

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ
ÚSTAV AUTOMOBILNÍHO A DOPRAVNÍHO
INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING
INSTITUTE OF AUTOMOTIVE ENGINEERING

SÉRIOVÁ A PARALELNÍ DIAGNOSTIKA POHONNÝCH JEDNOTEK MOTOROVÝCH VOZIDEL

SERIAL AND PARALLEL DIAGNOSTICS OF VEHICLE ENGINE CONTROL UNITS

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

JAN ČOČEK

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. MARTIN BERAN

BRNO 2012

Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství

Ústav automobilního a dopravního inženýrství

Akademický rok: 2011/2012

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

student(ka): Jan Čoček

který/která studuje v **bakalářském studijním programu**

obor: **Strojní inženýrství (2301R016)**

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma bakalářské práce:

Sériová a paralelní diagnostika pohonných jednotek motorových vozidel

v anglickém jazyce:

Serial and Parallel Diagnostics of Vehicle Engine Control Units

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Vypracujte přehled diagnostických postupů pohonných jednotek osobních vozidel od historie po současnost a naznačte další trendy vývoje v dané problematice. Proved'te rozbor sériové a paralelní diagnostiky a uveďte konkrétní případ.

Cíle bakalářské práce:

Získání přehledu o zadané problematice. Stanovení moderních postupů dnešní diagnostiky a jejich následné zhodnocení.

Seznam odborné literatury:

- 1] Rauscher, J.: Vozidlové motory, studijní opory, FSI VUT Brno 2003
- [2] Vlk, F.: Vozidlové spalovací motory, Nakladatelství a vydavatelství Vlk, Brno 2003
- [3] International Engine of the Year Awards, web page [online], 2010, poslední revize 12.10.2010.
Dostupné z: <http://www.ukipme.com/engineoftheyear/>

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Martin Beran

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2011/2012.

V Brně, dne 5.11.2010

L.S.

prof. Ing. Václav Pištěk, DrSc.
Ředitel ústavu

prof. RNDr. Miroslav Doupovec, CSc.
Děkan fakulty



ABSTRAKT

Bakalářská práce se zabývá diagnostikou motorových vozidel od historie až po současnost, se zaměřením zejména na pohonné jednotky spalovacích motorů. V jejích částech je stručně popsána funkce daného systému a následně rozebrán postup při diagnostice závady. V přehledných tabulkách jsou uvedeny symptomy a jejich rozuzlení za použití měřicí techniky. V závěru práce jsou popsány OBD systémy, nejčastěji používané automobilové sběrnice a souhrn několika hlavních měřicích zařízení používaných při automobilové diagnostice.

KLÍČOVÁ SLOVA

Diagnostika, Venturiho jev, palubní diagnostika OBD, digitalizace signálu, vzorkování, multimetr, diagnostický tester, osciloskop, oscilogramy, diagnostické nástroje, vstřikování paliva, Common Rail, zapalování, Hallův jev, sběrnice CAN

ABSTRACT

The thesis considers diagnosis of motor vehicles from the past until the present day, focusing especially on the engine of internal combustion engines. In its sections briefly describes the function of the system and then analyzed how to diagnose faults. The charts are presented symptoms and denouement, using measuring techniques. The conclusion describes the OBD systems, the most commonly used automotive bus and a summary of several major measuring devices used in automotive diagnostics.

KEYWORDS

Diagnostics, Venturi effect, on-board diagnostics OBD, digital signal sampling, multimetr, diagnostic tester, oscilloscope, waveforms, diagnostics tools, fuel injection, Common Rail, ignition, Hall effect, CAN



BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

ČOČEK, J. *Sériová a paralelní diagnostika pohonných jednotek motorových vozidel*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2012. 65 s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Martin Beran.



ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že tato práce je mým původním dílem, zpracoval jsem ji samostatně pod vedením Ing. Martina Berana a s použitím literatury uvedené v seznamu použitých informačních zdrojů.

V Brně dne 21. května 2012

.....

Jan Čoček



PODĚKOVÁNÍ

Děkuji tímto panu Ing. Martinu Beranovi za cenné rady a odbornou pomoc při vypracování bakalářské práce. Veliké díky patří také celé mé rodině za finanční i psychickou podporu při studiu, mé přítelkyni a kamarádům za neustálé povzbuzování ke splnění studijních povinností.



OBSAH

Úvod	14
1 Historie	15
2 Diagnostika motorových vozidel.....	17
2.1 Sériová diagnostika.....	17
2.2 Paralelní diagnostika.....	19
3 Diagnostika elektronických systémů motoru	21
4 Diagnostika palivového systému	22
4.1 Karburátor	22
4.2 Vstřikování benzínu	23
4.2.1 Diagnostika benzínového vstřikovacího systému.....	25
4.3 Vstřikování nafty	27
4.3.1 Diagnostika dieselového vstřikovacího systému.....	29
5 Diagnostika zapalovací soustavy.....	34
5.1 Rozdělení zapalovacích systémů	34
5.2 Diagnostika	36
6 Opravy a zkoušení alternátorů.....	39
7 Palubní diagnostika OBD	42
7.1 OBD I.....	42
7.2 OBD II a EOBD.....	44
7.3 OBD III.....	46
7.4 Automobilové sběrnice	46
7.4.1 CAN.....	46
7.4.2 FlexRay.....	47
7.4.3 LIN	47
8 Diagnostické přístroje a testery	48
8.1 Multimetr	48
8.2 Osciloskop	49
8.2.1 Použití osciloskopu pro měření vstřikování	51
8.2.2 Využití osciloskopu pro měření zapalování	54
8.3 OBD čtecí zařízení.....	56
8.4 Univerzální diagnostické testery.....	58
Závěr.....	62
Seznam použitých zkratek a symbolů	64



ÚVOD

Neustálý rozvoj automobilového průmyslu, vývoj elektrotechniky a informačních technologií rovněž neustále posouvá i požadavky na všechny oblasti související s provozem motorových vozidel, mimo jiné také na diagnostiku a opravárenství. Stále modernější vozidla vyráběná špičkovými technologiemi (např. technologie CAD/CAM pro navrhování konstrukcí, lepení, používání kevlarových vláken, LED osvětlení, používání slitin hliníku při výrobě karoserie, technologie povrchových úprav, měření laserem atd.) a vybavena stále dokonalejšími elektronickými systémy (protiblokovací systém ABS, protismykový systém ESP, protiskluzový systém ASR, parkovací asistent, airbagy, bezpečnostní zařízení, posilovač řízení atd.) vyžadují od autoopravárenství přizpůsobení se této skutečnosti. Vždyť nejmodernější vozidla jsou v této době osazena více než šedesáti řídicími jednotkami. Nejmodernější autoopravárenská technika a opravárenské procesy se neobejdou bez moderní diagnostiky a diagnostických zařízení. [1]

Cílem této bakalářské práce je rešeršně uvést celkový přehled diagnostických postupů v oblasti pohonných jednotek spalovacího motoru. V práci jsou uvedeny hlavní odvětví diagnostiky motorových vozidel, jsou zde popsány druhy zjišťování závad u motorových vozidel, sériová diagnostika (vnitřní), jejíž princip spočívá v připojení speciálního testeru přes diagnostickou zásuvku vedoucí do řídicí jednotky a následné vyčtení závad z její paměti, dále diagnostiky paralelní (vnější), která představuje test elektronických zařízení pomocí externě připojených přístrojů, jímž je například osciloskop. Dále jsou uvedeny nejznámější typy diagnostických zařízení používaných v opravárenské praxi, jejich výhody a nevýhody a ukázky použití. Závěr je věnován palubní diagnostice OBD, která je v této době povinně instalována do všech vozidel, jenž opustí výrobní linku. Díky tomuto ucelenému systému je možno pomocí univerzálního diagnostického přístroje přečíst závadu z paměti řídicí jednotky, dále nastavit hodnotu produkovaných emisí nebo nastavit patřičné hodnoty pro vstřikování paliva atd.

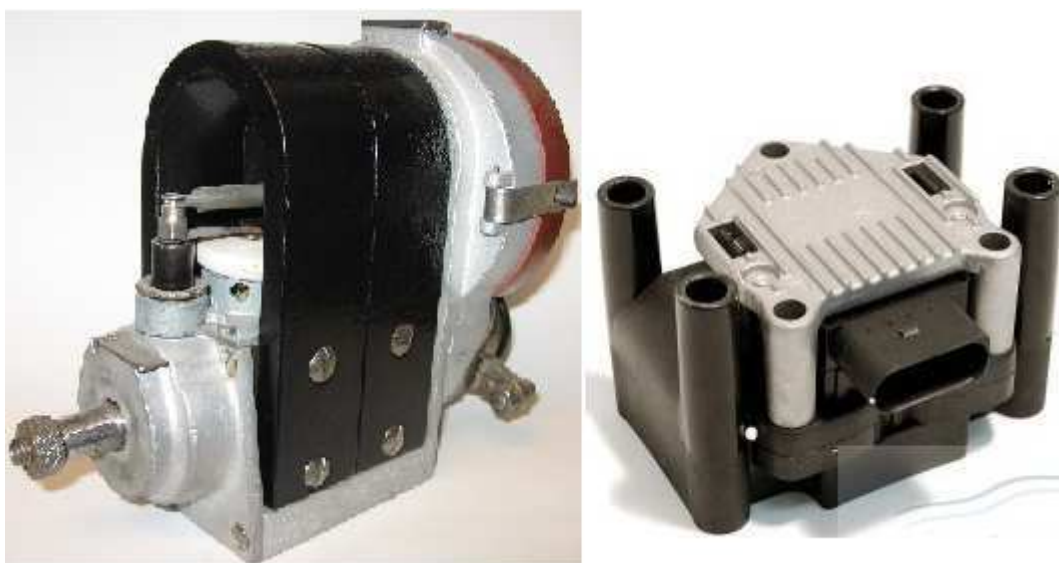
Důvodem pro volbu tohoto tématu je to, že se diagnostice a opravám motorových vozidel věnuji už od nástupu na střední školu, kde jsem se zabýval elektrotechnikou, dále z důvodu velkého zájmu o automobily, ke kterým jsem měl blízko už od malička.



1 HISTORIE

Diagnostikou neboli hledáním závad se zabývali opraváři už od dob, co vyjely na svět první vozy tažené koňmi či posléze mechanické stroje vyrobené z kovu. Tehdy i lidé zabývající se opravami těchto strojů hledali závadu na zlomeném kole dostavníku či porouchané párovce. Tehdy si poradili pouze se svými smysly.

S výrobou prvního motorového vozidla, jež ve svých útrobách měl spalovací motor, museli mechanici při opravě používat měřicí přístroje, měrky či posuvné měřítko, neboť tyto stroje vyžadovaly přesnější opravy a vyladění. Cílem mechanika je zajistit správný chod motoru vozidla, např. seřízením vůle ventilů, kontrolou zapalovacích svíček, seřízením volnoběhu, předstihu atd. Diagnostikovat závadu u prvních automobilů a motocyklů bylo podstatně jednodušší, stačila k tomu trocha praxe, náradí, přípravky a hlavně dobrý sluch a zrak. Tyto závady se projevovaly většinou v oblasti zapalování či dobíjení, nebo dodávky paliva. Opravář určil vadnou část, rozebral ji, vyměnil nebo vadný díl a vozidlo mohlo opět vyjet. S postupem doby se vozidla modernizovala, vyvíjely se nové díly, například roku 1887 Robert Bosch přivedl na trh první magneto-elektrické zapalování. Bosch učinil při návrhu magneta klíčových vylepšení. Nahradil stávající metodu zapalování směsí pomocí horké trubice, která měla tendenci vybuchovat do ohně, metodou zapalování pomocí nízkonapětového magneta. Tímto produktem dosáhl prvního hospodářského úspěchu. Bosch DU6 na Obr. 1 vlevo je zapalování pro šestiválcový motor z roku 1908 a na Obr. 1 vpravo je moderní zapalovací cívka montovaná například do Škody Fábie.



Obr. 1 Bosch DU6 – vlevo, Bosch 032 905 106 B – vpravo [7]

Princip Boschova magneta, se u zapalovacích systémů spalovacích motorů vyskytuje dodnes. Opraváři proto začali používat první analogové (ručkové) měřicí přístroje, které na stupnici ukazovaly obvykle odpor v ohmech dané měřené cívky. Pomocí těchto přístrojů mohli technici srovnáním odporu měřené součásti s hodnotou dobré součásti, objevit závadu a opravit ji. Opravy elektroinstalací v této době byla obvykle záležitost pouze vizuální, stačilo prohlédnout kabeláž, či v obtížných situacích, použít měřicího přístroje.



V roce 1927 Robert Bosch přivedl na trh první vstřikovací jednotku pro naftové motory, která upravovala dodávku paliva a tím snižovala vznik škodlivých emisí. Na opravu těchto elektronických jednotek se používají dodnes různé multimetry, čtečky, testery, osciloskopy nebo jiné diagnostické přístroje. Hlavními diagnostickými veličinami byla hlavně ruční a vizuální kontrola stavu mechanických součástí, kontrola elektrických a fyzikálních veličin (teplota, tlak apod.) a nakonec porovnávací metoda se správně fungujícím strojem (výkon, komprese, spotřeba, porovnání naměřených hodnot atd.)

Inženýři firmy Bosch vynalézali další elektronické díly pro spalovací motory, karoserii automobilů, komfortní a bezpečnostní elektroniku například lambdasonda 1976, systém ABS 1978, elektronická řídicí jednotka motoru (Motronic) 1979, elektronický stabilizační systém (ESP). Na diagnostiku těchto nových systémů byly vyvinuty přístroje, které pomocí diagnostické zásuvky, umístěné pod palubní deskou či v prostoru motoru, připojí na palubní systém, který spojuje všechny řídicí jednotky v automobilu a může tak vyčíst chybové kódy uložené v paměti, nedílnou součástí těchto přístrojů je poměrně drahý software nainstalovaný v PC a připojovací kabely. Tento způsob zabírá jen asi 30% celkového hledání poruch. Zbytek nahradí bližší měření pomocí digitálních testerů, vícekanálového osciloskopu, voltmetrů ampérmetrů atd. Specialisté a odborní pracovníci operují svými znalostmi v oboru elektrotechniky, mechaniky. Nedílnou součástí autoservisů by měla být velmi ceněná autodata (např. autodata Workschop), ve kterých nalezneme metody a postupy pro o měření správné funkce daných komponent, rozsahy měřených veličin, hodnoty vadných součástí atd. Dále katalogy a znalé a zkušené pracovníky. [4]

Závady na mechanických dílech se určují v nejhorších případech tehdy, až k nim dojde a projevují se například pískáním brzd, klepáním, sníženou nebo žádnou funkčností. Lze tomu předcházet navštěvováním pravidelných technických prohlídek, kde technici určí díly, které jsou již opotřebované a nařídí je vyměnit. Mimo jiné se při nich zjišťuje stav všech kapalin v automobilu a kompletní zkouška funkčnosti motoru i karoserie. To přispívá ke zvýšení životnosti automobilu, pokud nedojde k jeho destrukci vlivem havárie.



2 DIAGNOSTIKA MOTOROVÝCH VOZIDEL

Diagnostika motorových vozidel je činnost, která se zabývá rozeznáváním funkčních nesprávností soustav, ústrojí a částí vozidel, případně jejich příčinami. Je to kontrolní proces, který umožňuje okamžité ověření celkového technického stavu vozidla, aniž by docházelo k demontáži a zpětné montáži kontrolovaných částí (řecké slovo diagnostikos znamená způsobit rozpoznávat). To je důležité zejména s ohledem na skutečnost, že elektronická zařízení v podstatě jinou možnost diagnostiky neumožňují a rovněž je třeba si uvědomit, že každá demontáž a montáž mechanických funkčních částí vozidla v opravě, urychluje opotřebení již zaběhnutých pohyblivých spojů a částí sestavených ve výrobním nebo montážním závodě.[1]

2.1 SÉRIOVÁ DIAGNOSTIKA

Diagnostika sériová (vnitřní) znamená propojení speciálního přístroje - TESTERU - se zásuvkou ve vozidle. Tester umožňuje komunikaci s různými řídicími jednotkami (což jsou počítače) ve vozidle. Elektronických jednotek může být v automobilu až 60, například řídicí jednotka pro motor ECU, pro ABS, pro AIRBAG, pro komfortní systémy a mnoho dalších, imobilizere. Musíme si uvědomit, že řídicí jednotka nám nahlásí pouze to, co se jí „nelíbí“ a vybere z naprogramovaných možností nejpravděpodobnější interpretaci závady. Opět tedy záleží na automechanikovi nebo autoelektrikáři, jestli začne ihned měnit údajně špatné součástky nebo jestli bude dál závadu zkoumat a přejde k paralelní diagnostice.[5]

Například pokud dojde k poruše na kabeláži vedoucí z řídicí jednotky na čidlo, pak tuto závadu nejsme schopni přes palubní OBD zásuvku s jistotou určit, avšak z paměti závad, kterou nám diagnostický přístroj přečte, můžeme přesněji určit, o jakou komponentu se jedná. Tímto jsem chtěl upozornit, že diagnostický tester mnohdy není úplně všechno a slouží pouze k navedení pro řešení problému, respektive odhalení závady automobilu. Na Obr. 2 je příklad sériové diagnostiky pomocí Bosch KTS 750.

