



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava



DIAGNOSTIKA A TESTOVÁNÍ AUTOMOBILŮ

učební text

Petr Kočí

Ostrava 2012

Recenze: Doc. Ing. Renata Wagnerová, Ph.D..
Prof. RNDr. Erika Mechlová, CSc.

Název: Diagnostika a testování automobilů
Autor: Doc. Ing. Petr Kočí, Ph.D.
Vydání: první, 2010
Počet stran: 207
Náklad: 20

Studijní materiály pro studijní program MECHATRONIKA
Jazyková korektura: nebyla provedena.

Určeno pro projekt:

Operační program Vzdělávání pro konkurenceschopnost

Název: Personalizace výuky prostřednictvím e-learningu

Číslo: CZ.1.07/2.2.00/07.0339

Realizace: VŠB – Technická univerzita Ostrava

Projekt je spolufinancován z prostředků ESF a státního rozpočtu ČR

© Petr Kočí

© VŠB – Technická univerzita Ostrava

ISBN 978-80-248-2609-7

OBSAH

1	Co je to diagnostika motorových vozidel	5
1.1	Historie vzniku E-OBD	6
1.2	Sériová a paralelní diagnostika	7
2	Diagnostika elektronických zařízení	11
2.1	Diagnostika elektronických zařízení v moderním automobilu.....	11
2.2	Vlastní diagnostika	12
2.2.1	Příklad použití sériové diagnostiky VAG-COM	15
2.2.2	Příklad použití multifunkční sériové diagnostiky Bosch KTS 530:	18
2.2.3	Diagnostický, měřicí a informační systém VAS 5051B	21
3	Autoskop II - Použití	25
3.1	Technické údaje	26
3.2	Okno seznamu Záložek	29
3.3	Lišta synchronizací.....	32
3.4	Měřicí lišta	33
3.5	Co nás na křivkách zajímá a co může zůstat bez povšimnutí	36
4	Senzory v automobilu.....	44
4.1	Dělení senzorů podle měřené veličiny.....	50
4.2	Indukční senzor otáček	53
4.3	Aktivní senzor otáček.....	53
4.4	Senzor bočního zrychlení	55
4.5	Senzor úhlu natočení volantu	56
4.6	Senzor stáčivé rychlosti.....	56
4.7	Senzor tlaku	57
4.8	Senzory pro systém ABS.....	58
5	Protiblokovací systém ABS, ASR, ESP	61
5.1	Protipokluzová regulace ASR.....	62
5.2	Elektronická stabilizace jízdy ESP	65
5.3	Realizace ABS, ASP, ESP.....	67
5.4	Diagnostika funkcí ABS, ASR a ESP	74
6	Komunikace mezi řídicími jednotkami v automobilech	78
6.1	Sběrnice CAN	78
6.2	Přenos dat po sběrnici CAN	82
6.2.1	Posílání zpráv programem PCAN Explorer	84
6.2.2	Realizace připojení a posílání zprávy po sběrnici CAN	86
6.2.3	Tvorba zprávy pro ovládání elektrického stahování oken	88
6.2.4	Požadavky na činnost řídicí jednotky motoru	89
7	Senzory a akční členy řídicí jednotky motoru.....	93
7.1	Akční členy.....	99
7.2	Měření lambda sondy.....	102
7.3	Měření vstřikování.....	103
7.4	Měření zapalování.....	106
7.5	Měření potenciometru škrticí klapky.....	110
7.6	Měření polohy vačkového hřídele.....	112

7.7	<i>Možnosti nastavení řídicí jednotky motoru</i>	<i>113</i>
7.8	<i>Aktualizace firmware.....</i>	<i>114</i>
7.9	<i>Vlastnosti a funkce řídicí jednotky motoru</i>	<i>115</i>
7.10	<i>Měření výkonu spalovacích motorů</i>	<i>116</i>
7.10.1	Hydraulická brzda	118
7.10.2	Vodní brzda.....	119
7.10.3	Elektrická brzda	119
7.10.4	Vířivá brzda	120
8	Měření senzorů automobilu	121
8.1	<i>Induktivní senzor otáčekG28</i>	<i>121</i>
8.2	<i>Senzor klepání G61</i>	<i>128</i>
8.3	<i>Palivová soustava</i>	<i>134</i>
8.4	<i>Palubní síť</i>	<i>140</i>
8.5	<i>Řízení motoru - senzory</i>	<i>145</i>
8.6	<i>Řízení motoru-akční prvky</i>	<i>153</i>
9	Teorie k senzorům.....	160
9.1	<i>Magnetorezistivní senzory pro měření rychlosti.....</i>	<i>161</i>
9.1.1	Princip měření rychlosti otáček	163
9.1.2	Aktivní magnetická kola	164
9.1.3	Integrované obvody pro zpracování signálu	165
9.2	<i>Vlastnosti senzorů.....</i>	<i>166</i>
9.2.1	Tepelný koeficient	167
9.2.2	Další použití.....	170
10	Průmyslové sítě.....	171
10.1	<i>Komunikační model</i>	<i>171</i>
10.1.1	Topologie sítě	173
10.1.2	Přenosové médium.....	176
10.1.3	Přístupové metody	177
10.2	<i>Automobilová sběrnice CAN</i>	<i>178</i>
10.2.1	Komunikační protokol používaný u vozů škoda	181
10.2.2	Princip komunikace	182
10.3	<i>Řídicí jednotky používané v automobilech</i>	<i>182</i>
10.3.1	Řídicí jednotky komfortní elektroniky	184
10.3.2	Centrální řídicí jednotka	185
10.4	<i>Monitorování ŘJ pomocí CAN sběrnice.....</i>	<i>186</i>
10.4.1	PCAN View	186
10.4.2	PCAN Explorer V.4	188
10.4.3	Autodiagnostika SuperVAG	188
10.4.4	Diagnostika a konfigurace ŘJ na demonstračním panelu	193
10.5	<i>LIN sběrnice.....</i>	<i>197</i>
10.6	<i>Ovládání demonstračního panelu.....</i>	<i>201</i>
10.6.1	Připojení k sběrnici CAN hnacího ústrojí na demonstračním modelu	201
10.6.2	Připojení k sběrnici CAN Komfort na demonstračním modelu (100 kbit/s)	202
11	Testy.....	203
11.1	<i>TEST</i>	<i>203</i>
12	Literatura.....	206

1 CO JE TO DIAGNOSTIKA MOTOROVÝCH VOZIDEL



Čas ke studiu: 1 hodina



Cíl Po prostudování tohoto odstavce budete seznámeni s historií diagnostiky automobilu.

- Seznámíte se s principy EODB diagnostiky
- Poznáte rozdíly mezi diagnostikou OBD a diagnostikou přímým měřením
- Zásadní omyly v pojmech užívaných diagnostiky přes diagnostickou zásuvku



Výklad

Za posledních 10 let přibyl do oboru autoopravárenství termín automobilová diagnostika. Co to vlastně znamená?

Automobilová diagnostika je cílený postup, který vede k odhalení závady na voze nebo k nastavení či změnám konfigurací jednotlivých zařízení.

Abychom mohli provádět diagnostiku, musíme se nejprve obeznámit s předmětem diagnostiky, s automobilem. Protože se budeme zaměřovat na elektroniku, bude potřeba znát jednotlivé elektronické komponenty. Jejich funkci, přesnost.

Automobilovou diagnostiku dělíme na:

- komunikaci s řídícími jednotkami
- měření průběhu napětí jednotlivých senzorů nebo akčních členů

O tom, která z diagnostik je důležitější, se vedou rozsáhlé diskuse, nicméně bez komunikace s řídícími jednotkami se v servisu určitě neobejdete. Zkuste vymazat paměť závad nebo nastavit servisní intervaly osciloskopem. Měřením průběhů napětí se spíše ujišťujeme o tom, zda je daný senzor skutečně vadný a není problém ve vedení či jinde ve voze.

Světoví výrobci automobilů mají vlastní diagnostické přístroje pro komunikaci s řídícími jednotkami vozů, které vyrábějí, a tyto také přikazují používat svým autorizovaným servisům. V případě značky škoda se dříve jednalo o přístroj VAG 1552, dnes je to zejména nový přístroj VAS 5051 nebo 5052. Fiat používá přístroj Examiner, Peugeot přístroj Diag, Renault přístroj Clip, Mercedes přístroj StarDiagnose, BMW přístroj Modic atd.

Tyto přístroje však bývají velmi drahé a pro neautorizovaný servis většinou nedostupné. Pro potřeby neautorizovaných, malých nebo i začínajících servisů, které také potřebují diagnostiku provádět, přinášíme na trh počítačové programy fungující stejně jako zmíněné

diagnostické přístroje používané autorizovanými servisy. Jejich cena je však výrazně přijatelnější a jsou všeobecně dostupné.

Výhody našich počítačových systémů:

- naprostou výhodou je jeden společný hardware (počítač), do kterého lze kupovat programy dle vlastních potřeb a možností
- další výhodou jsou výborné grafické a paměťové vlastnosti počítače, což uživatel zvláště ocení při sledování grafů a při ukládání dat např. ze zkušební jízdy
- v neposlední řadě je nutno vyzdvihnout výhodu jednoduché aktualizace programů (zakoupený systém "nezestárne" jako je tomu např. u VAG 1552, který je dnes už jen "lepší kalkulačkou")

Pro úplnost informací je ještě potřeba doplnit, že existují tzv. čtečky, což jsou jednoúčelová zařízení pouze pro čtení a mazání závad. Čtečky většinou neposkytují všechny funkce diagnostiky, mívají maximálně 4-řádkový displej (neexistuje možnost grafického sledování, nebo sledování z dálky např. od motoru), neumožňují ukládání hodnot např. ze zkušební jízdy, mají velmi nepohodlné ovládání a orientace v systému je prakticky nemožná.

Právě z těchto důvodů jsme se rozhodli vyvíjet, nabízet a prodávat programy pro diagnostiku, které překonávají výše zmíněné nedostatky diagnostických přístrojů.

Vzhledem k tomu, že jsou diagnostiky jednotlivých značek automobilů naprosto odlišné, není možné pracovat s jedním softwarovým programem na všech automobilech všech značek. Každá tovární značka potřebuje vlastní diagnostický software.

Od roku 2000 sice existuje jednotná norma pro diagnostiku motorů značená OBD II. Umožňuje funkce čtení závad, mazání závad, čtení měřených hodnot, testování komponent a lambda sondy.

1.1 Historie vzniku E-OB

Všechna v Evropě nově registrovaná vozidla se zážehovým motorem od roku 2001 a vznětovým motorem od 2003 musí mít systém řízení motoru (počítač) kompatibilní s EOBD. Starší vozy vyráběné od roku 1995 v USA nebo Japonsku, splňují americkou normu OBD II, která je povinná v USA. Tato norma neměla v té době evropský ekvivalent. Norma EOBD/OBDII je stejná pro všechny vozidla a to bez ohledu na výrobce. Diagnostická data jsou dostupná v základních 9 módech (režimech). Módy 1 až 5 se používají při měření a kontrole emisí. Zbýlé módy pak pomáhají při diagnostice motoru (nemusí být v příslušném voze dostupné). Rozsah takto dostupné diagnostiky se postupně zvyšuje (módy jsou doplňovány). V současné době je norma EOBD závazná pro všechny členské země Evropské unie (podle směrnice EU 98/69/EC ze dne 13. 10. 1998) a pro země, které se k dodržování EOBD připojily. Přejícné období platilo pro vozy homologované do 31. 12. 1999 (pokud splňovala normu EU II, D3 nebo D4) a šlo je schválit do 31. 12. 2000 (nemusely mít EOBD). V praxi je možné pro EOBD diagnostiku použít program SuperOBD.

OBD - On Board Diagnostics (palubní diagnostika) je hromadný název norem, které vznikly za účelem sjednotit kontrolu chodu, spalování motoru a emisní normy na celém světě. Cílem bylo umožnit autoservisům a stanicím měření emisí prověřit systémy ovlivňující spalování a řízení motoru jakéhokoliv vozidla. Tento projekt vznikl v letech 1996-2001, kdy postupně vznikaly normy ISO 9142, ISO 14230, SAE J 1979, SAE J1850 (VPW/PWM bus). V praxi tyto normy začaly platit v USA od roku 1996 a v Evropě od roku 2000 (nutno

podotknout, že některé automobilky mají s podporou OBD2 problémy dodnes). Norma EOBD využívá pro komunikaci s vozem vedení K-LINE (v zásuvce PIN 7), některé nové vozy od roku 2004 využívají sběrnici CAN (v zásuvce PIN 6 a 14). Americké vozy z produkce General Motors využívají J1850 VPW (pin 2), vozy Ford do roku 2003 K-Line nebo J1850 PWM (PINy v zásuvce č. 2 a 10). Nástroj pro diagnostiku OBD se tedy pomocí některé z norem spojí s řídicí jednotkou motoru a umožní otestovat systémy ovlivňující spalování a chod motoru.

Je třeba se ještě zmínit se o programech pro přímý přístup do paměti EEPROM. Tato funkce není součástí profi-diagnostiky, protože použití je naprosto odlišné.

Tato diagnostika je velmi výhodná v tom, že ji není potřeba dělit podle různých továrních značek, neboť ji lze použít na jakékoli automobily s palubním napětím 12 voltů.

Takováto diagnostika umožňuje přesné měření průběhů napěťových signálů jednotlivých senzorů a akčních členů automobilu digitálním osciloskopem. Tento způsob se osvědčil jako velmi účinný prostředek k rychlému vyhledání závady v elektronice vozidel, ale není zde možné komunikovat s řídicí jednotkou.

Autodiagnostika má tyto funkce:

1. Dokáže zobrazit informace o ECU, zejména objednáací číslo, výrobce, datum programování, apod.
2. Vypíše seznam chyb (paměť závad), které od poslední diagnostiky systému byly přítomny s rozlišením druhu chyby (statická, sporadická, atd.).
3. Umožňuje čtení měřených hodnot – Zobrazí jednotlivé veličiny měřených ECU, případně zobrazí data přijatá od dalších systémů.
4. Možnost testování akčních členů připojených k ECU (měření průběhů napětí jednotlivých senzorů nebo akčních členů).
5. Změna nastavení parametrů ECU - Reset servisních intervalů, provedení základního nastavení, přizpůsobení různých parametrů, korekce měřených hodnot.
6. Různé bezpečnostní funkce - Odemčení přístupu do ECU (zadání PIN kódu, RSA autorizace).
7. Aktualizace firmware - Výměna kalibračních dat nebo programového vybavení.

1.2 Sériová a paralelní diagnostika

Diagnostika přes "sériové rozhraní" dostala tuto přezdívku právě od "sériového rozhraní", kterým je nazývána diagnostická zásuvka. Přes diagnostickou zásuvku bylo možné již přímo přečíst čísla kódů (někdy i textů), tedy rozhodně pokrok, oproti dřívějšímu "vyblikávání světelné "morseovky", kdy kódy musely být vyhledány v literatuře a přeloženy do jazyka, kterému mechanik rozuměl. Způsob jakým se prováděla celá komunikace a převáděly kódy na text, se říká PROTOKOL. Sdělení tímto protokolem, který je stále obsáhlejší, je druh nápovědy, který se začal používat v 70 letech a má být pomůckou pro mechaniky při cestě za hledáním příčiny závady. V současné době je elektronika dominantním prvkem v řízení chodu motoru.

Paralelní diagnostika není oficiálním názvem způsobu proměňování jednotlivých obvodů. Tato diagnostika však svedla její první popisovatele k tomuto názvu proto, že je to prakticky označení jiné, než sériové, z pohledu měření elektrických obvodů, tedy paralelní. Ve skutečnosti to nemá se sériovým a paralelním elektrického obvodu co dělat, protože

proměřování obvodů měřicím přístrojem zapojeným do obvodu "sériově" můžeme provádět diagnostiku nazvanou právě nesprávně zavedenou hantýrkou "paralelní", tedy jinak než po tzv. "sériovém" rozhraní (diagnostická zásuvka).

Omyl v pojmech užívaných ve vztahu k diagnostické zásuvce:

Všechny protokoly diagnostiky přes diagnostickou zásuvku vozidla jsou zcela odloučeny od "měření" a s pojmem "měření" nemají skutečně nic společného. Názvy jako "blok naměřených" hodnot není zcela správně zvoleným názvem, protože se zde jedná o sdílené hodnoty, nikoliv "naměřené". Řídicí jednotka neměří všechny parametry, které jsou protokolu k dispozici. Zprostředkovaně měřené jsou jen některé hodnoty, např. teplota chladicí kapaliny, množství nasávaného vzduchu, či rychlost otáčení klikového hřídele, ale nejsou jimi např. délka vstřiku, množství vstřikovaného paliva, úhel bodu zážehu, apod. Toto jsou hodnoty, které řídicí jednotka vypočítává z informací, které má k dispozici, ale neměří je. Podle těchto informací pak dodává odpovídající řídicí signály akčním členům (to jsou všechny prvky motoru, které na základě ovládání konají nějakou činnost), které pak funkci motoru očekávaným způsobem ovlivní

Základní myšlenka EOBD

Nesprávně fungující nebo vadné součásti mohou způsobit zvýšení podílu škodlivin ve výfukových plynech motorových vozidel. Přímé měření obsahu škodlivých látek ve výfukových plynech (CO, HC, NO_x) není během jízdy možné. Proto byl vyvinut systém vlastní diagnostiky pro detekci závad součástí, které se na redukci emisí škodlivých látek podílejí. Systém EOBD musel vyhovovat následujícím požadavkům:

- sledovat všechny díly, které se podílejí na složení výfukových plynů
- umožňovat kontrolu těchto dílů vlastní diagnostikou
- používat normalizovanou diagnostickou zásuvku, která je snadno přístupná ze sedačky řidiče
- umožňovat optické varování řidiče v případě, že se na některém z uvažovaných dílů vyskytne závada
- chránit katalyzátor
- ukládat závady do paměti
- používat standardní kódy závad pro všechna vozidla
- zobrazovat závady na běžných diagnostických přístrojích
- zobrazovat provozní podmínky, při kterých k závadě došlo
- stanovit, kdy a jak má být závada, která má vliv na obsah emisí ve výfukových plynech zobrazena
- používat standardizované označování součástí, systémů a závad

Principy EOBD

Přímé měření obsahu škodlivých látek ve výfukových plynech (CO, HC, Nox) není během jízdy možné. Proto byl vyvinut systém vlastní diagnostiky pro detekci závad součástí, které se na redukci emisí škodlivých látek podílejí. Vozy vybavené diagnostikou OBDII jsou typicky vybaveny:

- dvojicí vyhřívaných lambda sond pro každou řadu válců (ta druhá je za katalyzátorem),
- výkonným řídicím systémem, který pracuje s vysokým počtem kalibračních konstant,
- elektronicky mazatelnou pamětí (EEPROM), aby bylo umožněno přeprogramování řídicí jednotky novou verzí programu (firmware),
- systém řízení emisí s diagnostickým přepínáním pro testování účinnosti nebo systém se solenoidním ventilem, čidlem tlaku plynů v nádrži a vhodným diagnostickým postupem,
- systém zpětného nasávání výfukových plynů (EGR) s elektronicky řízeným ventilem zpětného nasávání výfukových plynů a se senzorem polohy tohoto ventilu,
- senzor tlaku a množství nasávaného vzduchu pro sledování zatížení motoru a průtok vzduchu.

Význam kontrolky emisí (MIL)

Systém OBDII rozsvítí kontrolku emisí (MIL):

- okamžitě, když se vyskytne podruhé závada neovlivňující přímo emisní limity (za těch samých provozních podmínek) – typ A,
- okamžitě, když se vyskytne závada ovlivňující emisní limity – typ B.

Typ A

Závady typu A patří mezi nejzávažnější. Kromě rozsvícení kontrolky emisí (MIL) si systém OBDII také uloží do paměti podmínky, za kterých se závada vyskytla.

Typ B

Závady typu B patří mezi méně závažné a musí se vyskytnout nejméně jednou na dvou po sobě jdoucích cyklech. V případě splnění podmínek rozsvícení kontrolky emisí (MIL) si systém OBDII také uloží do paměti podmínky, za kterých se závada vyskytla.

Typ C

Závada neovlivňuje přímo emisní systém. Může se rozsvítit kontrolka emisí (MIL) nebo jiná varovná kontrolka.

Typ D

Závada neovlivňuje přímo emisní systém. Tato závada nikdy nemůže způsobit rozsvícení kontrolky emisí.

Jakmile se kontrolka emisí (MIL) rozsvítí, zůstane svítit, dokud příslušná součást neprojde třemi po sobě následujícími testy v pořádku. Pokud je např. zjištěná závada (výpadek zapalování nebo problém tvorby směsi), pak kontrolka nezhasne, dokud systém si sám neotestuje, že za podobných podmínek (otáčky a zátěž) již k závadě nedochází. To je důvod, proč po opravě kontrolka MIL nezhasne. Vymazání paměti závad nebo odpojování jednotky od napětí nepomůže, pokud problém nebyl skutečně odstraněn. Může být potřeba několika cyklů k vymazání závady a to jen, pokud byla skutečně odstraněna.

Sledování fyzikálních veličin

Způsoby měření fyzikálních veličin pro EOBD se liší v závislosti na použité řídicí jednotce motoru. Sledují se zejména:

- stav v sacím potrubí v závislosti na provozních podmínkách (zatížení motoru),
- lambda sondy,
- katalyzátor,
- systém odvětrávání palivové nádrže,
- výpadky zapalování,
- systém zpětného vedení výfukových plynů,
- systém sekundárního vzduchu,
- systém regulace plnicího tlaku vzduchu (u motorů s turbodmychadlem),
- systém elektronického plynu

U příslušných diagnostikovaných součástí se sleduje:

- pravdivost vstupních a výstupních signálů,
- zkrat na kostru,
- zkrat na plus,
- přerušené vedení.

2 DIAGNOSTIKA ELEKTRONICKÝCH ZAŘÍZENÍ



Čas ke studiu: 3 hodiny



Cíl Jak se provádí diagnostika

- Diagnostika elektronických zařízení v moderním automobilu
- Vlastní diagnostika
- Příklad použití sériové diagnostiky VAG-COM
- Příklad použití multifunkční sériové diagnostiky



Výklad

Automobilová diagnostika je cílený postup, který vede k odhalení závady na voze nebo k nastavení či změnám konfigurací jednotlivých zařízení.

V současné době jsou nejrozšířenější dva způsoby auto diagnostiky a to paralelní diagnostika a sériová diagnostika.

2.1 Diagnostika elektronických zařízení v moderním automobilu

Diagnostika motorů se začala vyvíjet v období nástupu řízení motorů řídicími jednotkami. Úplně první řídicí jednotky neuměly téměř nic, pouze řídily pomocí TTL logiky a údajů z čidel dobu vstřiku. Postupem času měly řídicí jednotky stále větší podíl na řízení motoru, od vstřikování přes řízení předstihu apod. Začala se používat první diagnostika tzv. "vyblikání", kdy se pomocí LED diody připojené k diagnostické zásuvce vozidla vyblikávalo Morseově číslo, které podle tabulky hodnot znamenalo určitou závadu. Řídicí jednotky začaly být adaptabilní tzn., že se dokáží přizpůsobit motoru a volit pro něj optimální podmínky. V dnešní době je v nových vozech několik řídicích jednotek propojených mezi sebou sběrnici. Diagnostika už se netýká jen motorového managementu, diagnostikují se i airbagy, imobilizéry, klimatizace, servořízení, ABS, stabilizační systémy, centrální zamykání, elektrické stahování oken a mnoho dalšího.

Diagnostika (zjištění stavu) jednotlivých komponent vozidla je zjednodušeně řečeno souhrn technických, nejčastěji elektronických prostředků, které umožňují zjistit základní informace o vozidle či nastavit některé jeho provozní parametry. Diagnostiku lze rozdělit na sériovou a paralelní.

Sériová diagnostika

Sériovou diagnostikou rozumíme napojení testeru (dnes nejčastěji běžného notebooku, dříve se ovšem používaly a ve značkových servisech stále mnohde používají speciální testery) k řídicí jednotce pomocí konektoru (dnes už používá většina automobilek připojení dle normy OBD2/EOBD) umístěného nejčastěji v interiéru vozidla (u starších vozů naopak v

motorovém prostoru). Sériová diagnostika umožňuje na rozdíl od diagnostiky paralelní přečíst paměť závad, vymazat ji, resetovat řídicí jednotku do továrního nastavení, nastavit jednotlivé hodnoty např. otáčky volnoběhu, škrtící klapku apod. Umožňuje také provádět test akčních členů a mnoho dalšího. Existuje mnoho softwarů pro komunikaci s řídicími jednotkami, od jednoduchých po maximálně vybavených, některé jsou určeny pro jednu danou značku automobilu, jiné zase dokáží komunikovat s automobily více značek. Také převodníků (interface) k propojení sériového portu počítače s vozidlem existuje nespočetně mnoho, od jednoduchých, které obsahují pouze dva tranzistory a pár pasivních součástek, přes převodníky s optočleny až po složité převodníky s procesory, případně i speciální karty (např. KTS od Bosche).

