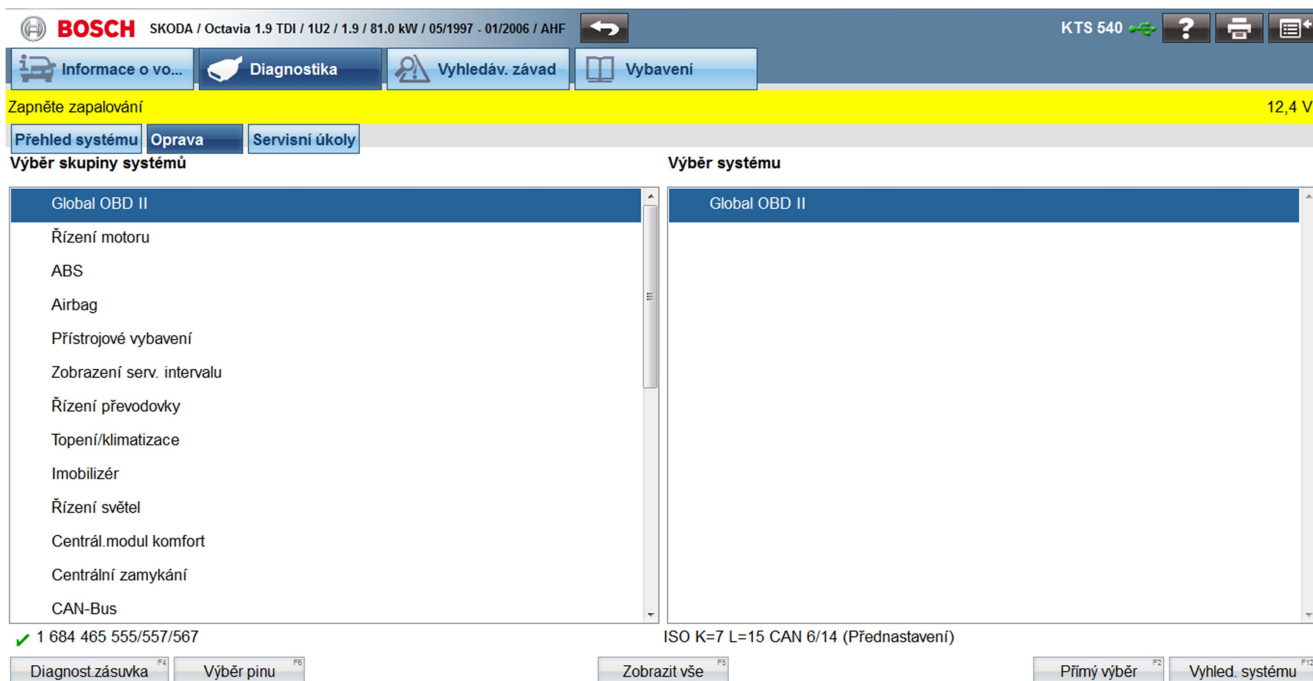
The screenshot shows the Bosch ESI[tronic] diagnostic software interface. At the top, the header displays 'BOSCH SKODA / Octavia 1.9 TDI / 1U2 / 1.9 / 81.0 kW / 05/1997 - 01/2006 / AHF' and 'KTS 540'. Below the header are navigation tabs: 'Informace o vo...', 'Diagnostika', 'Vyhledáv. závad', and 'Vybavení'. The main section is titled 'Identifikace vozidla' and contains several dropdown menus for vehicle identification: 'Stát' (Česká republika), 'Druh vozidla' (Osobní), 'Druh pohonu' (Vznětový), 'Značka' (SKODA), 'Modelová řada' (Octavia [1U2] 09/1996 - 12/2010), 'Typ' (Octavia 1.9 TDI), and 'Ozn. motoru' (AHF). A 'Najít' button is located below these fields. At the bottom, a table displays the identified vehicle specifications:

Typ	Interní model	l	kW	Rok výroby	Ozn. motoru
Octavia 1.9 TDI	1U2	1.9	81.0	05/1997 - 01/2006	AHF

Obrázek 18: Specifikace vozidla v systému ESI[tronic]

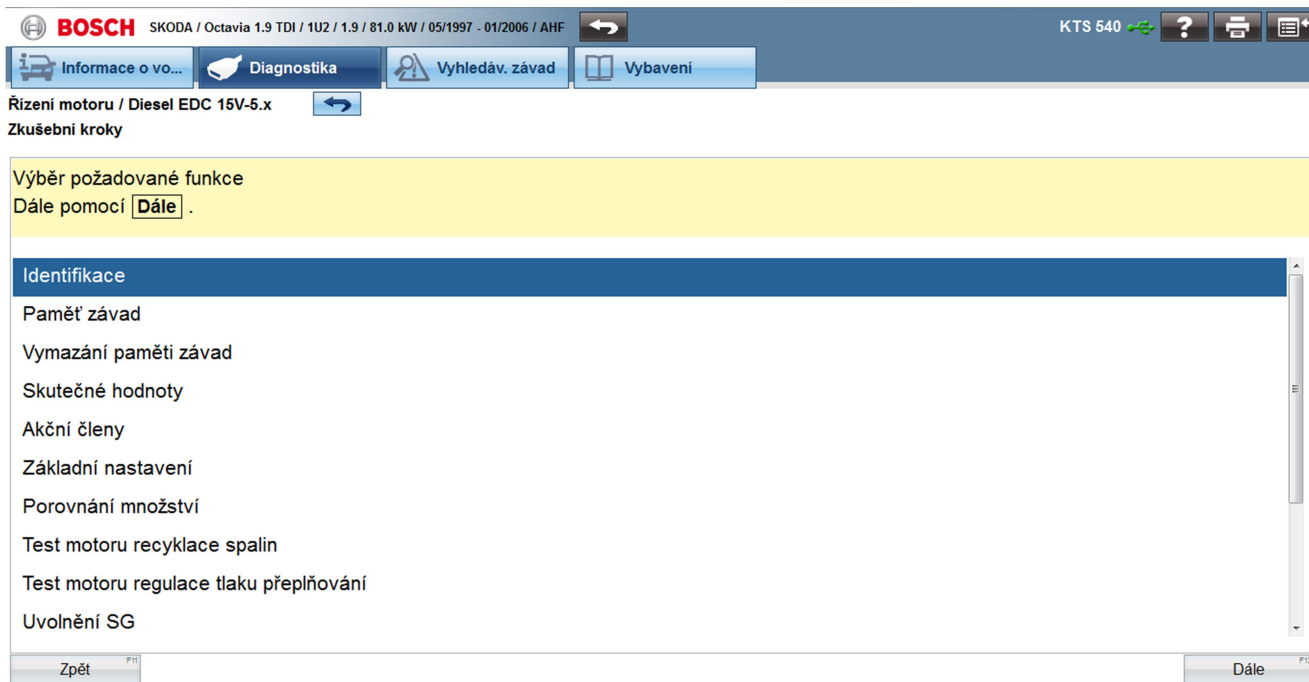
7.1. Diagnostika řídicí jednotky motoru

Po zadání specifikace vozidla, systém vyhledá všechny řídicí jednotky umístěné ve voze (**Obrázek 19**). Jelikož problém se špatnou akcelerací a nadměrnou kouřivostí je věcí motoru pro diagnostikování, byla vybrána řídicí jednotka motoru.