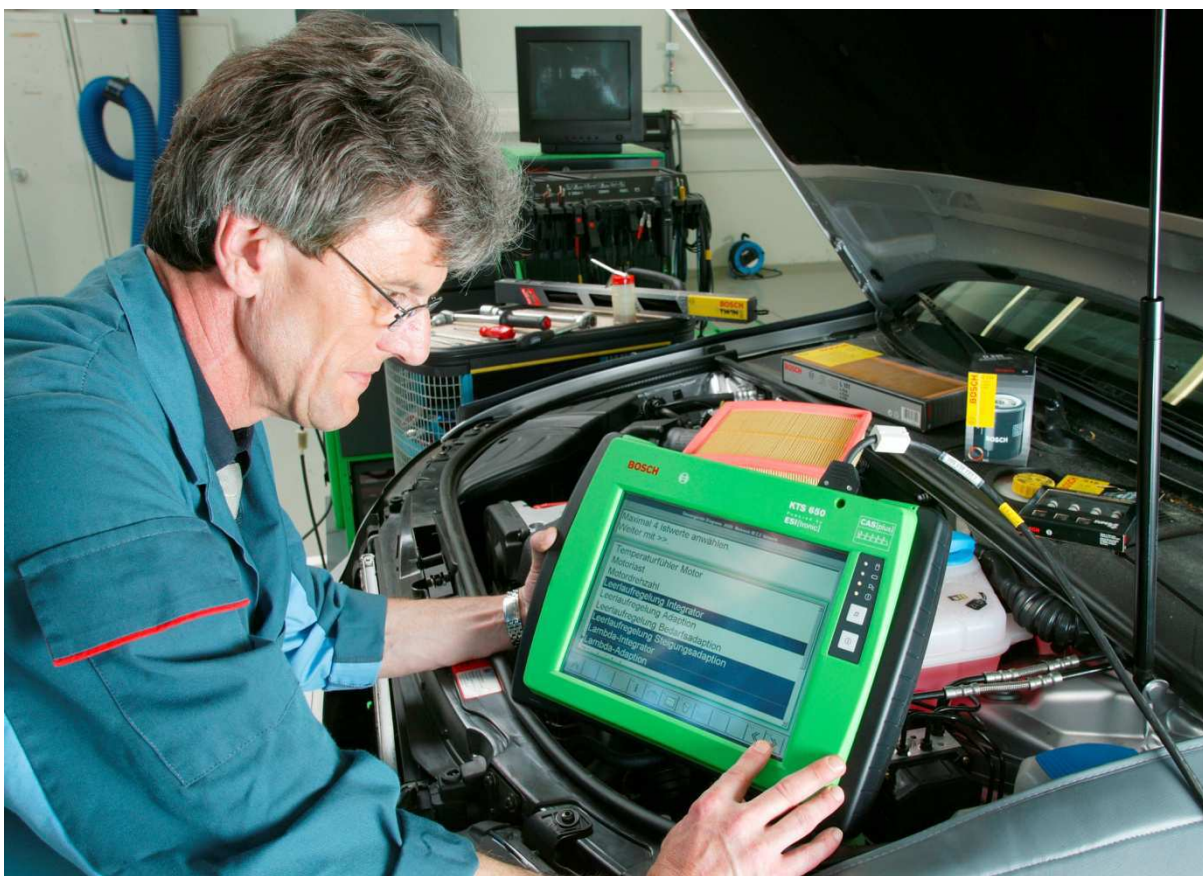
Sériová diagnostika předpokládá, že kontrolovaná soustava je vybavena obvody samokontroly (vlastní kontroly), které během provozu vozidla kontrolují průběžně její stav z hlediska funkce, pro kterou je ve voze určena. Tyto obvody označované OBD (On Board Diagnostik), tedy volně přeloženo Palubní diagnostika, tímto tématem se budeme zabývat v 3. kapitole.

Pomocí komunikace s řídicí jednotkou lze zobrazit polohu a zapojení diagnostické zásuvky, vyčíst paměť závad, vymazat paměť závad, zobrazit a zaznamenat více skutečných hodnot současně, otestovat akční členy, ověřit základní nastavení, nastavit pravidelnou roční kontrolu a nastavit interval pro výměnu motorového oleje, atd.[2]

Metoda závady čtením chybových hlášení vede k cíli jen tehdy, je-li hlášená závada opravdu příčinou poruchy. Řídicí jednotka totiž sama „nemyslí“, ale pouze programově hlásí to, co do ní bylo předem naprogramováno. Vychází pak pouze z těchto předem zadaných hodnot, které konstruktér stanovil jako mezní, na základě měření, výpočtů, testů a zkušeností. Chybové hlášení pak zní pouze jako definice nějakého předpokládaného stavu. O hodnotách měřených a zprostředkovaných řídicí jednotkou lze konstatovat totéž. Jsou to hodnoty



ověřené řídicí jednotkou a jejími omezenými prostředky, které jsou převedeny na text popř. číslice.



Obr. 2 Bosch KTS 650 [6]

VÝHODY KOMUNIKÁTORŮ S ŘÍDÍCÍMI JEDNOTKAMI

- rychlá orientace čtením chybových hlášení, pokud jsou hlášeny právě prvotní chyby.
- rychlé sledování závad zprostředkovaných ŘJ, pokud nejsou tyto hodnoty zkresleny závadou
- možnost mazání hlášení o závadách, které byly odstraněny
- diagnóza akčních členů (pouze u některých systémů)
- mazání naučených hodnot, popř. jejich naprogramování
- programování servisních intervalů

NEVÝHODY KOMUNIKÁTORŮ S ŘÍDÍCÍMI JEDNOTKAMI

- chybná orientace čtením chybových hlášení, pokud jsou hlášeny druhotné chyby
- sledování hodnot zprostředkovaných řídicí jednotce, pokud jsou tyto hodnoty zkreslené závadou
- nejistota závad vzniklých v řídicí jednotce nesledovaných sektorů (např. kvalita hoření jiskry, komprese, tlak paliva, veškeré zkreslené signály, ať už mechanického či



elektrického původu, mechanická funkčnost mnohých členů i samotného motoru, netěsnosti sání či výfuku, problematika spojů apod.)

2.2 PARALELNÍ DIAGNOSTIKA

Diagnostika paralelní (vnější) znamená měření fyzikálních veličin převedených na elektronické signály - například pomocí osciloskopu nebo multimetru. Takto můžeme měřit například signál jdoucí z Hallova snímače nebo signál na vstřikovacích ventilech, a jiných čidlech zajišťujících správný chod motoru.

Paralelní diagnostika zahrnuje kompletní test motoru pomocí externě připojených snímačů. Obsahuje standardní testy s možností porovnání naměřených a předepsaných veličin, analýzu motoru s nápovědou příčiny závady motoru, analýzu napěťových a proudových signálů, měření pomocí multimetru, diagnostické měření emisí, diagnostiku pomocí příznaků závady, měření vícekanálovým osciloskopem, určování charakteristik a plynulého záznamu měřených veličin v závislosti na otáčkách nebo čase. Na Obr. 3 je ukázka zapojení osciloskopu Bosch FSA 450.



Obr. 3 Bosch FSA 450 [6]

Během diagnostiky se proměřují elektrické parametry jednotlivých částí regulační soustavy, nejprve ve statickém režimu, tj. změřením ohmického odporu vinutí a potenciometrů snímačů a akumulátorů, neporušenost kabeláže apod. V případě vyhovujících výsledků se provádí ověření v dynamickém režimu změřením změn elektrických parametrů



při změnách vstupních veličin (ze snímačů) a naopak změřením změn výstupních veličin při změnách vstupních elektrických signálů (u akumulátorů). Při kontrole se používá údajů stanovených výrobcem vozidla nebo příslušného dílu. Jsou-li výsledky těchto zkoušek kladné, může být příčina závady v elektronické jednotce. I když existují možnosti jejího proměření a přístroje k jeho provedení, je obvyklý nejsnazší způsob ověření záměnou za správný díl. Další možnostmi jsou závady v kabeláži soustavy ve vozidle. Je to buď trvalé nebo přechodné přerušení vodičů kabeláže, elektrický zkrat mezi vodiči či proti kostře vozidla, nedokonalé pájení ke konektorům, koroze vodičů způsobené nedokonalou izolací.

METODY PARALELNÍ DIAGNOSTIKY

- měření a porovnávání odporů jednotlivých členů a jejich vodičů s hodnotami předepsaných výrobcem
- měření emisí čtyř-, popř. pěti-složkovým analyzátozem za účelem zjištění kvality hoření směsi a těsnosti systému výfuku a sání.
- dynamické měření fyzikálních veličin na motoru pomocí programů a digitálního paměťového osciloskopu, kde lze kontrolovat zapalování, vstřikování, komprese, těsnosti sání, mechanické poškození katalyzátoru, mechanické závady, účinnosti jednotlivých válců apod.
- metoda vyměňování podezřelých dílů je nutná tam, kde všechny příznaky míří na jeden systémový úsek řízení, kde není možné získání dalších informací, které by zúžily okruh podezřelých [2]



3 DIAGNOSTIKA ELEKTRONICKÝCH SYSTÉMŮ MOTORU

Diagnostika motoru je činnost, která se zabývá posouzením míry opotřebení součástí motoru, nastavení základních parametrů jednotlivých funkčních částí a možnými příčinami závad. Správné provádění diagnostiky vede k zhospodárnění provozu motoru i vozidla a současně k rozpoznání možných závad, jejich příčin a plánovaných celkových oprav motoru.

Komplexní diagnostika motoru, která je nazývána test motoru, je souhrnem úkonů, které dávají ve svém výsledku celkový obraz o stavu celého motoru a jeho funkčních částí. Pro optimální posouzení celkového stavu motoru by měla i diagnostická zařízení napodobovat co nejvěrohodnější provozní podmínky motoru. Z těchto důvodů se nejvíce osvědčuje provádění diagnostiky motoru vozidla na zařízeních, která svými parametry tyto podmínky splňují.

TEST MOTORU ZAHRNUJE DIAGNOSTIKU

- technického stavu motoru a jeho mechanického seřízení
- palivového systému
- zdrojové soustavy
- mazání
- chlazení
- elektronického řídicího systému

Základem diagnostiky motoru je mechanické seřízení motoru. To znamená, že před vlastní diagnostikou jednotlivých funkčních částí motoru, kdy použijeme motortesteru, musíme vyloučit ovlivnění parametrů, které budeme zjišťovat jinou příčinou. Například zvýšenou vůlí rozvodového mechanismu, neseřízením ventilové vůle, zanášením vzduchových čističů, apod. Musíme tak provést soubor úkonů, které musí předcházet vlastní diagnostice. Diagnostika motoru tak vyžaduje mimo dokonalé techniky, která v současnosti umožní rychle a snadno odhalit příčinu a druh závady, i velkou dávku zkušenosti a praxe.[2]

V dalších třech podkapitolách se budu věnovat diagnostice, podle mě nejdůležitějším částem, pohonných jednotek vozidla.



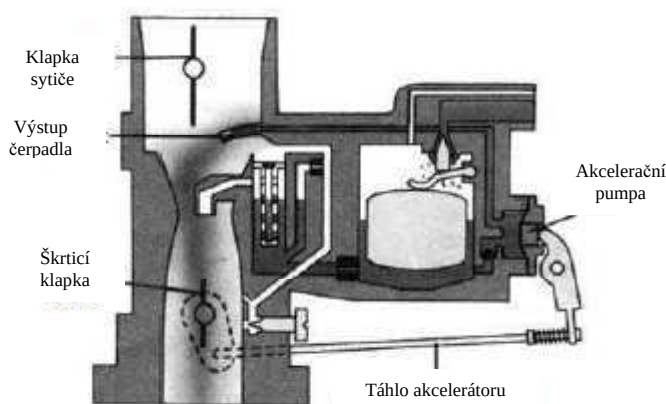
4 DIAGNOSTIKA PALIVOVÉHO SYSTÉMU

Základem diagnostiky všech jakkoliv složitých komponent vozidla, je pochopení principu jejich funkčnosti. Bez této znalosti nejsme jakkoliv schopni například karburátor nebo elektronický řízené vstřikování benzínu vůbec opravit. Všechny palivové systémy se skládají z karburátoru, nebo vstřikovačů paliva, palivové nádrže, palivového čerpadla a palivového filtru. Vše spojuje palivové potrubí. Práce motoru je založena na expanzi směsi paliva se vzduchem, přivedené nad píst ve správném poměru a za správných provozních podmínek. Tohoto procesu je dosaženo třemi hlavními způsoby:

- benzín je míšen se vzduchem v karburátoru
- benzín je vstřikován do prostoru nad sací ventily nebo před škrticí klapku a následně míchán se vzduchem
- nafta je vstřikována vstřikovači pod velice vysokým tlakem přímo do spalovací komory válce

4.1 KARBURÁTOR

Obr. 4 ukazuje funkci karburátoru se sytičem. Plovák a jehla zajišťují stálou hladinu benzínu v plovákové komoře. Venturiho jev způsobuje nárůst rychlosti vzduchu a tím pokles tlaku v prostoru trysky.



Obr. 4 Karburátor se sytičem [8]

Hlavním ventilem se reguluje, kolik paliva je tryskou vháněno do proudu vzduchu. Děje se tak díky rozdílným tlakům v plovákové komoře (atmosférický tlak) a zúženém místě sacího potrubí. Z toho plyne, že čím větší je proud vzduchu, tím více benzínu je do něj dodáváno. Nevýhodou tohoto systému je nelinearita spotřeby paliva, tato skutečnost je z části kompenzována použitím dalších ventilů a trysek. Další metodou jak kontrolovat správný poměr vzduchu a paliva je za pomoci proměnlivého Venturiho karburátoru, který udržuje konstantní tlak vzduchu ve Venturiho trubici, za použití kuželové jehly ke správnému dávkování přiváděného paliva. Každý karburátor pracuje na šest fází. S touto znalostí jsme schopni diagnostikovat závadu a zaměřit se na správnou oblast, ve které se problém nachází. Většina závad karburátoru má charakter například zanesení trysek, netěsnosti na přírubách



karburátoru, či mechanické závady například opotřebení sedla jehel a jejich následné zadírání. Zkušený a znalý technik si při diagnostice jednoduchých karburátorů vystačí se svým vlastním sluchem a několika potřebnými nástroji, nebo na závadu přijde při zkušební projíždce či z informací od zákazníka.



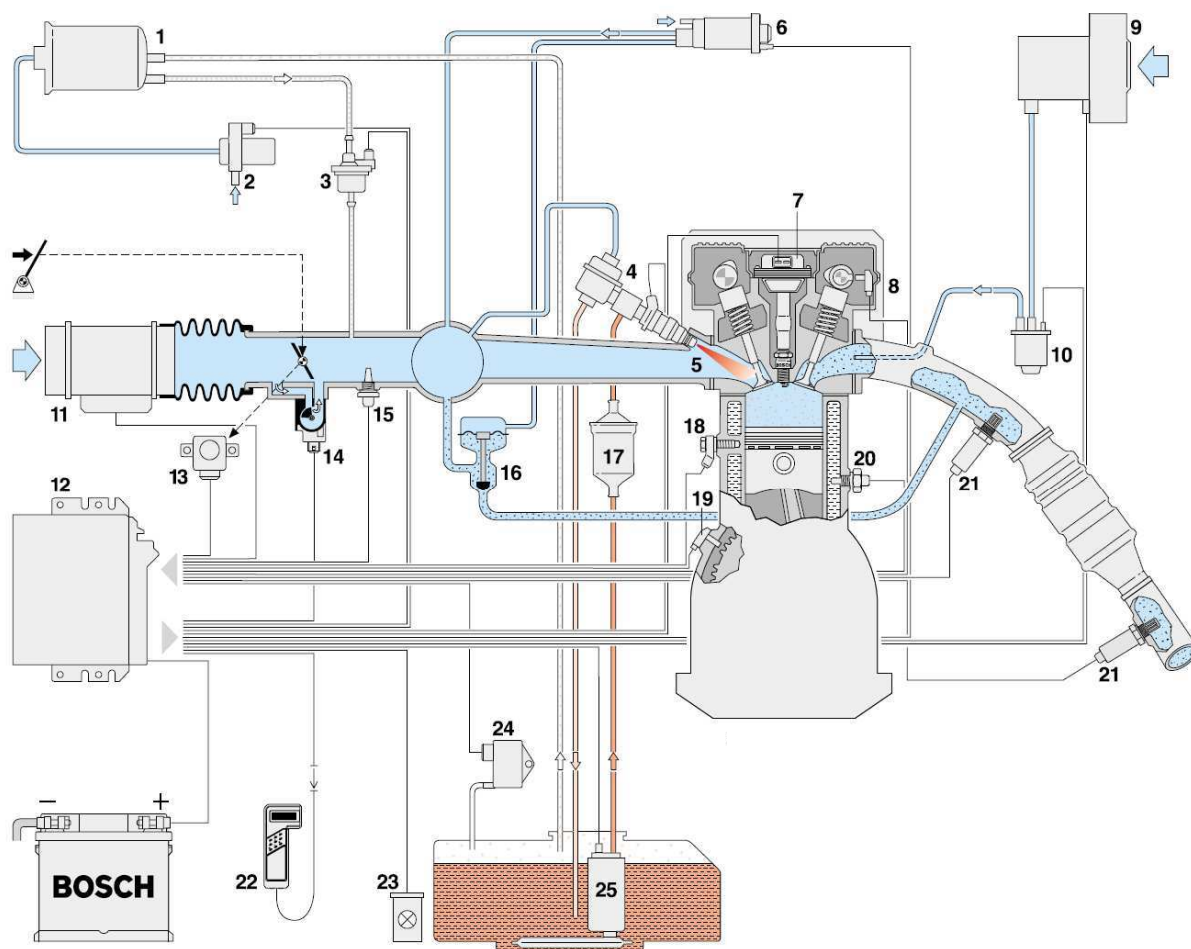
Obr. 5 Analyzátor výfukových plynů

Jedním ze základních diagnostických zařízení je analyzátor výfukových plynů Obr. 5, jehož sondu umístíte do výfukového potrubí a měříme tak hodnotu výfukových emisí. Nejčastěji je to hodnota oxidu uhelnatého (CO), přístroj je vybaven digitálním displejem, zobrazující naměřené hodnoty a normované hodnoty. Servisní technik tedy může nastavit palivovou směs na normovanou hodnotu. Dalším přístrojem je měřič tlaku palivového čerpadla. Přístroj se skládá z jednoduchého tlakoměru a přívodu, který připevníme k výstupu palivového čerpadla a snímáme jeho výstupní tlak. Ten musí být nastaven na určitou hodnotu, jinak dochází k nedostatečné dodávce paliva a to vede k nedokonalému spalování.

4.2 VSTŘIKOVÁNÍ BENZÍNU

Vlivem vysokého stupně motorizace, neustále rostoucího provozu a zvyšujících se nároků na jízdní vlastnosti, výkon motoru a emise, byla počátkem 80. let zavedena opatření, která kladla na výrobce motorových vozidel podstatně vyšší technické požadavky, týkající se výfukových systémů.

Na základě těchto nároků, výrobci nahradili stávající karburátorový systém přípravy palivové směsi, přesnějším a pečlivě vyladěným přímým vstřikovacím systémem. Tato metoda je výhodná v tom, že množství vstřikovaného paliva do motoru, je přesně kontrolováno mechanicky či elektronicky. Benzín je vstřikován vstřikovači za konstantního diferenčního tlaku a množství vstřikovaného paliva je přímo úměrné době, po kterou je elektronicky řízený ventil otevřen. Informace pro správné nastavení vstřikovacího poměru, načasování a spousta dalších operací je prováděna řídicí jednotkou motoru. Ta zpracovává signály vstupující z různých čidel, které jsou umístěny na motoru, a na základě jejich vyhodnocení dává přesné instrukce výstupním periferiím. Všechny tyto informace je potřeba porovnat s hodnotami uloženými na vnitřní paměti (ROM) v řídicí jednotce (ECU). Na Obr. 6 je uspořádání elektronického vstřikovacího systému Bosch Motronic.