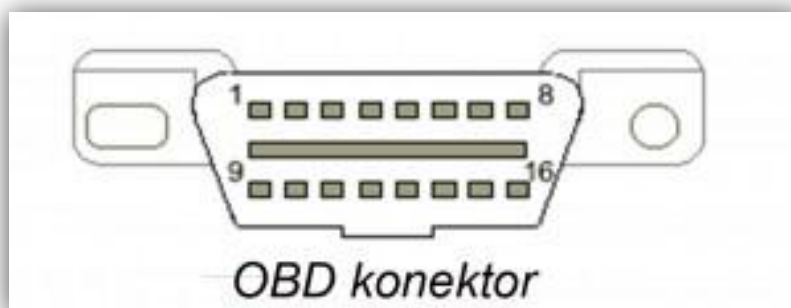
Paralelní diagnostika

Paralelní diagnostika není oficiálním názvem způsobu proměřování jednotlivých obvodů. Tato diagnostika však svedla její první popisovatele k tomuto názvu proto, že se z pohledu měření elektrických obvodů jedná o označení jiné než sériové, tedy paralelní. Ve skutečnosti nemá se sériovým a paralelním měřením elektrického obvodu nic společného, protože proměřování obvodů měřicím přístrojem zapojeným do obvodu "sériově" můžeme provádět diagnostiku nazvanou právě nesprávně zavedenou hantýrkou "paralelní", tedy jinak než po tzv. "sériovém" rozhraní (diagnostická zásuvka).

Paralelní diagnostika je v podstatě přímé čtení hodnot z jednotlivých čidel a komponent motoru např. na pinech řídicí jednotky. Ke čtení v domácích podmínkách postačí většinou multimetr, případně osciloskop. Servisy, které disponují zařízením na paralelní diagnostiku, používají speciální (a taky velice drahé) testery, které se připojují mezikusem, který se zapojí mezi řídicí jednotku a kabeláž ve voze. Nevýhodou paralelní diagnostiky je, že neumožňuje vyčíst a vymazat paměť závad, nelze nastavovat parametry řídicí jednotky, nelze programovat imobilizér apod. Paralelní diagnostiku multimetrem či osciloskopem můžeme využít zejména při hledání specifických závad, či u starších nebo exotických vozů, které je problém či vůbec nelze napojit na sériovou diagnostiku.

2.2 Vlastní diagnostika

Elektronické řídicí jednotky splňující normu EOBD/OBD II se vyznačují diagnostickým konektorem typu J1962 (female).



Obrázek 1 Diagnostická zásuvka OBD II.

Pro komunikaci s vozem využívá norma EOBD vedení K-LINE (v zásuvce PIN 7), některé nové vozy od roku 2004 využívají sběrnici CAN (PIN 6 a 14). Americké vozy z produkce General Motors využívají OBD J1850 VPW (PIN 2), vozy Ford do roku 2003 K-Line nebo OBD

J1850 PWM (PIN 2 a 10). Ostatní piny konektoru mohou být výrobcem použity pro specifické účely a nemusí mít vztah k OBD II. Data čtená z různých elektronických řídicích jednotek pod různými protokoly jsou vždy stejná. Odlišuje se pouze způsob jejich získání (protokol čtení) diagnostikou.

Světoví výrobci automobilů vyvíjí vlastní diagnostické přístroje, které také přikazují používat ve svých autorizovaných servisech. V případě značky Škoda se dříve jednalo o přístroj VAG 1551 či VAG 1552, dnes je to zejména přístroj VAS 5051, VAS 5052 nebo nový VAS 5051B. Fiat používá přístroj Examiner, Peugeot Diag, Renault Clip, Mercedes-Benz StarDiagnose, BMW Modic atd.

Princip funkce řídicí jednotky

Funkci si popíšeme na příkladu snímání teploty chladicí kapaliny. Spalovací motor má při různé teplotě chladicí kapaliny odlišnou potřebu množství vstřikovaného paliva. Díky procesorovému řízení snímá procesor napěťový signál ze senzoru teploty, který je umístěn na motoru. Neustále kontroluje, zda hodnota tohoto signálu leží v předepsaném intervalu, který je uložen v paměti FLASH. Pokud hodnota leží v předepsaném intervalu, a je tedy pro procesor „důvěryhodná“, zahrne ji do výpočtu přípravy a zážehu směsi. V případě, že hodnota ze senzoru teploty leží mimo předepsaný interval (například hodnota odpovídá teplotě +250 °C), označí tento senzor za vadný tak, že uloží číselný kód dané závady do paměti EEPROM. Tento kód může být později přečten diagnostickým testerem, který k němu většinou přiřadí slovní hlášení. Procesor nadále přestane tomuto senzoru „důvěřovat“ a pro výpočet začne používat buď svou náhradní, předem danou teplotu, nebo signál nahradí například signálem ze senzoru teploty nasávaného vzduchu. Jakmile se testerem smaže chybový kód z paměti závad, začne procesor opět „důvěřovat“ signálu z tohoto senzoru. V podobném duchu procesor neustále snímá, kontroluje a řídí celý chod motoru nebo jakéhokoli jiného systému ve voze. Pomáhají mu v tom jeho externí paměti, v nichž jsou uložena data pro chod motoru (paměť FLASH) nebo konfigurační a identifikační data, jako je objednávací číslo, VIN, konfigurační kód (paměť EEPROM).

Komunikace s diagnostickým testerem

Aby bylo možné jednoduchým způsobem zjišťovat stav přijímaných signálů, simulovat vysílané signály, číst chybové kódy a případně měnit hodnoty uložené v pamětech, jsou řídicí jednotky vybaveny diagnostickým rozhraním. K tomuto rozhraní je možné připojit diagnostický přístroj, který je schopen komunikovat s procesorem. Komunikace je realizována speciálním protokolem (komunikačním jazykem), založeným na vzájemném posílání klíčových slov. Klíčová slova jsou hexadecimální čísla, tzv. bajty. Tester vyšle do diagnostické zásuvky adresní bajt procesoru/řídicí jednotky, se kterou se obsluha hodlá spojit. Na tuto výzvu testeru odpoví řídicí jednotka tak, že pošle zpět sekvenci bajtů, které identifikují protokol, kterým se bude komunikovat. Jakmile tester přijme poslední bajt této identifikační sekvence, pošle zpět potvrzující bajt, kterým procesoru/řídicí jednotce sděluje „Rozuměl jsem“, a poté zpravidla řídicí jednotka pošle postupně celou svoji identifikaci, přičemž přijetí každého bajtu musí být potvrzeno testerem. Jakmile řídicí jednotka vyšle celou svou identifikaci, přechází komunikace do takzvaného Idle režimu neboli volnoběžného režimu. V tomto režimu stále probíhá komunikace, ve které si řídicí jednotka a tester vzájemně potvrzují přijaté bajty, ale jinak se nic neděje a čeká se na další příkaz obsluhy.

Přesná komunikace je důležitá

V komunikačním protokolu je přesně vymezen význam klíčových slov a to, jakou rychlostí se budou vysílat bajty, jak dlouho se bude čekat na bajt a jak dlouho po přijetí bajtu se začne vysílat další bajt. Byť jen malá nepřesnost v těchto časech znamená, že se komunikace tzv. rozpadne, tedy skončí, a je potřeba ji navázat znovu. Moderní diagnostické testery a především pak diagnostické softwary instalované do PC využívají pro komunikaci tzv. HEX rozhraní. To znamená, že v testeru (propojovacím kabelu k PC) je také procesor, který řídí celou komunikaci a eliminuje nepřesnosti počítače. Zajišťuje tak bezproblémové spojení s řídicí jednotkou a celou komunikaci. Komunikačních protokolů dnes existuje celá řada, z nejznámějších jmenujme např. KW1281, KW1282, KWP2000, CAN nebo nejnovější UDS. Aby se diagnostický tester spojil s procesorem v řídicí jednotce, je nutné, aby používal stejný diagnostický protokol jako procesor.

Identifikace řídicí jednotky

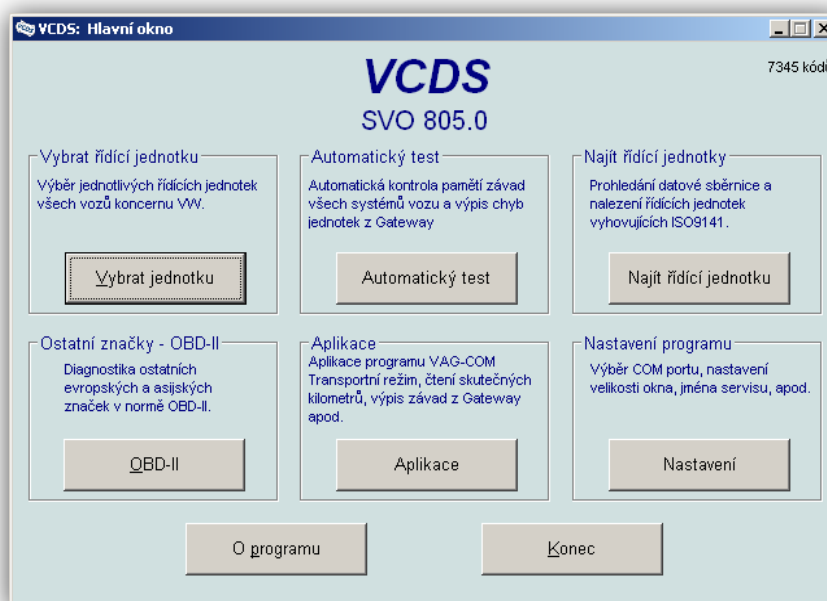
Identifikace řídicí jednotky je jednou z prvních informací celé diagnostické relace, které řídicí jednotka posílá testeru. Jedná se o identifikační data – objednávací číslo, název systému, jeho konfigurace, případně číslo předchozího nástroje, kterým bylo prováděno programování, a další upřesňující informace (číslo softwaru řídicí jednotky, VIN, číslo imobilizéru a podobně). Tyto informace slouží nejen pro obsluhu diagnostického testera, ale také si tester sám identifikuje a přizpůsobuje své chování konkrétní jednotce. Hodnoty identifikace jsou v řídicí jednotce uloženy v paměti EEPROM. Tato jednoduchá identifikace se do diagnostického testera načítá automaticky po spojení s řídicí jednotkou. Dalším typem identifikace je tzv. rozšířená identifikace. Ta je přístupná až na žádost obsluhy, jedná se už tedy o klasickou diagnostickou funkci, která bývá zpravidla v jednotkách přístupná pouze v protokolu KWP2000, CAN nebo UDS. Po kliknutí na tlačítko „Rozšířená identifikace“ tester vyjde v Idle (volnoběžném) režimu komunikace bajt, kterým oznámí řídicí jednotce požadavek na funkci rozšířené identifikace. Řídicí jednotka pak začne vysílat testeru veškerá identifikační data, která má v sobě naprogramována. Kromě dat klasické identifikace (objednávací číslo, název systému apod.) je to například datum programování jednotky, počet pokusů o programování, počet úspěšných pokusů o programování, počet neúspěšných pokusů o programování atd. Detailní informace jsou u každé řídicí jednotky odlišné a do testera se obvykle načítají jako textové pole.

2.2.1 Příklad použití sériové diagnostiky VAG-COM

VAG-COM je počítačový program, který se prostřednictvím osobního počítače spojí s řídicími jednotkami všech vozidel skupiny Volkswagen Group (Volkswagen, Audi, Seat, Škoda a Ford Galaxy). Abychom mohli použít program VAG-COM potřebujeme propojovací kabel, tzv. „interface“. Zapneme počítač a kabel nejprve připojíme k diagnostické zásuvce automobilu, poté k USB portu počítače a spustíme program VAG-COM. Ten se nám otevře ve svém hlavním okně. Kde máme na výběr hned z několika funkcí.



Obrázek 2 Zobrazení okna na počítači



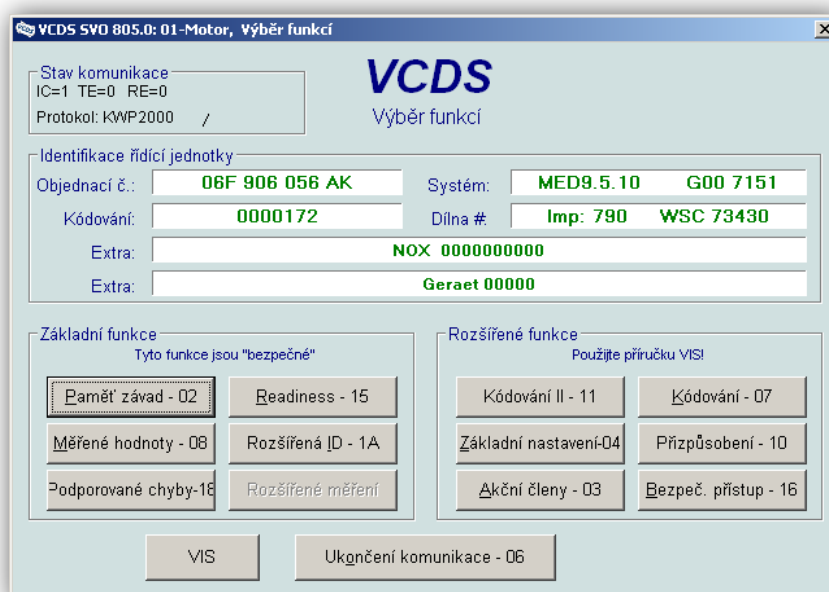
Obrázek 3 Diagnostické okno

Základní funkce programu: VAG-COM přečte identifikační údaje z řídicí jednotky jako její objednávací číslo, kódování, číslo dílny WSC (work shop code), číslo karoserie VIN (vehicle identification number), číslo imobilizéru a ostatní textové informace. Přesný obsah identifikace určuje řídicí jednotka, které identifikaci VAG-COMu posílá již po navázání spojení.

V našem případě se spojujeme s řídicí jednotkou motoru Škody Octavie Combi II 2.0 FSI 4 x 4.



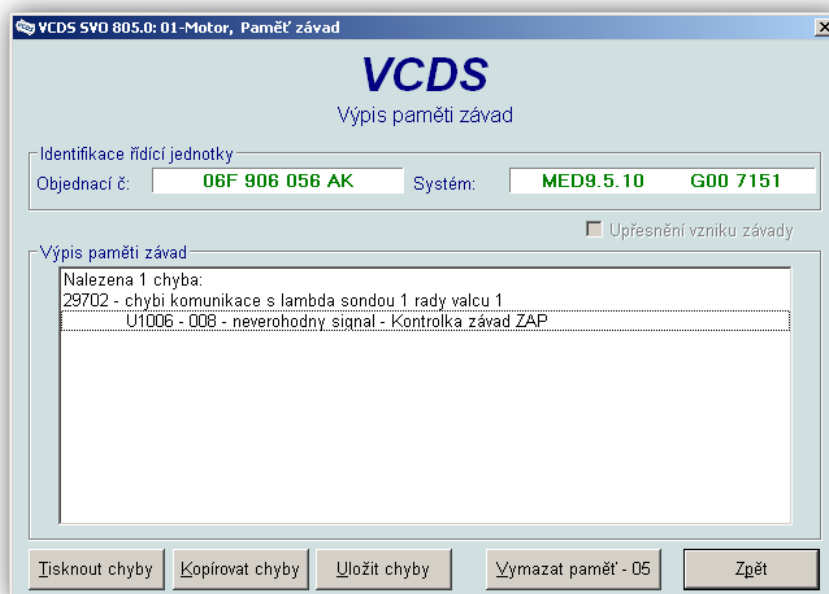
Obrázek 4 Výběr řídicí jednotky



Obrázek 5 Výběr funkcí

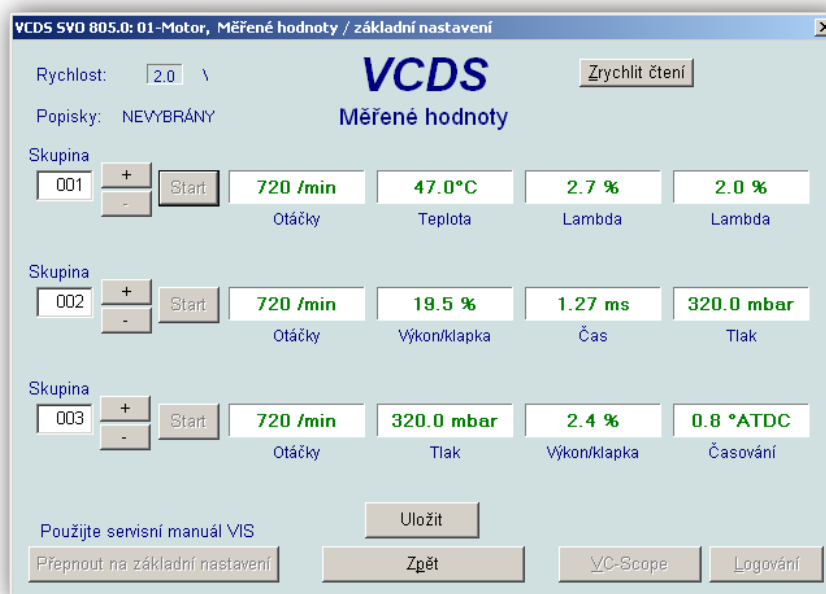
Pravděpodobně nejpoužívanější funkce. VAG-COM vyžádá z řídicí jednotky výpis paměti závad. Pokud je tento výpis "prázdný", znamená to, že v paměti není uložena závada a

zobrazí se tedy hlášení "nenalezena závada", pokud jsou ve výpisu chybové kódy, tak je VAG-COM zobrazí a přiřadí k nim slovní hlášení, například "65535 - Řídicí jednotka vadná". Je tedy zřejmé, že při čtení paměti závad neprobíhá žádný test, pouze se čte určitý obsah paměti, to je také veškerá podstata této diagnostické funkce, nic víc - nic míň. Další věcí je to, proč a kdy se do paměti řídicí jednotky závada zapíše (nyní se dostáváme k tomu proč zavádějí..). Řídicí jednotka označí díl za vadný, a uloží jej do paměti závad tehdy, když jeho signál není v určené toleranci, ovšem to proč není v toleranci, to už jednotka neví.



Obrázek 6 Výpis závad

Čtení měřených hodnot je asi nejdůvěryhodnější funkce, avšak je nutné k tomu také vědět, jak daný systém funguje. Měřené hodnoty jsou v tomto případě hodnoty, které řídicí jednotka čte (měří) ze svých senzorů, popřípadě posílá k akčním členům. Vzhledem k tomu, že hodnot je celá řada, je toto v diagnostice VAG sjednoceno a jednotlivé hodnoty jsou seřazeny do tzv. skupin. Vzhledem k tomu, že je důležité vidět hodnoty pohromadě s ostatními hodnotami, jsou ve skupině zobrazeny čtyři (tvůrci VAG-COMu toto vylepšili tak, že jsou zobrazeny tři skupiny najednou, tedy dvanáct hodnot). Je tedy dané, že např. motor XYZ má ve skupině 001 v poli 1 otáčky, v poli 2 teplotu motoru, v poli 3 lambda faktor a v poli 4 stav spínačů pedálu. VAG-COM ke každé hodnotě ještě přiřadí popis hodnoty a ve většině případů i předepsanou hodnotu. Hodnoty se dynamicky mění podle skutečného stavu, takže je přesně vidět co se v systému děje.



Obrázek 7 Měření hodnot

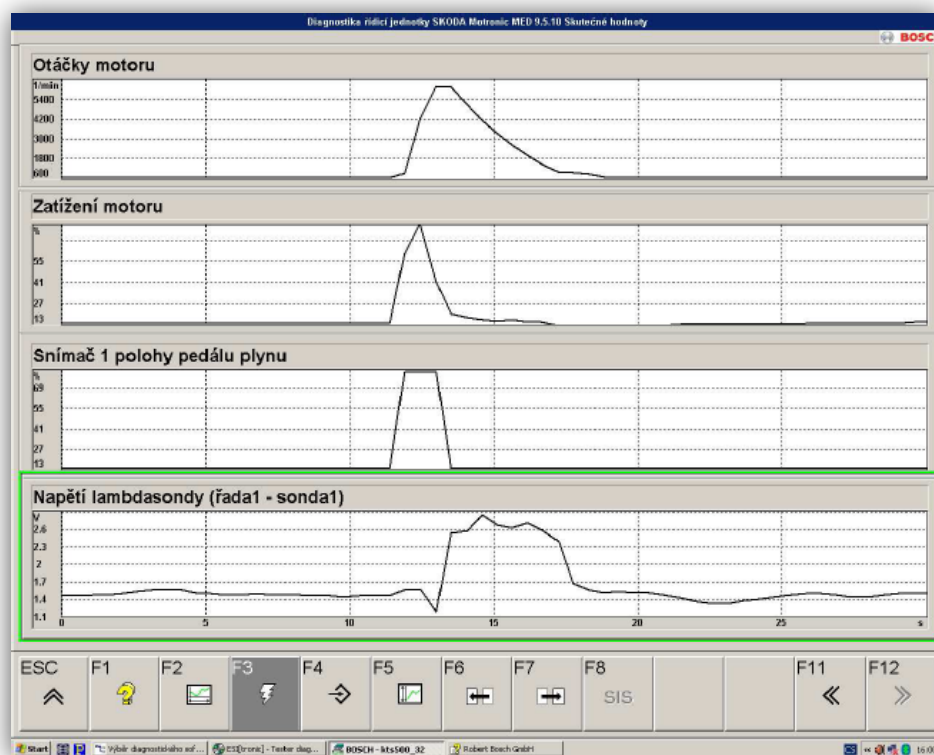
Osciloskopické zobrazení je zobrazení měřených hodnot graficky, podobně jako osciloskop měří průběh napětí. Toto uživatel ocení zejména v případě, kdy se hodnota rychle mění a je potřeba ji vidět z dlouhodobějšího hlediska. Klasickým příkladem je napětí na lambda sondě, které kolísá cca od 100mV do 1V.

2.2.2 Příklad použití multifunkční sériové diagnostiky Bosch KTS 530:

Ověřované vozidlo nejprve kabelem propojíme s testerem, zapneme zapalování vozidla z toho důvodu, abychom poskytli napájení diagnostickému modulu Bosch KTS 530, jež je napájen z palubní sítě automobilu, a tudíž byla umožněna komunikace. Je doporučeno připojit automobil na nabíječku, jelikož má tento modul velkou spotřebu elektrické energie.

Na zapnutém testeru spustíme software ESI[tronik] a vybereme automobil, se kterým se chceme propojit. Náš Konkrétní automobil je Škoda Octavia Combi II 2.0 FSI 4 x 4.

V hlavním menu pro danou řídící jednotku, v našem případě se jedná o řídící jednotku motoru, máme opět několik módů, jež můžeme využít, od zobrazení paměti závad, přes její vymazání můžeme dále zobrazit skutečné aktuální hodnoty senzorů, nebo třeba provést test akčních členů.



Obrázek 8 Průběh hodnot senzorů

Skutečné hodnoty senzorů, můžeme taktéž zobrazit v grafu v závislosti na čase, můžeme zobrazit až čtyři veličiny najednou. Takto můžeme přehledně porovnávat vazby mezi jednotlivými veličinami, například, že se sešlápnutím plynového pedálu opravdu rostou otáčky motoru a mění se i složení směsi, jak je vidět ze změny napětí na širokopásmové lambda sondě.

Sériová diagnostika je mocný nástroj, ale ne všemocný. Je více než vhodné dané závady vždy ověřit paralelní diagnostikou a aktuální kontrolou, jinak může dojít ke zbytečné výměně komponenty, která závadu nezpůsobuje.



Obrázek 9 Diagnostické přístroje automobilky Škoda.

Tyto přístroje však bývají velmi drahé. Pro potřeby neautorizovaných servisů či lidí zabývajících se touto problematikou, existují počítačové programy poskytující stejné funkce, co se diagnostiky týče, jako zmíněné diagnostické přístroje používané autorizovanými servisy, ovšem za výrazně přijatelnější cenu.

K propojení počítače s diagnostickou zásuvkou vozidla je navíc potřeba, oproti drahým diagnostickým přístrojům, převodník, který výše uvedené protokoly převede do formy zpracovatelné počítačem. Převodník se k počítači připojuje pomocí USB nebo sériového portu.



Obrázek 10 Převodník pro OBD-II.

2.2.3 Diagnostický, měřicí a informační systém VAS 5051B

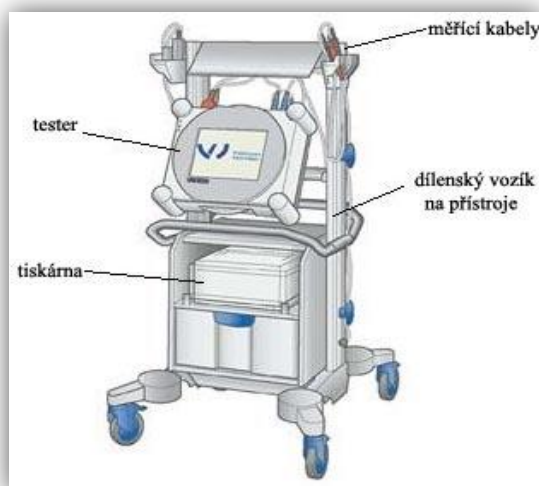
VAS 5051B je diagnostický, měřicí a informační systém určený pro všechny značky koncernu VW (Audi, Volkswagen, Seat, Škoda). Pro automobilovou diagnostiku a měřicí techniku využívá nejmodernější technologii. Obsahuje technickou dokumentaci s možností aktualizace, které jsou poskytovány na kompaktních discích a týkají se především:

- výbavy vozů
- kódů závad řídicích jednotek
- obrazů o závadách
- konstrukce vozů, jejich funkcí a součástí
- kontrol funkcí
- technické dokumentace

Technické informace jsou vytvořeny spolu se systémem vývoje diagnostiky. Lze je snadno doplňovat a upravovat, čímž je umožněno přizpůsobovat technické údaje novým vozům.