Obrázek 19: Vyhledání řídicích jednotek vozidla

Po vybrání řídicí jednotky motoru, se ukáže roleta s možnostmi, které se pomocí systému ESI[tronic] mohou v řídicí jednotce provádět. Jedná se především o čtení a mazání paměti závad, sledování skutečných hodnot přijímaných řídicí jednotkou od jednotlivých senzorů dané řídicí jednotky, provedení testu akčních členů, nebo základních nastavení, například při výměně škrticí klapky v sání motoru a další funkce (**Obrázek 20**).



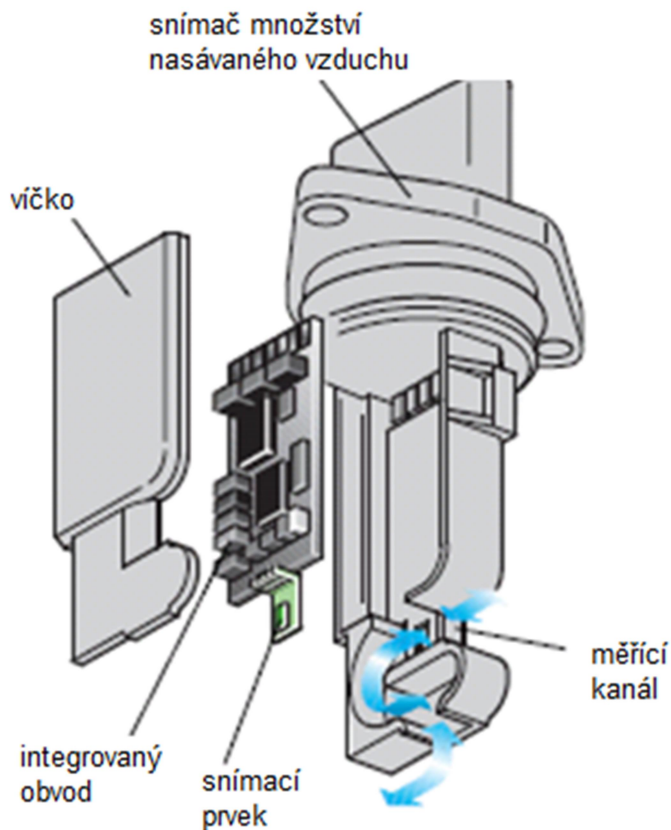
Obrázek 20: Možné činnosti v řídicí jednotce motoru

Pro zjištění chyb zapsaných v řídicí jednotce přečteme paměť závad. V našem případě byla v jednotce zapsána chyba měřiče hmotnostního průtoku vzduchu (**Obrázek 22**).

7.1.1. Měřič průtoku vzduchu

V této kapitole bude vysvětlen princip měřiče hmotnostního průtoku vzduchu, který snímá proud vzduchu nasávaný motorem. Využívá se k tomu měřič hmotnosti vzduchu s vyhříváním drátem. Senzor je tvořen válcovým pouzdrem umístěným za vzduchovým filtrem v sacím potrubí. V pouzdře je natažen tenký, vyhříváný drát vyrobený z platiny, chráněný z obou stran mřížkami. V tělese je integrován rezistor, sloužící pro kompenzaci teploty nasávaného vzduchu. Rezistor i vyhříváný drát jsou součástí regulačního obvodu.

Vyhříváný drát je vyhříván elektrickým proudem tak, aby jeho teplota byla vždy vyšší o 130 až 160°C než teplota protékajícího vzduchu. Tento proud úměrně roste s množstvím proteklého vzduchu senzorem, a tudíž musí být měněn, aby teplota zůstala stále stejná. Senzor má za úkol tento vyhřívací proud snímat (**Obrázek 21**) [17].



Obrázek 21: Snímač množství nasávaného vzduchu [20]

Činnost měřiče hmotnostního průtoku vzduchu byla zkontrolována pomocí sledování skutečných hodnot nabízených systémem diagnostiky. V oddělení skutečných hodnot lze kromě jiných sledovat okamžité hodnoty hmotnostního průtoku nasávaného vzduchu a to jak skutečné, tak i požadované pro daný provozní režim motoru (**Obrázek 23**).



Obrázek 22: Vyčtení paměti závad řídicí jednotky motoru



Obrázek 23: Skutečné hodnoty jednotlivých senzorů řídicí jednotky motoru

Po nastartování motoru a ponechání motoru ve volnoběžných otáčkách, jak nás systém diagnostiky upozorňuje, bylo zjištěno, že se aktuální hmotnost vzduchu liší od požadované hmotnosti vzduchu. Z hodnoty aktuální hmotnosti vzduchu je patrné, že hodnota je mnohem vyšší než požadovaná, a tudíž nejpravděpodobnější závada bude v senzoru hmotnostního průtoku vzduchu (**Obrázek 24**).

The screenshot shows the Bosch diagnostic software interface for a SKODA Octavia 1.9 TDI. The top bar includes the Bosch logo, vehicle information (SKODA / Octavia 1.9 TDI / 1U2 / 1.9 / 81.0 kW / 05/1997 - 01/2006 / AHF), and a KTS 540 connection status. Below the top bar are navigation buttons: 'Informace o vo...', 'Diagnostika', 'Vyhledáv. závad', and 'Vybavení'. The main display area is titled 'Řízení motoru / Diesel EDC 15V-5.x' and 'Skutečné hodnoty'. It contains two sections: 'Požadovaná hmotnost vzduchu' with a value of 310,0 mg/z and 'Aktuální hmotnost vzduchu' with a value of 550,0 mg/z. Both sections include the instruction 'Motor nechte běžet na volnoběh.'. At the bottom, there are control buttons: 'Storno' (ESC), 'Zpět' (F11), 'Čas. průběh' (F6), 'Uložit' (F2), and 'Maximál' (F3).

Obrázek 24: Hodnoty hmotnosti nasávaného vzduchu

Na základě tohoto měření byl senzor hmotnostního průtoku vzduchu vyměněn za nový. Následně bylo provedeno opětovné měření skutečných hodnot aktuální hmotnosti nasávaného vzduchu a porovnání s požadovanou hmotností nasávaného vzduchu při volnoběžných otáčkách a bylo zjištěno, že se tyto hodnoty shodují (**Obrázek 25**). To znamená, že senzor hmotnostního průtoku vzduchu byl opravdu vadný.