Obr. 6 Elektronický systém řízení motoru Bosch Motronic [6]

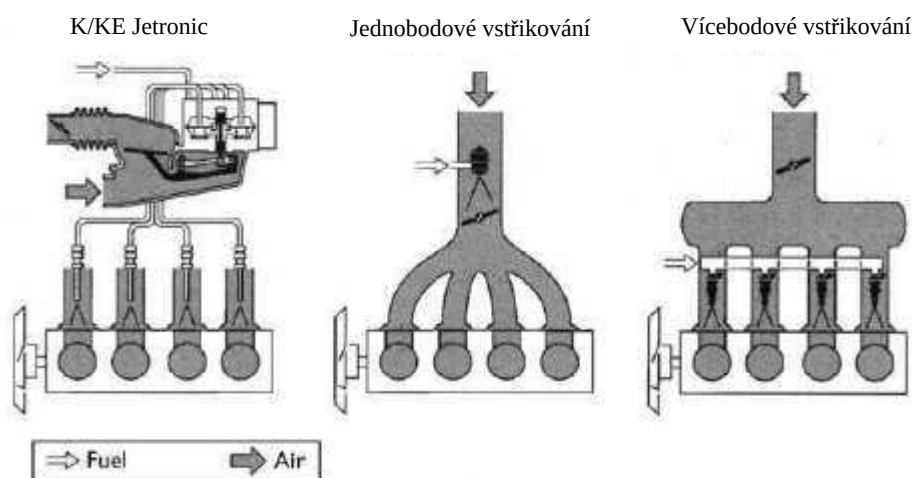
Komponenty systému:

- | | |
|--|-----------------------------------|
| 1. Zásobník s aktivním uhlím | 12. Řídicí jednotka |
| 2. Ventil vstupu vzduchu | 13. Snímač polohy škrtkové klapky |
| 3. Ventil regenerace | 14. Nastavování volnoběhu |
| 4. Regulátor tlaku paliva | 15. Snímač teploty vzduchu |
| 5. Vstřikovací ventil | 16. Ventil recirkulace spalin |
| 6. Elektropneumatický převodník recirkulace spalin | 17. Palivový filtr |
| 7. Zapalovací cívka | 18. Snímač klepání |
| 8. Snímač polohy vačkového hřídele (VH) | 19. Snímač otáček |
| 9. Dmychadlo sekundárního vzduchu | 20. Snímač teploty motoru |
| 10. Ventil sekundárního vzduchu | 21. Lambda sonda |
| 11. Měřič hmotnosti vzduchu | 22. Diagnostické rozhraní |
| | 23. Diagnostická kontrolka |
| | 24. Snímač diferenčního tlaku |
| | 25. Elektrické palivové čerpadlo |



Jedním z nejdůležitějších snímačů, na nichž závisí spotřeba paliva a množství produkovaných emisí je tzv. lambdasonda. Do řídicí jednotky vstupuje hodnota λ , jenž uvádí poměr mezi skutečným množstvím vzduchu a teoretickým množstvím vzduchu, potřebného ke správnému spalování paliva. Tento snímač je umístěn ve výfukovém potrubí. U moderních vozidel jsou lambdasondy dvě. Jedna před katalyzátorem, pro určení správného poměru paliva/vzduch a druhá za katalyzátorem, pro kontrolu jeho funkčnosti.

Systémy mohou být rozděleny do dvou hlavních kategorií, jedno a vícebodové vstřikování. Na Obr. 7 jsou konstrukční varianty vstřikování benzínu.



Obr. 7 Benzínový vstřikovací systém [8]

4.2.1 DIAGNOSTIKA BENZÍNOVÉHO VSTŘIKOVACÍHO SYSTÉMU

Následující postup je obecný, avšak po malých úpravách je použitelný na veškeré benzínové vstřikovací systémy. Předpokládá se, že zapalování pracuje správně. Většina testů se provádí při nastartovaném motoru. Tabulka 1 udává výčet možných poruch palivového systému a jejich pravděpodobné příčiny.

Tabulka 1 Poruchy benzínového vstřikovacího systému a jejich diagnóza [8]

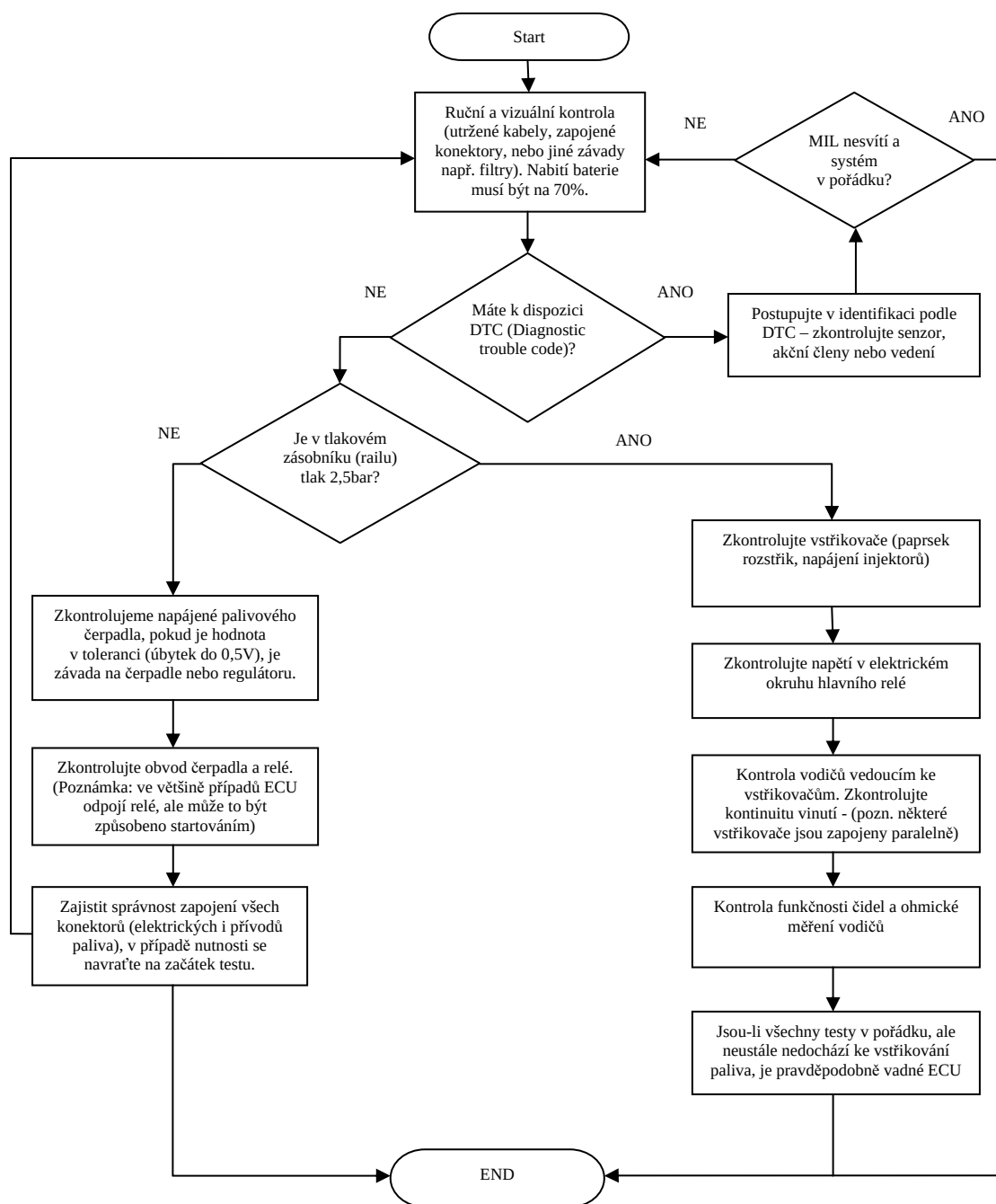
Příznak	Pravděpodobná závada
Motor se točí, ale nenastartuje	V nádrži není benzín! Znečištěný nebo ucpaný vzduchový filtr Porucha palivového čerpadla Žádné palivo se nevstříkuje
Obtížný studený start	Znečištěný nebo ucpaný vzduchový filtr Chyba v zapojení palivového systému Nefunkční obohacovací zařízení Čidlo teploty chladicí kapaliny je ve zkratu



Obtížný teplý start	Znečištěný nebo ucpaný vzduchový filtr Chyba v zapojení palivového systému Snímač teploty chladicí kapaliny je rozpojen
Motor se spustí, ale okamžitě se zastaví	Nečistota v palivovém systému Vadné palivové čerpadlo nebo porucha relé Poškozené sací potrubí
Kolísavé volnoběžné otáčky	Ucpaný vzduchový filtr Poškozené sací potrubí Chybné nastavení CO Nefunkční ventil volnoběhu Vstřikovače paliva špatně rozstřikují
Vynechávání tahu při jízdě	Nečistoty v palivovém filtru Palivové čerpadlo má nízký tlak Zablokované odvětrávání palivové nádrže
Motor zastaví	Nesprávné volnoběžné otáčky Chybné nastavení CO Ucpaný palivový filtr Znečištěný vzduchový filtr Únik nasávaného vzduchu Nefunkční systém řízení volnoběhu
Nedostatek výkonu	Nečistoty v palivovém filtru Ucpaný vzduchový filtr Palivové čerpadlo dodává nízký tlak Vstřikovače paliva jsou zaneseny
Zpětné šlehnutí	Chyba vstřikovacího systému (čidlo váhy vzduchu) Nesprávně načasované zapalování



Diagnostické schéma systému vstřikování paliva:



4.3 VSTŘIKOVÁNÍ NAFTY

Funkce čtyřtákního naftového motoru je v principu stejná jako u benzínového systému, jen s tím rozdílem, že palivo se mísí se vzduchem až ve spalovací komoře. Nafta je čerpána z palivové nádrže do vysokotlakého čerpadla, to je spojeno dimenzovaným potrubím se vstřikovacími ventily, které za vysokého tlaku dávkuje palivo do pracovního prostoru motoru. Načasování a přesná hodnota množství vstřikované nafty je jedním s nejdůležitějších faktorů pro správnou funkci celého motoru, jak z hlediska výkonu a spotřeby, tak i z pohledu



kvalitního spalování a emisí. Doba trvání injekce je vyjádřena ve stupních rotace klikové hřídele a je uváděna v milisekundách. Palivo je dodáváno za velmi vysokého tlaku, což značně ovlivňuje jeho aplikované množství, ale způsobuje tzv. atomizaci. Nafta při vyšších tlacích atomizuje na miniaturní kapičky, což značně přispívá ke zlepšení kvality spalování. Nepřímé vstřikovací systémy používají tlaky až do cca 350 bar a přímé vstřikovací systémy mohou mít tlaky až okolo 2000 bar. Emise se výrazně sníží, zvýší-li se tlak vstřikování.

SYSTÉM COMMON RAIL

Vývoj tohoto systému značně přispěl ke zlepšení provozních vlastností diesellového motoru. Použitím velmi vysokých tlaků k vstřikování paliva, se snížila spotřeba, hluk, vibrace a emise. Výkon motoru vzrostl až o 20% než u starších motorů s podobným objemem. Na Obr. 8 je identifikace a poloha komponent u systému Common Rail.



Obr. 8 Systém Common Rail Bosch [6]

EDC (Electronic Diesel Control) tento modul provádí výpočty pro určení hodnoty dodaného paliva, tlak v akumulátoru (railu) atd. V principu se systém common rail stává ze čtyř hlavních oblastí.

1. Dodání nízkého tlaku
2. Dodání vysokého tlaku – vysokotlaké čerpadlo a akumulátor (rail)
3. Elektronicky řízené vstřikovače
4. Elektronická řídicí jednotka EDC a související snímače a přepínače

Na Obr. 9 je systém Common Rail s piezoelektrickými vstřikovači. Pro motory se specifickým výkonem přesahujícím 75 kW/l je koncipován technicky náročnější systém Common Rail CRS3 s piezoelektrickými vstřikovači, který je vybaven vysokotlakým



čerpádlem CP4 a dosud se dodává ve verzích se systémovými tlaky 1800 a 2000 barů. Vývojáři Bosch v současnosti pracují na systémech s tlakem až 2500 barů. [6]



Obr. 9 Systémy Common Rail s piezoelektrickými vstřikovači [6]

4.3.1 DIAGNOSTIKA DIESELOVÉHO VSTŘIKOVACÍHO SYSTÉMU

Tabulka 2 Poruchy diesellového vstřikovacího systému a jejich diagnóza [8]

Příznak	Pravděpodobná závada
Motor se točí, ale nespustí	Prázdná palivová nádrž Prasklý rozvodový řemen Porucha pohonu palivového čerpadla Přerušený elektrický obvod k magnetickému ventilu Ucpaný palivový filtr
Nadměrné kouření	Kouř černý, bílý, šedý, modrý - viz níže
Nedostatek výkonu	Nesprávné časování Regulátoru je nastaven příliš nízko Opotřebované trysky Nesprávný provozní tlak na vstřikovačích
Obtížný start	Nesprávné časování vstřiků Vadné žhavicí svíčky
Zápach paliva po vozidle	Porušené palivové potrubí Únik mimo potrubí
Klepání (zejména za studena)	Nesprávné časování Porucha žhavicích svíček spjaté s volnoběžným okruhem



Motorový olej je kontaminovaný palivem	Vadné písky Zlomené pístní kroužky Nadměrné vstřikování paliva
--	--

BÍLÝ A ŠEDÝ KOUŘ

Emise kouře jsou obvykle způsobeny nedostatkem vzduchu při spalovacím procesu. Identifikace barvy kouře je užitečná indicie při diagnostice diesellového motoru. Technik by se měl na prvním místě zajímat tím, co způsobuje nesprávné kouření. Nadměrné kouření může také způsobovat nekvalitní palivo, tím se snižuje výkon motoru, koření narůstá a životnost motoru se snižuje. Diagnostika kouření musí být prováděna za provozní teploty motoru.

Bílý nebo šedý kouř je odpařené nespálené palivo, z důvodu nedostatečného tepla ve spalovací komoře. Všechny vznětové motory při studeném startu vydávají bílý kouř, je to charakteristické pro diesellové motory. Možné příčiny bílého kouře:

- prodleva od studeného startu k zahřátí na provozní teplotu
- částečné zamezení přívodu vzduchu
- závada na termostatu nebo čidle teploty
- netěsnost hlavy válců
- nesprávné načasování vstřikování paliva

ČERNÝ KOUŘ

Černý kouř způsobuje částečně spálené palivo. Možné příčiny:

- omezení v systému sání vzduchu, zanesený vzduchový filtr
- nepřesné vůle na sacích ventilech
- nízká komprese, vzduch může unikat z válců
- vadné nebo nesprávné vstřikovače, zkontrolovat zda mají správný rozstřík
- nesprávné časování
- nízký plnicí tlak turbodmychadla, pokud je namontováno.

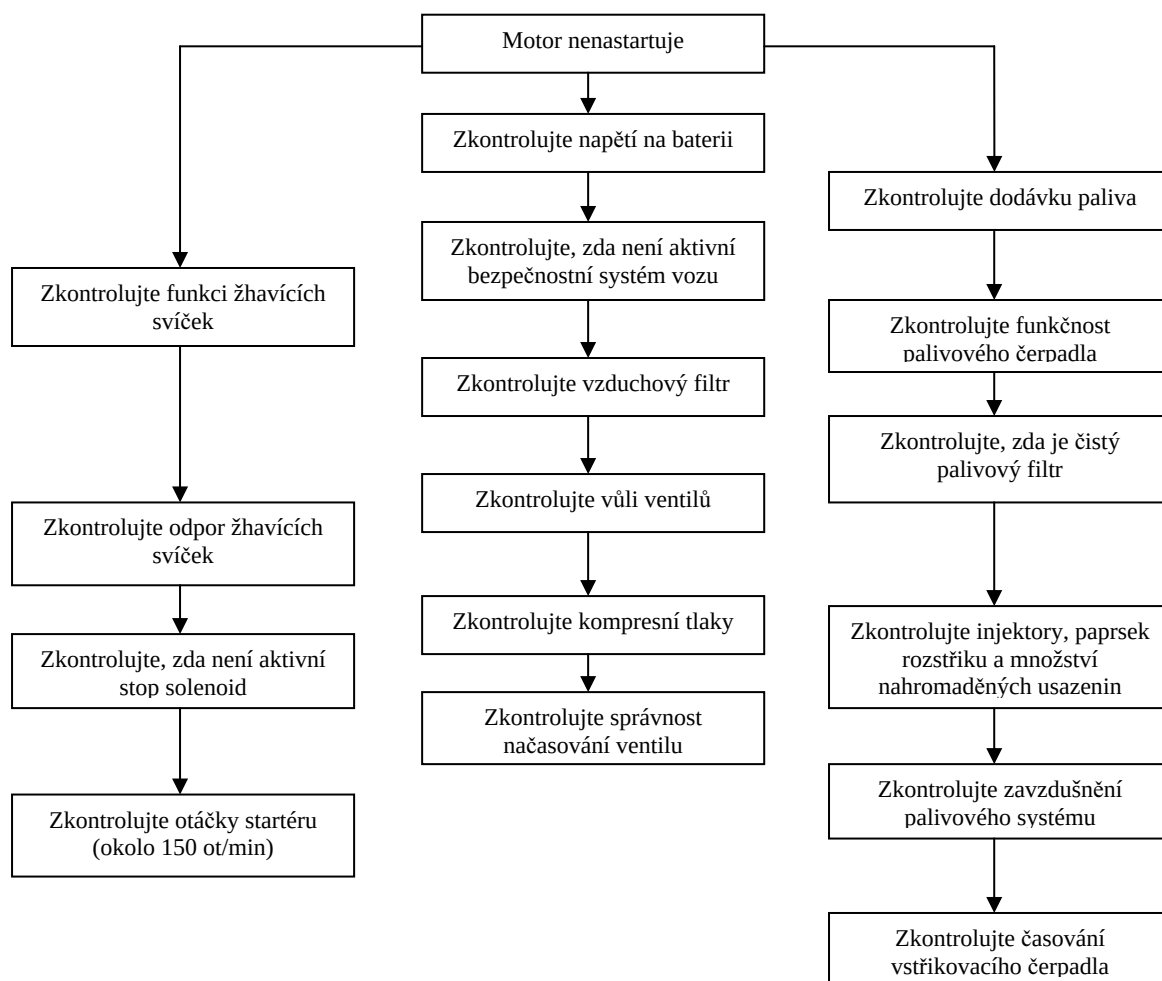
MODRÝ KOUŘ

Modrý kouř je téměř jistě způsoben unikem a následným vypalováním mazacího oleje. Možné příčiny:

- nesprávná jakost mazacího oleje
- opotřebovaný nebo poškozený simerink stopky ventilu
- zbroušené nebo přidřené pístní kroužky
- poškrábané vrtání válců



Diagnostické schéma diesellového vstřikovacího systému:



TEST VSTŘIKOVACÍCH VENTILŮ

Vstřikovače vznětových motorů se testují pomocí speciálních přístrojů. Testován je otevírací tlak vstřikovače, jeho správná funkce, správný rozstřík paliva, těsnost vstřikovací trysky, elektrická i optická kontrola. Výsledkem testu je protokol udávající, zda se vstřikovač dá dále používat či ne.