Hlavní části VAS 5051B

VAS 5051B je tvořen testerem s dotykovou obrazovkou z tekutých krystalů (Touchscreen), laserovou tiskárnou, měřicími a diagnostickými kabely. Celý systém je připevněn na dílenském vozíku, je proto mobilní a všechna příslušenství jsou stále po ruce. Pro použití samotného testeru přímo ve vozidle lze tester přenášet i samostatně. V tomto případě je tester napájen z vestavěného akumulátoru.



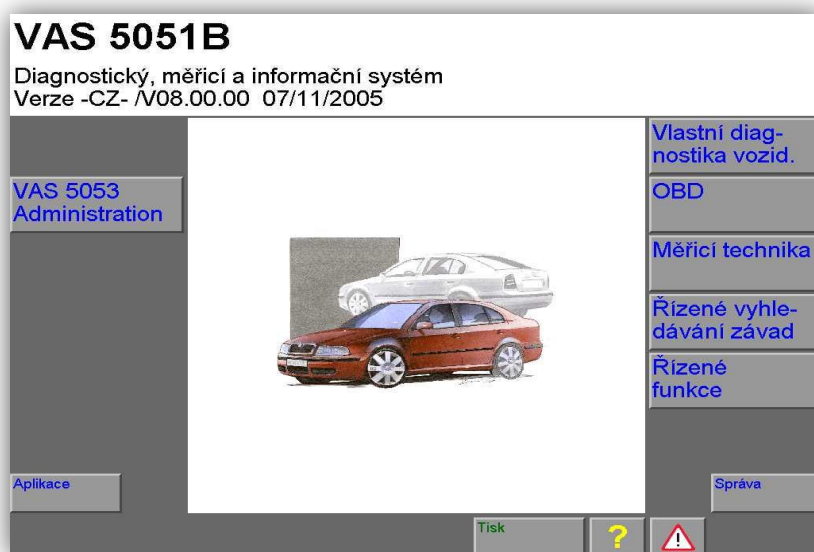
Obrázek 11 Hlavní části VAS 5051B.

Provozní režimy

Po zapnutí testeru se automaticky spustí obslužný program. Tester je připraven k provozu, jakmile se na obrazovce objeví úvodní maska systému.

Z úvodní masky systému lze spustit jednotlivé provozní režimy:

- vlastní diagnostika vozidla (obsahuje diagnostické funkce výpis paměti závad, kódování řídicí jednotky, diagnostiku akčních členů aj.)
- OBD (kontrola systémů ovlivňujících emise výfukových plynů)
- měřicí technika (digitální měření multimetrem nebo paměťovým dvoukanálovým osciloskopem, kontrola průchodnosti a kontrola diod, měření tlaku a teploty)
- řízené vyhledávání závad
- řízené funkce (slouží k přímému přístupu do řídicích jednotek a kontroly jejich jednotlivých funkcí)



Obrázek 12. Úvodní obrazovka VAS 5051B.

Funkci „Nápověda“ lze spustit ve všech provozních režimech. Nápověda poskytuje informace o ovládání a funkci jednotlivých tlačítek. Nastavení samotného systému se provádí v provozním režimu „Správa“, který obsahuje funkce:

- instalace aktualizované verze systému
- vlastní test (provádí vnitřní přezkoušení měřicí techniky a diagnostické jednotky testeru)
- zadání dílenského kódu (provádí se při prvním uvedení testeru do provozu)
- nastavení (datum, čas a výška signálního tónu)

Řízené vyhledávání závad

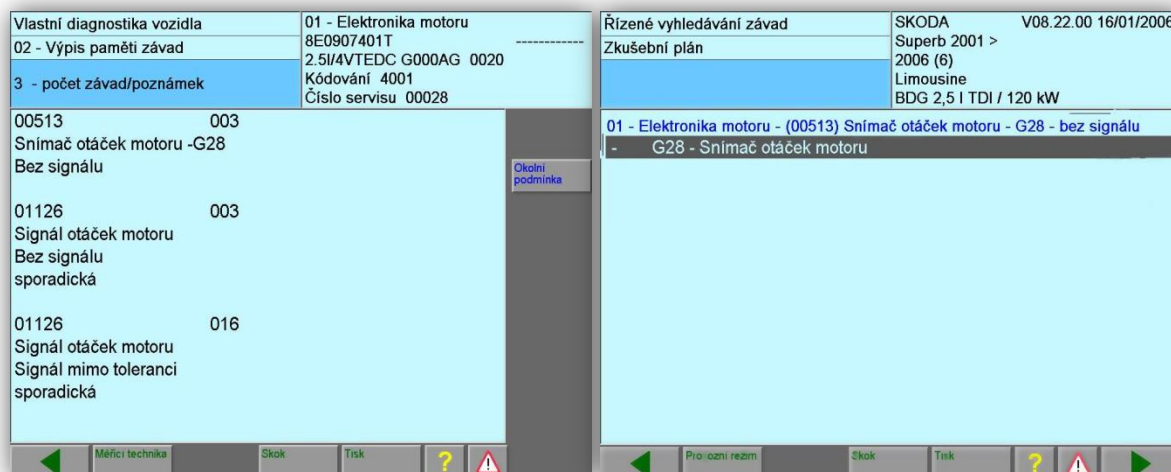
Řízené vyhledávání závad vede od zjištění závad přes nalezení příčin až k jejich odstranění. K tomuto účelu jsou automaticky shrnuty všechny informace o vozidle. Během prováděné diagnostiky jsou využívány různé funkce měřicí techniky, vlastní diagnostika i technická literatura, vše dle správného pořadí. Příklad postupu řízeného vyhledávání závad je prezentován na voze Škoda Superb, na kterém byla uměle vytvořena závada, která měla simulovat vadný senzor otáček motoru na klikové hřídeli. Jelikož hodnota senzory otáček motoru z klikové hřídele je důležitým parametrem pro řídicí jednotku vstřikovacího čerpadla a s tím i spojené časování a množství vstřiku paliva do válců, znamená v praxi tato závada nepravidelný chod motoru, nedostatečný výkon, nadměrný kouř z výfuku atd. Nutno

podotknout, že teoreticky by automobil bez hodnoty polohy klikové hřídele byl nepojízdný. Ovšem v tomto případě přejde řídicí systém vozu do nouzového režimu a jako náhradní hodnota je brána poloha vačkové hřídele motoru, čímž se zabrání úplnému odstavení vozidla.

Prvním krokem při řízeném vyhledávání závad je připojení diagnostického konektoru do diagnostické zásuvky EOBD umístěné ve vozidle v prostoru řidiče. V menu diagnostického přístroje zvolíme položku „Řízené vyhledávání závad“. V dalším kroku nás program diagnostického přístroje vyzve k přesné identifikaci vozidla, která spočívá v určení:

- Automobilové značky (Škoda)
- Modelové řady (Superb)
- Modelového roku (2006)
- Varianty karoserie (Limousine)
- Kódu motoru (BDG 2,5 I TDI/120 kW)

Po tomto kroku program provede výpis paměti závad, s následnou možností volby výběru zkušebního plánu pro jednotlivé závady,

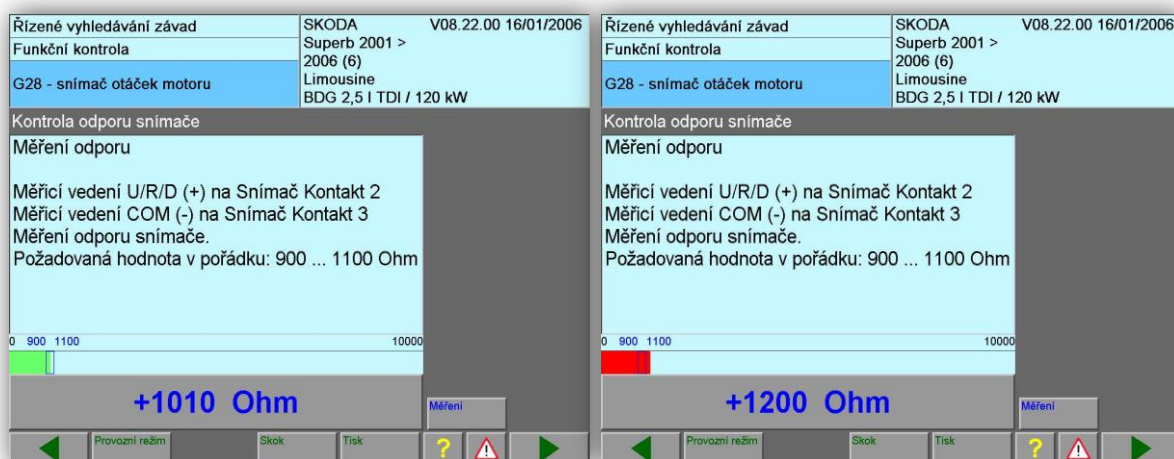


Obrázek 13. Obrazovka výpisu paměti závad (vlevo), obrazovka zkušebního plánu (vpravo).

Pozn.: sporadická chyba znamená, že uvedená chyba či chybný signál může být zapříčiněn z důvodu pevné závady jiného zařízení.

Po volbě zkušebního plánu se spustí podprogram, který postupně vyzývá obsluhu k jednotlivým systematickým úkonům s cílem zjistit příčinu detekované chyby v paměti závad a její následné odstranění. V těchto krocích je především využíváno interního dvoukanálového osciloskopu, který si podle druhu měření automaticky nastaví měřenou veličinu a rozsah měření. Při každé výzvě k měření program informuje o:

- Jaké měření se jedná (co vlastně měříme)
- Číslech kontaktů a jaké měřicí hroty se mají připojit
- Rozmezí akceptovatelných hodnot (zelená měřicí osa = měřená hodnota je v požadovaném rozmezí, červená měřicí osa = měřená hodnota je mimo požadované rozmezí)



Obrázek 14. Obrazovka měření odporu v požadovaném rozmezí (vlevo), mimo požadované rozmezí (vpravo).

Při měření tvaru signálu nám program pro porovnání nabídne ideální tvar signálu, který by měl mít měřený signál a skutečný průběh měřeného signálu

Při měření průchodnosti jednotlivých vodičů (kontrola zda není vodič přerušen) si program vyžádá připojení modulu VAG 1598/31 k řídicí jednotce motoru, a to z důvodu lepší orientace a přístupnosti v měření jednotlivých vodičů, které bychom ve spleti všech vodičů ústících do řídicí jednotky vozu velmi složitě hledali a ještě složitěji měřili. Jedná se v podstatě o panel opatřený konektorem kompatibilním s konektorem řídicí jednotky motoru, na kterém jsou vyvedeny a označeny čísla všech vodičů ústících do řídicí jednotky motoru. Při měření tedy připojíme konektor z modulu VAG 1598/31 do zdířky řídicí jednotky motoru pro tento účel uzpůsobené. Dle pokynů programu připojujeme měřicí hroty do příslušných zdířek.

Na závěr celého měření, systematicky vedeného programem, je odůvodněna závada na senzoru otáček klikové hřídele a dán pokyn k jeho demontáži.

Všechny náhledy obrazovek z diagnostického přístroje při řízeném vyhledávání závad jsou zobrazeny v příloze P I. Pro lepší orientaci při identifikaci měřených svorek je v příloze P II přiloženo elektrické schéma řídicí jednotky přímého vstřikování vznětového motoru a senzory otáček motoru.

3 AUTOSKOP II - POUŽITÍ



Čas ke studiu: 3 hodiny



Cíl Jak pracovat s osciloskopem AUTOSKOP II

- Seznámíte se s technickými možnostmi osciloskopu
- Seznámíte se nastavením a možnostmi
- Jak máte vyhodnocovat naměřené údaje



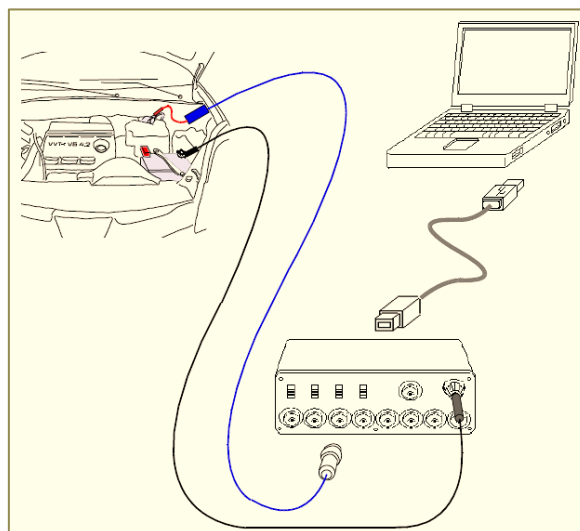
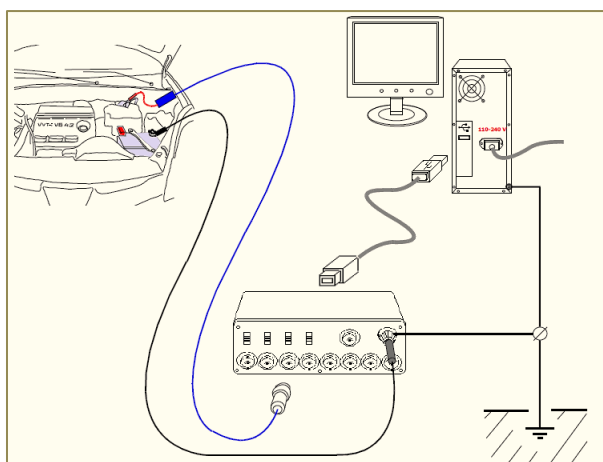
Výklad

Připojení k počítači a k objektu měření

Aby nedošlo k úrazu elektrickým proudem nebo k poruše Zařízení, počítač musí být bezpodmínečně uzemněn měděným vodičem s průřezem $> 0,5 \text{ mm}^2$.

Svorka uzemnění přístroje musí být připojena ve stejném bodě s uzemněním počítače měděným vodičem s průřezem $> 0,5 \text{ mm}^2$. Výjimkou může být počítač s napájením od interní baterii a odpojeným síťovým adaptérem. Červené svorky napájení senzorů a příslušenství se připojí ke svorce "+" automobilové baterie.

Měřicí kabely a kabely napájení se umístí na největší možné vzdálenosti od prvků vysokého napětí, dílů výfuku a částí automobilu, které mohou být v pohybu.



Obrázek 15 Propojení osciloskopu se zdrojem a napojení na počítač

3.1 Technické údaje

Zařízení může pracovat v režimech jedno, dvou, čtyř, osmi kanálového analogového osciloskopu.

Programu umožňuje monitorovat, měřit a zaznamenávat sledovaný signál v reálném čase a rovněž poskytují výstup kopie signálu na tiskárnu nebo elektronickou kopii ve formátu obrázku JPEG.

Základní možnosti: režim zobrazení + záznamu + měření v reálném čase současně.



Pojmy k zapamatování

- Počet analogových vstupů..... 8
- Počet kanálů osciloskop.....1, 2, 4, 8 (podle výběru)
- Počet řádů A/D převodníku..... 12 bit
- Rozsah vstupního napětí +/- 15 V s krokem 7,3 mV (vstupní dělič 1:1) +/- 150 V s krokem 73 mV (vstupní dělič 1:10)
- Maximální vzorkovací frekvence na kanál 500 kHz
- Vstupní odpor 1 M Ω
- Rozsah stupnice rozmítání50 μ S/dílek – 1 S/dílek
- Rozsah napěťové stupnice50 mV/dílek – 5 V/dílek
- Soubor měřících nástrojů: max/min/střední napětí/amplituda, čas, frekvence.
- Režim zobrazení střední (špičkové) hodnoty napětí při malých rozkladech
- Výstupní formáty..... binární soubor, JPEG, „hardcopy“ oscilogramu na tiskárnu
- Délka neopakovaného záznamu 95 minut

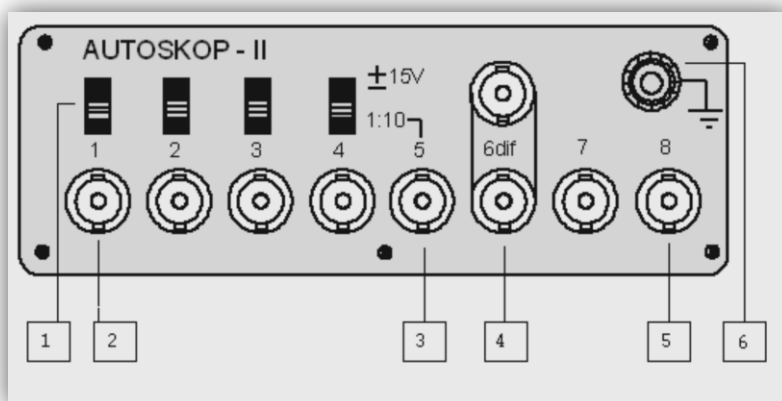
Režim synchronizace: pro synchronizaci se použije libovolný z kanálů osciloskopu. Synchronizace se provádí podle náběžné nebo sestupné hrany při nastavené úrovni.

Další možnosti:

- volné přepínání vstupních kanálů (možnost připojení kanálu osciloskopu k libovolnému z fyzických vstupů „za běhu“),
- komprese a dekomprese dat při uložení a otevření souboru měření.

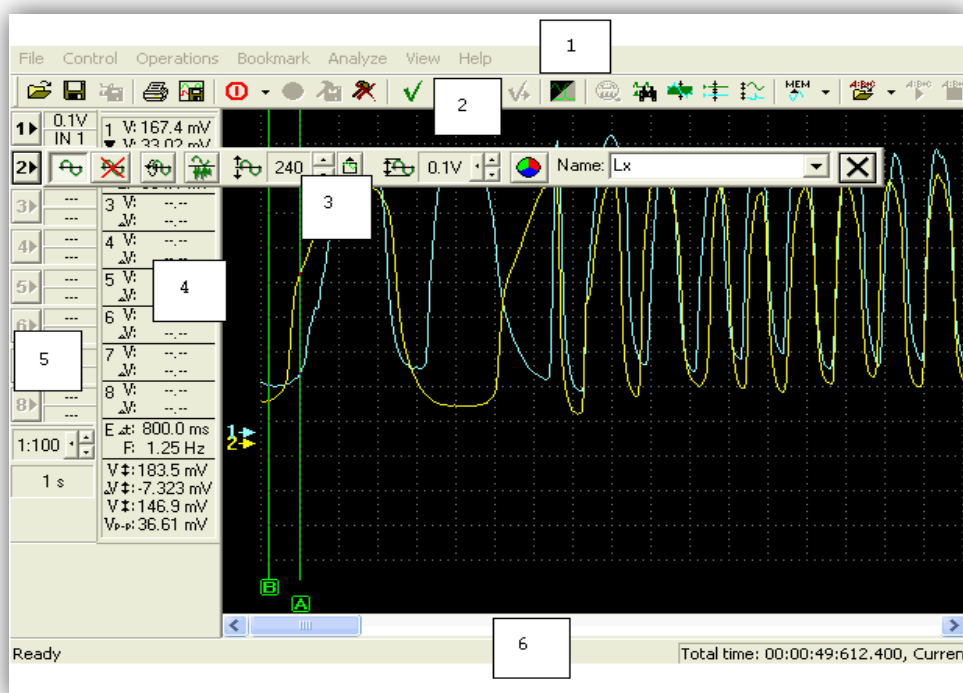
Pro činnost Programu v režimu reálného času je třeba, aby Přístroj byl připojen k USB portu počítače (PC).

Na obrázku uveden pohled na čelní panel Přístroje. USB konektor pro připojení k PC je umístěn na zadním panelu.



Obrázek 16 Přední panel osciloskopu

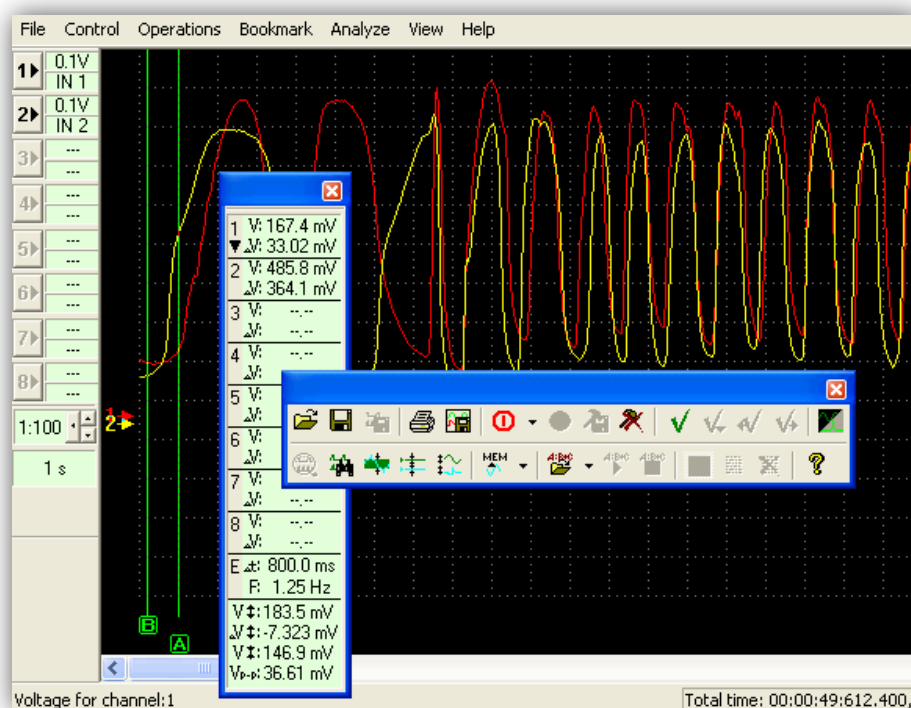
1. přepínač vstupního děliče 1:10 / 1:1
2. vstupy č. 1 – 4 přepínatelné 1:10 / 1:1
3. vstup č. 5 1:10
4. diferenciální vstup č. 6 1:1
5. vstupy č. 7,8 1:1
6. svorka uzemnění



Obrázek 17 Zobrazení ovládacích prvků

1. Menu
2. Lišta nástrojů
3. Lišta nastavení kanálů
4. Měřicí lišta
5. Panel řízení
6. Stavový řádek

Pomocí tažení myší lze Lištu nástrojů a Měřicí lištu umístit v libovolné oblasti obrazovky.

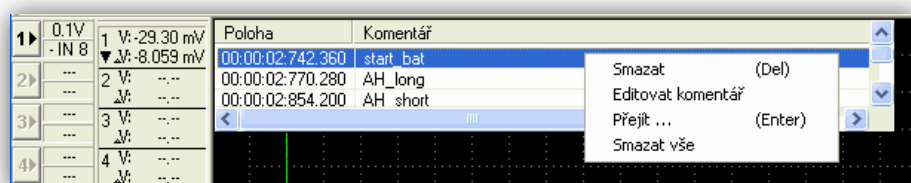


Obrázek 18 Lišty nástrojů

Pro ulehčení funkce navigace a rovněž pro umožnění vkládání komentářů, charakterizujících klíčové úseky oscilogramů, je systém zobrazení oscilogramů doplněn o možnost vkládání Záložek. Každá Záložka je připojena k určité poloze na časové ose oscilogramu. Vložení nebo odstranění Záložky se provádí následovně:

Marker A se nastaví do požadované pozice a potom se pomocí nabídky „Záložky – Ponechat / Smazat“ nebo tlačítkem panelu nástrojů vloží nebo odstraní. Stejnou funkci vykoná i klávesová zkratka Ctrl+F2. Jestliže na zadané pozici značka nebyla, stiskem tlačítka se vloží, v opačném případě se odstraní. Pro prohlížení celého seznamu Záložek je v Programu vytvořeno okno seznamu Záložek. Toto okno se aktivuje nabídkou menu „Záložky/Ukázat vše“ nebo tlačítkem panelu nástrojů. Podrobně o okně seznamu značek níže.

Pro přesun k předchozí (následující) značce se použije nabídka menu „Záložky / Přemístit se k předchozí (Přemístit se k následující)“, nebo se použijí tlačítka panelu nástrojů, nebo klávesové zkratky Shift+F2 (F2). Pro odstranění všech značek se použije nabídka „Záložky/Odstranit vše“. Záložky se ukládají v binárním souboru oscilogramu.