BOSCH SKODA / Octavia 1.9 TDI / 1U2 / 1.9 / 81.0 kW / 05/1997 - 01/2006 / AHF KTS 540

Informace o vo... Diagnostika Vyhledáv. závad Vybavení

Řízení motoru / Diesel EDC 16V-5.x

Skutečné hodnoty

[Požadovaná hmotnost vzduchu](#)

295,0 mg/z

Motor nechte běžet na volnoběh.

[Aktuální hmotnost vzduchu](#)

295,0 mg/z

Motor nechte běžet na volnoběh.

Storno Zpět Čas. průběh Uložit Maximál

Obrázek 25: Shodná požadovaná i aktuální hodnota hmotnosti vzduchu

7.2. Diagnostika řídicí jednotky airbagu

Dalším prakticky diagnostikovaným systémem v této práci je airbag.

7.2.1. Airbag

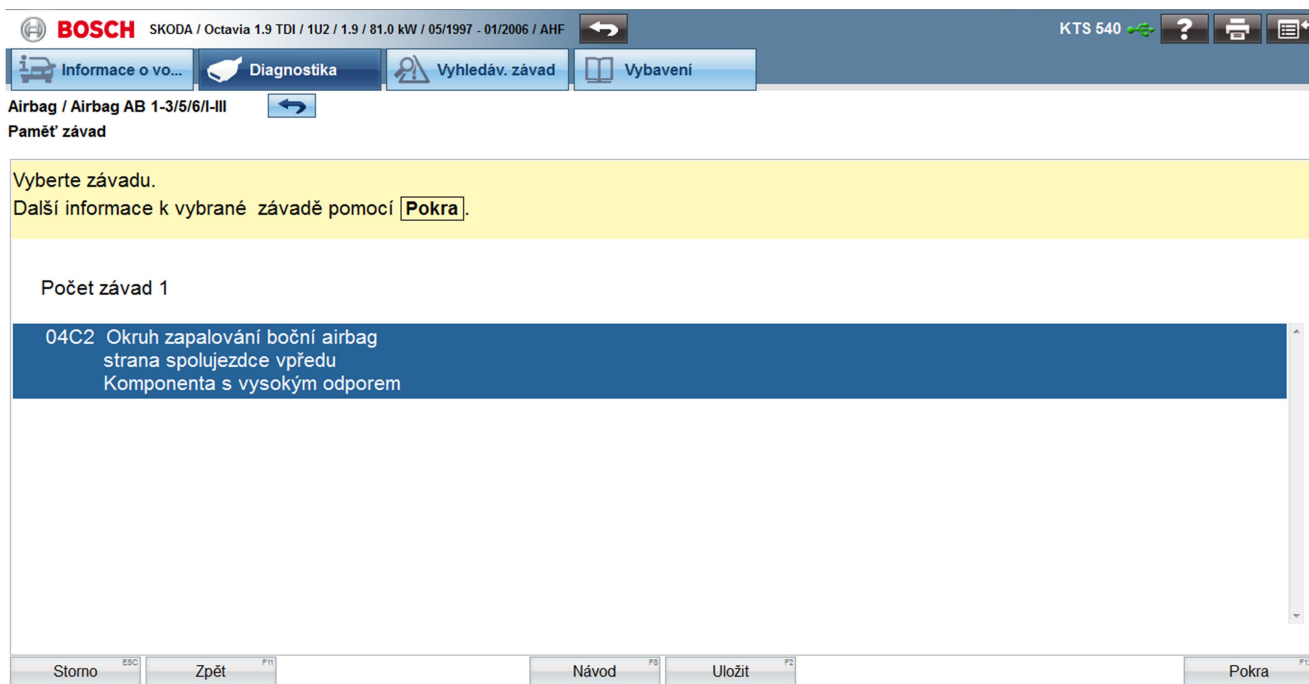
Airbag je součástí pasivní bezpečnosti vozidla, která má zmírnit následky dopravní nehody na cestujících. Jedná se o bezpečnostní vak, který se aktivuje a nafoukne bezprostředně po nárazu vozidla a má sloužit především k ochraně hlavy a hrudníku. Dnešní automobily mají standardně airbasy čelní a boční, běžné jsou také boční hlavové, okenní nebo kolenní airbasy. Každý airbag je tedy složen z vaku z polyamidové tkaniny, plynového generátoru, který produkuje plyn pro naplnění vaku, a řídicí jednotky se senzory zrychlení, které mají za úkol vyhodnotit nutnost spuštění tohoto bezpečnostního prvku (**Obrázek 26**).

V okamžiku nárazu, kdy senzory zrychlení naměří hraniční hodnoty, vydá řídicí jednotka povel do příslušných airbagů k nafouknutí vaku. Řídicí jednotka aktivuje jen ty airbasy, které jsou v daný okamžik zapotřebí, nemělo by se tedy stát, že se nafouknou například při čistě bočním nárazu čelní airbasy.



Obrázek 26: 9 airbagů ve voze Škoda Octavia [16]

Pro přečtení závady systému airbagů zvolíme ve výběru řídicích jednotek vozidla řídicí jednotku airbagů. Na paletě řídicí jednotky airbagů nám systém diagnostiky nabízí podobné funkce jako v řídicí jednotce motoru. V sekci paměti závad byla zapsána chyba okruhu zapalování bočního airbagu na straně spolujezdce (**Obrázek 27**). V závislosti na zkušenostech s touto závadou byl vyměněn konektorový spoj pod sedačkou spolujezdce, kde při častém pohybu sedačky kupředu a zpět v závislosti na výšce cestujícího dochází k opotřebování tohoto pozlaceného konektorového spoje.



Obrázek 27: Závada zapsaná v paměti řídicí jednotky airbagů

7.3. Diagnostika řídicí jednotky ABS

Další a poslední závadou na vozidle byla závada systému ABS.