Na Obr. 10 je diagnostický přístroj EPS 200, určen ke zkoušení vstřikovačů ovládaných elektromagnetickým ventilem Common Rail (pro osobní i nákladní vozidla), trysek sdružených vstřikovačů UI (PD), jedno pružinových i dvou pružinových vstřikovačů, vstřikovačů se snímačem pohybu jehly (NBF) a standardních i stupňovitých vstřikovačů. U vstřikovačů Common Rail se provede nejprve test těsnosti sestavy. Pokud test těsnosti nevyhoví, automatický průběh zkoušky se přeruší. Po úspěšném testu těsnosti se měří elektronicky průtokovým snímačem množství paliva v přepadu a dále vstřikovaná dávka ve volnoběhu a při plném zatížení. Dostatečný tlak zkušební kapaliny (max. 180 Mpa) pro zkoušku vytváří vysokotlaké čerpadlo CP3, které je součástí EPS 200. Pro zkoušení vysokotlakých systémů je EPS 200 vybavena ochranným krytem s bezpečnostním spínačem. [6]



Obr. 10 Bosch EPS 200 [6]

TEST PALIVOVÉHO ČERPADLA

Při diagnostice vysokotlakých čerpadel jsou používány speciální testovací přístroje. Jedním z nich je například zařízení EPS 815 Obr. 11. Tento přístroj dokáže plně automaticky odzkoušet všechny funkce čerpadla a vystavit příslušný protokol o provedeném měření. EPS 815 je univerzálním testerem, při pořízení rozšiřujících sad lze odzkoušet čerpadla i od jiných výrobců než je Bosch.

Jednu z rozšiřujících sad vidíme na Obr. 12, tato sada je pro testování čerpadel systému Common Rail. Přístroj softwarově řízeným procesem otestuje systémy regulace ve zpětném vedení pomocí regulačního ventilu. Obsahuje upevňovací kopyta pro uchycení různých komponent, dále vysokotlaký zásobník včetně snímačů a integrovaného regulátoru. Nechybí zde ani rozdělovač pro oddělení objemového průtoku před chlazením a měřením dávek.

Vysokotlaké čerpadla jsou velice náchylná na kvalitu dodávaného paliva. Bylo klasifikováno mnoho závad způsobených například biopalivy, nečistotami, vodou v palivu atd. U čerpaných biopaliv nastane problém v případě, když vozidlo po dlouhou dobu, například přes zimu, stojí a nejezdí se s ním. Ztuhlé biopalivo tak vytvoří na stěnách komponent vysokotlakého čerpadla tenký nažloutlý povlak, který jim zamezí v pohybu a dojde k přidření nebo dokonce k destrukci čerpadla. V praxi se kvalifikovaní odborníci firmy Bosch setkali s případem, kdy zadření čerpadla bylo způsobeno nečistotou o velikosti jednoho pixelu Full HD rozlišení. Z toho plyne ponaučení že, pokud jsme si pořídili vozidlo se systémem Common Rail, měli bychom klást veliký důraz na kvalitu čerpaného paliva. Můžeme tak předejít velikým peněžním investicím za opravu nebo koupi nového čerpadla.



Obr. 11 Bosch EPS 815 [6]

Sada pro dovybavení CRS 845 H umožňuje přezkoušet komponenty dieselových čerpadel bezpečně až do tlaku 2 500 bar. Pro přezkoušení různých vysokotlakých pump se dodávají příslušné sady se speciálním příslušenstvím.



Obr. 12 Bosch CRS 845 H [6]



5 DIAGNOSTIKA ZAPALOVACÍ SOUSTAVY

Zapalovací soustavy tvoří nedílnou součást při provozu motorových vozidel. U spalovacích motorů se prakticky používají dva způsoby zapalování paliva v pracovním prostoru. U vznětových motorů je to zapalování kompresním teplem a u zážehových motorů se jedná o zapalování vysokonapětovou jiskrou. V této kapitole se budu zabývat stručným popisem a diagnostikou zapalování vysokonapětovou jiskrou.

Zapalování elektrickou jiskrou je velice výhodné, z toho důvodu, že můžeme velmi přesně udat okamžik, kdy dojde k zapálení směsi a také zvolit správnou pozici v pracovním prostoru se zřetelem na rychlost hoření směsi i na způsob hoření plamene a tím dosáhnout maximálního výkonu a ekonomiky provozu.

Počínaje akumulátorem a konče zapalovacími svíčkami rozdělujeme zapalovací soustavu na vysokonapětový a nízkonapětový okruh. Vysoké napětí, které musíme transformovat z 12V akumulátoru, je závislé na kompresním poměru. Pohybujeme se na hodnotách v řádech kV. Pro příklad při běžném atmosférickém tlaku je potřebné pro jiskru poměrně malé napětí 2-3kV. Pro kompresní poměr 8:1 musíme dodat napětí rovno až 20kV. Dnešní moderní systémy pracují i na hodnotách napětí až 40kV a navíc je nutné dopravit toto vysoké napětí na správnou zapalovací svíčku ve správný čas.

Nastavení správného okamžiku, kdy dojde k zapálení směsi, je závislé na otáčkách a zatížení motoru. U starých strojů je tento okamžik, též nazývaný jako „předstih“, nastaven pevně na určitou hodnotu před dosažením horní úvratě pístu. To je ale nevýhoda při vysokých otáčkách motoru, kdy je třeba předstih zmenšit. U novějších strojů je doba zapálení směsi hlídána několika snímači a řízena elektronickou jednotkou.

5.1 ROZDĚLENÍ ZAPALOVACÍCH SYSTÉMŮ

MAGNETOVÉ ZAPALOVÁNÍ

Hlavní komponentu tvoří magneto, které se skládá z rotujícího permanentního magnetu, kterému je dodávána mechanická energie a ze statoru. Ten je tvořen vinutím, ve kterém se na základě fyzikálních zákonů indukuje napětí. V okamžiku kdy se obvod statorového vinutí přeruší, dojde k naakumulování energie v indukční cívce a k elektrickému výboji na elektrodách zapalovací svíčky. Magneto se používá například u motocyklů, motorových pil a všude tam, kde není akumulátor. Magneto posléze nahradilo výkonnějším generátorem energie dynamem, ale zde už musela být na stoji přítomná baterie na prvotní nabuzení magnetického vinutí a dále regulátor, kterým je řízen nabíjecí proud.

Diagnostika těchto strojů se provádí nastavením správného předstihu, odtrhu na kontaktech přerušovače a seřízením dobíjecího relé. Předstih nastavíme natáčením talíře, na němž je umístěn tzv. koník, dokud není dosaženo hodnoty předstihu doporučené od výrobce. Odtrh ladíme na kontaktech přerušovače (koníku) pomocí měrek. Seřízení dobíjecího proudu je velice důležité z hlediska ochrany všech komponent zapojených v elektrickém obvodu vozidla. Také nejčastěji vyskytovaná závada je právě nefunkčnost dobíjecího relé. Při

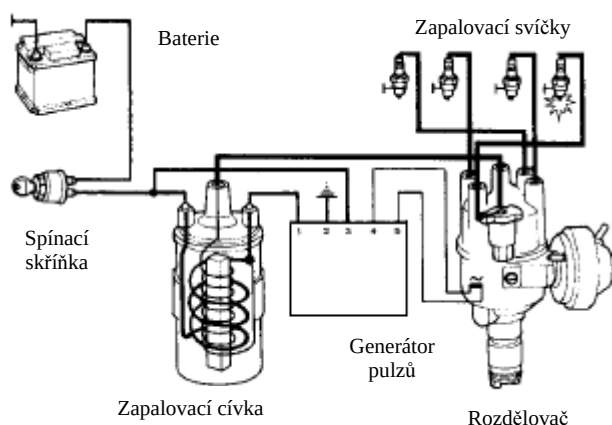


diagnostice závady si vystačíme s voltmetrem a ampérmetrem. Se znalostí několika elektrických schémat a trochou zkušeností jsme schopni odhalit závadu.

ELEKTRONICKÉ ZAPALOVÁNÍ

Elektronickým zapalováním jsou osazovány již všechny zážehové jednotky. Je to proto, že konvenční mechanické systémy mají několik zásadních nevýhod. Například mechanické problémy z hlediska neustálého opotřebování dosedacích ploch kontaktů a z toho plynoucí jejich omezená životnost. Také z důvodu přísnějších požadavků legislativy na emisní limity, či zajištění kvalitního spalování i za velmi vysokých otáček motoru.

Tyto problémy byly z části překonány pomocí výkonového tranzistoru, jenž má provádět spínací funkci a pulzní generátor, generující časový signál. Na Obr. 13 je zapojení standardního elektronického zapalování.



Obr. 13 Elektronický zapalovací systém

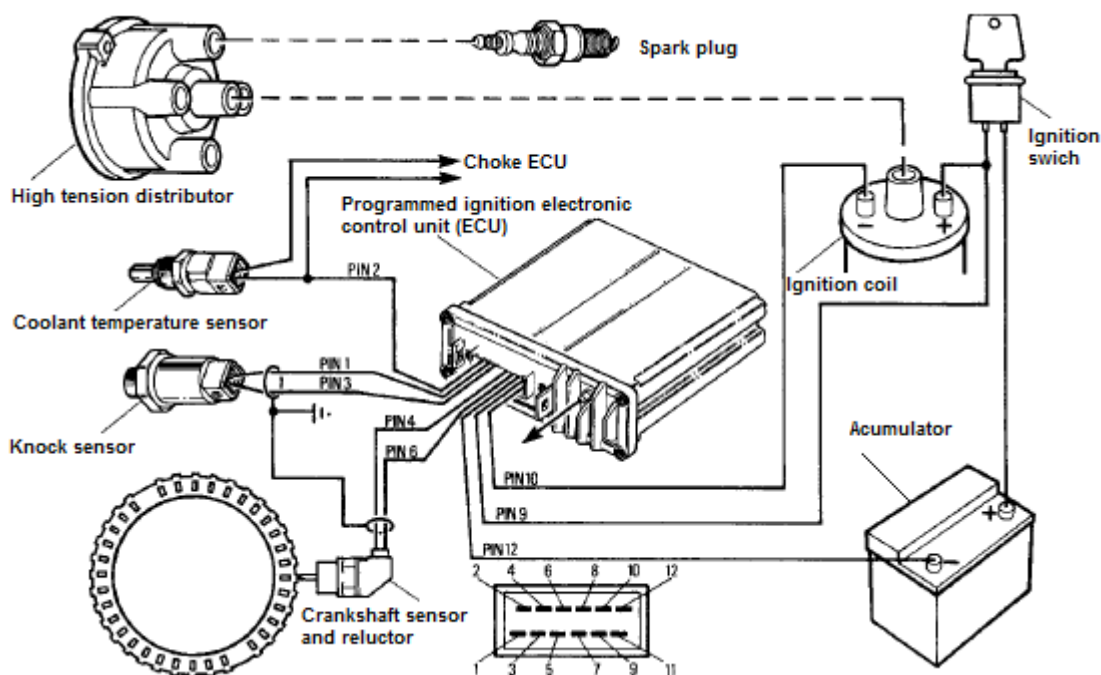
Problém s opotřebováním mechanických přerušovačů a jejich nedostačující vlastnosti byly vyřešeny použitím rozdělovačů s Hallovou sondou nebo indukčním snímačem. Přerušováním magnetického toku se na výstupu indukčního snímače indukuje napěťový signál, který je vodiči přiváděn do řídicí jednotky, nevýhodou je, že při spouštěcích otáčkách má indukované napětí velice malou amplitudu. Tento problém vyřešil Hallův snímač, u nějž amplituda signálu nezávisí na otáčkách motoru. Rotor s lamelami se otáčí na hřídeli rozdělovače. Lamely uzavírají magnetický tok mezi póly Hallova snímače, na kterém vzniká Hallovo napětí. To je odváděno přívodem do řídicí jednotky. Vystupující signál z Hallova snímače je obdélníkový a díky tomu můžeme s vysokou časovou přesností zažehnout palivovou směs ve válci.

ZAPALOVÁNÍ ŘÍZENÉ ELEKTRONICKOU JEDNOTKOU

Tento způsob zcela odboural nežádoucí mechanické vlivy. Všechny vstupní i výstupní signály jsou generovány elektronickými snímači a zpracovávány řídicí jednotkou. Došlo ke zpřesnění doby zážehu, jelikož signál generovaný elektronickými čidly je téměř obdélníkový



Do řídicího procesu mohou vstupovat informace například od senzoru klepání nebo čidla teploty chladicí kapaliny. Výhodou systému je načasování a možnost variabilního nastavení zapalování v závislosti na mnoha provozních podmínkách. Okamžik zapalování udává snímač umístěn v blízkosti setrvačníku, po jehož obvodu jsou vyrobeny zuby v 10° intervalech. Po 180° jsou dva zuby vynechány, pro určení pozice klikové hřídele. Frekvence výstupního signálu čidla je úměrná otáčkám. Pro měření výstupních signálů těchto čidel se používá vícekanálový osciloskop. Na Obr. 14 je schéma typického zapalovacího systému s ECU.

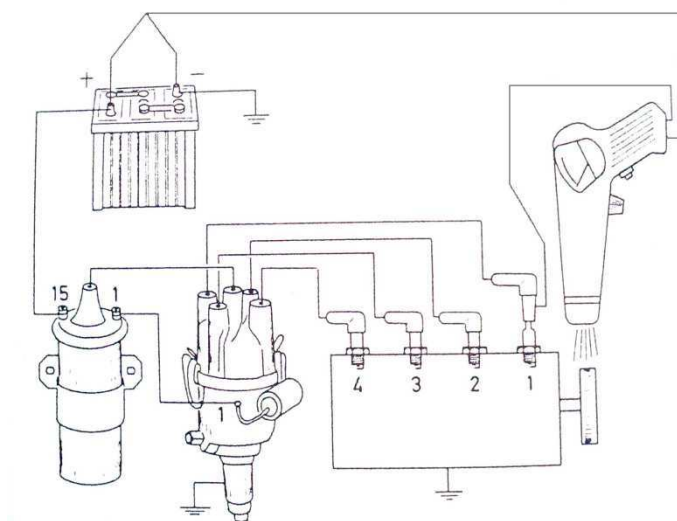


Obr. 14 Zapalování řízené elektronickou jednotkou

5.2 DIAGNOSTIKA

Při diagnostice zapalovacích soustav bychom se měli řídit podle vývojového diagramu uvedeného níže. Pomocí měřicích přístrojů jako například multimetru, stroboskopické lampy, osciloskopu nebo motortestru, zkontrolujeme všechny komponenty zapalování. Tento postup je použitelný na všechny zapalovací systémy. Tabulka 3 ukazuje několik případů poruch zapalovacích systémů a jejich pravděpodobnou příčinu.

Pomocí stroboskopické lampy, jsme schopni změřit například okamžik zážehu, předstih, otáčky motoru a úhel sepnutí. Na Obr. 15 vidíme zapojení pro měření doby zážehu. Tento test se provádí za běhu motoru. Multimetrem u elektronických komponentů nejčastěji proměřujeme jejich ohmickou vodivost, například zda nejsou někde přerušeny přívodní kabely nebo vinutí zapalovací cívky, zda někde nedošlo ke zkratu nebo proměřujeme izolační odpor v rozdělovači. Dále měříme například napětí akumulátoru, budící napětí snímačů apod. Některé složitější komponenty, jako například Hallův senzor, kontrolujeme připojeným osciloskopem. Osciloskopickým měřením s ukázkou příslušných oscilogramů se budu věnovat v kapitole 8.