Obrázek 19 Záložky

3.2 Okno seznamu Záložek

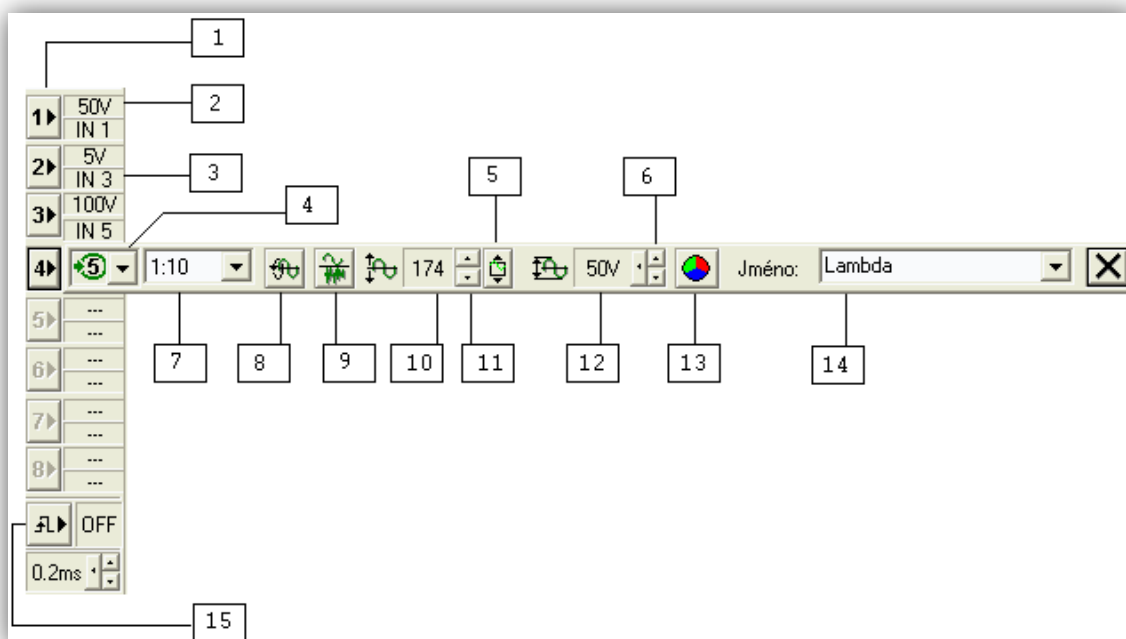
Okno seznamu Záložek zobrazuje pozici (v časových jednotkách [hod]:[min]:[s]:[ms].) a komentáře pro všechny vložené Záložky, a dále vykonává řadu doplňkových funkcí. Tyto funkce se vyvolávají pomocí menu, kurzoru myši nebo horkých kláves. Vyvolání menu se provádí stiskem pravého tlačítka myši. Před vyplňováním jedné z funkcí okna seznamu Záložek je třeba aktivovat příslušný prvek v seznamu (Záložku) tak, že na ni umístíme kurzor myši a stiskneme levé (při práci s horkými tlačítky) nebo pravé (při práci s menu) tlačítko myši. Dále je uveden seznam funkcí a jim odpovídajících horkých tlačítek.

Položka podmenu	Horká klávesa	Určení
Odstranit	Delete	Odstraní vybranou Záložku
Změnit komentář	-	Doplnit/změnit komentář pro vybranou Záložku
Přejdi na ...	Enter	Přemístit se na pozici danou vybranou Záložkou
Odstranit vše	-	Vyprázdnit seznam Záložek

Funkce „Změnit komentář“ a „Přejdi na...“ mají alternativní vyvolávací mechanismus. Pro vyvolání první funkce dvakrát kliknout (poklepat) levým tlačítkem myši v kolonce „Komentář“ v řádku značky, u níž chceme komentář změnit. Vyvolání druhé funkce je analogické, poklepání je v kolonce „Poloha“.

Panel řízení a Lišta nastavení kanálů slouží k nastavení kanálů a nastavení časové základny všech režimů osciloskopu.

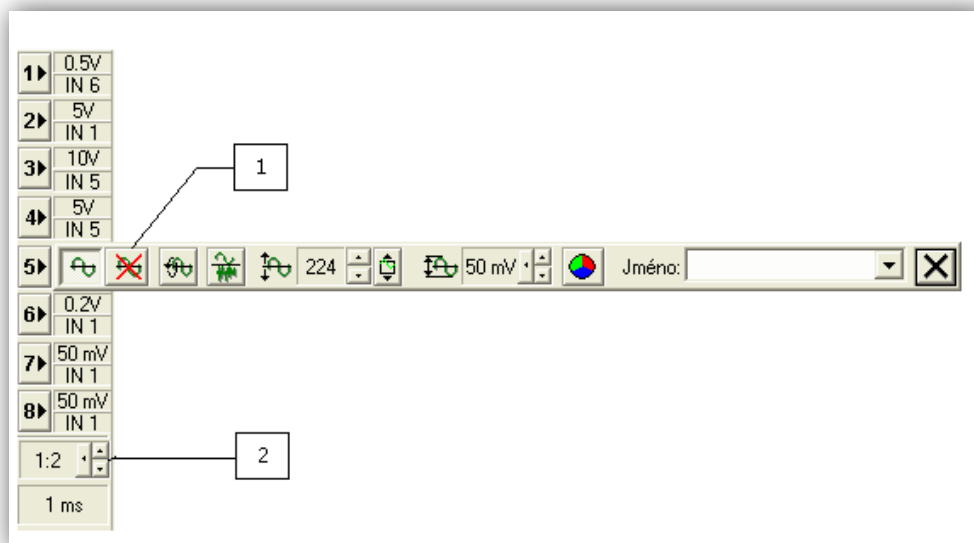
Režimy RM, RE a RZ



Obrázek 20 Nastavení pro měření

1. tlačítko aktivace panelu nastavení kanálu
2. hodnota zesílení, zvoleného pro kanál
3. analogový vstup, zvolený pro kanál
4. tlačítko výběru analogového vstupu
5. zobrazit kanál ve viditelné oblasti obrazovky
6. nastavit stupnici napětí
7. aktuální měřítko stupnici napětí
8. inverze
9. filtr (zobrazit střední hodnotu)
10. aktuální posun
11. nastavit posun
12. aktuální stupnice napětí
13. změnit barvu
14. jméno kanálu
15. aktivace / deaktivace Lišty synchronizaci

Režim RP



Obrázek 21 Vypnutí kanálu

1. vypnout zobrazení kanálu
2. nastavení časového měřítka

Pro lepší vizualizaci nízkofrekvenčního signálu nebo jeho nízkofrekvenční složky umožňuje řídicí panel zhustit signály v časovém intervalu. Tuto funkci plní prvek „časové měřítko“. Jakmile zvolíme režim zhuštění (hodnota zhuštění větší než 1:1), zobrazení informace se změní na prvek zobrazení signálu.

Tato funkce není k dispozici v případech:

- Volba Softwarový dělič vzorkování [Ano] - nejkratší hodnoty časové základny pro zvolený počet kanálů
- Volba Softwarový dělič vzorkování [Ne] – hodnota časové základny je kratší než 20 ms/dílek
- Aktuální hodnota časového intervalu na dílek měřicího rastru se zobrazuje prvkem „Čas/dílek“.

Změny, zanesené do nastavení kanálů, mohou být uloženy do souboru pro další použití při jeho následném spuštění. Jestliže byly provedeny změny a soubor se zavírá, Program zobrazí okno s dotazem „Chcete uložit změny?“, čímž nabízí uživateli možnost uložit současné nastavení kanálů do binárního souboru.

Přemísťování aktivní oblasti zobrazení signálů po časové ose (horizontálně), a rovněž vertikální posun celého pole zobrazení signálů se provádí pomocí horizontální a vertikální rolovací lišty nebo kláves (šipka vlevo, vpravo, nahoru, dolů, a rovněž tlačítka klávesnice „Page up“, „Page down“, „Home“, „End“).

Na samém pravém okraji stavového řádku se zobrazuje celkový a aktuální čas. Aktuální čas – to je interval od nulové časové značky binárního souboru do nulové pozice měřicího rastru aktuální oblasti měření (krajní levá poloha měřicího rastru).

Pro označení určitého úseku v časovém intervalu souboru se používá myš. Umístěte kurzor myši na místo požadovaného začátku (konce) úseku, stiskněte levé tlačítko myši a se stisknutým tlačítkem přesouvejte kurzor k požadovanému konci (začátku). Pokud označovaný úsek přesahuje hranice oblasti zobrazení, potom při dosažení pravé (levé) hranice oblasti držte kurzor na této hranici. Program bude automaticky posouvat zobrazovanou oblast v požadovaném směru se zvyšující se rychlostí. Při dosažení potřebného místa konce (začátku) označovaného úseku uvolněte levé tlačítko myši. Nyní je možné uložit označený úsek ve formátu binárního souboru, vytisknout na tiskárně nebo uložit jako obrázek ve formátu JPEG.

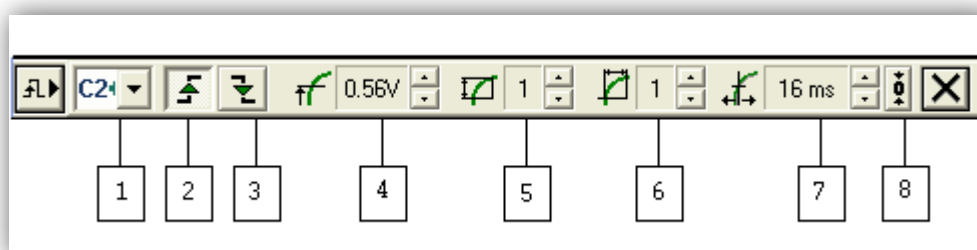
3.3 Lišta synchronizací

Synchronizace se provádí podle jednoho z použitých kanálů osciloskopu (C1 ÷ C8). V případě potřeby je možné synchronizaci vypnout.

Druh hrany signálu, kterou se synchronizuje, se určuje tlačítky.

Prahová úroveň synchronizace se nastavuje prvkem „Úroveň“, poloha zobrazovaného signálu vzhledem k bodu synchronizace se nastavuje prvkem „Zpoždění“.

V případě analýzy komplikovaných průběhů lze nastavit 1 z 16-ti relativních hodnot hystereze času a napětí synchronizovaného signálu. Pomocí kombinací těchto voleb lze vynechat rušivé impulsy a zajistit synchronizaci dle povlovné nebo, naopak, strmé hrany impulsu.



Obrázek 22 Lišta synchronizací

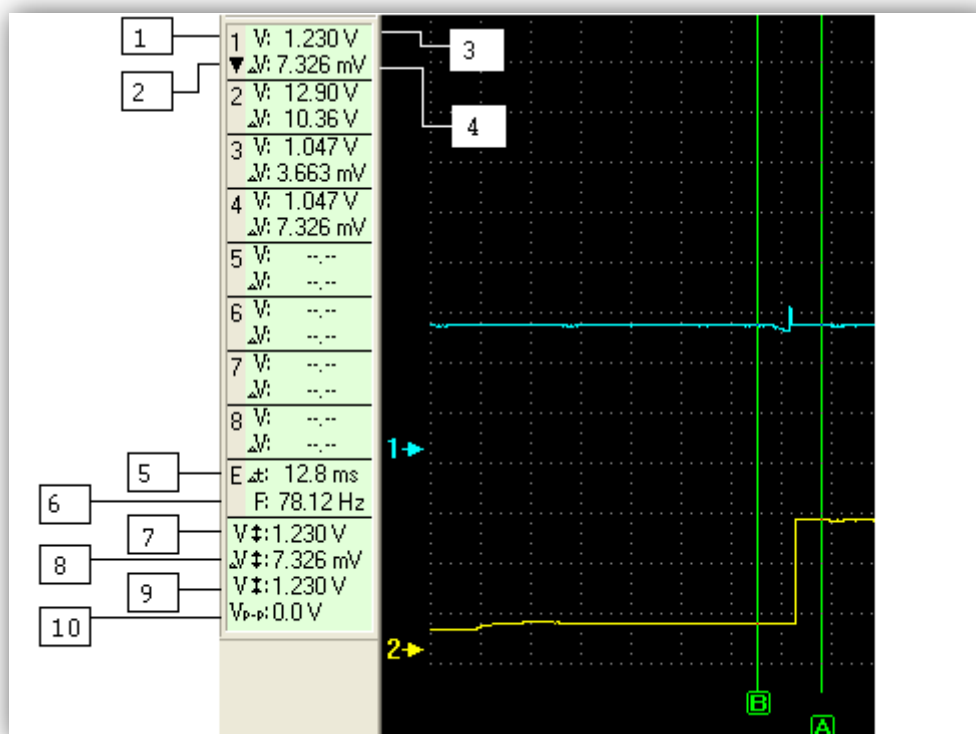
1. volba kanálu synchronizace
2. synchronizace podle náběžné hrany
3. synchronizace podle sestupné hrany
4. úroveň synchronizace
5. hystereze funkci
6. hystereze časová
7. zpoždění synchronizaci
8. nastavit nulové zpoždění synchronizaci

V případě, že parametry signálu nevyhovují nastaveným hodnotám režimu synchronizace, v zobrazovací oblasti se objeví statický obrázek. Jestliže tento stav pokračuje po uplynutí času maximálního zpoždění synchronizace, v horním levém rohu zobrazovací oblasti začne blikat indikátor, které upozorňuje na to, že synchronizace neprobíhá. Při zapnutí osciloskopu (analýzátoru) je na malých časových základnách patrné zpoždění

synchronizace. To je způsobeno tím, že osciloskop (analyzátor) musí nashromáždit dostatečný počet hodnot pro celé pásmo rozmítání.

3.4 Měřicí lišta

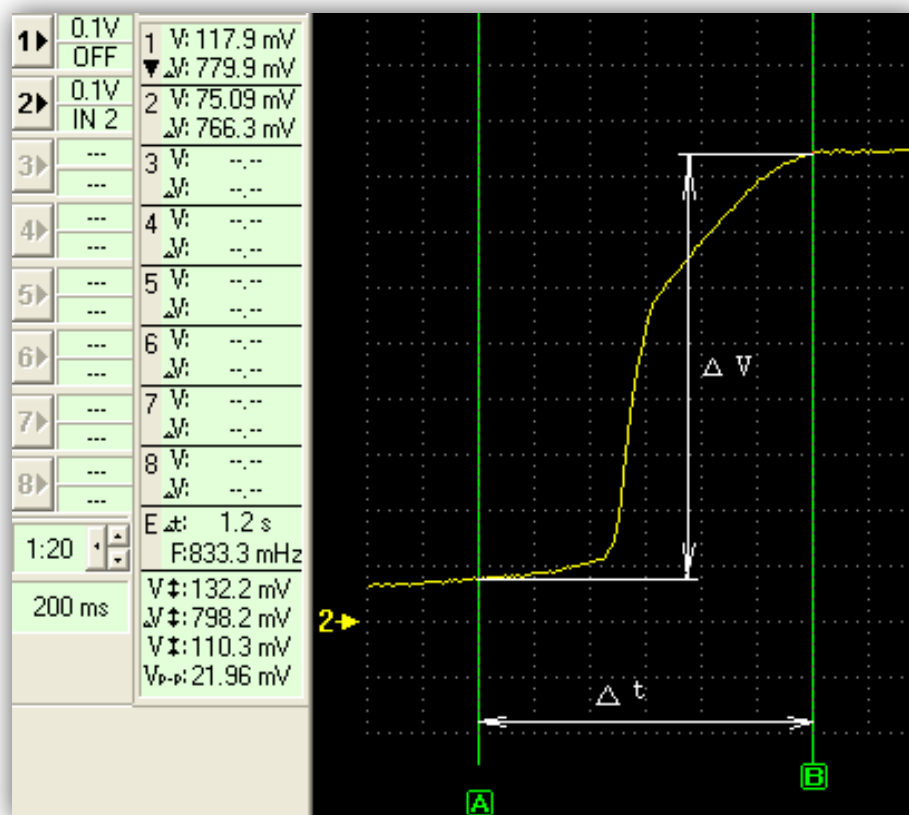
Měření je možné provádět v reálném čase při měření osciloskopem a rovněž při práci se zaznamenaným binárním souborem. Pomocí markerů [A] [B] a měřicí lišty lze měřit střední (špičkové) hodnoty napětí, rozdíly napětí, časový interval a frekvence.



Obrázek 23 Měření pomocí markerů

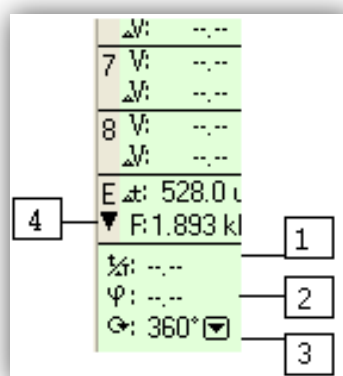
1. číslo kanálu
2. indikátor čísla kanálu, podle kterého se uvádí dodatečná informace(ukazatele [7], [8], [9], [10])
3. střední hodnota napětí oscilogramu kanálu č. 1 v bodě, na který ukazuje marker [A]
4. střední hodnota rozdílu napětí oscilogramu kanálu č.1 v bodech určených markery [A] a [B]
5. časový interval Δt mezi markery [A] a [B]
6. hodnota frekvence $1/\Delta t$ mezi markery [A] a [B]
7. maximální hodnota napětí v bodě oscilogramu, na který ukazuje marker [A] pro kanál, podle kterého se uvádí dodatečná informace
8. maximální hodnota rozdílu napětí v bodech oscilogramu označených markery [A] a [B] pro kanál, podle kterého se uvádí dodatečná informace
9. minimální hodnota napětí v bodě oscilogramu, na který ukazuje marker [A] pro kanál, podle kterého se uvádí dodatečná informace

10. špičkový rozdíl napětí v bodě oscilogramu, na který ukazuje marker [A] pro kanál, podle kterého se uvádí dodatečná informace



Obrázek 24 Měření střidy

Pro měření střidy a fázových parametrů signálu Měřicí panel opatřen prvkem pro zobrazení střidy a fázi.



Obrázek 25 Měření střidy a fázových parametrů

1. střída v bodu, označeném kurzorem myši
2. fáze v bodu, označeném kurzorem myši
3. stupnice, 360 ° nebo 720 °
4. aktivace / deaktivace ukazatele střidy a fázi

Pro změnu kanálu, pro který se zobrazuje informace, nutno přemístit kurzor myši na číslo kanálu a kliknout levou klávese myši.

Pro aktivaci a deaktivaci Fázového měřítka nutno přemístit kurzor myši na šípku vpravo dole od ukazatele stupnice a kliknout levou klávese myši, pak zvolit hodnotu. Pro přemístění markerů se používá myš nebo tlačítka klávesnice <-- , -->.

Při použití myši se přemístění provádí takto:

- přemístěte kurzor myši k úchytu markerů [A] / [B] (čtvereček umístěný ve spodní části obrazovky pod značkovou čarou)
- stiskněte levé tlačítko myši a po přemístění markeru do potřebné pozice tlačítko uvolněte.

Při použití klávesnice se přemístění provádí takto:

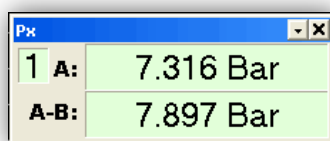
- marker [A] přesouvejte tlačítky <-- , --> při stisknutém tlačítku <Alt>
- pro přesouvání markeru [B] je třeba držet stisknuté tlačítko <Ctrl>.

Činnost markerů se liší v jednotlivých provozních režimech Programu. V režimu měření RM se obě značky vždy nacházejí v oblasti zobrazení oscilogramu.

V režimu prohlížení binárního souboru je marker [B] pevně navázána k určitému časovému okamžiku. Proto se při rolování obrazovky posouvá spolu s oscilogramem. Při potřebě přemístit marker [B] do oblastí zobrazení, se použije dříve popsany způsob přemístění markerů pomocí myši, ale předem je třeba stisknout tlačítko <Ctrl> na klávesnici a držet ho stisknuté po celou dobu přemísťování markeru.

Ukazatel hodnot

Měřicí nástroj programu obsahuje funkci Ukazatel hodnot. Funkce přepočítává podle stanovených uživatelem vzorců hodnoty napětí v hodnoty jiných veličin. Dále v textu tyto hodnoty se jmenují Typem hodnot. Obrázek zobrazuje okno Ukazatel hodnot.



Obrázek 26 Ukazatel hodnot

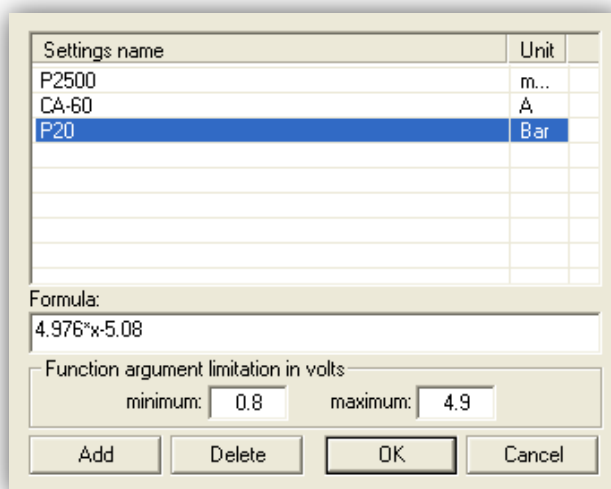
Okno se zobrazuje pomocí : a. Menu - Zobrazovat – Ukazatel hodnoty – Kanál (č. kanálu) b. dvojitým kliknutím na prvek Měřicí lišty potřebného kanálu. Jako jméno okna se zobrazí jméno typu hodnoty pro zvolený kanál. Pro změnu typu hodnoty nutno kliknout na šípku v pravém horním rohu okna, pak zvolit typ.

V levém horním rohu se zobrazí číslo kanálu, odpovídajícího oknu. Pole A: zobrazuje podle vzorců hodnotu, která odpovídá napětí signálu v bodu záložky [1]. Pole A-B: zobrazuje diferenci hodnot v bodech záložek [A] a [B].

Změna a doplnění seznamu typů hodnot

Změna a doplnění seznamu typu hodnot se provádí pomocí dialogu Nastavení typu hodnot.

Okno seznamu typu rozděleno na dva sloupky. Vlevo jsou jména typů hodnot, vpravo jsou jednotky měření. Pro změnu nebo zápis nutno dvojitým kliknutím aktivovat potřebné pole.



Obrázek 27 Okno seznamu typu

Pole Matematicky vzorec určeno pro zápis nebo změnu vzorce, odpovídajícího aktivnímu elementu ze seznamu. Jak je vidět na obrázku, „x“ jako vstupní napětí na kanále je argumentem. Dále je možné určit maximum a minimum argumentu pro korektní výpočet. Nový zápis nebo změnu vždy je nutno uložit pomocí tlačítka „OK“.

3.5 Co nás na křivkách zajímá a co může zůstat bez povšimnutí

Zvolený rozsah napětí a z něj vyplývající možné rušení signálu

Budeme-li měřit senzory, které vysílají signály v řádech setin až tisíců voltů - tedy např. 0,05V = 50mV, může se s velkou pravděpodobností stát, že na oscilogramu uvidíme něco, co s průběhem napětí v měřeném okruhu vůbec nesouvisí. Není totiž v lidských silách, aby přístroj a jeho měřicí sondy včetně jejich sebelépe odstíněných vodičů odstínili tak silné jevy, jako jsou statické výboje nebo zapalovací signály v řádech 10.000V.

Anténní jevy a z nich vyplývající šumy

Měřicí sondy osciloskopů jsou různých kvalit. Ty dražší mají lepší odstínění a tenký průřez měřícího vodiče (žíly), ty levnější naopak. Abychom právě v nízkých napěťových rozsazích při měření "nesklízeli" nežádané rušení, neměli bychom měřicí sondy prodlužovat obyčejnými neodstíněnými kabely. V měřící cestě nejsou vhodné kabely s velkým průřezem, protože zvyšují kapacitu cesty a zkreslují měření zejména při měření vyšších frekvencí.

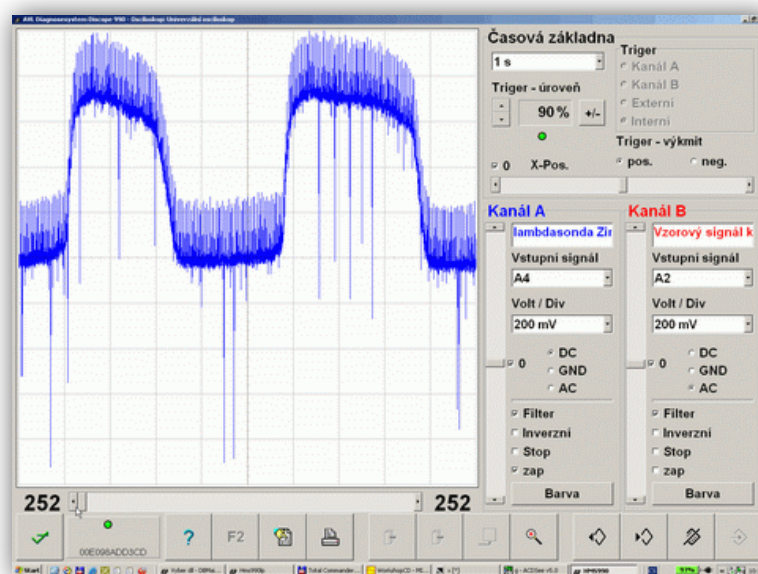
Statické výboje

Statickým výbojům se na motoru neubráníme např. u alternátorů nebo u řemenových pohonů, ale i na plastových krytech zapalovacích modulů. Bohužel právě statické výboje, projevující se při měření jen v nízkonapěťových rozsazích, a jen jako rušení, o kterém jsme shora již jednou prohlásili, že je bezvýznamné, nám mohou připravit peklo při hledání mysteriózních závad. Někdy totiž dochází k rušení samotné řídicí jednotky (umístěné téměř výlučně v motorovém prostoru), kdy vlivem elektromagnetického rušení dochází k resetování samotného procesoru. U závad tohoto druhu se většinou řídicí jednotka chová bez příčiny jako vadná. Projevuje se to tak, že v určitých okamžicích zcela vynechá jeden, nebo několik důležitých signálů k akčním členům, nebo zcela neočekávaně vypne napájení některých senzorů nebo dokonce akčních členů.

Signál lambdasondy se může při měření tvářit například takto. Signál je celý chupatý (velmi husté napěťové jehličky do kladných napětí = rušivé signály zapalování) a na některých místech jsou vidět vysoké sporadické napěťové jehly do záporných hodnot (patrně statické výboje z řemene pohonu alternátoru nebo z ložiska alternátoru nebo servořízení).