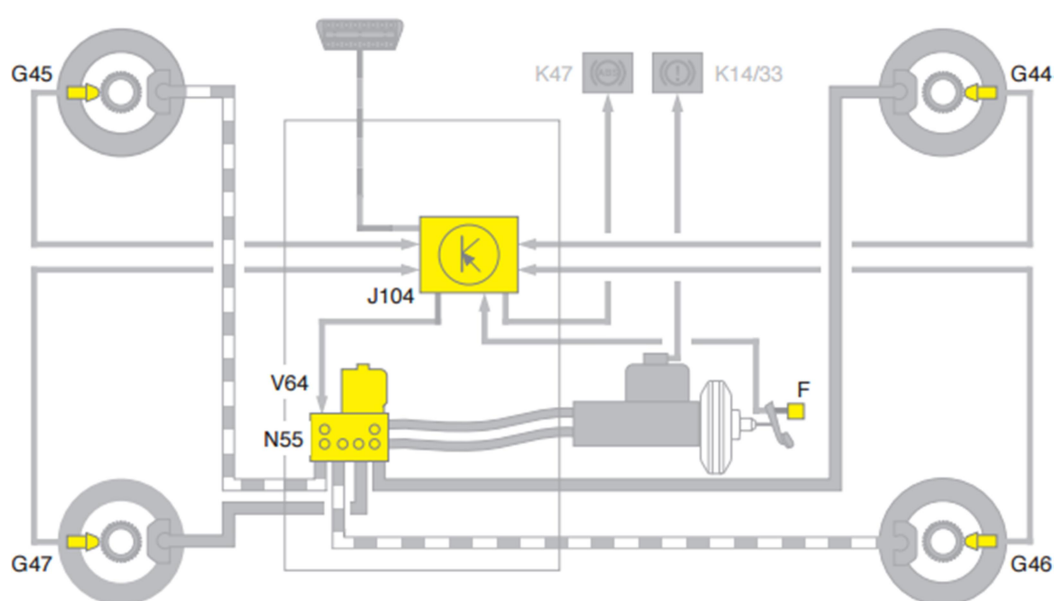
7.3.1. Protiblokovací systém ABS

V následující kapitole uvedu stručný popis funkce ABS, jež byla diagnostikována. Za nebezpečných jízdních podmínek, například na mokré nebo kluzké vozovce, ale i při rychlé reakci řidiče na nepředvídatelnou překážku, může nastat situace, kdy během působení brzdící síly na kola bez systému ABS se tato kola zablokují, a vozidlo se stává neřiditelné. Pro zabránění těchto krizových situací se používá systém ABS, který zabezpečuje říditelnost vozidla a podstatně snižuje riziko smyku [10].

ABS pracuje na principu redukce brzdícího tlaku. Během celé doby jízdy ABS sleduje aktuální rychlosti jednotlivých kol pomocí senzorů umístěných na každém kole vozidla a z rychlosti dvou diagonálně umístěných kol určuje tzv. referenční rychlost. Při brždění tuto rychlost porovnává s aktuální rychlostí každého kola a zjišťuje tak zrychlení, zpomalení či prokluz každého z nich.

V případě poklesu rychlosti kola pod stanovenou mez oproti referenční hodnotě, jednotka vydá impuls pro redukci tlaku kapaliny v brzdovém válci, bez ohledu na polohu brzdového pedálu. Brzdný tlak poklesne a kolo se opět roztočí, v tom okamžiku hlavní brzdový válec tlak navýší a kolo přibrzdí. Tento děj se opakuje několikrát za sekundu do rychlosti 4 km/h, kdy se ABS odpojí nebo do chvíle kdy řidič přestane vyvíjet sílu na pedál brzdy (**Obrázek 28**).

Nadstavbou na systém ABS jsou systémy kontroly jízdní stability ASR nebo ESP.



- J104 řídicí jednotka ABS
- G 44 snímač otáček vzadu vpravo
- G 45 snímač otáček vpředu vpravo
- G 46 snímač otáček vzadu vlevo
- G 47 snímač otáček vpředu vlevo
- F spínač brzdových světel
- V 64 hydraulické čerpadlo ABS

Obrázek 28: Blokové schéma systému ABS [19]

Senzory systému ABS

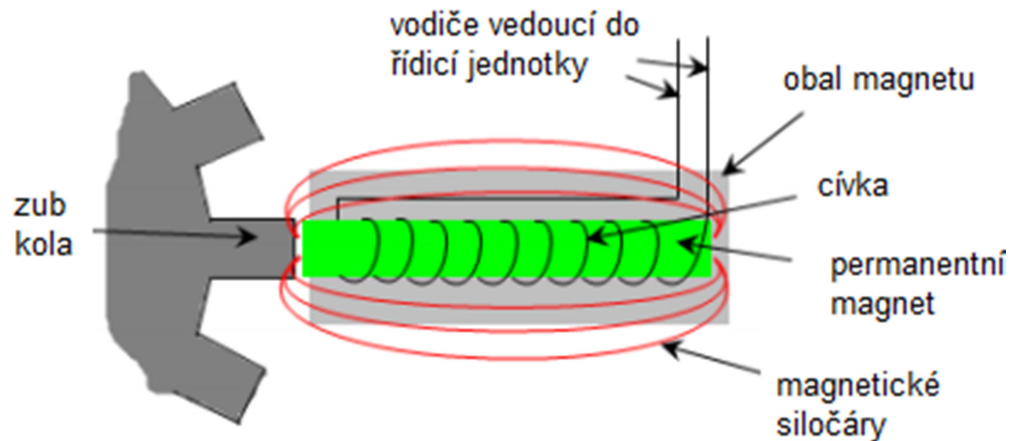
Senzorem pro systém ABS je senzor otáčení kola, který snímá rychlost otáčení a signál z tohoto čidla je přenášen řídicí jednotce, která ho dále zpracovává pomocí dvojlinky (**Obrázek 31**).

Existují dva možné způsoby snímání a to:

- Pasivní
- Aktivní

Pasivní senzor

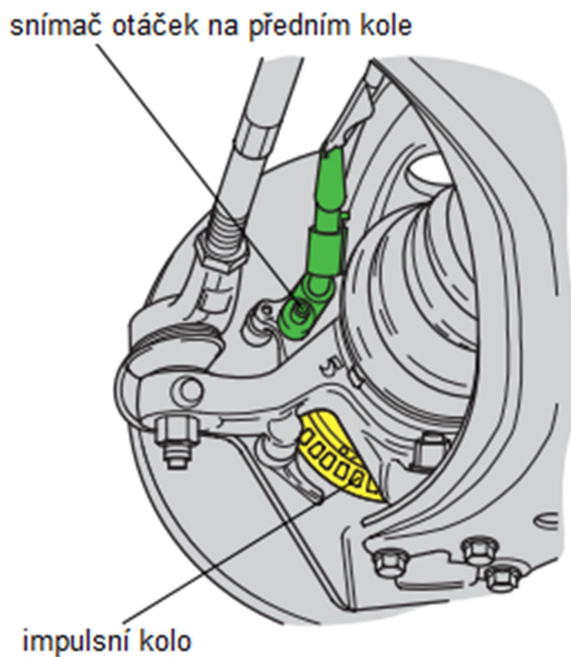
Skládá se z permanentního magnetu a cívky, která je spojena s řídicí jednotkou ABS. Senzor je umístěn tak, že se před ním otáčí ozubené kolo nasazené na náboji kola automobilu stejnými otáčkami jako kolo vozidla (**Obrázek 29**), (**Obrázek 31**). V okamžiku průchodu zubu přes magnetické siločáry vytvořené okolo cívky snímače, přeruší se magnetické pole a tím se indukuje v cívkce střídavé napětí. Frekvence naindukovaného napětí je přímo úměrná rychlosti otáčení kola (**Obrázek 30**). Signál z pasivního senzoru je zpracován řídicí jednotkou a je vypočtena okamžitá rychlost kola [10].