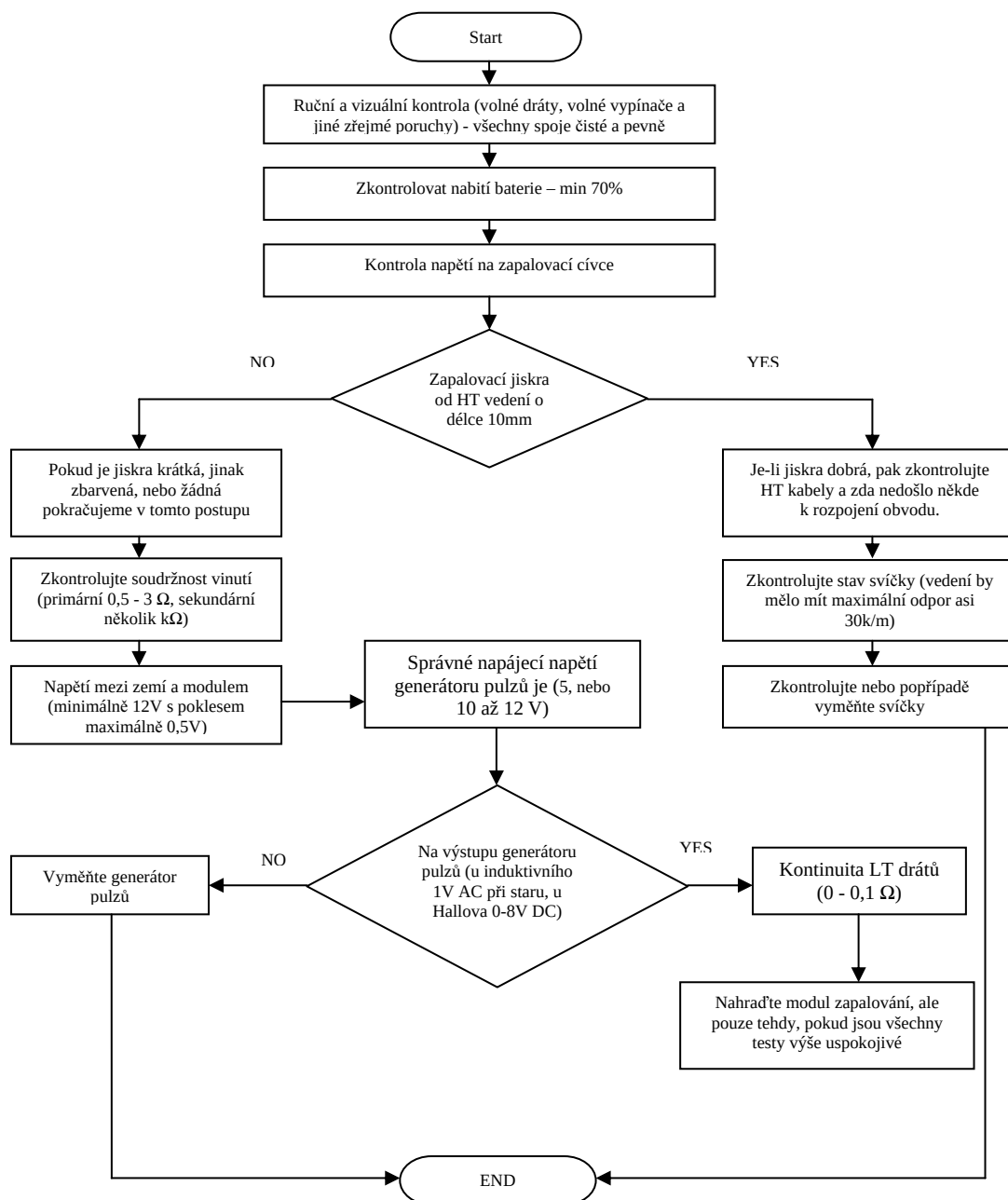
Obr. 15 Schéma připojení stroboskopické lampy k seřízení okamžiku zážehu [2]

Tabulka 3 Diagnostika zapalovací soustavy

Příznak	Pravděpodobná závada
Motor se točí, ale nenastartuje	Vlhké komponenty zapalování Nadměrné opotřebení zapalovacích svíček Přerušný zapalovací obvod
Obtížný studený start	Nadměrné opotřebení zapalovacích svíček Vysoký odpor v obvodu zapalování
Motor naskočí, ale okamžitě se zastaví	Poškozené přívodní kabely zapalování
Kolísavé volnoběžné otáčky	Prohozené přívodní kabely Nesprávné načasování jiskření
Vynechávání běhu motoru při volnoběhu	Nadměrně opotřebované zapalovací svíčky Vadná zapalovací cívka nebo víčko rozdělovače
Vynechávání při jakýchkoliv otáčkách	Nesprávné časování zapalování Prohozené nebo málo zastrčené konektory Poškozené vysokonapěťové vedení
Malý výkon	Nesprávné časování zapalování Vadné vedení HT komponent
Zpětné šlehnutí	Nesprávný sled zapalování
Motor nelze zastavit	Nesprávné zapalování Karbonem zanesený motor Příliš vysoké volnoběžné otáčky Vadné Anti-run zařízení
Vibrace nebo klepání při zátěži	Nesprávné časování zapalování Chyba elektroniky zapalovacího systému Vadné čidlo klepání



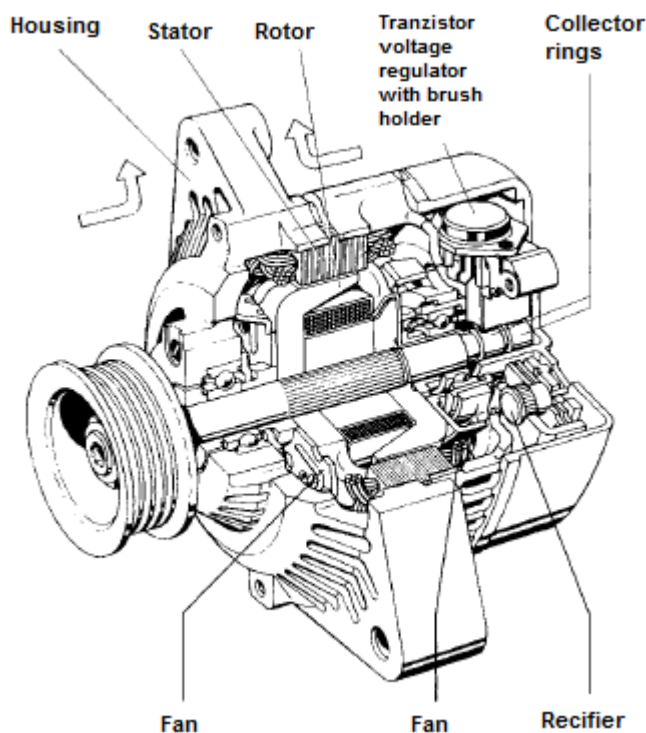
Diagnostické schéma zapalovací soustavy:





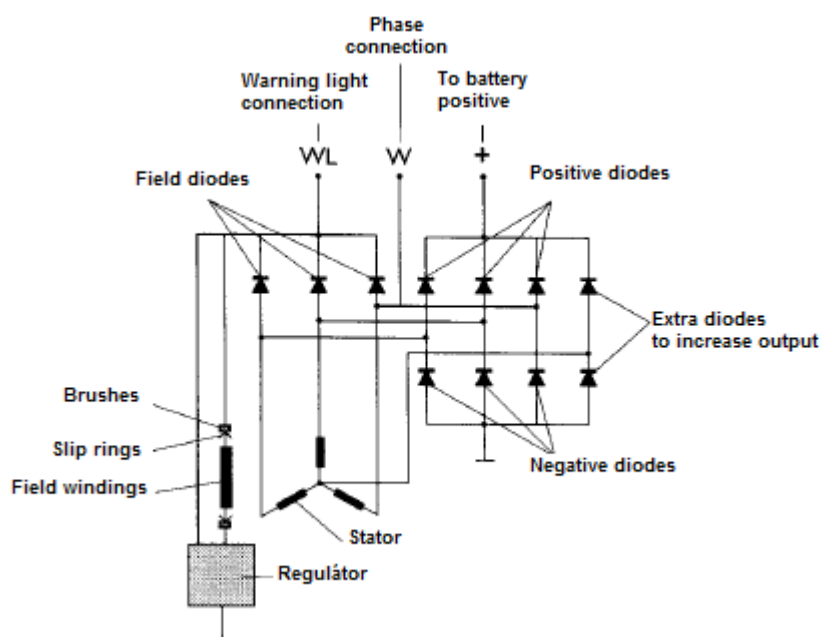
6 OPRAVY A ZKOUŠENÍ ALTERNÁTORŮ

Na dobíjecí systém vozidla jsou kladený čím dál tím větší nároky. Do moderních vozidel se montuje obrovské množství elektronických přístrojů, zajišťující komfort všem pasažérům. Všechny jsou však napájeny napětím z akumulátoru, jenž je tím neustále vybíjen. Zde nastupuje do funkce alternátor, který má za úkol udržovat napětí akumulátoru na konstantní hladině. Při uvádění vozidla do chodu je hned po baterii na řadě alternátor pokud nedobíjí, vozidlo nenastartuje. Pokud naopak přebíjí, může při jízdě dojít k poškození akumulátoru a všech ostatních elektronických zařízení k němu připojených.



Obr. 16 Alternátor Bosch [8]

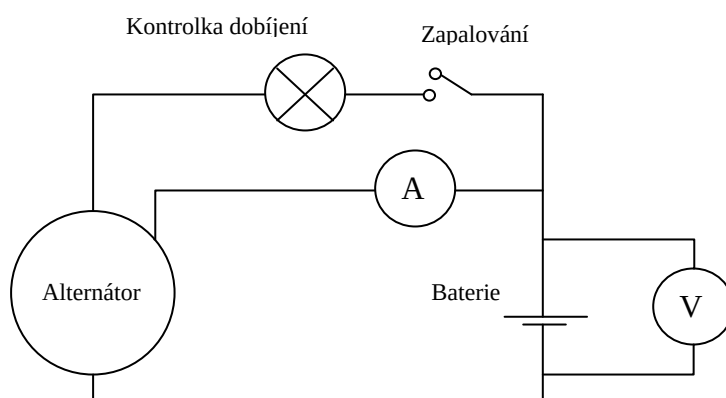
Alternátor je velice podobný dynamu, skládá se ze statoru, rotoru, sběrných kroužků a regulátoru napětí. Avšak na rozdíl od dynama se na statorovém vinutí indukují střídavé napětí, které je usměrňováno výkonovým diodovým můstkem. Tranzistorový napěťový regulátor stabilizuje usměrňované napětí na požadovanou hodnotu u osobních automobilů je regulátor nastaven na $14,2V \pm 0,2V$ a u nákladních vozidel na $28V \pm 0,4V$. Na Obr. 16 vidíme řez alternátorem s popisem jeho komponent. Elektrickou funkci alternátoru popisuje schéma na Obr. 17, je zde osmi diodový usměrňovač a tři pólové diody. Počáteční nabuzení alternátoru jde přes kontrolní žárovku zapojenou do obvodu. Správnou funkci alternátoru signalizuje okamžitým zhasnutím po nastartování motoru. Odlišný scénář by signalizoval závadu. Dnešní alternátory jsou propojeny s řídicí jednotkou, která zpracovává informace o stavu nabití akumulátoru a podle toho reguluje nabíjecí proud.



Obr. 17 Elektrické schéma alternátoru [8]

DIAGNOSTIKA

Při zjišťování zda alternátor dobíjí či ne, nám postačí přeměřit napětí na akumulátoru Obr. 18. Při volnoběžném chodu motoru se zapnutými světly by voltmetr měl ukazovat $14V \pm 0,2V$, ampérmetr zapojený v obvodu by správně měl ukazovat hodnotu 10A. Jestliže alternátor nedobíjí, zkontrolujeme poškození vodičů, baterie a připojených konektorů. Prověříme, zda po nastartování zhasíná kontrolka dobíjení, pokud zůstává rozsvícená, demontujeme alternátor a proměříme všechny diody v můstku, statorová a rotorová vinutí. Změříme, zda není vinutí proražené na kostru. Po diagnóze závady vyměníme vadné díly a alternátor otestujeme při daném zatížení na speciální testovací stoličce (Obr. 19).



Obr. 18 Schéma měření dobíjení alternátoru



Obr. 19 Testovací stolice Topaz [13]

Při diagnóze problémů nám pomůže Tabulka 4, ve které je výčet nejčastějších závad a jejich pravděpodobná příčina.

Tabulka 4 Diagnostická tabulka poruch alternátoru

Příznak	Pravděpodobná závada
Baterie se vybíjí	Vadná baterie, spadlý řemen alternátoru, zkorodované kontakty na baterii, vnitřní porucha v alternátoru (proražená dioda, opotřebované uhlíky, nefunkční regulátor atd.), přerušené kabely (hlavní přívodní vodič, zapalování nebo kontrolky), vysoký odpor v nabíjecím obvodu, zkrat jedné z komponent způsobuje úbytek na baterii
Kontrolka dobíjení nezhasíná	Spadlý řemen alternátoru, vnitřní porucha v alternátoru (proražená dioda, opotřebované uhlíky, nefunkční regulátor, atd.), ulomené nebo zkorodované vodiče
Kontrolka dobíjení nesvítí	Vnitřní porucha v alternátoru (proražená dioda, opotřebované uhlíky, nefunkční regulátor, atd.), spálená žárovka, přerušený okruh kontrolky dobíjení

Nejčastěji měněné díly v alternátoru jsou diodové můstky a regulátory. Samozřejmě také opotřebovaná ložiska, uhlíky. Poškozením nějakého dílu může vést k destrukci jiného. Například vadná dioda může způsobit poškození statoru. Z toho důvodu by měl každý autoelektrikář při opravě alternátoru zkontrolovat stav opotřebovaných částí a případně je vyměnit. Aby odvedená práce byla kvalitní a se zárukou. Opravář musí na základě velikosti poškození určit, zda by se vyplatilo investovat do opravy, nebo zda by nebylo lepší uvažovat o koupi nového alternátoru.

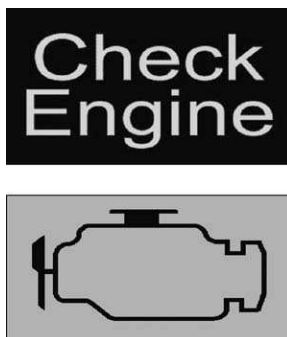


7 PALUBNÍ DIAGNOSTIKA OBD

Spojené státy americké byly první zemí, která zavedla kontrolu emisí jako právní předpis. Evropa spolu s Asií a následně mnoho vlád po celém světě začaly jednotný systém palubní diagnostiky používat. Tato reakce vznikla z důvodu stále rostoucího počtu motorových vozidel a tím narůstajícího smogu nad velkoměsty. Smog se skládá z oxidu uhelnatého (CO), uhlovodíků (HC) a z různých oxidů dusíku. Spojením těchto látek s ozonem a oxidem uhličitým vzniká smog. Vlivem silně znečištěného ovzduší v Kalifornii několik lidí zahynulo a tisíce onemocnělo. Lidé trpěli pálením očí, bolestmi dýchacích cest a krku. Proto guvernér Kalifornie Earl Warren podepsal zákon o ochraně ovzduší. [8]

První podmínky se týkaly snížení produkovaných emisí ve výfukových plynech. Dále vznikaly normy pro další odvětví například bezpečnost, hlučnost, zabezpečení vozidla atd. Mechanicky řízené operace byly nahrazeny elektronickými systémy a regulátory. Velikou výhodou je možnost provádět regulaci závislou na více snímaných veličin, výsledné zpracování je získáno díky centrální řídicí jednotce. Diagnostika je prováděna jako ohmické proměření jednotlivých komponentů soustavy (snímačů, výkonových prvků, kabeláže atd.), dále jako dynamická kontrola měření změny elektrických signálů na provozu vozidla. Z toho důvodu vzniká nutnost zlepšení diagnostických metod a přístrojů.

Palubní diagnostika (OBD) provádí během jízdy samokontrolu vozidla, přičemž se kontrolují předem definované komponenty a funkce, tím je dosaženo podmínek snížení množství produkovaných emisí. Tyto systémy jsou od roku 2000 povinnou součástí řízení motoru. Diagnostika je vybavena kontrolkou umístěnou na palubní desce Obr. 20.



Obr. 20 Kontrolky poruchy motoru [8]

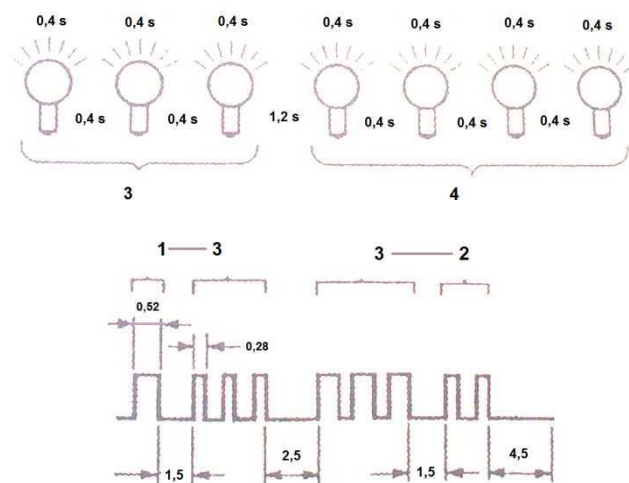
Pokud vznikne na některém prvku trvalá závada, je uložena v numerické nebo alfanumerické podobě do paměti závad, která je součástí řídicí jednotky. Ta poté problém indikuje rozsvícením poruchové kontrolky. Podle použitého stupně diagnostiky (rozlišujeme OBD I, OBD II, EOBD) je možno z paměti závad tuto poruchu vyčíst. [9]

7.1 OBD I

U OBD I (On-board diagnostic) je řidič na výsky závady upozorněn rozsvícením příslušné kontrolky na přístrojové desce. Závada je uložena jako číslíkový kód do paměti



v řídicí jednotce. Aktivace čtení paměti závad je realizováno připojením potenciálu kostry, nejčastěji na vedení L (u některých vozidel na vedení K) a zapnutím zapalování. Blikací kód se odečte ze signalizační kontrolky, z výchylek voltmetru nebo obrazovky osciloskopu (Obr. 21), který připojíme na příslušný pin v diagnostické zásuvce (není jednotná u všech vozidel), kam je přiveden signál z řídicí jednotky linkou K.



Obr. 21 Blikací kód [2]

Kód je dán sledem impulzů v čase a určuje druh a místo závady. Elektrotechnik provádějící diagnostiku spolupracuje s katalogem od výrobce, kde je uveden seznam chybových kódů a jejich slovní popis. Po opravě musí být paměť závad vymazána a to odpojením baterie na 15s.

Novější sestavy již požívají k iniciaci čtení a jeho provádění testovací zařízení (čtečka závad). Její výhodou je vysoká rychlost. Je dvojlinková, kde jedno vedení slouží k iniciaci a druhé ke komunikaci mezi jednotkou a čtečkou. Hlavním úkolem OBD I bylo sledovat soustavy vozidla, které se podílejí na snížení emisí. Výrobci vozidel ji rozšířili o test akčních členů, někdy i o kontrolu úrovně signálů ze snímačů sledované soustavy.

Příklad OBD I pro běžný benzínový systém. Probíhá zde monitorování mnoha senzorů a akčních členů. Softwarový program uložen v mikroprocesoru převádí analogový signál od snímačů na digitální hodnoty. V kombinaci s těmito řídicími komponenty má mikroprocesor funkci určit okruh poruch nacházejících se na vedení mezi mikroprocesorem a komponentou. Reálné testy mohou být prováděny za účelem zjištění, zda senzor pracuje mimo rozsah své specifikace. V tomto případě probíhá test těchto akčních členů a senzorů: testování porušení vedení, sledování funkce katalyzátoru, kontrola odpařovacího zařízení, monitorování palivového systému a recirkulace výfukových plynů, v poslední řadě test senzoru výfukových plynů (lamdasondy).



7.2 OBD II A EOBD

OBD II

Ačkoliv vývoj snížení škodlivých emisí ve výfukových plynech zavedením OBD I pokročil výrazně kupředu a auta dnes vyráběna jsou ekologičtější než kdy jindy, stále rostoucí počet vyráběných vozidel a kilometry dálnic, tvoří stále největší skupinu znečišťující životní prostředí. Vozidla, která sjedou z výrobní linky, jsou velice ekologická. Avšak během používání dochází k častým údržbám a selhání některých komponent způsobuje nárůst motorových emisí v nežádoucí míře. OBD II se snaží zajistit, aby tato vozidla zůstala co „nejčistší“ v celém průběhu svého jízdního života. Systém OBD II má tyto hlavní předpoklady:

- poruchy emisí příslušných komponent musí být detekovány, pokud dojde k překročení prahových hodnot přednastavených v řídicí jednotce.
- ukládání poruch a okrajových podmínek v paměti závad.
- diagnostická kontrolka (MIL – Malfunction Indicator Light) je aktivovaná v případě problému
- vyčtení poruch pomocí čtecího zařízení

Systém OBD II navýšil výkon mikropočítače a tím navýšení množství monitorovaných složek vozidla například účinnost katalyzátoru, detekce selhání katalyzátoru a ERG ventil. Ale zdaleka největší výhodou je standardizace diagnostických rozhraní. U OBD I každý výrobce používal zvláštní protokoly, se zavedením OBD II standardizovaného rozhraní, byl vyvinut jednotný konektor a teorie chybových kódů týkajících se motoru a hnacího ústrojí. Sjednocením diagnostických zásuvek umožnilo diagnostickým technikům snadněji rozpoznat závadu v jakémkoliv servise, s použitím univerzálního skenovacího zařízení.