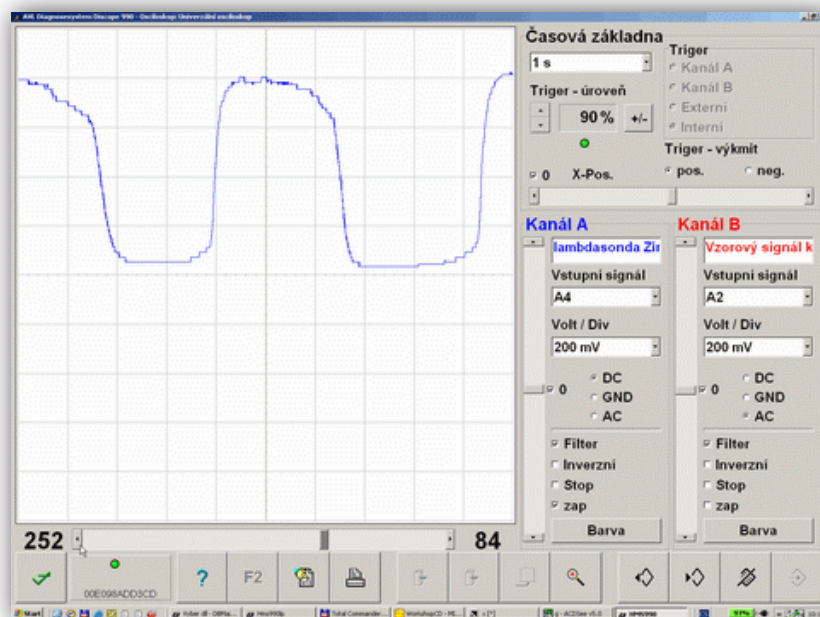
Jak je to možné, když používáme předepsané měřicí sondy, které by měly napěťové rušení tlumit nebo zcela nepropustit? Je to tím, že jsme napojení měřicí sondou na signálu lambdasondy a ukostření jsme na akumulátoru. Všechno mezi těmito dvěma body tedy tvoří jednu velkou anténu a my vidíme vše, co tato anténa v motorovém prostoru sejme.

Někdy je však takováto indicie dobrým tipem k odhalení přeskoků vysokých výbojů statického napětí, způsobujících výpadky řídicí jednotky.



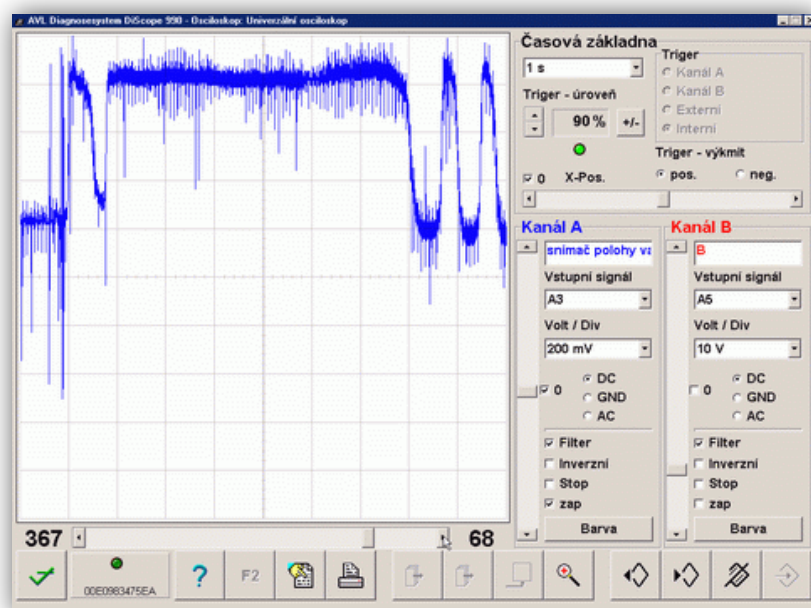
Obrázek 28 Neukostřený signál

Jakmile se připojíme kostřicím vodičem namísto na záporný kontakt akumulátoru přímo na záporný vodič samotné lambdasondy, veškeré rušení zmizí. Je to tím, že jsme zkrátili cestu mezi našimi dvěma body, mezi kterými měříme a tím, že jsme napojeni na vodiče lambdasondy se stíněním. Záznam pochází ze stejného vozidla, u kterého byl pořízen předchozí obrázek "chlupatého" signálu lambdasondy. Toto měření je tedy důkazem, že signály ve formě hustých kladných i sporadických záporných napěťových jehel řídicí jednotka nevnímá, vnímá je pouze náš osciloskop díky anténnímu jevu při "nevhodném" napojení.



Obrázek 29 Ukostřený signál

"Nevhodné" by se však nemělo říkat, neboť někdy se takto právě rádi napojíme třeba jen z toho důvodu, abychom odhalili statické výboje z řídicí jednotky, které sice se signálem lambdasondy vůbec nesouvisí, ale my je při hledání zdroje elektromagnetického rušení třeba uvidíme rádi, abychom se pak pokusili řídicí jednotku odstínit a vyzkoušeli, jestli příčinou závady nemohou být právě výboje, které na "nevhodně" napojené lambda sondě máme šanci zachytit na obrazovce. Výboje z plastových krytů v blízkosti zapalování jdou omezit umytím motoru s antistatickým přípravkem, výboje z řemenového pohonu jdou řešit výměnou řemene až jiný, vhodný typ.



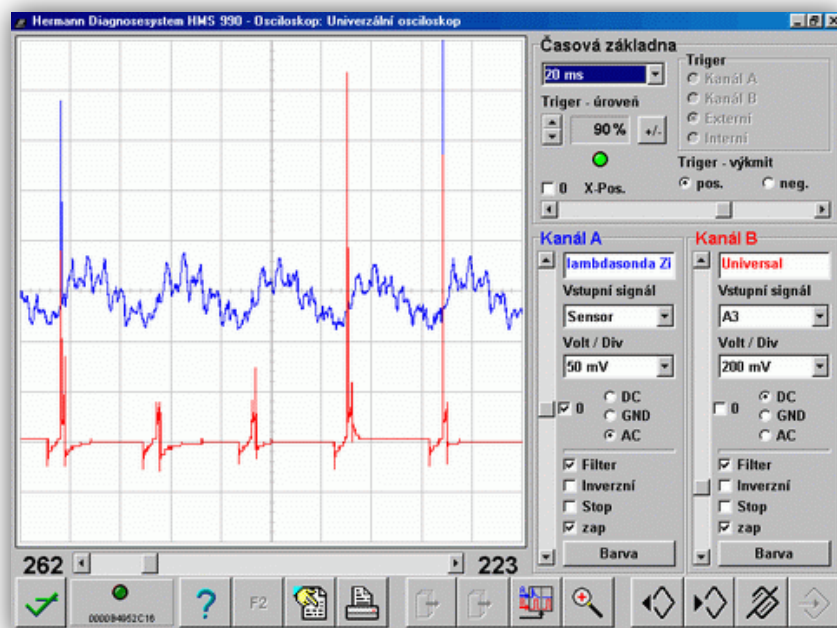
Obrázek 30 Rušení řídicí jednotky statickými výboji

Rušení řídicí jednotky statickými výboji nás zajímá téměř výlučně u systémů, kde se řídicí jednotka sama nachází v motorovém prostoru, obzvláště pak v blízkosti zapalovacího systému. K rušení může dojít výměnou zapalovacích svíček nebo vysokonapěťových kabelů za nevhodný (neschválený) typ. Závady takového typu jsou jen nesnadno měřitelné přímým měřením, protože se jedná o rušení na principu elektromagnetického vlnění, tedy rušení šířící se prostorem, nikoliv po vodičích (galvanicky).

Na dalším obrázku je vidět modrý signál tlakových pulsací v sacím potrubí a červený signál zapalovacích impulsů. Při větší pozornosti si všimnete, že na dvou místech se na modré linii nacházejí kladné napěťové jehly. Jelikož senzor tlaku pracuje v oblasti 200 milivoltů na jeden dílek, je možné očekávat, že se silné napětí ze zapalovacích impulsů promítne do křivky pulsace tlaku. Při hodnocení tlakových vln tedy může takové "rušení" zůstat bez obav zcela bez povšimnutí. Tlakové vlny v sacím potrubí jsou již z principu charakteru plynulých, tlumených změn, protože se jedná o stlačitelné médium. Vertikální jehla tedy nepředstavuje v diagramu tlakovou změnu.

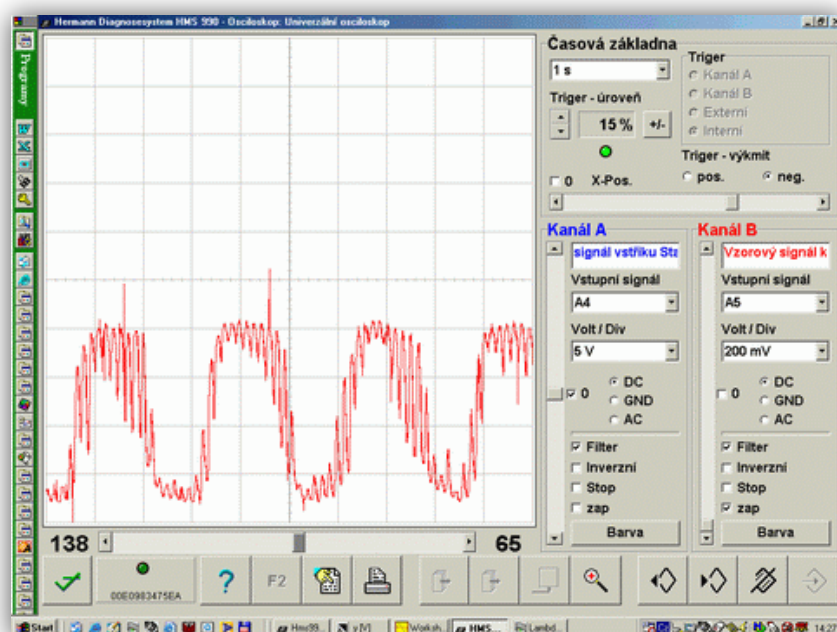


Obrázek 31 Motor k měření



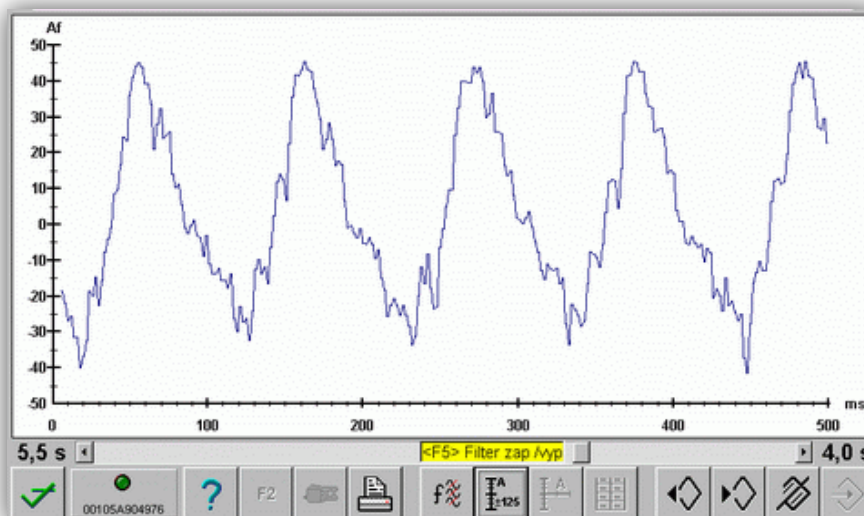
Obrázek 32 Modrý signál tlakových pulsací v sacím potrubí a červený signál zapalovacích impulsů

Pozor, takový průběh signálu regulační lambda sondy není rušení a může být při ještě delší časové základně za rušení při prvním pohledu na křivku mylně považován. Zde se však jedná o kyslíkové šoky, které jsou důležitou výpovědí o práci jednotlivých válců nebo o těsnosti sacího či výfukového systému. Jejich rozpoznávacím znamením je, že se u klasické zirkonové skokové lambda sondy kyslíkové šoky objevují převážně na horní části křivky, kde logicky tvoří propady z prostředí neobsahujícího kyslík. V prostředí kde je kyslíku vyšší obsah (nízké napětí) se kyslíkové šoky v obsahu kyslíku ztrácí.



Obrázek 33 Signál z proudového převodníku při pořizování testu komprese

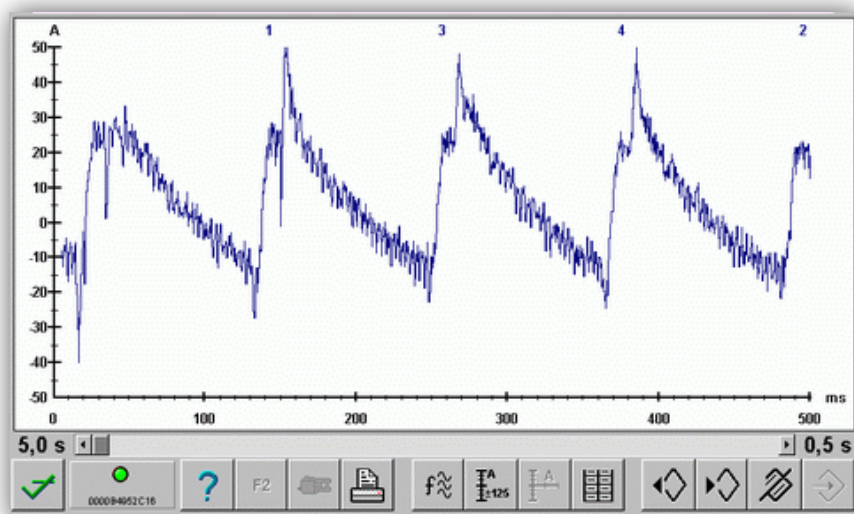
Záznam signálu z proudového převodníku při pořizování testu komprese ukazuje na křivce jisté nerovnosti. Tyto nerovnosti nejsou charakteru jehlovitých napěťových jehel, takže je možné usuzovat na mechanický původ.



Obrázek 34 Kompresní test čtyřválcového motoru kde se přidírá vačkový hřídel

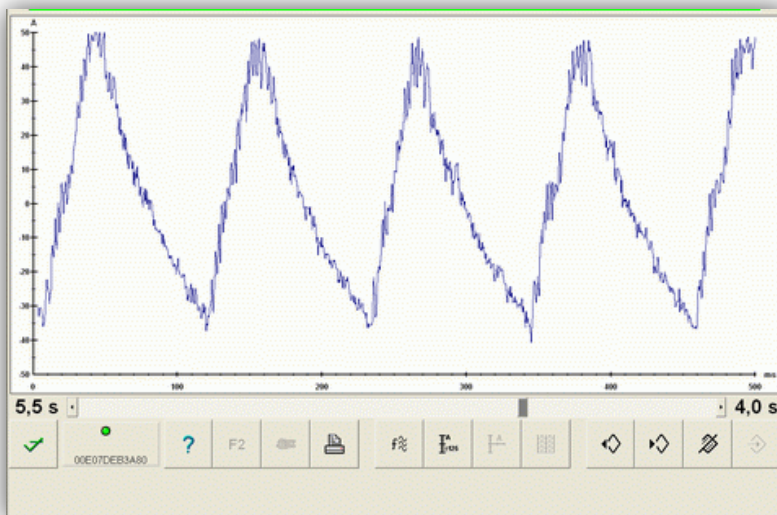
Protože je takové nerovnosti možné spatřit u téměř každého testu dynamické komprese, je jejich původ možné odhadnout téměř se stoprocentní jistotou na vůle v převodu startéru a věnce setrvačníku, které se při kompresním testu promítají do průběhu proudu protékaného vinutím startéru.

Kompresní test čtyřválcového motoru, kde se přidírá vačkový hřídel. Náběhové (kompresní) křivky proudu jsou velmi kolmé, zatímco dekompresní křivky jsou pozvolné a na vrcholech nebo v jejich bezprostřední blízkosti jsou vidět nárůsty špiček proudu (při stlačování vaček). Kompresní křivky jsou proslulé tím, že vyžadují při jejich porovnávání poměrně velké zkušenosti.



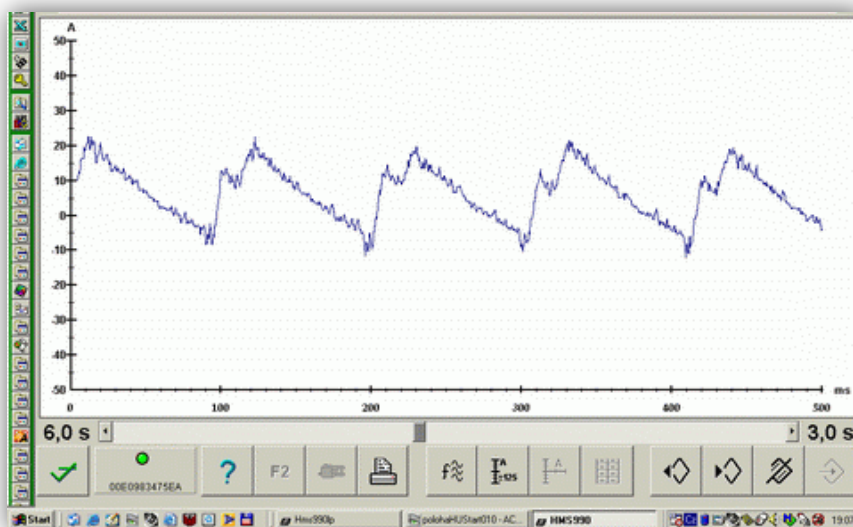
Obrázek 35 Vzorový oscilogram pořízený z kompresního testu zdravého motoru

Téměř vzorový oscilogram pořízený z kompresního testu zdravého motoru. Zde nelze podle křivky vytknout motoru z mechanického ani kompresního hlediska nic. Přesný tvar křivky a případná schodovitost náběžné (kompresní) křivky jsou však výsadní charakteristikou každého typu motoru, startéru a převodu mezi motorem a startérem, jehož pomocí je dynamická komprese prováděna.



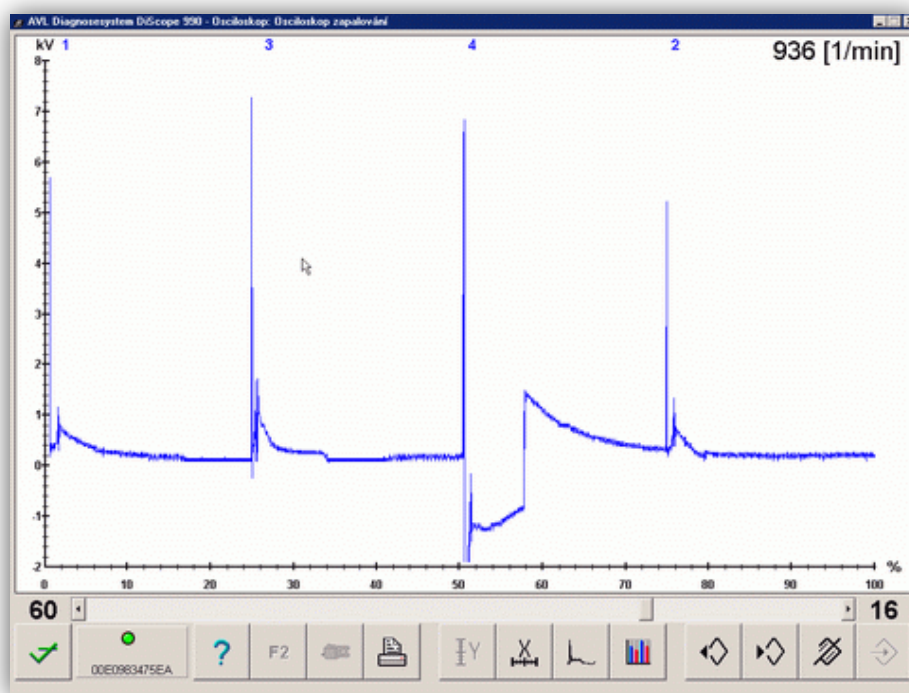
Obrázek 36 Zdravá linie pořízená z kompresního testu jiného motoru

Takto vypadá zdravá linie pořízená z kompresního testu jiného motoru. Zde je vidět možné odchylky od motoru k motoru, takže je databanka vzorových signálů k individuálním značkám nebo typům motorů téměř nevyhnutelnou nutností k posouzení dalších hlubších skutečností mimo rovnoměrných tlaků válců při dynamické kompresi. Jinými slovy: Není-li vidět křivka z kompresního testu příslušného modelu ze zdravého motoru, nelze usoudit, zda jde u této křivky o zdravý signál nebo např. o přidírající se vačkový hřídel. "Schody" na kompresní části křivky zde patří promítnutí náběhu stlačení pružin ventilů 16 ventilového motoru vačkou na vačkovém hřídeli. Někdy jsou vidět na vačce schody dva, tvar křivky je odvislý na typu motoru.



Obrázek 37 Někdy jsou vidět na vačce schody dva

U oscilogramů sekundáru pořízených měření kapacitními senzory a osciloskopem zapalování je možné u jedno jiskrových a dvou jiskrových zapalovacích systémů pozorovat odskočení linie signálu po dramatických změnách napětí na sekundáru, které se nechají vysvětlit zbytkovým statickým nábojem v kabelu samotném nebo na povrchu izolace vysokonapěťového kabelu, a které kapacitní kleště sejmou a promítnou do obrazu. Takto vzniklé změny není samotné potřeba vnímat jako chybu. U zapalovacích signálů záleží především na posouzení tvaru křivky při zápalu a během hoření jiskry mezi elektrodami.



Obrázek 38 Tvaru křivky při zápalu a během hoření jiskry mezi elektrodami

4 SENZORY V AUTOMOBILU



Čas ke studiu: 3 hodiny



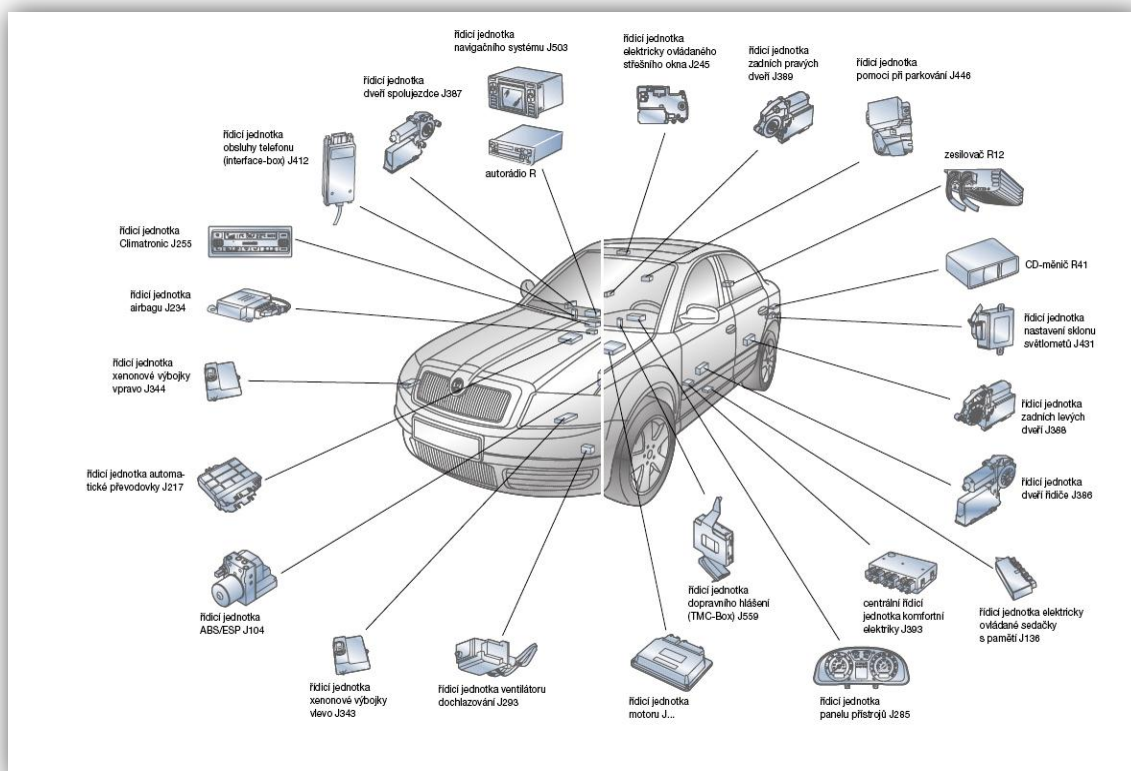
Cíl Seznámení s senzory v automobilu

- Rozdělení senzorů podle měřené veličiny
- Co to jsou aktivní senzory
- Princip funkce řídicí jednotky



Výklad

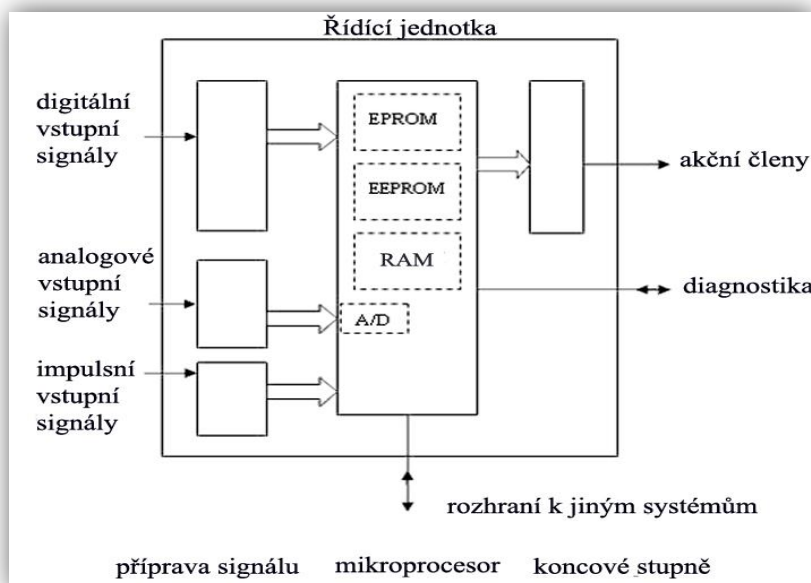
Rozvoj elektroniky jako průmyslového oboru s širokou možností uplatnění, umožnil řešení technických problémů i v konstrukci motorových vozidel, které nebylo možno dřívějšími prostředky k současným nárokům na bezpečnost a ekologii zvládnout. Jednodušší přenos řídicích a informačních signálů elektrickou cestou otevřel nové možnosti uplatnění elektroniky ve vozidle. Všechny vozidlové elektronické systémy řídicí, regulační nebo jen kontrolní se skládají z elektronické řídicí jednotky, která na vstupu zpracovává informace ze senzorů nebo ovládacích prvků a na výstupu vysílá řídicí signály k akčním členům (elektromotory, vstřikovací ventily atd.) či informační signály k zobrazovacím prvkům a zařízením (kontrolní svítidla, displeje atd.). Veškeré jednotky, které mají potřebu komunikovat, ať už mezi sebou či s jednotlivými senzory, jsou navzájem propojeny pomocí sběrnice CAN nebo LIN. Ty jsou ve vozidlech velmi rozšířené v oblastech řízení motoru, vybavení karoserie, ovládání podvozku, bezpečnosti, připojení komunikačních prostředků, vlastní diagnostiky atd.