Obrázek 29: Schéma senzoru otáčení kola [10]

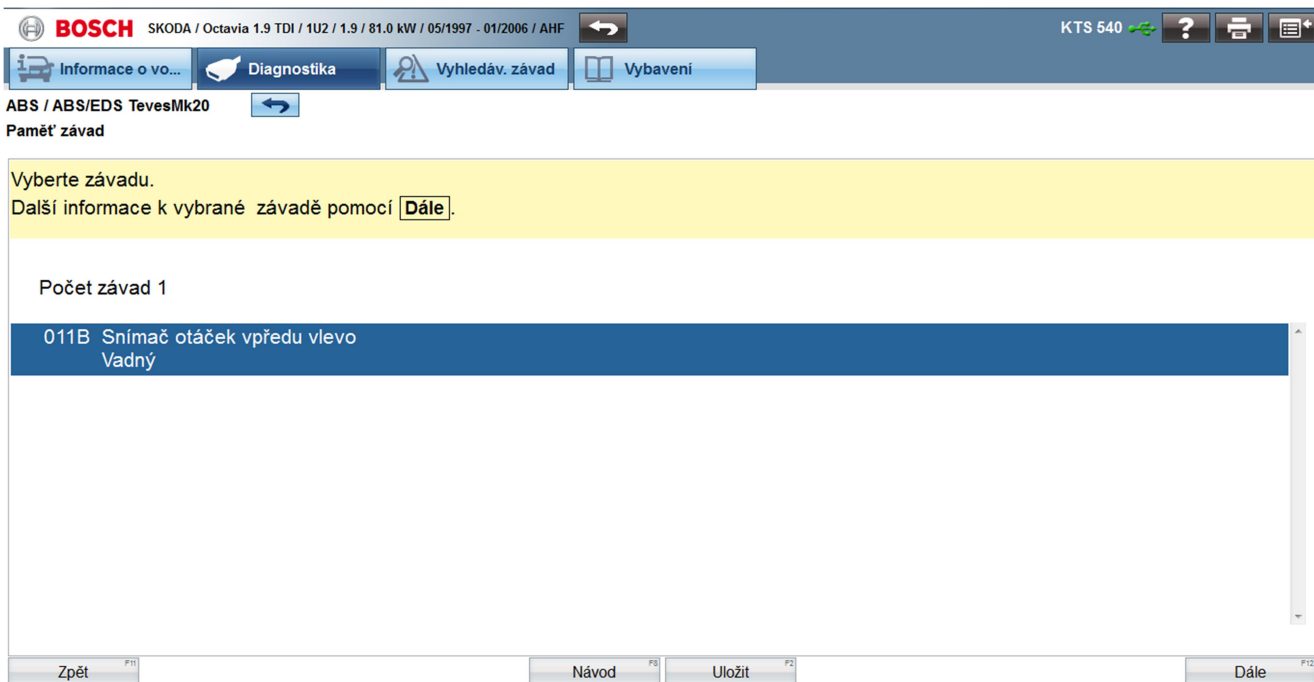


Obrázek 30: Schéma indukovaní napětí během otáčení kola [10]

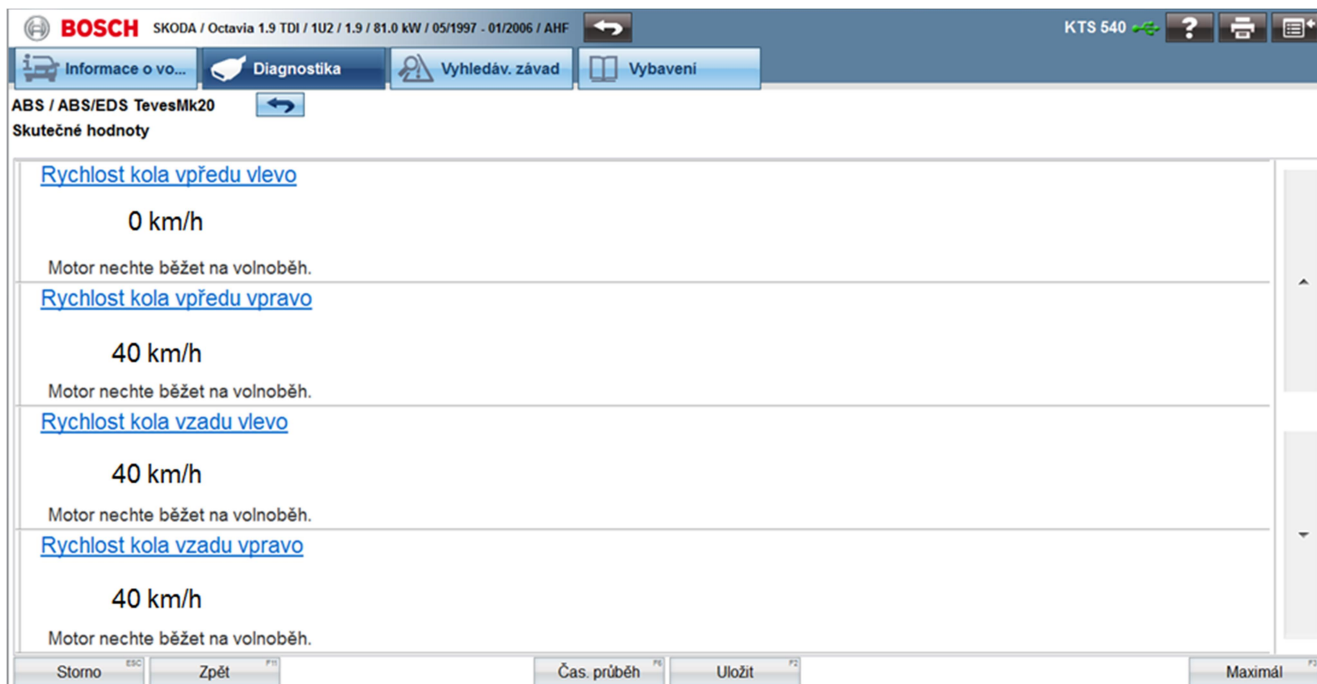


Obrázek 31: Uložení senzorů na předním kole [10]

Byl proveden stejný postup diagnostiky k přečtení paměti závad jako u předešlých závad motoru a airbagu. V sekci paměti závad byla zapsána chyba snímače otáček vpředu vlevo (**Obrázek 32**). V sekci skutečných hodnot byly zvoleny všechny čtyři snímače rychlostí kol a při zkušební jízdě se ukázalo, že hodnota rychlosti kola vpředu vlevo je nulová (**Obrázek 33**).