S OBD II přišly i přísnější předpisy pro emisní prahové hodnoty. Sledováním účinnosti katalyzátoru, vynechávání zapalování a kyslíkových senzorů zamezujeme, aby nebyl překročen 1,5 násobek emisního limitu. Pokud se tak stane, závada je zaznamenána do paměti.

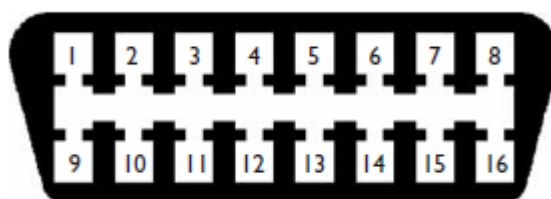
Ve srovnání s OBD I nabízí OBD II silnější 32bit procesor, ECU s osazenou EEPROM pamětí, se kterou je možno komunikovat za pomoci externí linky. Není ji nutno vyjmout z jednotky a je tak umožněna snadná aktualizace softwaru nebo tuning. Dále nabízí sofistikovanější EVAP systém, umožňující určit i minutové ztráty výparů. ERG systém se zpětnou vazbou polohy/průtoková rychlost a sekvenční vstřikování paliva s MAP (Manifold Air Pressure) a MAF (Mass Air Flow) snímání závislé na zatížení motoru.

EOBD

Evropská palubní diagnostika (EOBD) je od roku 2001 povinnou výbavou všech benzínových a od roku 2003 také dieslových automobilů. Tyto systémy byly zavedeny v souladu s evropskými směrnici na sledování a snížení emisí. Automobily mají jednotnou EOBD diagnostickou zásuvku, která zajišťuje přístup k tomuto systému. Standard EOBD je podobný americké OBD II. Například v Japonsku se této standard nazývá JOBD. EOBD



systém je navržen a instalován ve vozidle, aby mohl přesně definovat druh a místo závady po celý život vozidla. Stejně jako jeho americký předchůdce i evropská palubní diagnostika kontroluje systémy, aby bylo dodrženo emisních limitů stanovených evropskou normou. Smyslem tohoto jednotného systému je, že za pomoci univerzálního diagnostického přístroje jsem schopen přečíst přes šestnácti pinový (OBD II/EOBD) konektor jakýkoliv automobil vyrobený v Americe v Evropě nebo v Japonsku Obr. 22.



Obr. 22 Šestnácti pinový DLC OBD II/EOBD konektor [8]

Tabulka 5 Osazení jednotlivých pinů diagnostického konektoru [8]

Pin	Popis	Pin	Popis
1	Zapalování kladný potenciál	9	Specifický podle výrobce
2	Bus + Line, SAE J1850 (PWM)	10	Bus – Line (PWM)
3	Specifický podle výrobce	11	Specifický podle výrobce
4	Kostra vozidla	12	Specifický podle výrobce
5	Kostra signálu	13	Specifický podle výrobce
6	CAN BUS H	14	CAN BUS L
7	K-Line	15	L linka nebo druhá K
8	Specifický podle výrobce	16	Napětí baterie +

Přehled kontrolovaných systémů OBD II/EOBD:

- katalyzátor (funkčnost), porovnáním signálů z lambda sond (před a za katalyzátorem)
- lambda sondy, hodnotí se průběh signálu při provozu a rychlost začátku regulace
- spalování, bezchybnost hodnocena z četnosti výpadků
- zpětná cirkulace výfukových plynů (recirkulace spalin)
- odvodušňování palivové nádrže (funkčnost, těsnost)
- systém rozdělení paliva
- sběrnice
- vliv automatické převodovky na motor
- elektrický pedál akcelerace



7.3 OBD III

V současné době jsou zvažovány plány pro zavedení OBD 3, jenž by měla posunout OBD II o krok dále, přidáním možnosti dálkového přenosu dat. Znamená to použití dálkového vysílače a technologie jaká je například u elektronického vybírání mýtného. Vůz vybaven OBD 3 by měl komunikovat o problémech s emisemi s řídícím regulačním úřadem. Vysílač by komunikoval s identifikačním číslem vozidla (VIN - Vehicle Identification Number) a pomocí dalších diagnostických kódů. Velkou výhodou dálkového sledování palubní telemetrie je potlačení pravidelných kontrol, protože by mohla být testována pouze vozidla, u nichž byla nahlášena chyba.

Budoucí systém OBD bude nepochybně zahrnovat nový vývoj v oblasti senzorové technologie. V současné době se provádí hodnocení prostřednictvím senzorů monitorujících emise nepřímou. Zlepšení zajistí schopnost měřit složení výfukových směsí přímo přes palubní měřicí systémy. Mohlo by to znamenat překonání interních slabín současných OBD systémů. Dnešní senzory nejsou dostatečně citlivé a odolné a neodhalí řadu drobných chyb, které by dohromady měly aktivovat MIL, nebo způsobí trvalou tvorbu nadměrných emisí.

7.4 AUTOMOBILOVÉ SBĚRNICE

7.4.1 CAN

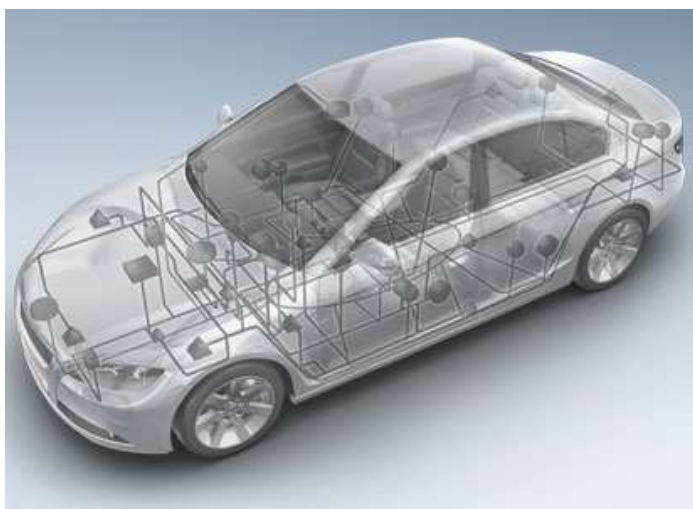
CAN (Controller Area Network) v překladu znamená Lokální síť řídicích jednotek. CAN sběrnice byla vyvinuta v 80. letech firmou Robert Bosch. CAN je sériový sběrníkový systém vhodný zejména pro tzv. inteligentní síťové zařízení, stejně jako snímače a akční členy uvnitř systému nebo subsystému.

VLASTNOSTI CAN

CAN je sériová sběrnice systému s multi-master schopností, to znamená, že je schopna přenášet současně informace z více CAN uzlů. Sériový sběrníkový systém se schopností real-time je předmětem ISO 11898 mezinárodní normy a vztahuje se na dvě nejnižší vrstvy ISO/OSI referenčního modelu. CAN síť pracují bez adresátů nebo stanic, v obvyklém slova smyslu, ale místo toho jsou přenášeny prioritní zprávy. Vysílač odešle informaci do všech uzlů. Každý uzel rozhoduje na základě identifikátoru o tom, zda bude či nebude tuto zprávu zpracovávat. Každá CAN zpráva může obsahovat 0-8 bajtů s informacemi o uživateli. Maximální přenosová rychlost je 1Mbit/s. Tato hodnota platí pro síť o délce až 40 m.

APLIKACE CAN

CAN síť mohou být použity jako zakomponovaný komunikační systém pro mikropočítače stejně jako otevřený komunikační systém pro inteligentní zařízení. Sériová sběrnice CAN, který byl původně vyvinut pro použití v automobilech (Obr. 23), je stále více používán v průmyslových sběrníkových systémech. V obou případech je hlavním požadavkem nízká cena, schopnost pracovat v obtížném elektrickém prostředí, vysoký stupeň real-time a snadnost použití. CAN sběrnice našla své uplatnění i ve zdravotnickém prostředí zejména kvůli její vysoké bezpečnosti a spolehlivosti.



Obr. 23 CAN sběrnice síť osobního automobilu [6]

7.4.2 FLEXRAY

E-Ray IP modul může být integrován jako samostatné zařízení, součást ASIC, nebo jako součást mikroprocesoru. E-Ray IP modul provádí komunikaci podle protokolu FlexRay specifikace v2.1. Na FlexRay síti může být nakonfigurováno najednou až 128 zpráv s užitečným zatížením 254 bajtů dat. E-Ray IP modul je dodáván s 8/16/32 bitovým CPU rozhraním, připojitelného na širokou škálu konkrétních automobilových host CPU jednotek.

7.4.3 LIN

LIN (local interconnect network) je systém síťových sběrnic vhodný zejména pro tzv. inteligentní síťová zařízení stejně jako pro snímače a akční členy v rámci dílčího systému. LIN bude faktorem umožňující realizaci hierarchické sítě vozidla s cílem získat další zvýšení kvality a snížení nákladů vozidel. Standardizace sníží rozvětvenost stávajících „low-end“ řešení multiplexu a sníží tak náklady na vývoj, výrobu, služby a logistiku v elektronice vozidla.

LIN norma obsahuje specifikaci přenosového protokolu, přenosového média, rozhraní mezi vývojovými nástroji a rozhraní pro softwarové programování. LIN zaručuje schopnost vzájemné spolupráce komunikačních uzlů z hlediska hardwaru a softwaru.



8 DIAGNOSTICKÉ PŘÍSTROJE A TESTERY

8.1 MULTIMETR

Multimetry jsou pro požití v automobilové diagnostice přizpůsobeny, takže umožňují měřit stejnosměrná i střídavá napětí a proudy s rozsahy vhodnými k těmto podmínkám. Kromě dalších elektrických veličin hlavně elektrického odporu, kapacity, umožňují měřit otáčky motoru, úhel sepnutí, teplotu, kmitočet, délku impulzů a tlak. Přepínání rozsahu je u levnějších přístrojů manuální, dražší přístroje umožňují přepínání rozsahů automaticky a ručně se přepíná jen volba měřené veličiny. Zobrazování je převážně číslicové, dokonalejší přístroje mají i dílkovou stupnici. Moderní multimetry (Obr. 24) umějí zobrazit maximální, minimální nebo špičkové hodnoty a při použití funkce „HOLD“ zůstane naměřená hodnota svítit na displeji. Některé přístroje jsou vybaveny rozhraním pro komunikaci s počítačem. K multimetrům jsou dodávány jako příslušenství měřící banánky a někdy i proudové kleště, umožňující měření proudu ve vodiči, jenž obklopují. Dále vysokonapěťové sondy, čidlo měření teploty atd. [2]



Obr. 24 Digitální multimetr Bosch MMD 540H [6]

Multimetry lze uskutečnit tyto operace:

- měření napětí akumulátoru (naprázdno i pod zatížením)
- měření napětí na svorkách spotřebičů
- měření úbytku napětí na spotřebičích a vedení
- zkoušky izolace a odporů
- měření velikosti dodávaného dobíjecího proudu a napětí

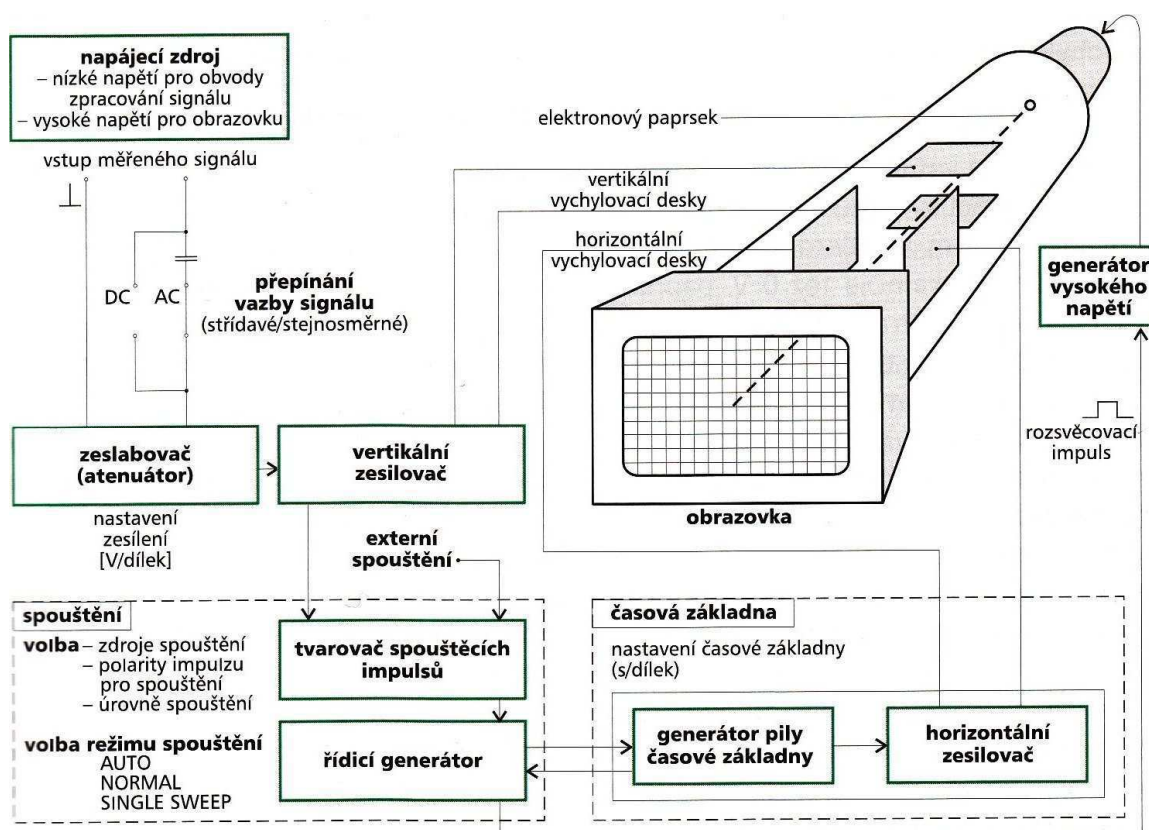


- kontrolu činnosti regulačních prvků zdrojové soustavy
- kontrolu diod alternátoru
- měření úbytku napětí v primárním obvodu zapalování
- měření primárního napětí na cívce zapalování pod zatížením a naprázdno
- měření odporu primárního a sekundárního obvodu zapalování
- zjištění přerušení primárního obvodu a zkratů vinutí
- zkoušení kondenzátoru, izolace vedení atd. [2]

8.2 OSCILOSKOP

ANALOGOVÉ OSCILOSKOPY

Na základě potřeby nalezení napětového průběhu v čase, byl vynalezen osciloskop. Jeden z nejpotřebnějších elektronických měřicích přístrojů se objevil na konci třicátých let tohoto století a byl to analogový osciloskop. První osciloskop s kalibrovaným vertikálním zesilovačem a spouštěnou časovou základnou byl Tektronix 511. Byl dán do prodeje ve spojených státech v roce 1947.



Obr. 25 Blokové schéma analogového osciloskopu [11]



Analogový osciloskop se stal nepostradatelným zařízením v laboratoři i průmyslu a zůstává tam až dodnes. V průběhu padesátých až osmdesátých let dosáhl obdivuhodných vlastností, takže mohl pracovat až do kmitočtu 1GHz. Sleduje vstupní signál nepřetržitě, aniž by ho přerušoval. Všechny jeho důležité části pracují analogově. Na (Obr. 25) je uvedeno blokové schéma analogového osciloskopu. Kmitočtový rozsah osciloskopu B_O , určují kmitočtové vlastnosti všech částí řetězce, kudy prochází sledovaný signál, zeslabovačem počínaje a obrazovkou konče.

$$B_O = \frac{1}{\sqrt{\frac{1}{B_{Zeslab.}^2} + \frac{1}{B_{Předzesil.}^2} + \frac{1}{B_{Obrazov.}^2}}}, \quad (1)$$

,kde

$B_{Zaslab.}$ - kmitočtový rozsah zeslabovače

$B_{Předzesil.}$ - kmitočtový rozsah předzesilovače

$B_{Obrazov.}$ - kmitočtový rozsah obrazovky

Měřený signál přichází na vstupní svorky osciloskopu, z nich jde na přepínač vazby signálu. Jím se určuje, zda přichází signál je stejnosměrný nebo střídavý. Při stejnosměrné vazbě se na obrazovce zobrací signál přesně odpovídající skutečné vazbě, při střídavém signálu se zobrazí jen střídavá složka, stejnosměrná složka se odebere. Za přepínačem následuje zeslabovač (atenuátor). Jeho úkolem je snížit velikost vstupního napětí na hodnotu vhodnou pro zpracování v navazujícím zesilovači. Kalibrovaný vstupní napěťový dělič, dělí napětí v přesném poměru, které je následně zesíleno v zesilovači s pevně stanoveným zesílením. Vzniká výsledné napětí v řádech několika desítek voltů, jímž je vychylován paprsek v obrazovce ve svislém směru. [11]

DIGITÁLNÍ OSCIOSKOPY

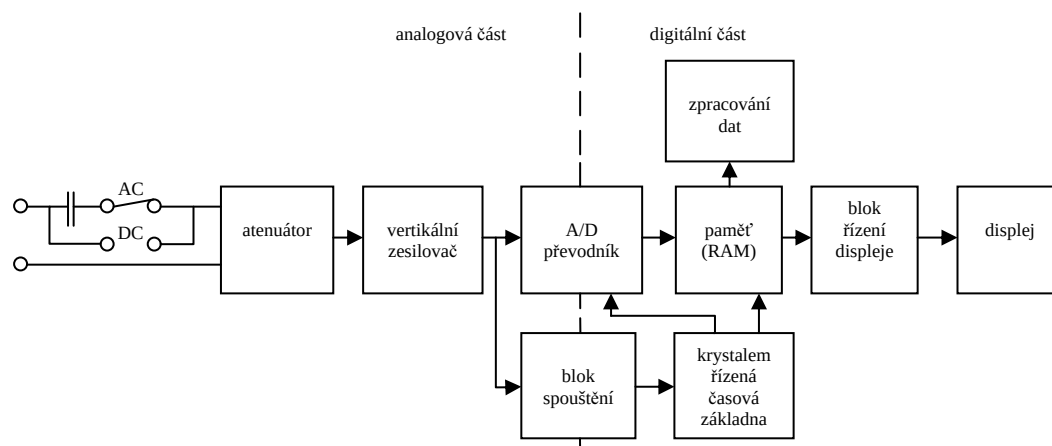
Vzorkování vládne světem osciloskopů a analogové přístroje odcházejí ze scény. Vzorkovačem a AD převodníkem získáváme průběh v digitální podobě. V té je možné podrobit signál mnoha dříve neuskutečnitelným operacím, jako je ukládání průběhu do paměti a zpětné vyvolávání, průměrování, kterým signál zbavíme šumu, libovolně dlouhý dosvit, výpočet důležitých parametrů, statistika nebo Fourierova transformace, kterou získáme pohled na signál v kmitočtové oblasti. V poslední řadě je to i možnost zobrazení jednorázových dějů v nanosekundové oblasti nebo jevů trvajících desítky sekund s vynikající přesností a stabilitou. Průběhy můžeme analyzovat a srovnávat i snadněji dokumentovat. Současně také bojujeme s úskoky, které nám připravil diskretní charakter vzorků. [10]