Obrázek 39. Rozmístění řídicích jednotek ve voze Škoda Superb.

Zpracování signálu v řídicí jednotce

Elektronická řídicí jednotka může být tvořena jen jedním zákaznickým obvodem, ale obvykle se skládá z několika částí: vstupní, vyhodnocovací a výstupní. Vstupní část se sběrnici slouží k příjmu a úpravě signálů ze senzorů. Protože počítač a jeho mikroprocesor pracují s digitálním (číslíkovým, nespojitým) signálem a ne všechny senzory mají digitální výstupy (např. induktivní senzor otáček), obsahuje vstupní část analogově-digitální převodníky (A/D), které digitalizují analogový vstupní signál.



Obrázek 40 Zpracování signálu v řídicí jednotce.

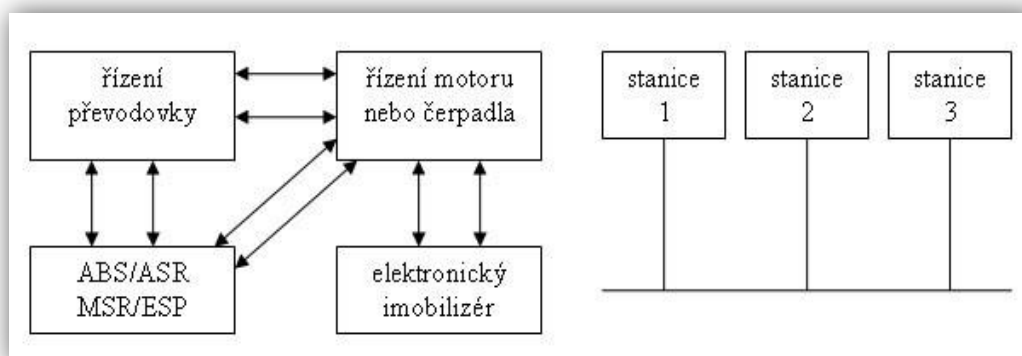
Pro vyhodnocovací část je podstatné, že většina vstupních signálů se zpracovává v reálném čase, ve kterém rovněž musí probíhat i regulační zásah. Řídicí a regulační algoritmy pro sledované procesy jsou uloženy, spolu s adaptačními hodnotami (naučené hodnoty, které se zohledňují v programu), v energeticky nezávislé paměti typu EEPROM. Energeticky závislá paměť RAM je nutná pro ukládání variabilních dat, jako jsou počítané hodnoty či případné poruchy v celkovém systému (vlastní diagnostika). V paměti EPROM je uloženo několik vozidlových a datových souborů jako je kódování variant řídicích jednotek pro různé vybavy vozidel aj. Řídicí povely mikroprocesoru upravuje podle potřeby výstupní část, často doplněná o tzv. výkonový stupeň, zaručující zesílení signálu z procesoru s proudem jen několika mA a napětí do 5 V, na úroveň napětí elektrického rozvodu vozidla 12 V a proudu až několik ampér. Pokud má ovládaný člen větší příkon, ovládá řídicí jednotka pouze spínač silového obvodu akčního členu. Tyto koncové výkonové stupně jsou chráněny proti zkratu s kóstrou, kolísání napětí baterie nebo rušení vlivem elektrického přetížení. Několik výstupních signálů se předává prostřednictvím rozhraní do jiných systémů.

Spojení řídicích jednotek

Při propojení řídicích jednotek jsou navzájem spojeny elektronické systémy, např. regulace jízdní dynamiky, řízení motoru a elektronické řízení převodovky. Rozhraní komunikačních systémů, které byly vyvinuty speciálně pro vozidla je možno rozdělit do kategorií konvenční rozhraní a sériová rozhraní (CAN, LIN).

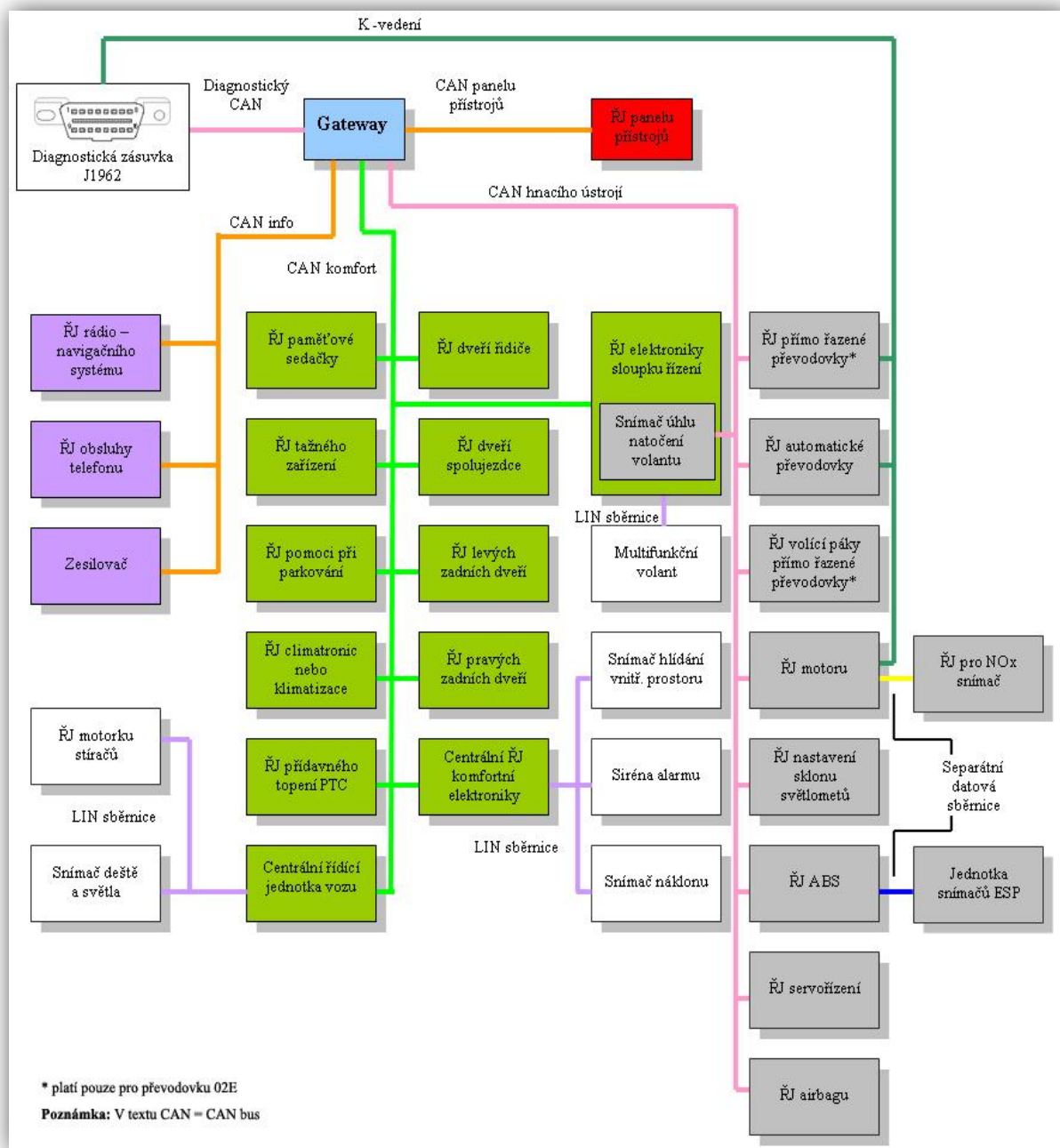
Konvenční přenos dat ve vozidle se vyznačuje tím, že každému signálu je přiřazeno samostatné vedení. Binární signály se mohou přenášet pouze dvěma režimy, logická nula, nebo logická jednička. Nárůst výměny dat mezi elektronickými komponentami ve vozidle však nemohou konvenční rozhraní zvládnout. Problémy při výměně dat přes konvenční rozhraní je možno řešit použitím datové sběrnice, kdy řídicí jednotky jsou spojeny lineární sběrníkovou strukturou. Tato struktura má výhodu v tom, že při poruše jedné stanice je

sběrnice pro všechny ostatní stanice nadále použitelný. Typické přenosové rychlosti leží mezi 125 kbit/s a 1 Mbit/s.



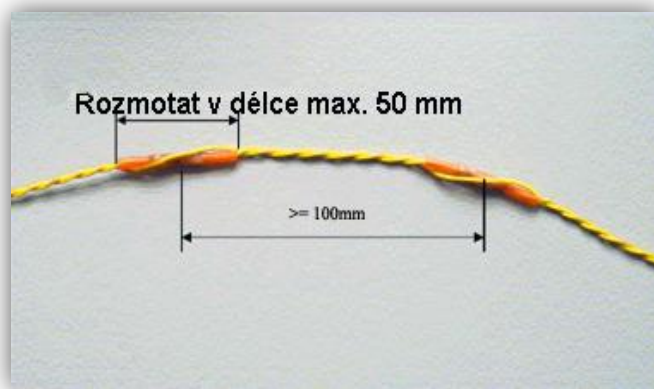
Obrázek 41. Konveční přenos dat (vlevo), lineární sběrnice (vpravo).

Např. u vozu Škoda Octavia druhé generace jsou použity dva různé systémy datové sběrnice. Na datové sběrnici CAN panelu přístrojů probíhá komunikace pouze mezi gateway a panelem přístrojů. Diagnostický CAN slouží k výměně dat mezi diagnostickým přístrojem, např. VAS 5051B a gateway. Ostatní propojení sběrnici CAN mezi gateway a CAN info, CAN komfort a CAN hnacího ústrojí. Přenosová rychlost u sběrnice CAN panelu přístrojů, diagnostického CAN a CAN hnacího ústrojí je 500 kbit/s. U CAN komfort a info je přenosová rychlost pouze 100 kbit/s. Druhou datovou sběrnici je sběrnice LIN, která je ve voze Škoda Octavia druhé generace využita do podsystemů centrální řídicí jednotka vozu, centrální řídicí jednotka komfortní elektroniky a řídicí jednotka elektroniky sloupku řízení. Přenosová rychlost sběrnice LIN je v tomto případě 19,2 kbit/s.



Obrázek 42 Propojení řídicích jednotek ve voze Škoda Octavia druhé generace.

Jelikož ve vozidle jsou součásti, které se tím, že vydávají jiskry nebo otevírají či uzavírají elektrický obvod, jeví jako rušivé zdroje, jsou dvě nestíněná vedení datové sběrnice CAN vzájemně spletena a tím zabezpečena proti přenosu rušivých vlivů na přenášená data. Spleteným vedením je přenášen rozdílový signál, tzn., že se na vedeních nacházejí stejné signály, ale s opačnou polaritou napětí. Tím je zajištěno, že součet napětí má v každém okamžiku stejnou hodnotu – je konstantní a elektromagnetické vlivy pole obou vedení se vzájemně vyruší. Vedení datové sběrnice je tak chráněno proti rušivým vlivům z vnějšku a samo se vůči okolí chová neutrálně. Při opravě přerušeného vedení je třeba zajistit dostatečné spletení vodičů datové sběrnice, které zamezí působení rušivých vlivů. Vzdálenost mezi dvěma opravovanými místy by měla být minimálně 100 mm.



Obrázek 43. Křížený vodič používaný u sběrnice CAN.

U sběrnice LIN stačí pro správnou funkci pouze jediný vodič. Používá se jednožilový fialový vodič s bílým označením na 12V úrovni podle ISO9141 (podobně jako K-vedení pro diagnostiku). Vodič nemá stínění ani žádnou jinou ochranu proti rušení.

Kódování řídicích jednotek

Kódování řídicích jednotek se provádí v autorizovaných servisech Škoda auto pomocí diagnostických přístrojů, např. VAS 5051B v případě, kdy je potřeba přizpůsobit novou řídicí jednotku či panel přístrojů do celkového elektronického systému vozu. Z důvodu tajnosti kódů nelze uvádět konkrétní hodnoty, ale pouze okrajově uvést alespoň postup a princip této činnosti.

U vozu Škoda Octavia druhé generace je u gateway, centrální řídicí jednotky vozu a řídicí jednotky komfortní elektroniky použito tzv. dlouhé kódování. Kódování řídicí jednotky gateway je však oproti zbývajícím dvěma jednotkám rozdílné. Nepatrný rozdíl je také u kódování řídicí jednotky komfortní elektroniky a centrální řídicí jednotky vozu, a to v délce hexadecimálního kódu, který je u řídicí jednotky komfortní elektroniky 26 znaků a u centrální řídicí jednotky 34 znaků.

Po připojení diagnostického přístroje a zvolení příslušné funkce, dle typu přístroje, se zobrazí tabulka s aktuálním kódováním jednotky. V případě kódování centrální řídicí jednotky komfortní elektroniky je na obrazovce zobrazeno 13 bajtů, z nichž každý tvoří osmimístné stavové slovo. Každá pozice (bit) v tomto slově má svůj specifický význam. Např. 0 v 10. bajtu na 4. pozici zleva vyjadřuje, že se jedná o vozidlo s levostranným řízením. Význam jednotlivých bitů je pevně určen kódovací tabulkou, která je závislá na druhu výbavy vozidla. Nová řídicí jednotka již obsahuje základní kódování koncernu. Toto kódování se však musí upravit podle příslušné výbavy a specifikace Škoda. Kódování pomocí diagnostického přístroje je možno provést v binárním nebo hexadecimálním kódu. Při kódování řídicí jednotky gateway je potřeba mít kompletní přehled o řídicích jednotkách připojených na vedení CAN. V dalším kroku se kontrolují, popřípadě přihlašují jednotky z uvedeného seznamu do gateway.. To je nutné pro vzájemnou komunikaci řídicích jednotek. Následně zbývá zvolit výrobce, variantu karoserie, druh řízení a počet dveří. Výsledný kód není zjištělný. Hodnota „kódováno“ na obrazovce diagnostického přístroje značí, že řídicí jednotka gateway je nakódována pro komunikaci s příslušnou řídicí jednotkou.

4.1 Dělení senzorů podle měřené veličiny

Rozdělení senzorů

- Podle principu a účelu

Základní senzory

- Senzory polohy, tlaku a síly, akcelerometr, lambda sonda, otáčkoměr

Ostatní senzory

- Koncový spínač, senzory teploty a vlhkosti, akustický snímač, ultrazvukový snímač, radar, senzor deště, videodetekce

Komunikační rozhraní senzorů

Měřené veličiny

- Teplota (vzduchu, chladící kapaliny)
- Tlak (ve sběrném potrubí, při sání)
- Průtok (vzduchu, paliva)
- Poloha (vačkový hřídel, klapky a ventily, klikový hřídel)
- Rychlost (pohybu vozidla, otáčení kol nebo volantu, otáčky motoru)
- Zrychlení (náraz –AirBag, brždění –protiskluzový systém)
- Vibrace (motoru, klepání)
- Chemické složení (kyslík, CO)
- Elektrické napětí, proud, odpor

Rozdělení senzorů podle principu

- Mechanické
- Akcelerometr, otáčkoměr, polohový senzor, spínač, senzor tlaku, senzor natočení, ...
- Fyzikální
- Chemické
- Lambda sonda, akcelerometr, ...
- Otáčkoměr, senzor deště, senzor teploty a vlhkosti, akustický snímač, radar, ultrazvukový senzor, ...

Rozdělení senzorů podle účelu

Senzory řídící komfort a kvalitu jízdy

- Akcelerometr,
- otáčkoměr,
- lambda sonda,
- audio senzory,
- senzory teploty a vlhkosti, ...
- Senzory pro nadstavbové aplikace
- Radary,
- kamerové systémy,
- ultrazvukové senzory, ...

Senzor polohy -použití

- Otočení volantů
- Natočení kol hnací nápravy
- Natočení klikové hřídele
- Senzory množství paliva
- Podélné a příčné natočení vozidla
- Slouží k určení směru pohybu vozidla a jeho pozice vůči zemi (vozovce)

Odporové senzory

- potenciometry –lineární měří přímo vzdálenost
- rotační měří přímo úhel
- Indukční
- měřená veličina (vzdálenost) mění indukčnost cívky,
- magnetický obvod může být vzduchový, s jádrem, otevřený, uzavřený.

Tlakové a silové senzory -použití

- Senzory kroutící síly
- Detekce přítomnosti pasažéra
- Senzory upnutí bezpečnostních pásů
- Senzory sešlápnutí brzdového pedálu
- Tlakové senzory v pneumatikách a v nádrži
- Senzory zjišťující váhu vozidla
- Tlakové senzory v motoru

Akcelerometr

- Inerciální senzor
- senzory pro měření statického nebo dynamického zrychlení
- měření odstředivých a setrvačných sil, určování pozice tělesa, jeho naklonění nebo vibrací

Otáčkoměr

Snímá otáčky: mechanickým, elektrickým, magnetickým či optickým způsobem

Umístění

- Na kolech, v převodovce
- Typy otáčkoměrů:
- Mechanický otáčkoměr: Část převodovky pevně spojená s koly, pohání přes ozubené kolečko náhon tachometru, ten přenáší otáčky hnací hřídele do tachometru.
- Optický otáčkoměr: založen na principu odraženého paprsku
- Elektronický otáčkoměr
- Indukční tachometr

Koncový spínač

Např. na snímání polohy stěračů, okének, ruční páky nebo zavření / otevření dveří

Pro jednoduché funkce stačí mechanické spínače, neslouží však k pouze k signalizaci, ale jsou využity i v dalších systémech

Principiálně se jedná o:

- Mikrospínače
- Piezo spínače

Senzor teploty a vlhkosti

- Senzory určující stav povrchu vozovky
- Senzor měřící venkovní teplotu
- Senzor měřící vnitřní teplotu
- Pro ovládání klimatizace a řízení spalování

Z údajů senzorů vlhkosti a teploty vypočítá řídicí jednotka klimatizace teplotu rosného bodu vzduchu. Pomocí infračerveného čidla se bezkontaktně zjistí teplota čelního skla. Aby nedocházelo ke srážení vodních par na skle, reguluje teplotu klimatizace

Akustický senzor

Senzor klepání

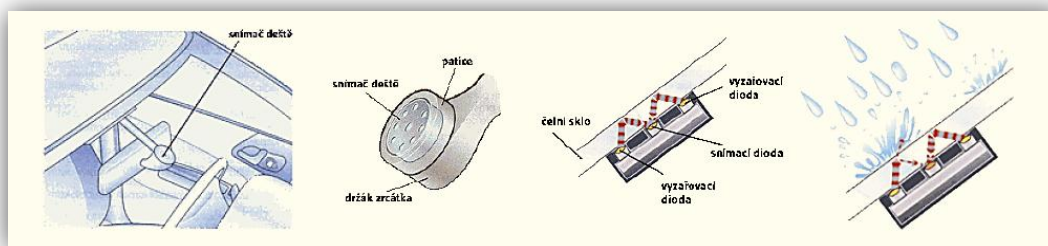
Klepání zážehových motorů ukazuje na nekontrolovaný průběh spalování. Tomu zabraňují senzory klepání, což jsou akustická čidla umístěná v konstrukci motoru. Pokud senzor vyhodnotí klepání motoru, změní se určité parametry motoru, např. okamžik zážehu nebo vstřikování paliva

Senzor vnějšího hluku

Snímá vnější hluk a s opačnou amplitudou ho reproduktory vysílá do interiéru – docílíme tím ticha uvnitř vozu.

Senzor deště

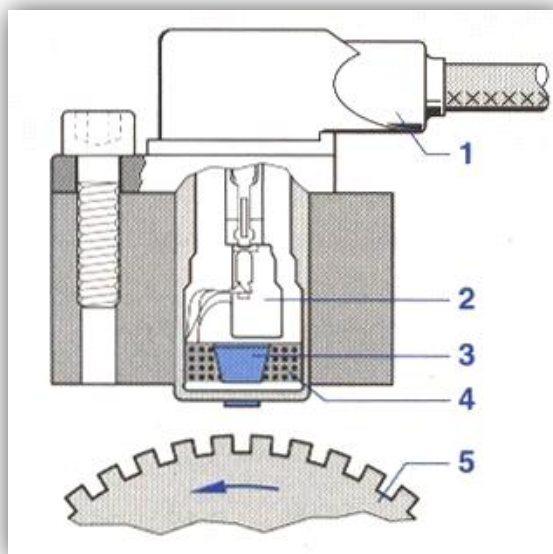
Dešťový senzor je umístěn v patici vnitřního zpětného zrcátka. Vyzařovací diody jsou rozděleny na dvě skupiny po 4 diodách. Ty střídavě vysílají infračervené záření. Mají-li dopadající paprsky od obou skupin stejnou intenzitu, nevzniká na snímací diodě žádné signálové napětí. Na snímací diodu sice zase střídavě dopadají paprsky z obou skupin diod, ale již nemají stejnou intenzitu. Na snímací diodě vzniká signálové napětí. Pro všechna vlnění, kde je podmínka totální reflexe splněna se veškeré vlnění odrazí zpět. U vlnění, kde není podmínka totální reflexe splněna, dochází k lomu. V důsledku dešťových kapek je porušena podmínka totální reflexe a paprsek se lomí.



Obrázek 44 Princip senzoru deště

4.2 Indukční senzor otáček

U motorových vozidel se používají nejčastěji k měření úhlové rychlosti otáčivého pohybu, otáček nebo ke sledování polohy .



Obrázek 45 Indukční senzor otáček

1 – pouzdro elektrického vedení, 2 – permanentní magnet, 3 – jádro z magneticky měkkého železa, 4 – vinutí, 5 – impulsní kolo.

Podstatou senzory je působení magnetického toku v magnetickém obvodu (budícího obvodu) stálého magnetu na cívku. Napětí indukované v cínce je dáno vztahem:

$$u = N \cdot d\phi / dt \quad (1)$$

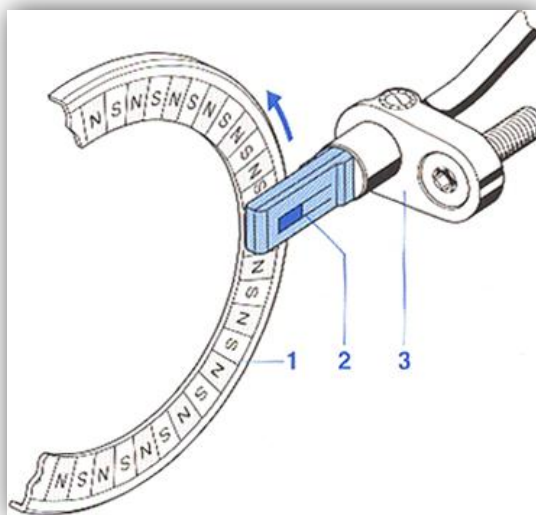
N ... počet závitů cívky

$d\phi/dt$... časová změna magnetického toku

Měřená neelektrická veličina obvykle působí na rychlost změny magnetického toku spojeného se závitů pevné cívky. U těchto elektromagnetických senzorů se mění magnetický tok změnou magnetického odporu magnetického obvodu. Výstupní napětí senzory je pak úměrné rychlosti pohybující se feromagnetické části.

4.3 Aktivní senzor otáček

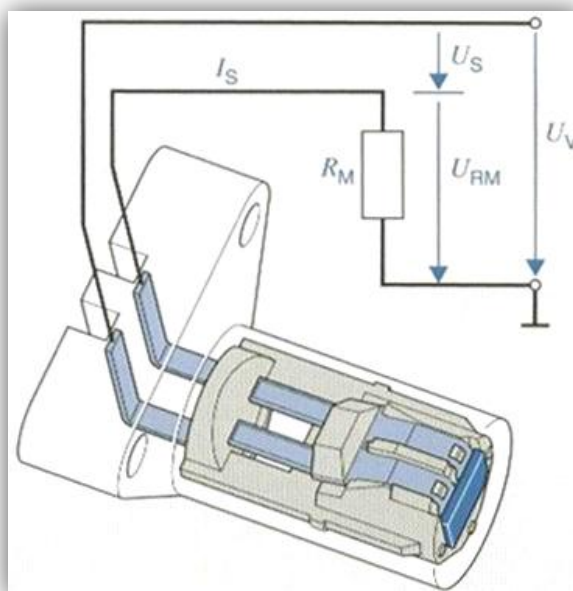
Běžný indukční senzor se stále více nahrazuje aktivním senzorem otáček. Funkcí zubů impulsního kola přebírají u tohoto senzory magnety, které mají na kroužku střídavou polaritu. Měřící element aktivního senzory otáček je umístěn v magnetickém poli těchto magnetů. Při otáčení kroužku se stále mění magnetický tok měřícím elementem.