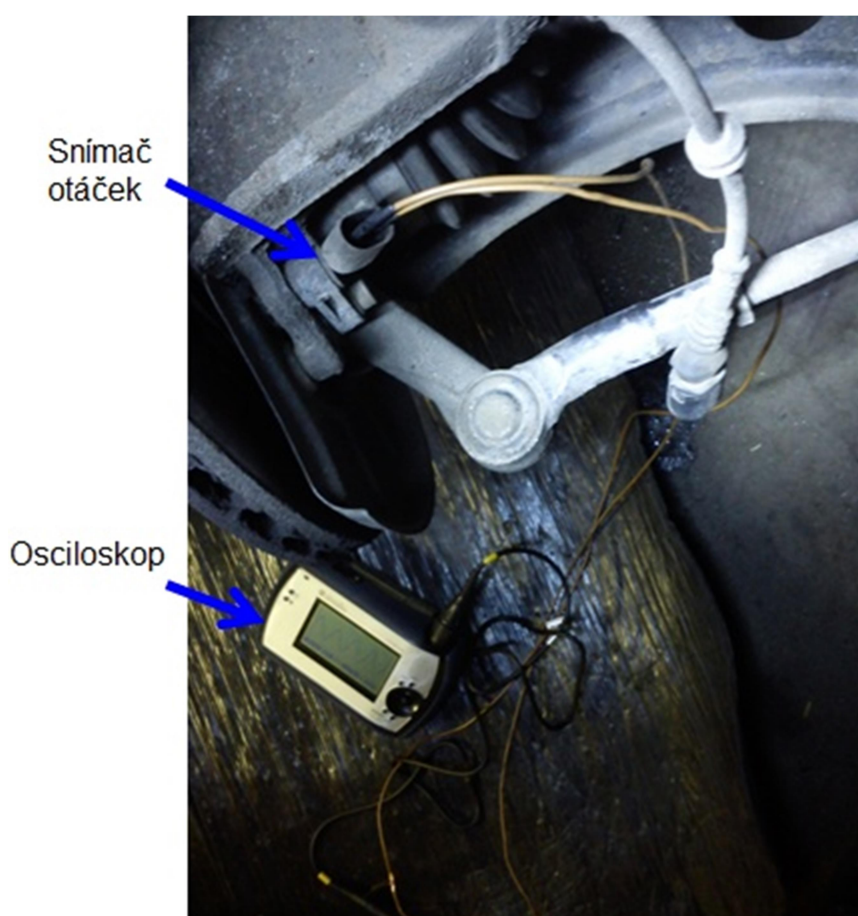


Obrázek 32: Paměť závad řídicí jednotky ABS

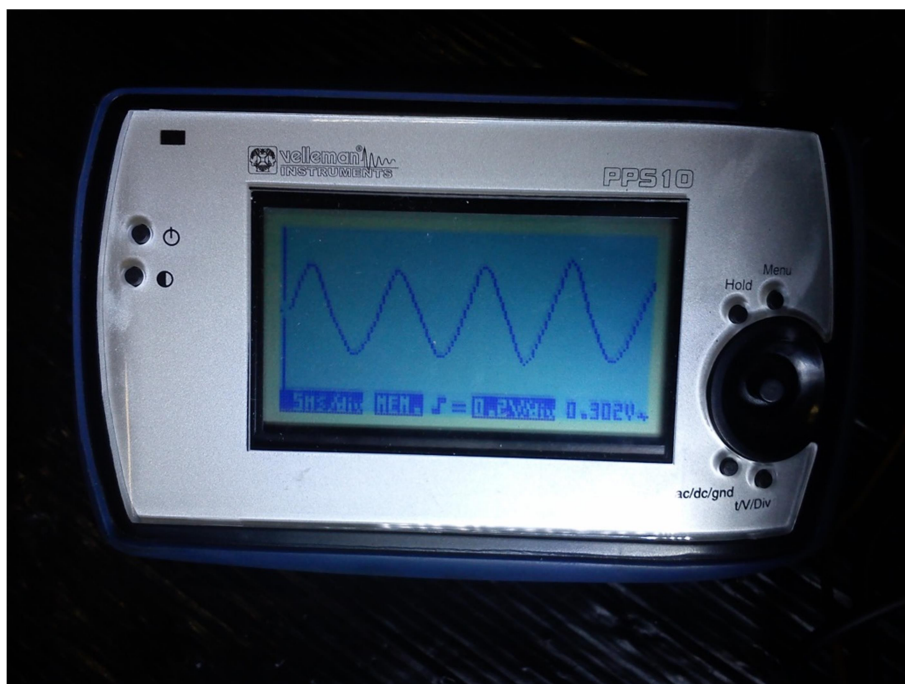


Obrázek 33: Skutečné hodnoty řídicí jednotky ABS

Na základě těchto měření je nejpravděpodobnější původ závady v senzoru rychlosti otáčení kola. Pro ověření tohoto předpokladu byla využita paralelní diagnostika v podobě osciloskopu PPS10 od firmy Velleman. Po odpojení senzoru od kabeláže byl osciloskop připojen k senzoru (**Obrázek 34**). Po roztočení kola byl na obrazovce osciloskopu patrný sinusový signál vydávaný senzorem (**Obrázek 35**). Ze sinusového signálu na obrazovce osciloskopu vyplývá, že závada není v senzoru, ale někde v kabeláži mezi senzorem a řídicí jednotkou v horším případě je problém přímo v řídicí jednotce systému ABS.