Digitální osciloskop pracuje se signálem ve tvaru digitalizovaném (binární čísla), tento převod má za úkol AD převodník. Digitalizace je proces, kdy z analogového signálu získáme binární kód s informacemi o měřené veličině, má tři fáze. Nejprve je analogový signál vzorkován (odebrání hodnot napětí v určitých časových úsecích, čím více časových úseků tím



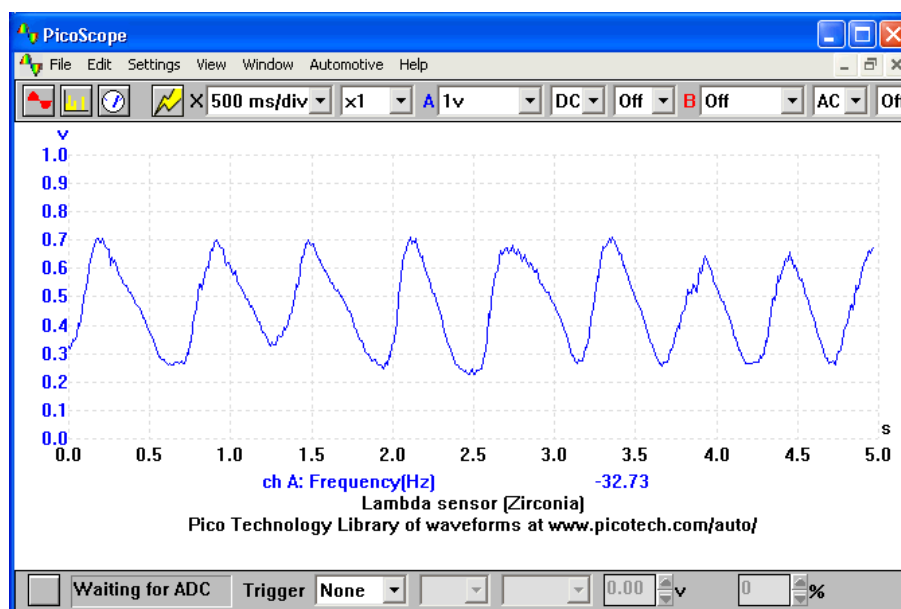
je digitalizace přesnější), odebrané vzorky jsou následně zaokrouhleny na hodnotu odpovídající nejbližší kvantovací úrovni. A nakonec dojde ke kódování, kdy jsou kvantované hodnoty vyjádřeny pomocí binárního kódu.

Blokové schéma digitálního osciloskopu [11]:



8.2.1 POUŽITÍ OSCILOSKOPU PRO MĚŘENÍ VSTŘIKOVÁNÍ

LAMBDA SONTA



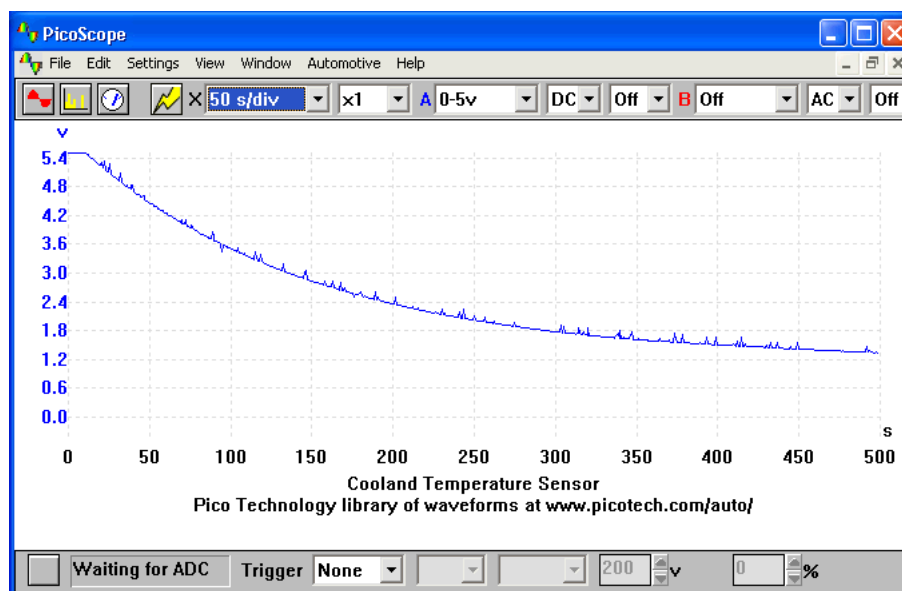
Obr. 26 Oscilogram lambda senzoru [14]

Lambdasonda hraje důležitou roli při kontrole emisí ve výfukových plynech a informuje o funkčnosti katalytické činnosti výfukového systému. Senzor může mít až čtyři vývody, reaguje na obsah kyslíku ve výfukových plynech a v závislosti na směsi



vzduch/palivo vyrábí malé napěťové signály. Rozsah napětí se pohybuje mezi 0,2 a 0,8V (Obr. 26). Hodnota 0,2V značí chudou směs, naopak hodnota 0,8V bohatou směs.

TEPLOTNÍ ČIDLO



Obr. 27 Oscilogram teplotního čidla [14]

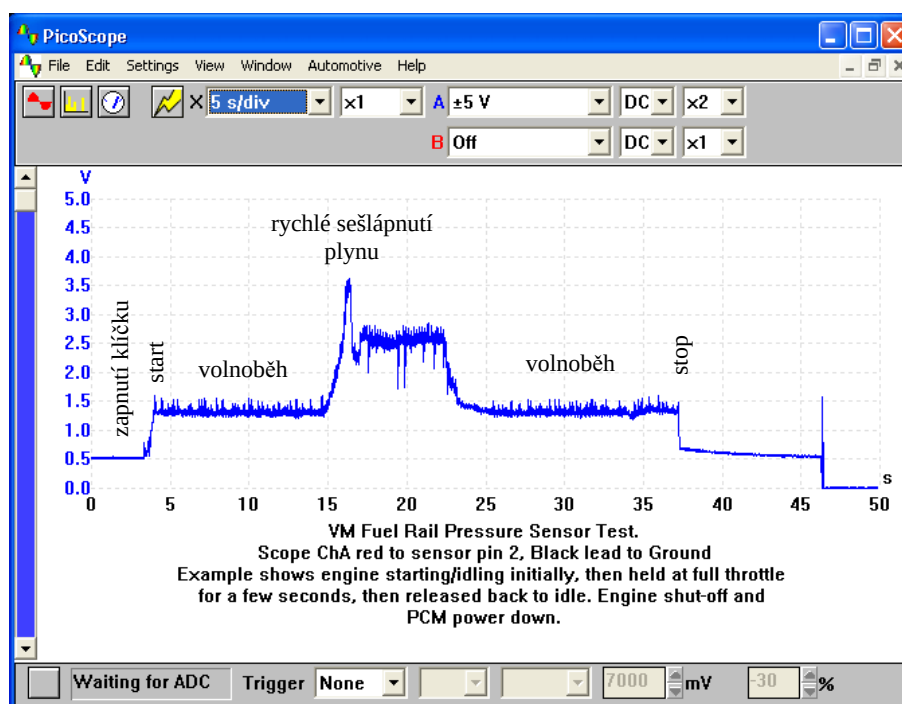
Snímač teploty chladicí kapaliny má dva vývody, jeho maximální napětí je okolo 5V. Samotné čidlo má schopnost měnit svůj odpor se změnou teploty motoru. Většina senzorů má negativní koeficient tzn., že s narůstající teplotou odpor klesá. Pokles odporu čidla způsobí změnu na výstupních konektorech čidla. Na Obr. 27 vidíme, že od nastartování motoru uběhlo 500s a napětí pokleslo na 1,8V. Křivka by měla být plynulá (téměř lineární), pokud tomu tak není, je s určitostí čidlo vadné.

SENZOR TLAKU PALIVA COMMON RAIL SYSTÉMU

Tento oscilogram (Obr. 28) ukazuje test palivového systému Common Rail u dieselového motoru, používající tlakového čidla na railu. Tlak railu se pohybuje v rozsahu od 280 bar (volnoběh) až do 1600 bar (provozní otáčky). PCM (Powertrain control module) řídící jednotka komunikuje s tímto čidlem a na základě informací získaných zpětnou vazbou, je schopna téměř okamžitě přizpůsobit jak tlak, tak i množství vstřikovaného paliva. Měření začíná zapnutým klíčkem, čemuž odpovídá napětí 0,5V (0 bar). Po nastartování vzroste tlak na 1,3V (280 bar), následující skok odpovídá rychlému sešlápnutí plynového pedálu. PCM okamžitě zvýší tlak na maximum (1600 bar) jelikož je nutná větší dodávka paliva. Potom lehce odlehčíme a napětí klesne na cca 2,5V a potom zpět na volnoběh. Po vypnutí motoru vidíme pozvolný pokles (více jak 10s) zbytkového napětím na hodnotu 0,5V. Pokud napětí klesne rychleji, pak zbytkový tlak uniká například netěsnými ventily nebo čerpadlem, což

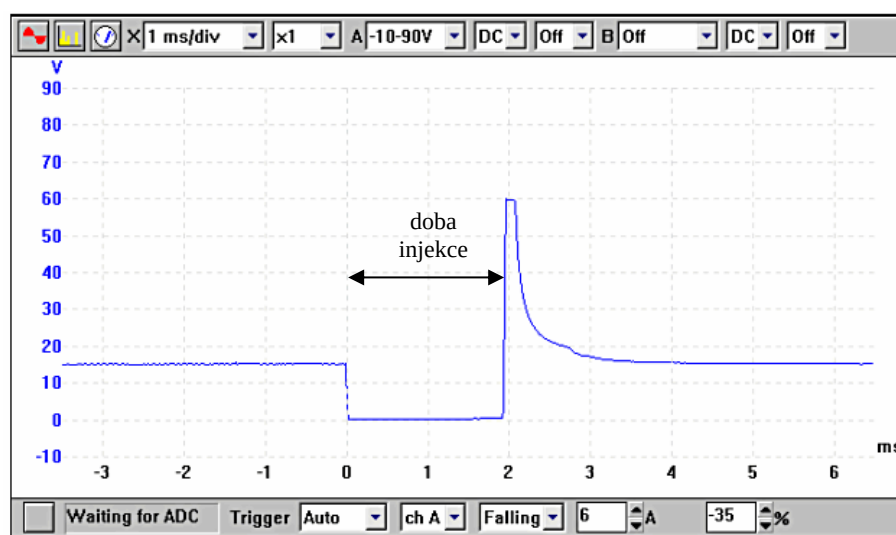


nám indikuje jejich závadu. Z oscilogramu je také patrné, že měřené čidlo je v pořádku, protože u 1600 bar systému nemůže hodnota napětí vyskočit až na 5V.



Obr. 28 Oscilogram čidla tlaku systému Common Rail [14]

VÍCEBODOVÉ VSTŘIKOVÁNÍ



Obr. 29 Oscilogram vícebodového vstřikování [14]

Injektor má konstantní napájecí napětí a je aktivován vysláním záporného potenciálu napětí z řídicí jednotky. Doba injekce je závislá na teplotě motoru, zatížení, lambdě atd.



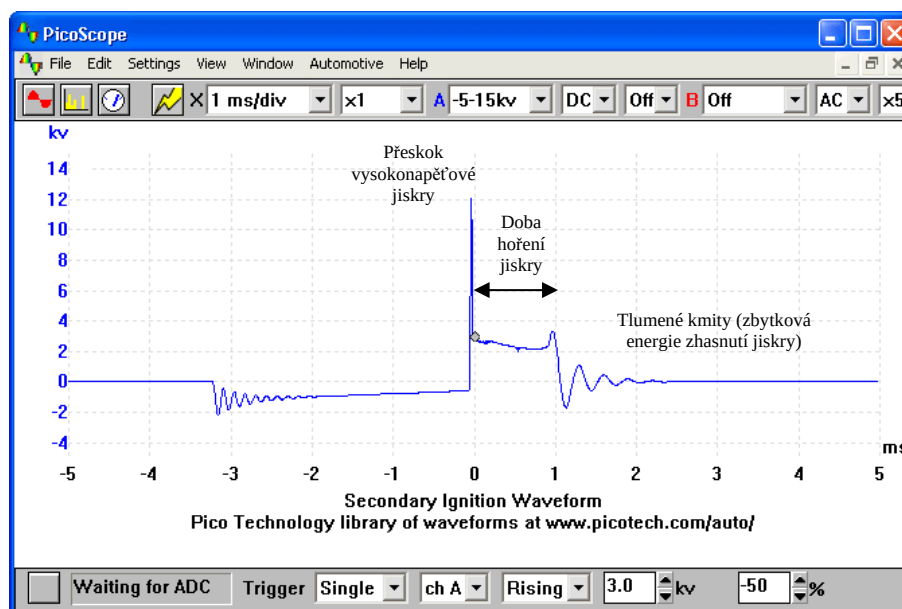
Odpojením „kostry“ vyjede napěťová špiče až na hodnotu 60V a poté se opět ustálí na konstantních 12V.

8.2.2 VYUŽITÍ OSCILOSKOPU PRO MĚŘENÍ ZAPALOVÁNÍ

Na sekundárním vinutí zapalovací cívky nemůžeme provádět měření přímo dotykem osciloskopické sondy jako u vinutí primárního, kde lze změřit průběh přímo na kontaktu. V praxi to realizujeme prostřednictvím bezdotykové vazby a pro připojení k VN vinutí používáme snímač s induktivní vazbou. Ze zákonů fyziky víme, že kolem vodiče, kterým protéká proud, vzniká magnetické pole. Pokud do tohoto pole umístíme magnetický obvod ve tvaru solenoidu z feromagnetického materiálu a zajistíme, aby tímto prstencem procházel snímaný vodič, potom v cívce, která je navinuta na prstenci, nám vzniká na principu elektromagnetické indukce napětí v okamžiku, kdy dojde k přeskočení jiskry.

SEKUNDÁRNÍ ZAPALOVÁNÍ

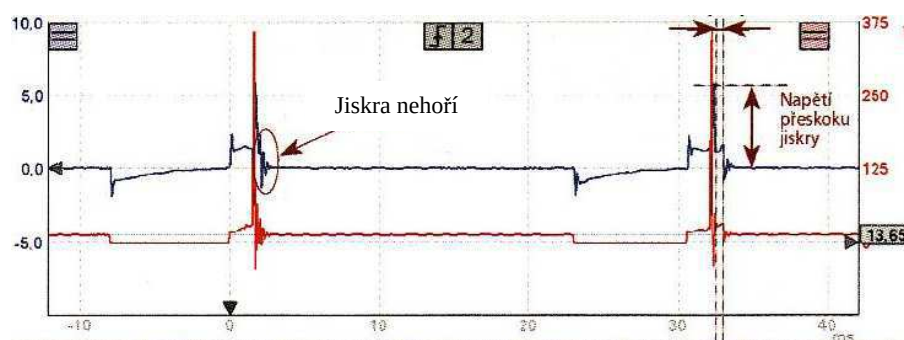
Oscilogram na Obr. 30 je znázorňuje sekundární zapalování měřené na vysokonapěťovém výstupu zapalovací cívky. Na oscilogramu vidíme napěťovou jehlu, tj. okamžik kdy dojde k přeskočení jiskry. Poté následuje vodorovná linie s napětím pohybujícím se okolo 2kV, čemuž odpovídá doba hoření jiskry (v tomto případě asi 1ms). Následná tlumená oscilace by měla obsahovat alespoň 5 zákmitů. Oscilace s menším počtem zákmitů ukazuje na vadu cívky. Svislá čára uprostřed oscilogramu představuje přebytek napětí o špičkovém napětí 12kV.



Obr. 30 Oscilogram sekundárního zapalování [14]

Pokud nevidíme v oscilogramu vodorovnou linii neboli dobu hoření nebo je doba hoření jiskry na svíčke krátká (Obr. 31), pak energie předaná jiskrou do palivové směsi je

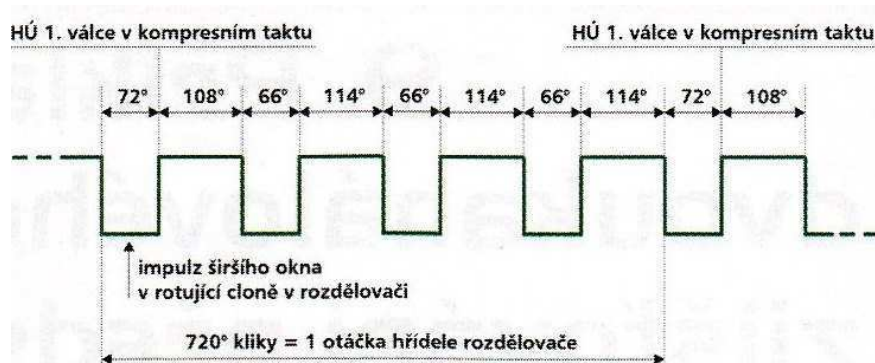
nedostatečná. Důsledkem takto chybně fungující zapalovací soustavy je vynechávání zážehů směsi, nedokonalé spalování, ztráta výkonu motoru, zhoršení emisí a zvýšení spotřeby paliva.