Obrázek 46 Aktivní senzor otáček BOSCH DF10

1 – multiplový kroužek (střída), 2 – měřící prvek, 3 – držák senzoru.

Pro snímací elementy se používají převážně Hallovy prvky a magneticko rezistentní prvky. Elementy s magnetickým odporem (magneticko-rezistentní prvky) jsou polovodiče, jejichž odpor závisí na magnetickém průtoku. Hallův element, využívá efekt, že se ve vodiči pod proudem s magnetickým polem vychylují nosiče nábojů. Mezi elementy se vytváří napětí, které je závislé na magnetickém toku procházejícím měřícím elementem. Napětí se dále upravuje v aktivním senzoru otáček.



Obrázek 47 Zapojení aktivního senzory otáček s Hallovým elementem

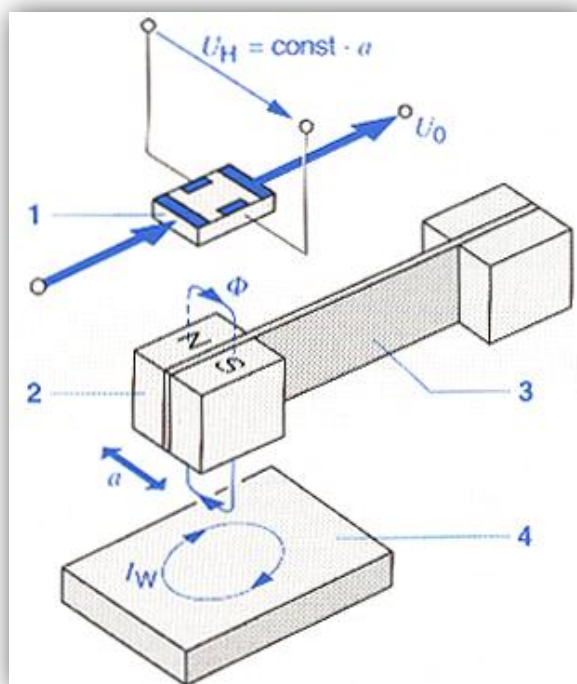
I_S – proud senzoru 7-14mA (napájení a signál), R_M – měřící odpor 115Ω, U_{RM} – měřící napětí 0,8-1,4V,
 U_V – napájecí napětí 7-20V, U_S – napětí senzoru.

Pro aktivní senzor otáček je typický místní zesilovač. Oba prvky – měřící element a zesilovač – jsou společně integrovány do tělesa senzoru. Dvoužilový kabel spojuje aktivní senzor s řídicí jednotkou. Potřebuje napájecí napětí mezi 7 a 20V. Otáčková informace se přenáší jako přiložený proud 7 a 14 mA podle polarity magnetu, na jednu z obou žil (napájecí napětí). Frekvence proudu je úměrná otáčkám kola. Forma přenosu jednou žilou kabelu s upravenými digitálními signály je méně náchylná na poruchové signály než forma u indukčního senzory otáček.

4.4 Senzor bočního zrychlení

Pro měření zrychlení se využívá fyzikální efekt, že na zrychlované těleso působí setrvačná síla. Pokud tato tělesa nejsou upevněna tuhou vazbou, ale „elasticky“, potom se při účinku síly posunují. Výchylka je měřítkem pro zrychlení.

Pro měření příčného zrychlení se obzvláště hodí Hallův senzor zrychlení. Tento systém tvořený pružinou, hmotností a magnetem se dá elektrodynamicky dobře tlumit (tlumení vířivými proudy); tím je možné potlačit nežádoucí vlastní kmitání.



Obrázek 48 Senzor bočního zrychlení podle Hallova principu

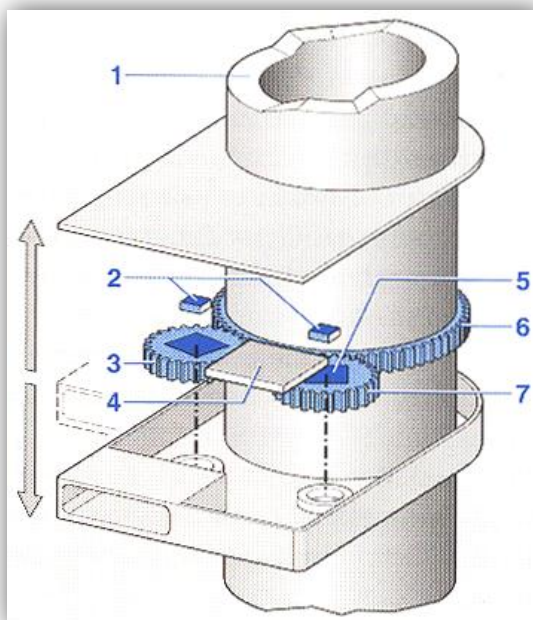
1 – Hallův snímač; 2 – permanentní magnet; 3 – pružina; 4 – tlumící destička; U_H – Hallovo napětí; U_0 – napájecí napětí; ϕ - magnetický tok; a – snímané boční zrychlení

4.5 Senzor úhlu natočení volantu

Senzor pro měření úhlů patří ke skupině pozičních senzorů. Podle úlohy měří pomocí kluzných kontaktů (např. potenciometr) nebo bezkontaktně (např. Hallův integrovaný obvod). Senzor úhlu natočení volantu má pracovní oblast $\pm 720^\circ$. Toleranční oblast musí být během celkové životnosti menší než odchylka $\pm 5^\circ$.

Na je senzor úhlu natočení volantu, který využívá fyzikální vlastnosti krystalu, který má v rozdílných směrech magnetické „tenké vrstvy“ (AMR-Anisotrop Magneto Resistiv = anizotropní magnetický odpor). Dva moduly AMR snímají otáčivé pohyby dvou ozubených kol, na kterých jsou umístěny magnety. Tato ozubená kola jsou poháněna přes ozubený věnec na hřídeli volantu.

Ozubená kola „pod“ AMR elementy mají rozdílné počty zubů, a tímto rozdílem počtu zubů je také dáno měřítko pro úhel otáčení volantu. Senzor je redundantní (samočinně se sledující) a pracuje ihned po přivedení napájecího proudu.



Obrázek 49 Princip senzory úhlu natočení volantu BOSCH LWS 3

1 – hřídel volantu, 2 – elementy AMR, 3 – ozubené kolo s m zubů, 4 – vyhodnocovací elektronika, 5 – magnety, 6 – ozubené kolo s $n > m$ zubů, 7 – ozubené kolo s $m + 1$ zubů.

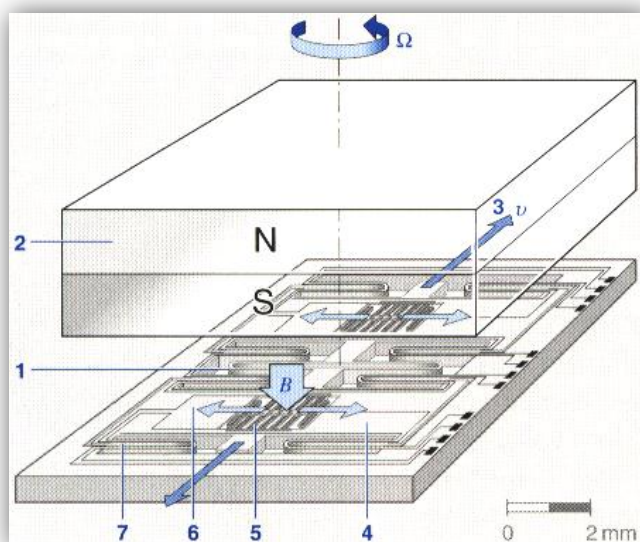
4.6 Senzor stáčivé rychlosti

Senzor stáčivé rychlosti snímá otáčivý pohyb vozidla kolem jeho svislé osy, např. při běžném zatáčení, ale také při vybočování nebo smyku. Přístroje k měření stáčivé rychlosti (otáčivé rychlosti) se označují jako gyrometry (gyroskopické přístroje). Princip snímání stáčivé rychlosti se zakládá na tom, že v pohyblivém systému vznikají přídavné síly (Coriolisovy síly). Pokud se v tomto systému nacházejí kmitající hmotné elementy, tak se systém začne otáčet, ovlivňuje se tento kmitavý pohyb. Když je kmitavý pohyb vyregulován

zpět do původního stavu, tak akční veličina nutná ke zpětné regulaci slouží jako měřítko pro stáčivou rychlost, protože se vzrůstající stáčivou rychlostí se musí také zvyšovat vratná veličina.

Regulace jízdní dynamiky dnes využívá mikromechanický senzor stáčivé rychlosti, v jehož skříni jsou sloučeny senzor stáčivé rychlosti a senzor příčného zrychlení. U tohoto mikromechanického senzory jsou buzena k protiběžnému kmitání dvě pružně uložená kmitavá tělesa, na nichž jsou umístěny senzory zrychlení, které působí příčně ke směru kmitání.

Pro ochranu prostředí je senzor hermeticky utěsněn a umístěn v kovové skříni naplněné dusíkem.

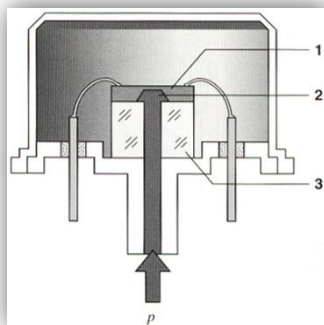


Obrázek 50 Mikromechanický senzor stáčivé rychlosti BOSCH MM

- 1 – člen určující kmitočet spojovacího členu, 2 – permanentní magnet, 3 – směr kmitání, 4 – podložka,
5 – senzor zrychlení, 6 – směr Coriolisova zrychlení, 7 – pružina, Ω - stáčivá rychlost, v – rychlost kmitání,
B – magnetická indukčnost.

4.7 Senzor tlaku

U senzorů tlaku se pro základ měření převážně používá tlakem podmíněné roztažení membrány.



Obrázek 51 Polovodičový senzor tlaku

1 – křemík, 2 – vakuum, 3 – sklo (pyrex), p – tlak.

Pro regulaci jízdní dynamiky je zapotřebí senzor, který vydrží vysoké hodnoty tlaku v hydraulickém systému (až 350 bar) a větší teplotní rozsah (umístění v motorovém prostoru). K tomu účelu se používá mikromechanický křemíkový snímací čip (polovodičový senzor tlaku, jehož výstupní signál se upravuje na desce s tištěnými spoji integrované do skříně senzoru.

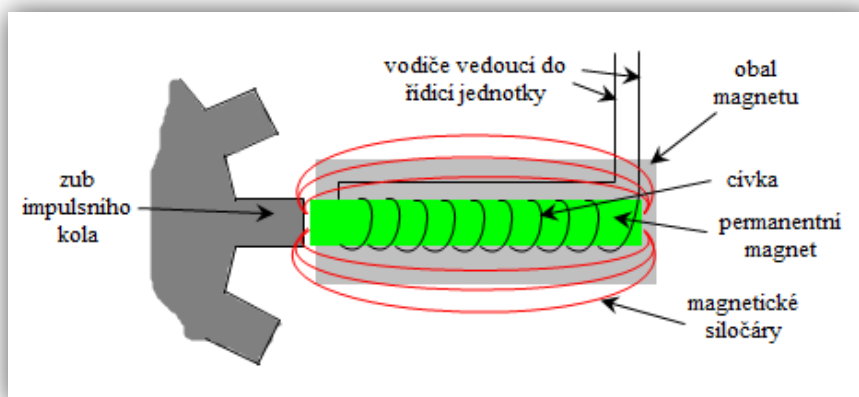
4.8 Senzory pro systém ABS

Hlavním senzorem je senzor **otáčení kola**, který snímá rychlost otáčení a tuto informaci předává řídicí jednotce ABS, která ji dále zpracovává.

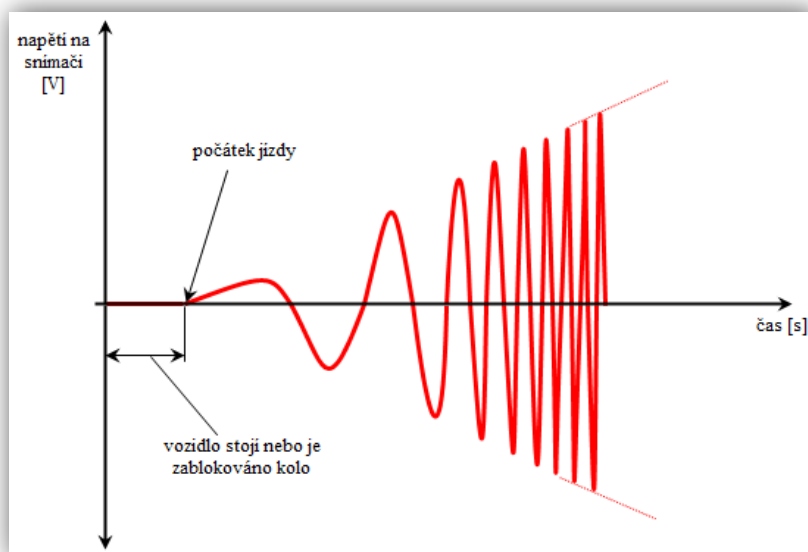
Máme dva typy tohoto senzoru a to:

- pasivní
- aktivní

Pasivní senzor se skládá z permanentního magnetu a cívky, která je spojena s řídicí jednotkou ABS. Senzor funguje tak, že se před magnetem otáčí ozubené impulzní kolo. Jakmile zub projde přes magnetické siločáry, přeruší magnetické pole a tím se indukuje v cívce střídavé (sinusové) napětí. Frekvence napětí je přímo úměrná rychlosti otáčení kola. Sinusové signály se v řídicí jednotce přeměňují a vypočítává se z nich okamžitá rychlost.



Obrázek 52 Schéma senzory otáčení kola



Obrázek 53 Schéma indukování napětí během otáčení kola

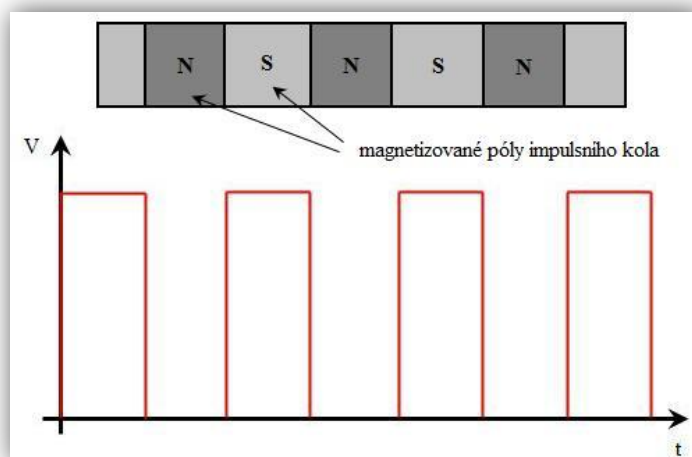
Aktivní senzory jsou založené na dvou odlišných konceptech:

- Hallův jev (proces generace Hallova elektrického pole v polovodiči za současného působení vnějšího elektrického i magnetického pole)
- magnetorezistence (závislost elektrického odporu na vnějším magnetickém poli)

Aktivní senzory jsou odlišné v impulzním kole otáčejícím se před senzorem. Je to v podstatě magnetizovaný více pólový kroužek upevněný k rotační části ložiska. Senzor posílá do řídicí jednotky konstantní amplitudu obdélníkových vln, kde se s rychlostí vozidla mění pouze vlnový kmitočet. Čím vyšší je rychlost vozidla, tím více se k sobě signály přibližují. Magnetizované póly impulsního kola vytvářejí signál a změny mezi vysokým a nízkým napětím. Toto znamená, že je signál čitelný i při nízkých rychlostech (0 km/h). Může se proto využít i pro jiné funkce a to např. pro protipokluzový systém (ASR), stabilizační systém nebo navigaci (GPS).

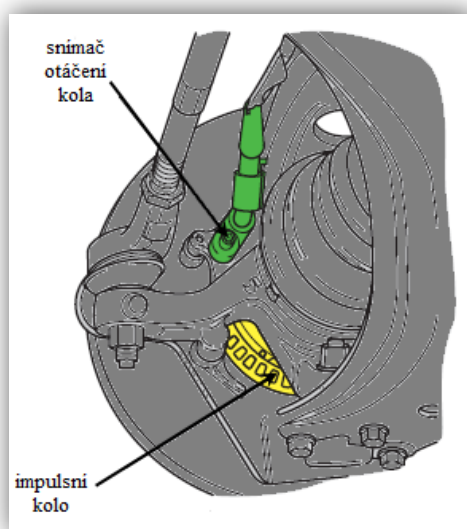


Obrázek 54 Detail aktivního senzory otáček



Obrázek 55 Amplituda obdélníkových vln u aktivního senzory otáčení kol

Senzor otáčení kola bývá zpravidla umístěn na každém kole vozidla, Jsou ale i typy systémů ABS, kde jsou senzory jen 3. A to jeden na každém předním kole a jeden společný pro zadní kola, který snímá otáčení hřídele v diferenciálu.



Obrázek 56 Uložení senzorů na předním kole

Při uložení samotného ozubeného impulsního kola se dnes můžeme setkat se třemi variantami. A to namontováním na vnější kroužek ložiska, s těsněním fungujícím jako impulsní kolo a těsněním majícím v sobě zalísované impulsní kolo. Senzor může být vůči impulsnímu kolu umístěn svisle nebo vodorovně.

5 PROTIBLOKOVACÍ SYSTÉM ABS, ASR, ESP



Čas ke studiu: 3 hodiny



Cíl Seznámíte se s systémy ABS, ASP, ESP

- Seznámíte se s přínosem ABS, ASP, ESP
- Seznámíte se s praktickou realizací
- Principy a možnostmi ABS, ASP, ESP



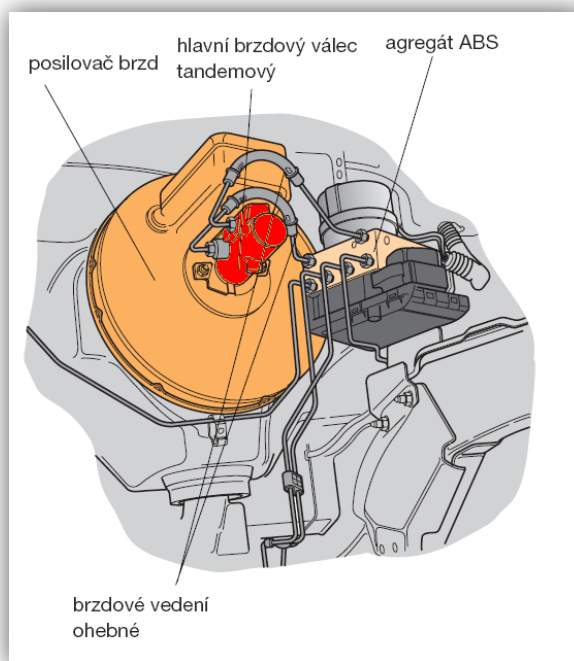
Výklad

Při nebezpečných jízdních vlastnostech jako je mokrá nebo kluzká vozovka, lekává reakce řidiče na nepředvídatelnou překážku nebo selhání jiných účastníků silniční dopravy, se může stát, že během působení brzdné síly na kola bez ABS se zablokují kola vozidla a toto vozidlo se poté stává neřiditelné a dochází ke smyku nebo vyjetí vozidla z jízdní dráhy. V těchto situacích zabraňuje blokování kol protiblokovací systém ABS (dále jen ABS) a tím zabezpečuje řiditelnost vozidla a podstatně snižuje riziko smyku. Díky ABS jsou v těchto kritických situacích (nouzové brzdění) tzv. vyhýbací manévry, které dokáží předejít čelním nárazům nebo vyjetí vozidla mimo vozovku.

Systém ABS pracuje následovně:

Systém ABS pracuje na principu redukce brzdného tlaku. Po celou dobu jízdy senzor otáček umístěný na každém kole zjišťuje aktuální rychlost (otáčení jednotlivých kol) a z rychlosti dvou diagonálně umístěných kol určuje tzv. **referenční rychlost**.

Při brzdění se odlišují rychlosti kol od rychlosti vozidla a nemohou již bez korekce sloužit k výpočtu referenční rychlosti. Řídicí jednotka si proto během fáze regulace vytváří referenční rychlost vycházející z rychlosti na počátku brzdění. Tuto rychlost porovnává s aktuální rychlostí každého kola a zjišťuje tak neustále zrychlení, zpomalení či prokluz každého kola. Informaci předává do elektronické řídicí jednotky (vyhodnocovací počítač) a ta ji na základě stanovených mezí vyhodnotí a zareaguje na ni. Pokud klesne aktuální rychlost kola pod stanovenou mez oproti referenční rychlosti, vydá řídicí jednotka impuls, bez ohledu na polohu brzdového pedálu, do hlavního brzdového válce. Ten reguluje tlak oleje v brzdovém kolovém válci. Jakmile poklesne brzdý tlak a kolo se roztočí, hlavní brzdový válec tlak opět zvýší a kolo přibrzdí. Toto se provádí až několikrát za sekundu do rychlosti 4km/h, kdy se systém ABS sám odpojí nebo do chvíle, kdy řidič přestane působit na brzdový pedál.



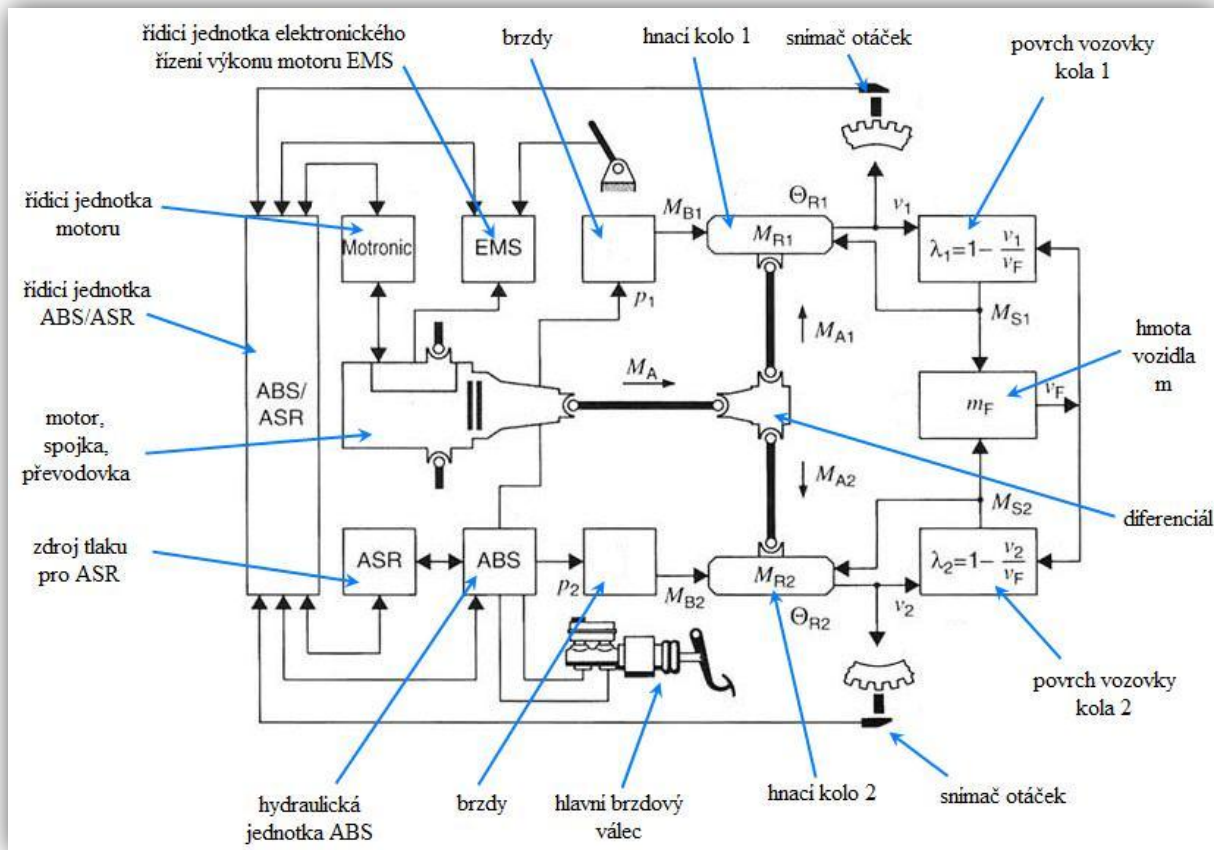
Obrázek 57 Systém ABS

Moderní systém ABS oproti starším, kdy ABS fungovalo jen na předních kolech, pracuje na všech kolech automobilu (bez ohledu na to zda se jedná o kotoučové brzdy nebo brzdy bubnové) a systém funguje s větší pracovní frekvencí.

Dalším rozšířením systému ABS je protiprokluzová regulace ASR a elektronická stabilizace jízdy ESP.