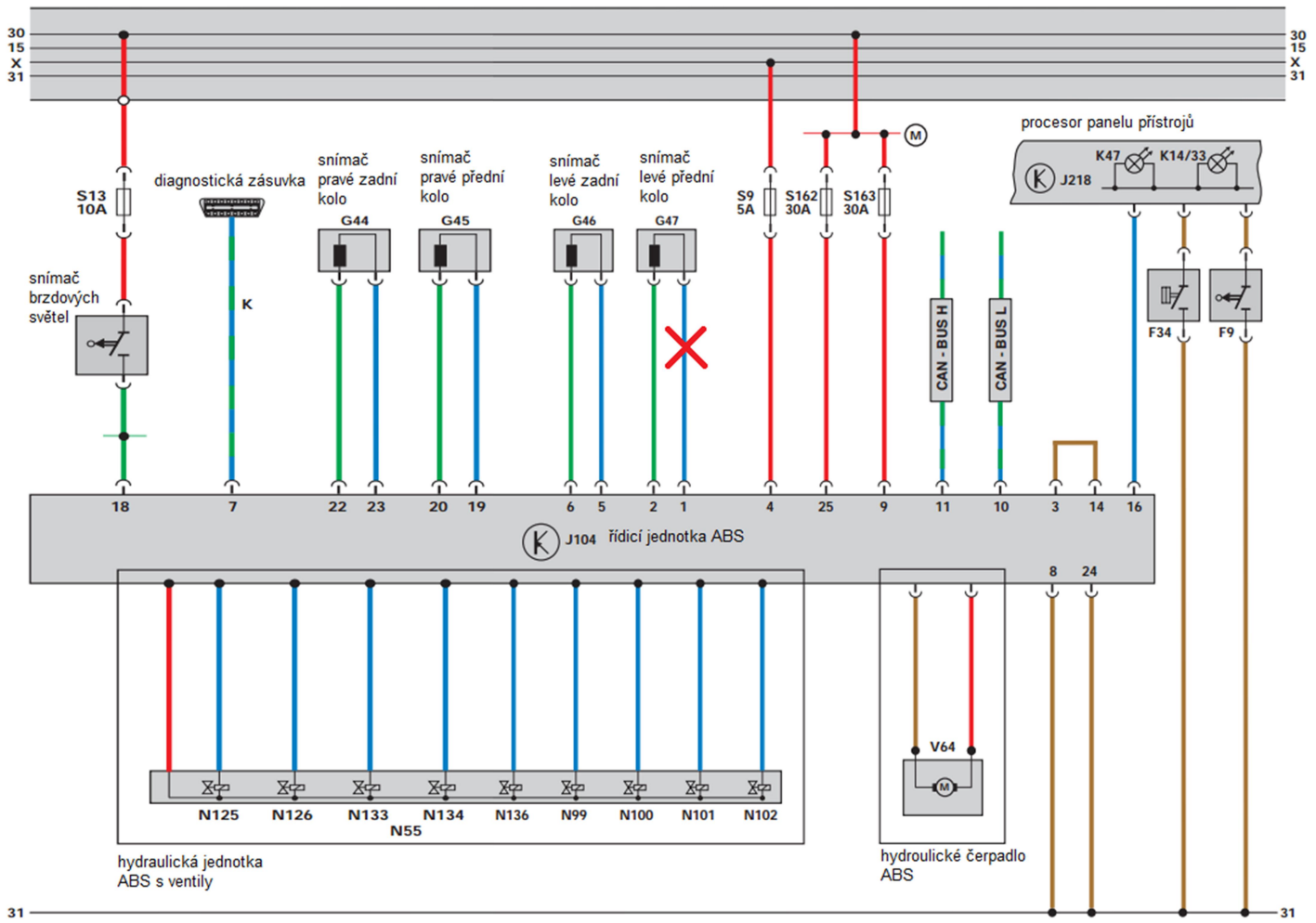
Obrázek 34: Připojení osciloskopu k senzoru rychlosti otáčení kola vpředu vlevo



Obrázek 35: Výsledek měření osciloskopem

Od řídicí jednotky ABS byla odpojena konektorová patice a podle schématu vyhledána pozice konektorů od senzoru předního levého kola. Pomocí multimetru byl proměřen kabel od řídicí jednotky ABS k čidlu rychlosti otáčení předního levého kola a bylo zjištěno přerušení jedné kabelové žíly, jak je vyobrazeno na schématu (**Obrázek 36**). Tento kabel byl vyměněn za nový a systém ABS začal opět fungovat.

Tato závada nám demonstruje, že vadný nemusí být vždy pouze snímač nebo akční člen, ale že je třeba kontrolovat i kabelová vedení mezi jednotlivými částmi systému.



Obrázek 36: Elektrické schéma systému ABS

8. Závěr

Cílem práce bylo uvést ucelený přehled o problematice systému OBD, uvést současný stav sériové diagnostiky a zhodnotit metodiku měření.

Úvodem této práce byla provedena literární rešerše mapující historický vývoj diagnostiky automobilů a byla uvedena historie a současnost normy OBD. V následujících kapitolách byly popsány přístroje určené pro paralelní a sériovou diagnostiku, multimetr a osciloskop pro paralelní diagnostiku, testery převážně od firmy Bosch pak pro diagnostiku sériovou. Tyto představují ucelený soubor zahrnující vše, co moderní servis potřebuje k efektivnímu řešení poruch automobilů.

Poslední kapitola je věnována vlastnímu měření. Diagnostika byla provedena na vozidle Škoda Octavia 1.9 TDI 81kW r. v. 2000 ve výbavě Laurin & Klement. Vozidlo mělo problémy s provozem motoru, nefunkčností airbagů i nefunkčností systému ABS. Vozidlo bylo připojeno přes diagnostickou přípojku k zařízení Bosch KTS 540. V našem případě byla v řídicí jednotce motoru zapsána chyba měřiče hmotnostního průtoku vzduchu. Na základě dalšího měření pomocí sériového diagnostického zařízení byl senzor hmotnosti vzduchu vyměněn za nový.

Další problém spočíval v systému airbagu. V paměti závad airbagu byla zapsána chyba okruhu zapalování bočního airbagu na straně spolujezdce. Tato závada systému airbagů je velmi častá, a tudíž na základě zkušeností byl vyměněn konektorový spoj pod sedadlem spolujezdce.

Poslední závadou na vozidle byla závada na systému ABS. V paměti závad byla zapsána chyba snímače otáček vpředu vlevo. Při dalším měření pomocí sériové diagnostiky byl nejpravděpodobnější původ závady v senzoru rychlosti otáčení kola. Po použití paralelní diagnostiky se ovšem ukázalo, že senzor pracuje správně. Pomocí multimetru bylo proměřeno vedení od řídicí jednotky ABS k senzoru a bylo zjištěno přerušení jedné kabelové žíly. Tento kabel byl vyměněn za nový a systém ABS začal opět fungovat. Tato závada jasně ukazuje na nutnost používání paralelní diagnostiky a fakt, že jen se sériovou diagnostikou si servis nevystačí.

Jako zajímavým rozšířením této práce by bylo porovnání možností sériové diagnostiky u více generací automobilů od jedné značky, nebo porovnání funkcí sériové diagnostiky v řídicích jednotkách konkurenčních automobilek.

Nároky na kvalitu a možnosti diagnostiky v autoservisech stále rostou, jelikož systémy motorových vozidel jsou stále komplexnější a pro autoservis opravující moderní vozidla jsou nezbytné navzájem se doplňující systémy automobilové diagnostiky, softwaru, technického školení a technického poradenství. Avšak stále platí, že i sebedokonalejší diagnostický systém musí obsluhovat člověk a výsledek jejich spolupráce závisí na schopnostech a zkušenostech obsluhy. Jinými slovy moderní servis se neobejde bez zkušených a spolehlivých mechaniků.