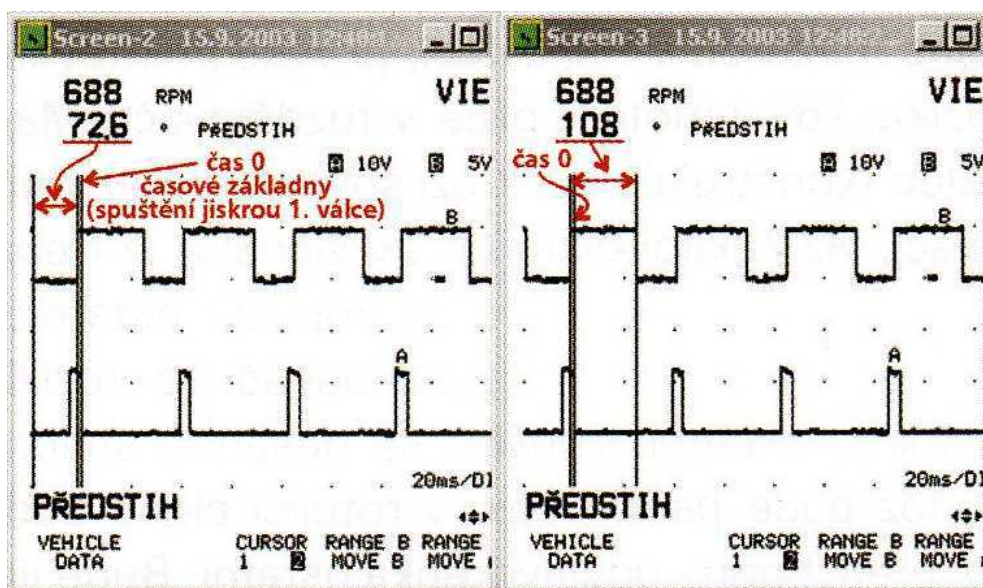
Obr. 31 Napětí primárního a sekundárního vinutí [11]

HALLŮV SNÍMAČ OTÁČEK

Nákres signálu s vyznačením šířky impulzů, respektive jejich hodnoty vyjádřené ve stupních klikové hřídele, je na Obr. 32. Je v něm označena horní úvrat' prvního válce, přednastavená v signálu vzestupnou hranou impulsu, přicházejícího po delší mezeře (platí za předpokladu správného nastavení rozdělovače).



Obr. 32 Průběh Hallova snímače v rozdělovači [11]



Obr. 33 Měření hodnot úhlu impulzů Hallova snímače [11]

Na horním měřicím kanálu v Obr. 33. (označeném písmenem B) je signál Hallova snímače v rozdělovači a na spodním kanálu (s označením A) je signál, jímž je řízen koncový spínací tranzistor v zapalovací cívice. Sestupnou hranou impulsu tohoto signálu je vždy „odpálena“ jiskra v jednom válci. Díky tomu, že je osciloskop externě spouštěn impulzem induktivních spouštěcích kleští na prvním válci, platí zde, že první impuls zleva na kanálu A (spodní signál) patří prvnímu válci. Následující impulzy na kanálu A pak patří ostatním válcům, jak jsou za sebou v pořadí zapalování. Na Obr. 33 (Screen-2) jsou kurzory na signálu Hallova snímače (horní kanál) umístěny na první dvě po sobě jdoucí hrany impulsu zleva, tj. hrany vymezující tu část signálu, kdy napětí dosahuje hodnoty 0V. Hodnota úhlu, tedy šířka tohoto impulsu je $72,6^\circ$ z otočení kliky. Podíváme-li se na obrazovku vedle (Screen-3), jsou kurzory umístěny na druhou a třetí hranu impulsu, tedy ohraničují tu část signálu, kdy napětí dosahuje 5V. Šířka impulsu je v tomto případě 108° . Tyto dva změřené impulzy patří časově prvnímu válci, tj. impuls šířky 72° předchází horní úvrať, impuls o šířce 108° následuje po horní úvratí prvního válce v pracovním taktu (viz Obr. 32).

8.3 OBD ČTECÍ ZAŘÍZENÍ

V dnešní době se na trhu s diagnostickým zařízením vyskytuje mnoho výrobců. Lze je rozdělit podle jejich zaměření na čtečky chybových kódů, motortestery a nakonec univerzální diagnostické přístroje obsahující čtečku, osciloskop i emisní analyzátor.

Dále existují přístroje určené pouze pro určité značky vozů, například s diagnostikou VAG přečteme pouze vozidla koncernu WV (Audi, Škoda, Seat, VW). Jeho rozšířenou verzí je OBD čtečka SuperVAG, která mimo značky koncernu WV podporuje také Citroen a Peugeot. VAG i SuperVAG jsou české produkty. Širší záběr automobilových značek a celkovou univerzálností se vyznačuje například diagnostika KTS od Bosche, ATAL, TEXA, Magnetti Marelli. Příklad některých diagnostik je uveden níže.



AUTOMOBILOVÁ DIAGNOSTIKA TEXA NAVIGATOR TXT

Texa Navigator TXT je interface mezi zobrazovací jednotkou (počítač, PDA, atd.) a vozidlem umožňující přesnou a kompletní diagnostiku prostřednictvím bluetooth připojení třídy 1 (až 100 m BT komunikace).

Automobilová diagnostika Texa Navigator TXT je nejlepším řešením pro komunikaci s řídicími jednotkami osobních, lehkých užitkových, nákladních vozidel, návěsů, přívěsů, autobusů, zemědělských strojů a motocyklů.



Obr. 34 Autodiagnostika TEXA Navigator TXT [12]

TECHNICKÁ SPECIFIKACE

Model TXT je osazen 400 MHz procesorem značky INTEL, který k dispozici 64 MB SDRAM vnitřní paměti a 64MB FLASH paměti. Je možno jej napájet přímo z baterie vozidla (12V nebo 24V). Umožňuje komunikaci pomocí USB potru nebo Bluetooth. Umí číst blikací kódy, K, L.

BOSCH KTS

Diagnostický tester řídicích jednotek Bosch KTS, používaný ve spojení s kompletním dílenským softwarem Esitronic, nabízí nejlepší možný základ pro efektivní diagnostiku opravy elektrických a elektronických zařízení. Tyto testery jsou k dispozici v různých verzích, která by vyhovovala individuálním požadavkům. Například přenosný Bosch KTS 650 (Obr. 2) s vestavěným počítačem a dotykovou obrazovkou může být použit kdekoliv. Jeho přednostmi jsou 20GB pevný disk a DVD mechanika. Při použití v terénu je umožněno napájení z vlastních baterií (max. 2 hodiny provozu), nebo přímo z akumulátoru vozidla. Při diagnostice se držíme základního postupu: připojíme sériový kabel do diagnostické zásuvky, v softwaru vybereme správný typ vozidla, zkontrolujeme paměť závad a podle zjištěných informací přejdeme k testu akčních členů, provedeme opravu, nakonec musíme vymazat



paměť závad. Obr. 35 ukazuje příklad testu měřiče hmotnosti vzduchu, kde nám systém Esitronic ukázal přímo závadu v patici. Dále zde můžeme dohledat například hodnoty napětí na jednotlivých pinech, vstupy, výstupy a kostry.



Obr. 35 Test akčních členů - měřič hmotnosti vzduchu [8]

8.4 UNIVERZÁLNÍ DIAGNOSTICKÉ TESTERY

V moderních automobilech je zabudováno stále více elektroniky. Díky tomu je diagnostika a oprava komplexnější, navíc jsou často jednotlivé systémy navzájem propojeny. Práce v dílně se tím zásadně mění. Automechanici musí neustále udržovat své vědomosti o elektronice automobilů na nejnovější úrovni. To ale samo o sobě nestačí. Stoupající podíl elektronických součástí ve vozidle již nelze zvládnout bez moderní diagnostické techniky. [6]

MULTI-DIAG HANDY 2BT

Je kompaktní přístroj pro komplexní diagnostiku elektronických řídicích systémů motorových vozidel, určen pro diagnostiku vozidel vybavených OBD diagnostickým konektorem. Pro starší modely automobilů lze použít adaptéry pro jednotlivé značky, které jsou jeho součástí. Samozřejmě se neobejdeme bez softwaru, který lze aktualizovat přes internet.



Obr. 36 Atal Multi-Di@g Handy Plus [15]

Multi-di@g Scope vyniká širokou nabídkou funkcí a nastavení, ovládání je jednoduché a intuitivní. Po připojení konkrétního snímače se mu okno po restartu automaticky přizpůsobí, a když jeden z kanálů není připojen, nezobrazí se jeho ovládání. Další předností je snadné ukládání a zobrazení uložených signálů, zejména funkce Record. Uvedená funkce ve většině případů plně nahradí skutečnost, že není možné nastavit čas delší než 2,5 s/div. Z běžných funkcí chybí např. vyhlazení signálu, ale až na výjimky jsem tuto funkci nepotřeboval a signál byl čitelný. Jen v jednom případě – při měření lambda-sondy za katalyzátorem – byl signál hodně zkreslený vůči kostře akumulátoru. Předností testeru je také možnost aktualizace softwaru (např. z webových stránek výrobce). [15]

BOSCH FSA

Přístroj Bosch FSA 7xx je univerzálním diagnostickým zařízením. Umožňuje čtení chybových kódů pomocí OBD konektoru (spojením s KTS a informačním softwarem ESI Tronic), měření pomocí dvoukanalového paměťového osciloskopu se vzorkovací rychlostí 50 milionů vzorků za sekundu (disponuje velkým množstvím přednastavení pro nejrůznější signály zážehových i vznětových motorů a sběrnice CAN). Další velmi zajímavou funkcí je generátor signálů.

Pro posuzování výsledků měření je výhodná také možnost ukládání referenčních křivek průběhů signálu v počítači testeru a v případě potřeby možnost porovnání s aktuálně měřenou křivkou. Mechanik může například správnou křivku signálu uložit pro pozdější použití a vytvářet si tak vlastní databázi.



Obr. 37 Bosch FSA 740 [6]

U testů komponent jsou všechny parametry testeru nastaveny pro co nejlepší zobrazení požadovaného signálu. Pro příklad uvádím oscilogram, vyfocený z obrazovky Bosch FSA, měřiče hmotnosti vzduchu Obr. 38. V přednastaveném okně testu najdete kromě jednoho kanálu se záznamem napětí z váhy také záznam otáček, teploty motoru a napětí v číselném tvaru. Alternativně můžete na kanálu 1 měřit místo napětí odpor snímače (vhodné např. u L-jetronic). Záznam je natolik přesný, že vidíte i pulzace v sání způsobené plněním jednotlivých válců, a signál je tak hodně rozkmitaný. Ve srovnání s ním je ve funkci charakteristiky záznam čistší.

Z průběhu signálu měřiče hmotnosti vzduchu (váhy) můžete poznat nejen jeho stav a případné znečištění, ale např. i zanesení filtru vzduchu. Pro lepší kontrolu rychlosti reakce „váhy“ na pohyb škrticí klapky je vhodné použít funkci „Univerzální osciloskop“ a „dát si“ napětí potenciometru škrticí klapky do druhého kanálu.

FSA je systém s velkým množstvím funkcí a nastavení, což je na jedné straně jistě výhoda, ovšem práce s tímto zařízením je schopna pouze proškolený a odborný pracovník. To se týká i významu jednotlivých funkcí – musíte vědět, proč jsou nabízeny a co v nich máte vyhodnotit (česká nápopěda chybí). Podobně i parametry osciloskopu jsou opravdu na vynikající úrovni. Hlavními výhodami jsou kvalitní zobrazení signálu s popisem hodnot a jednoduché nastavení parametrů nebo snadný přechod do sériové diagnostiky a informačního systému se vzájemným propojením parametrů nastavení. [15]

Nevýhodou, že osciloskop není zcela univerzální, u delších časů musíte přejít do charakteristik. Nevýhodou je i ekonomická stránka. Všechny nainstalované programové možnosti a pravidelný update nastavují poměrně vysokou cenu systému.



Obr. 38 Bosch FSA - Oscilogram kontroly měřiče hmotnosti vzduchu [15]



ZÁVĚR

Moderní motorová vozidla jsou velmi sofistikované stroje, které zahrnují nejnovější vývoj v oboru elektrotechniky, elektroniky, softwaru, výrobních technologií a strojního inženýrství (LED, CAD/CAM, uhlíková vlákna atd.). Jsou zázrakem moderní inženýrské praxe a ukazují na skutečnost, jak mohou být tyto technologie integrovány a harmonizovány pro maximální komfort jejich uživatelů. Tato úroveň technologií produkuje nebezpečnější, nejtišší, nejekologičtější a nejefektivnější cestovní vozidla jaké jsme kdy znali. Jde o elektronické systémy zajišťující aktivní bezpečnost pasažérů například antiblokovací systém ABS, systém regulace prokluzu kol ASR nebo elektronický stabilizační systém ESP. Systém Common Rail pro dieselové motory, který navyšuje efektivitu spalování paliva a snižuje procento produkovaných škodlivin ve výfukových plynech. Touto technologií je také dosahováno optimální spotřeby paliva a snižuje se hluk motoru. Motory pružněji reagují na změny zatížení. Motor se systémem Common Rail dosahuje největšího výkonu při otáčkách pohybujících se těsně pod 2500 rmp, z toho plyne dlouhá životnost mechanických dílů, malé vibrace a hluk.

Velkou nevýhodou je však moment kdy se nějaký systém „pokazí“, oprava je mnohem složitější. Je zapotřebí odborných znalostí, speciálních přístrojů pro sériovou a paralelní diagnostiku (OBD čtečky, motortestery, vícekanálové osciloskopy, multimetry, analyzátory, testovací stolice atd.). Dále propracované softwary a katalogy obsahující autodata (schémata zapojení, správné elektrické hodnoty snímačů, informace o nastavení a montážích, postupy při diagnóze problémů a obrázková dokumentace). Avšak platí, že náradí je pouze tak kvalitní, jako je osoba, která ho používá.

Při diagnostice vždy platí několik pravidel. Nepřehlédnout to, co je jasné. Nejprve se zamyslet nad jednoduchým řešením, myslet logicky a mít důvěru ve své schopnosti. Nikdy se nebojte požádat o pomoc a učit se ze zkušeností jiných. Budete tak stavět svou kariéru diagnostického odborníka na užitečných zkušenostech a znalostech. Neexistuje nic, co by zcela překonalo pocit řešení problému, pokud víte, že ostatní lidé před vámi byli zmateni a svůj pokus vzdali.

V posledních letech se rychle zvyšuje počet vozidel s hybridním pohonem, čehož si je vědomo stále více výrobců automobilů. Věnují nemalé částky do vývoje palivových systémů a způsobu využití alternativních zdrojů. S tím také souvisí fakt, že ceny paliv rostou stejně rychle, jako neklid v oblasti životního prostředí. Podle mého bychom měli vidět budoucí vývoj dopravního průmyslu směrem rozvoje hybridních pohonných systémů.



POUŽITÉ INFORMAČNÍ ZDROJE

- [1] ALEŠ VÉMOLA. *Diagnostika automobilů*. 1. vy. Brno: Littera, 2006, 128 s. ISBN 80-85763-31-1.
- [2] VLK, František. *Diagnostika motorových vozidel*. Brno: Prof.Ing.František Vlk,DrSc., nakladatelství a vydavatelství, 2006, 444 s. ISBN 80-239-7064-X.
- [3] ČUPERA, Jiří a Pavel ŠTĚRBA. *Automobily*. 1. vyd. Brno: Avid, 2007, 195 s. ISBN 978-80-903671-9-7(BROŽ.).
- [4] Robert Bosch GmbH: Historie. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2012-03-20]. Dostupné z: cs.wikipedia.org
- [5] Diagnostika automobilů. In: *AUTOELEKTRIKA ČABOUN, OSOVEC, OKRES BEROUN* [online]. 2009 [cit. 2012-03-20]. Dostupné z: <http://www.aditus.cz/ae/>
- [6] Autopříslušenství / Autodiagnostika. *Bosch* [online]. 2009 [cit. 2012-03-21]. Dostupné z: www.bosch.cz
- [7] Products: BOSCH MAGNETEN. *THEODOLE* [online]. 2011 [cit. 2012-03-24]. Dostupné z: <http://theodole.nl/>
- [8] DENTON, Tom. *Advanced automotive fault diagnosis*. 2nd ed. Burlington: Elsevier Butterworth-Heinemann, 2006, 271 s. ISBN 978-0-75-066991-7.
- [9] NEUWIRTH, Zdeněk. *Vývoj a možnosti současných OBD systémů u osobních automobilů a motocyklů: Development and potential of present car and motorcycles OBD system*. Brno: Vysoké učení technické, Fakulta strojního inženýrství, 2007.
- [10] HAVLÍK, Ladislav. *Osciloskopy a jejich použití*. 1. vyd. Praha: nakladatelství Sdělovací technika, 2002, 254 s. ISBN 80-901-9368-4.
- [11] JIČÍNSKÝ, Štěpán. *Osciloskop a jeho využití v autoopravářské praxi*. 1. vyd. Praha: Grada, 2006. ISBN 80-247-1417-5.
- [12] GET Automotive: Automobilová diagnostika Texa [online]. 2010 [cit. 2012-05-09]. Dostupné z: www.diagnostika-texa.cz
- [13] Allstar: Autoelektro specialista [online]. 2010 [cit. 2012-05-17]. Dostupné z: <http://www.autoelektrika.cz/>
- [14] Pico: Library of Automotive Waveforms [online]. 2010 [cit. 2012-05-17]. Dostupné z: <http://www.picoauto.com/>
- [15] Auto PRESS: Měřili jsme s...[online]. 2010 [cit. 2012-05-17]. Dostupné z: www.autopress.cz



SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

ABS	Anti-lock Brake System
AC	Alternating Current
AD	Analog Digital
ASIC	Application-Specific Integrated Circuit
ASR	Anti-Slip Regulation
CAD	Computer Aided Design
CAM	Computer Aided Manufacturing
CAN	Controller Area Network
DC	Direct Current
DLC	Diagnostic Link Connector
ECU	Engine Control Unit
EDC	Electronic Diesel Control
EEPROM	Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory
EOBD	Europe On Board Diagnostics
ERG	Exhaust Gas Recirculation
ESP	Electronic Stability Program
EVAP	Evaporative Emission Control System
HT	Hight Tension
JOBD	Japan On Board Diagnostics
LED	Light-Emitting Diode
LIN	Local Interconnect Network
LT	Low Tension
MAF	Mass Air Flow
MAP	Manifold Absolute Pressure
MIL	Malfunction Indicator Lamp



OBD	On Board Diagnostics
PCM	Powertrain Control Module
PWM	Pulse Width Modulation
RAM	Random Access Memory
ROM	Read Only Memory
ŘJ	Řídící Jednotka
SAE	Society of Automotive Engineers
VIN	Vehicle Identification Number

λ	[-]	udává poměr palivo/vzduch
B_0	[Hz]	kmitočtový rozsah osciloskopu
$B_{Zaslab.}$	[Hz]	kmitočtový rozsah zeslabovače
$B_{Předzesil.}$	[Hz]	kmitočtový rozsah předzesilovače
$B_{Obrazov.}$	[Hz]	kmitočtový rozsah obrazovky
f	[Hz]	kmitočet