Seznam použitých zkratek

ABS	Anti-lock Braking System
AD	Analogově digitální
ASR	Anti-Slip Regulation
CAN	Controller Area Network
CCC	Computer Command Control
CRT	Cathode Ray Tube
DLC	Diagnostic Link Connector
EEPROM	Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory
EOBD	European On Board Diagnostics
EPA	Environmental Protection Agency
ESP	Electronic Stability Program
GM	General Motors
GPS	Global Positioning System
LCD	Liquid Crystal Display
MIL	Malfunction Indicator Lamp
OBD	On Board Diagnostics
USA	United States of America

Seznam obrázků

Obrázek 1: Digitální multimetr s měřením výkonu UNI-T	7
Obrázek 2: Digitální Osciloskop firmy UNI-T	8
Obrázek 3: Katodová trubice.....	9
Obrázek 4: Druhy kontrolky MIL	11
Obrázek 5: Příklad blikacího kódu.....	13
Obrázek 6: Adaptéry konektorů Easy Connect firmy Bosch.....	14
Obrázek 7: VAG 1551	15
Obrázek 8: Diagnostická sada UNISCAN	16
Obrázek 9: Schéma zapojení řídicích jednotek ve voze Škoda Fabia.....	20
Obrázek 10: DLC konektor.....	21
Obrázek 11: Schema umístění diagnostické zásuvky Škoda Octavia.....	22
Obrázek 12: Texa navigator TXT	27
Obrázek 13: Multi-Diag Handy 2	28
Obrázek 14: Bosch KTS 540.....	29
Obrázek 15: KTS 670.....	30
Obrázek 16: Bosch 740.....	31
Obrázek 17: Bosch – ESI [tronic]	33
Obrázek 18: Specifikace vozidla v systému ESI[tronic].....	34
Obrázek 19: Vyhledání řídicích jednotek vozidla.....	35
Obrázek 20: Možné činnosti v řídicí jednotce motoru.....	36
Obrázek 21: Snímač množství nasávaného vzduchu	37
Obrázek 22: Vyčtení paměti závad řídicí jednotky motoru	38
Obrázek 23: Skutečné hodnoty jednotlivých senzorů řídicí jednotky motoru	38
Obrázek 24: Hodnoty hmotnosti nasávaného vzduchu	39
Obrázek 25: Shodná požadovaná i aktuální hodnota hmotnosti vzduchu	40
Obrázek 26: 9 airbagů ve voze Škoda Octavia	41
Obrázek 27: Závada zapsaná v paměti řídicí jednotky airbagů.....	42
Obrázek 28: Blokové schéma systému ABS	43
Obrázek 29: Schéma senzoru otáčení kola	44
Obrázek 30: Schéma indukovaní napětí během otáčení kola	44
Obrázek 31: Uložení senzorů na předním kole	45
Obrázek 32: Paměť závad řídicí jednotky ABS	46
Obrázek 33: Skutečné hodnoty řídicí jednotky ABS.....	46
Obrázek 34: Připojení osciloskopu k senzoru rychlosti otáčení kola vpředu vlevo.....	47
Obrázek 35: Výsledek měření osciloskopem	48
Obrázek 36: Elektrické schéma systému ABS	49

Seznam tabulek

Tabulka 1: Standardizované zapojení pinů	21
Tabulka 2: Přehled vybraných značkových diagnostických systémů	26

Použitá literatura:

- [1] Historie Bosch Car Service [online]. [cit. 2015-11-25]. Dostupné z: <http://www.boschcarservice.cz/Jsem-majitel-automobilu/Historie-Bosch-Car.html>
- [2] Technická diagnostika a spolehlivost. Praha, 2011 [cit. 2016-02-11]. ISBN978-80-02-02352-4.
- [3] Technická diagnostika [online]. [cit. 2015-11-20]. Dostupné z: http://tf.czu.cz/~pexa/Predmety/TD/Prednasky/1p_TechDiag.pdf
- [4] PEXA, Martin. Diagnostické postupy: prosté a větvené. 2015. Přednáška. CZU.
- [5] VLK, František. 2006. *Diagnostika motorových vozidel*. 1. vydání. Brno: František Vlk. ISBN 80-239-7064-X.
- [6] REMEK, Branko. 2002. *Provozní údržba a diagnostika vozidel*. Vyd. 1. Praha: Vydavatelství ČVUT, 142 s. ISBN 80-010-2615-9.
- [7] ŠTĚRBA, Pavel, Jiří ČUPERA a Adam POLCAR. 2011. *Automobily: Diagnostika motorových vozidel II*. 1. vydání. Brno: Avid, s.r.o., Brno. ISBN 978-80-87143-19-3.
- [8] Micronix [online]. 2013 [cit. 2015-11-16]. Dostupné z: <http://eshop.micronix.cz/merici-technika/elektricke-veliciny/wattmetry-a-analyzatory-siti/wattmetry/uni-t-ut-71e.html>
- [9] UNI-T [online]. 2013 [cit. 2015-11-16]. Dostupné z: <http://www.unit.cz/p/osciloskop-uni-t-utd2052cex>
- [10] KOČÍ, Petr. *Diagnostika a testování automobilů*. Ostrava, 2010. Učební text. Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava.
- [11] On-Board Diagnostic II (OBD II) Systems [online]. 2015 [cit. 2015-11-16]. Dostupné z: <http://www.arb.ca.gov/msprog/obdprog/obdfaq.htm>
- [12] Diagnostika Bosch pro současnost i budoucnost autoservisu [online]. [cit. 2015-11-18]. Dostupné z: <http://aa.bosch.cz/download/automobilova-diagnostika/katalog-diagnostiky.pdf>
- [13] Elektrotechnická měření: Osciloskop [online]. 2015 [cit. 2015-11-18]. Dostupné z: <http://slideplayer.cz/slide/1912930/>

- [14] TKOTZ, Klaus. Příručka pro elektrotechniku. 2. doplněné vydání. Praha: Europa-Sobotáles, 2006. ISBN 80-86706-13-3.
- [15] KTS 670: The mobile testing system for professional control unit diagnostics [online]. [cit. 2016-01-23]. Dostupné z: http://rb-aa.bosch.com/boaaee/kidownload?type=application/pdf&publication=3&cl_id=89&pos=1&attrv_id=1363
- [16] VY JEZDÍTE, MY SE STARÁME [online]. [cit. 2016-01-24]. Dostupné z: <http://www.skoda-auto.cz/models/nova-octavia/bezpecnost>
- [17] SEVERA, Filip. *Senzorová technika ve vozidlech*. Brno, 2013.
- [18] OBD2 connector [online]. [cit. 2016-01-26]. Dostupné z: http://www.obdtester.com/obd2_connector
- [19] ABS – vlastní diagnostika [online]. [cit. 2016-01-26]. Dostupné z: <http://www.skolahostivar.cz/DownloadPF/26.pdf>
- [20] KOTEK, Martin. *Diagnostika motorových vozidel: Senzory*. Výuková prezentace.
- [21] Navigator TXTs [online]. [cit. 2016-02-04]. Dostupné z: <http://www.texa.com/products/navigator-txts>
- [22] Uniscan Diagnostic [online]. [cit. 2016-02-11]. Dostupné z: http://www.diytrade.com/china/pd/5409691/Uniscan_1_83_Diagnostic_Scanner_Euroscan_Visa_ECU_Read.html
- [23] ATAL, ATAL Tábor [online], [2016-2-11], dostupný na WWW: <http://www.atal.cz/>
- [24] VLK, František. *Zkoušení a diagnostika motorových vozidel*. 1. vyd. Brno: Vlk, 2001. ISBN 80-238-6573-0.
- [25] VAG - 1551 Diagnostic [online]. [cit. 2016-03-15]. Dostupné z: <http://www.newtechland.com.tw/index2-2-e.asp?pno=470&p1id=14&p2id=45>