5.1 Protiprokluzová regulace ASR

Nejen při brzdění, kdy se ztrácí adhezní vlastnost pneumatik, tak také při prudké akceleraci mají kola automobilu vlastnost proklouznout a tudíž nepřenášet žádnou boční sílu. Proto při jakémkoliv vnějším popudu (např. bočním větrem, nakloněním vozovky nebo jízdou v zatáčce) dochází ke smyku vozidla. Díky tomuto problému se inženýři začali zabývat otázkou protiprokluzového zařízení, které omezuje sílu přenášenou na kola podle aktuálních adhezních podmínek. Systém regulace prokluzu má především za úlohu zajistit stabilitu a říditelnost vozidla při zrychlení. Schéma systému ASR je znázorněno na obrázku.



Obrázek 58 Schéma systému ASR

System ASR pracuje nasledovne:

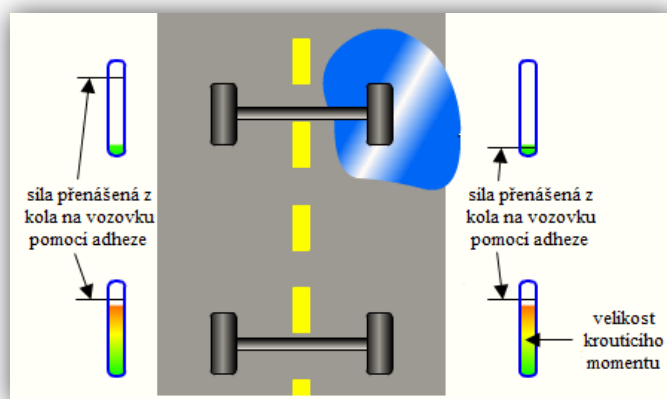
Při akceleraci přenášejí kola vozidla krouticí moment na vozovku. Pokud je adheze dostatečně vysoká, automobil zrychluje, aniž by prokluzovala kola. Ovšem, může taky nastat situace, kdy bude krouticí moment příliš velký a kola začnou prokluzovat (např. při rozjezdu na sněhu, na mokré vozovce, při vjezdu do kaluže). Tím se stává vozidlo směrově nestabilní. V tuto chvíli začne pracovat ASR tak, že sníží krouticí moment přenášený na kola na takovou míru, kdy se přenáší největší možný výkon bez prokluzu kol. Ke snížení krouticího momentu může dojít 3 způsoby:

- Elektronickým snížením dodávky paliva do motoru, změnou předstihu a tím i snížením výkonu.
- Přibrzděním prokluzujících kol.
- Kombinací obou způsobů.

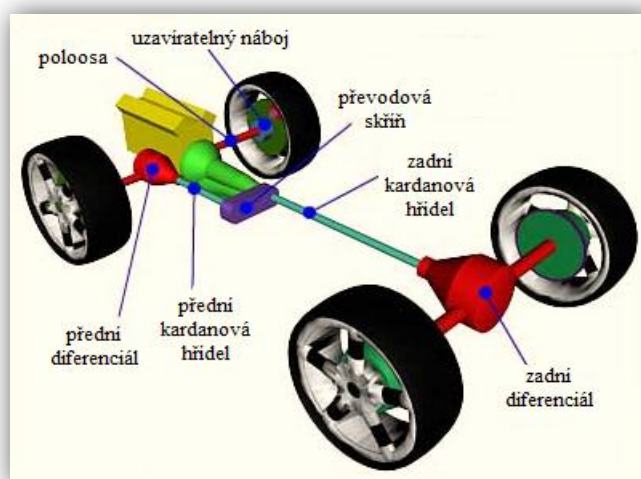
Systém ASR také reaguje na změnu otáček kola projíždějícího přes kaluž. Uvedu příklad, kdy je automobil vybaven pohonem 4x4 s otevřenými diferenciály.

Kolo se při vjezdu do kaluže začne protáčet. Senzor otáček hlásí aktuální rychlost a řídicí jednotka ji porovná s referenční rychlostí. Je-li aktuální rychlost kola různá než je stanovená mez, řídicí jednotka vydá impuls, který na kolo, nacházející se v kaluži, přenesení minimální krouticí moment (M_k a trakce kola je minimální). Druhé kolo nápravy, které se v kaluži nenachází, se začne pouze odvalovat. (M_k je minimální, velikost trakce se nemění). Po

průjezdu kaluží, kdy se kolo opět roztočí na stejnou rychlost jako je referenční, zvýší se jak M_k , tak i trakce na původní hodnotu.



Obrázek 59 Porovnání velikostí krouticího momentu na přední a zadní nápravě vozidla při průjezdu kaluží



Obrázek 5.60: Schéma pohonu 4x4

Kontrola činnosti: Každý automobil, který je vybaven systémem ASR, má i kontrolku tohoto systému na palubní desce, která se rozsvítí, má-li systém nějakou závadu. Při otočení klíče do polohy „1“ se na palubní desce rozsvítí a po pár vteřinách zhasne. Toto dává řidiči informaci, že je systém v pořádku. Kdyby byl ale systém jakkoli porouchán nebo jej řidič sám vypne, dá znamení řidiči v podobě rozsvícení této kontrolky.

Historie systému ASR: Takzvaný omezovač proklouznutí (Positraction) můžeme nazvat předchůdcem moderních systémů regulace trakce, který byl vyvinut pro vysoce výkonné momenty pohonu u automobilů, které měly přenášený krouticí moment na zadní kola (např. závodní automobily, formule, atp.). Jako první začala tyto protiprokluzové systémy pod zkratkou ASR (Anti Skid Regulation) používat automobilka Mercedes-Benz v polovině osmdesátých let. Historické prvenství v zavedení takového zařízení do konstrukce sériově vyráběného vozidla patří firmě Volvo, která v roce 1982 na voze Volvo 760 představila zařízení ETC (Elektronic Traction Control), tedy elektronickou regulací hnací síly.



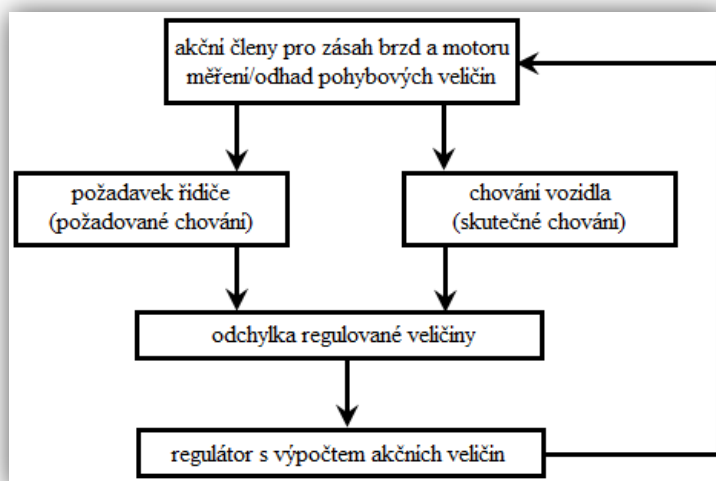
Obrázek 61 Volvo 760

Z důvodu velmi dobrých provozních zkušeností s regulací ABS se v poslední době rychle rozšiřuje protiprokluzový systém ASR. Tato regulace, celkově složitější než systém ABS, byla vyvinuta do sériové dokonalosti a je schopna podstatně více zvýšit jízdní bezpečnost. Jelikož je stavba systému ABS a ASR velmi podobná, je vývojovým trendem společná regulace ABS/ASR.

Dalším rozšířením systému ASR je tzv. elektronická stabilizace jízdní dynamiky pod zkratkou ESP.

5.2 Elektronická stabilizace jízdy ESP

Při jízdě vozidla existují určité hraniční oblasti, kde je vozidlo již velmi těžce ovladatelné. Často jsou tyto kritické situace nezkušenými řidiči špatně odhadnuty, a dochází tak, např. díky silným pohybům volantem, ke smyku vozidla. Toto pomáhají zvládnout systémy regulace dynamiky jízdy ESP přibrzděním daného kola, snížením výkonu motoru a tím snížení přenášeného krouticího momentu.



Obrázek 62 Základní blokové schéma ESP

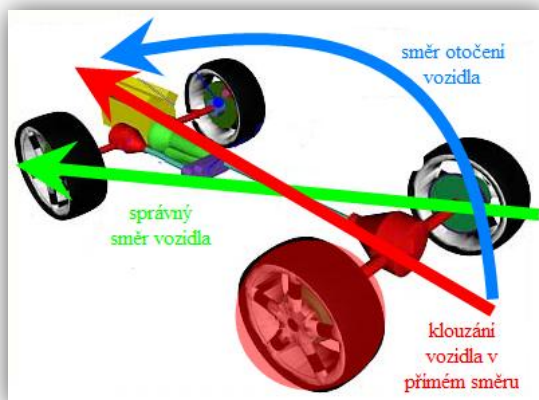
Systém ESP je určitým rozšířením systémů ABS a ASR. ABS a ASR samostatně umožňují ovládat skluz nebo prokluz pneumatiky pouze v podélném směru vozidla. Díky ESP a systému ASMS regulují skluz pneumatiky nejen v podélném, ale také v příčném směru. ESP a ASMS

zvyšují stabilitu vozidla ve stopě při průjezdu zatáčkou a zároveň snižují nebezpečí smyku při brzdění, zrychlení a při volném pohybu vozidla. Tyto systémy stability vozidla vyžadují velmi výkonnou elektroniku a senzory.

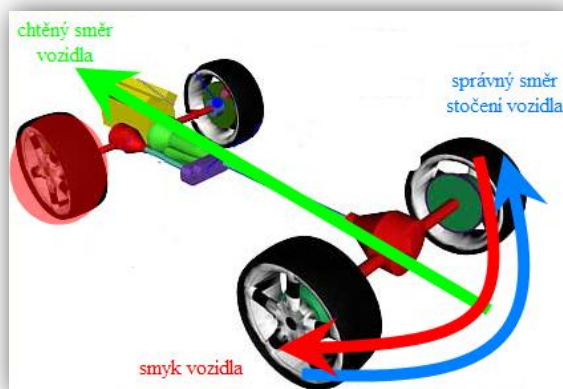
Systém ESP funguje následovně:

Systém ESP se skládá ze senzorů otáček na každém kole, senzory natočení volantu a senzory dostředivého zrychlení. Z těchto senzorů jsou odesílány aktuální informace do řídicí jednotky a ta dokáže odhadnout, zda se vozidlo nepohybuje ve smyku.

Pro ukázkou uvedu příklad: Řidič vozidla spatří před sebou překážku a prudce otočí volantem doleva ve snaze se překážce vyhnout. Senzor natočení volantu spolu se senzorem rotace vozidla odešlou informaci do řídicí jednotky a ta ve zlomku sekundy vyhodnotí tuto situaci jako smyk (klouzání vozidla v přímém směru – červená šipka) a přibrzdí zadní levé kolo. Vozidlo se proto rychle stočí doleva (modrá šipka ukazuje směr otočení vozidla a zelená uvažovaný směr pohybu vozidla). Při zpětném natočení volantu doprava, kdy se chce řidič opět vrátit do původního směru, má ale zad' vozidla schopnost předjetí (následuje smyk). Řídicí jednotka systému ESP situaci opět vyhodnotí jako smyk a tentokrát přibrzdí levé přední kolo a vozidlo se srovná. Červená šipka naznačuje smyk zádi vozidla, modrá šipka její správné stočení a zelená již správný směr pohybu vozidla.



Obrázek 63 Přibrzdění levého zadního kola a stočení vozidla doleva



Obrázek 64 Přibrzdění levého předního kola a zabránění smyku

5.3 Realizace ABS, ASP, ESP

Hydraulická jednotka

Hydraulická jednotka převádí příkazy řídicí jednotky a řídí, nezávisle na řidiči, přes magnetické ventily brzdné tlaky v kolech. Vytváří hydraulické propojení mezi hlavním brzdovým válcem a brzdovými válečky kol. Hydraulická jednotka je umístěna buď přímo v motorovém prostoru u starších verzí, nebo je přímo v jednom celku s řídicí jednotkou ABS.



Obrázek 65 *Hydraulická jednotka BOSCH ABS*

1 – čerpadlo zpětné dodávky, 2 – magnetické ventily (vstupní a výstupní), 3 – řídicí jednotka s elektromagnetickými cívkami.

Čerpadlo pro zpětnou dodávku

Samonasávací čerpadlo pro zpětnou dodávku dopravuje při snižování tlaku brzdovou kapalinu od brzdových válečků přes zásobník, popř. tlumicí komoru, zpět do hlavního brzdového válce a vytváří tak dostatečný zdroj energie pro další brzdění.

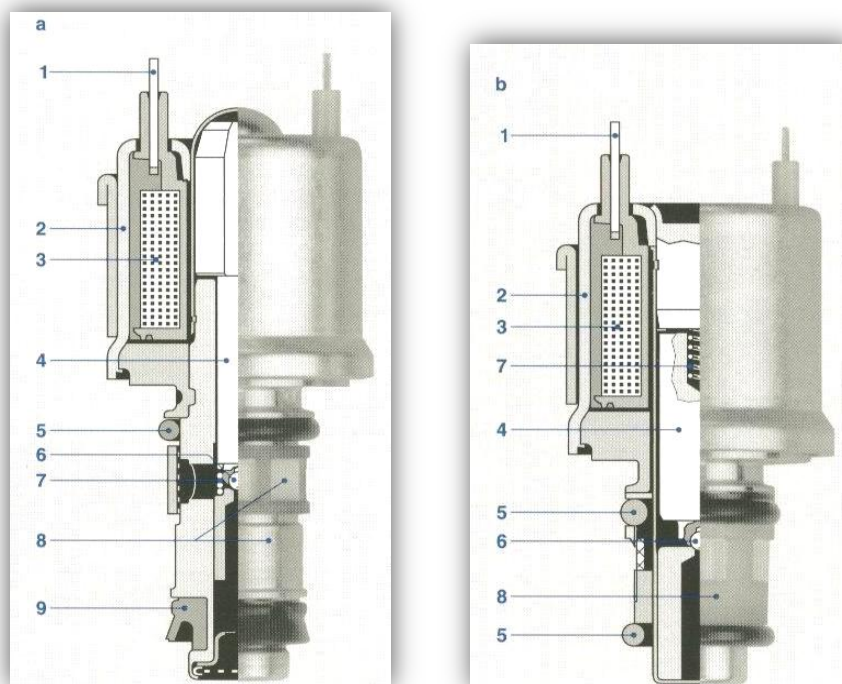
Zásobník a tlumicí komora

Zásobník plní úlohu rychlé absorpce náhle vzniklého přebytku brzdové kapaliny při fázi snižování tlaku. Tlumicí komory tlumí tlaková kmitání hydraulického systému a snižují tím zpětné účinky na brzdový pedál. Kromě toho snižují úroveň hluku.

Magnetické ventily

V horní části hydraulické jednotky jsou umístěny čtyři páry ventilů (vstupní a výstupní) u 4-kanálového systému ABS. U systému 4-kanálové verze rozdělené do brzdového okruhu X – diagonální rozdělení, je v každém okruhu bržděno jedno přední a k němu diagonálně ležící

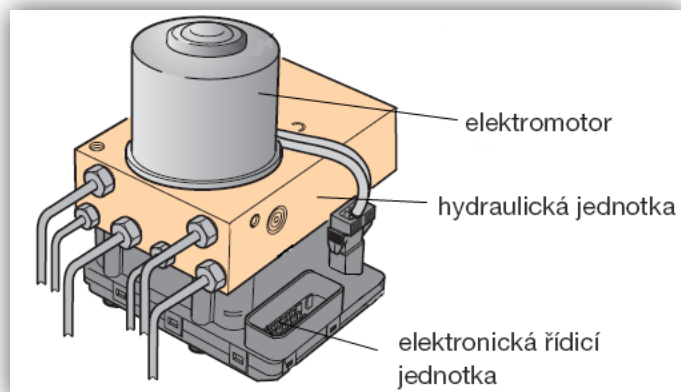
kolo zadní. Magnetické ventily provádějí modulaci tlaku v brzdových válečcích během regulace ABS.



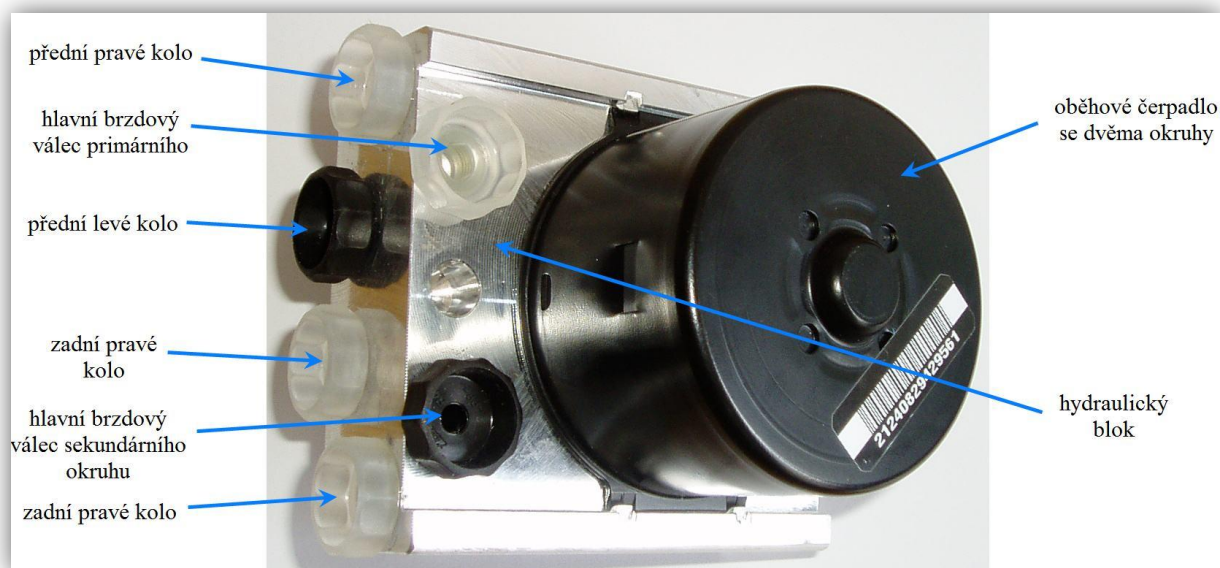
Obrázek 66 Magnetické ventily 4-kanálového systému ABS

a – vstupní ventil, b – výstupní ventil, 1 – elektrický přívod, 2 – kryt magnetického obvodu, 3 – cívka, 4 – ventil vedení, 5 – těsnicí kroužek, 6 – kulička ventilu, 7 – hlavní pružina, 8 – filtr, 9 – manžeta zpětného ventilu.

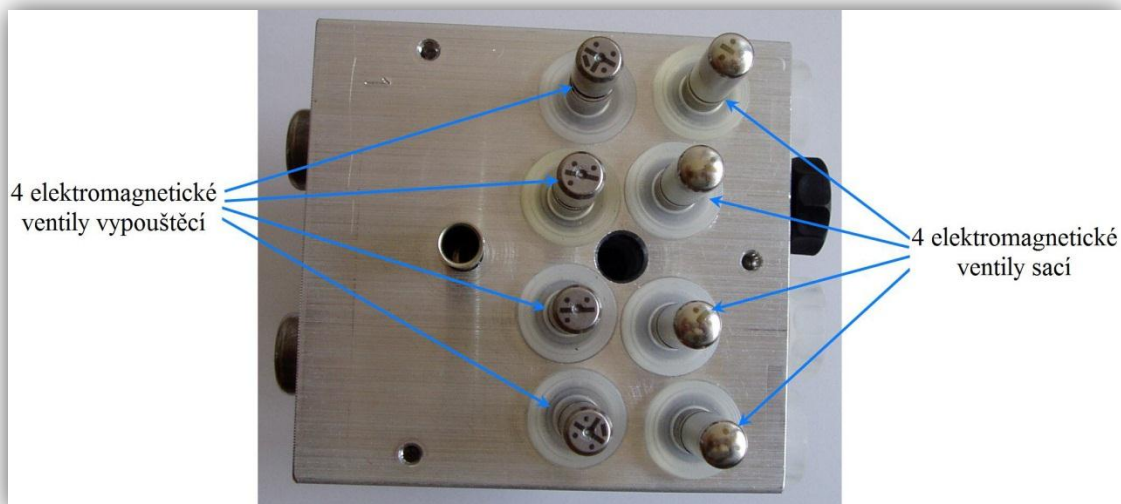
Mezi jeden z nejdůležitějších senzorů (akčních členů) systému ABS patří **agregát ABS**. Je složen z 3 částí a to z elektromotoru, hydraulické jednotky a elektronické řídicí jednotky. Tento systém vlastně dává celkově systému ABS sílu potřebnou k brzdění a podle pokynů řídicí jednotky jej požadovaně rozdělí na všechna 4 kola automobilu. Elektromotor agregátu nám vyvíjí tlak v hydraulické jednotce obsahující brzdovou kapalinu. Tento tlak elektronická řídicí jednotka rozdělí mezi 4 kola, přičemž je neustále sledování zpoždění kol na přední a zadní nápravě. Jestliže by byly brzdné tlaky na zadní nápravě příliš vysoké, dojde elektromagnetickými ventily hydraulické jednotky k redukci brzdného tlaku. Tím nedojde k přebrzdění zadní nápravy a vyvarování se tak následného smyku vozidla.



Obrázek 67 Agregát ABS

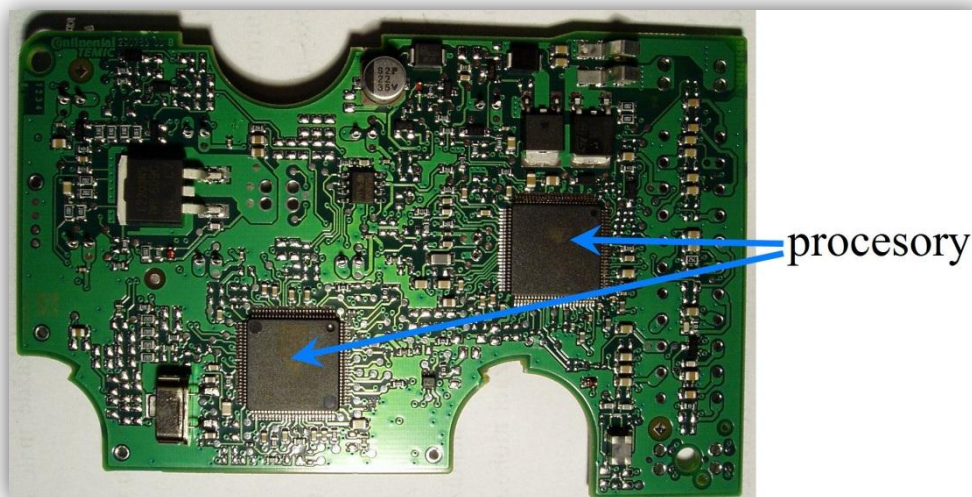


Obrázek 68 Pohled na agregát ABS shora



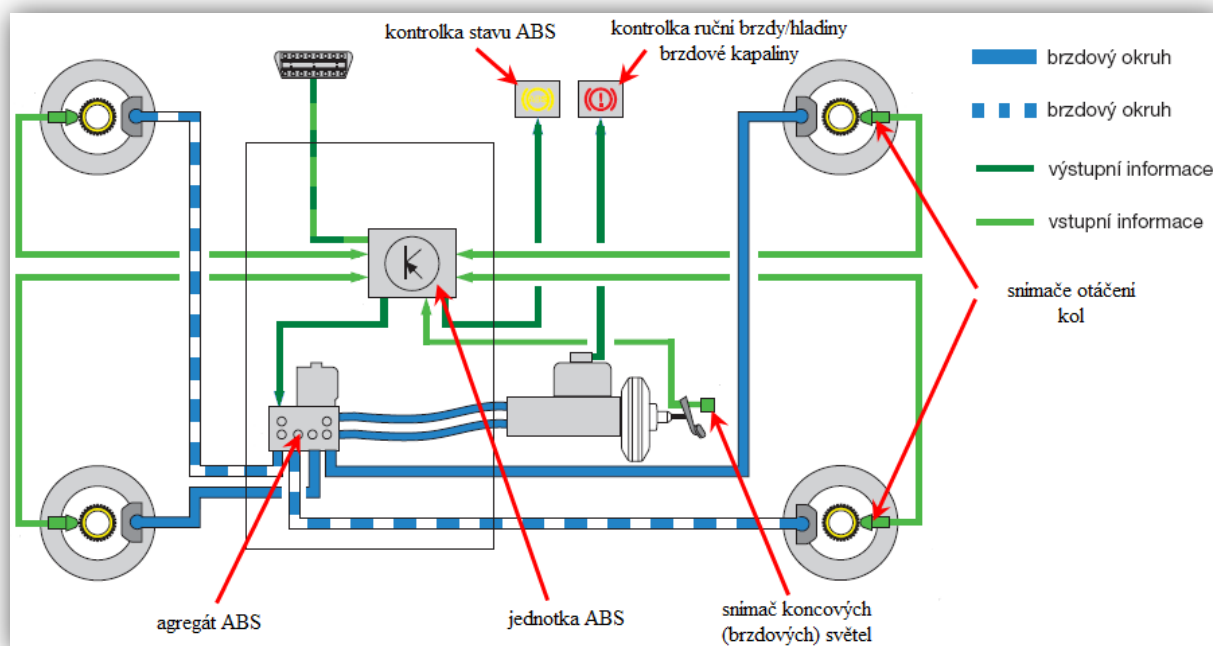
Obrázek 69 Pohled na agregát ABS zespodu

Řídicí jednotka ABS je uložena v plastovém pouzdře, které je zataveno a tím chráněno proti vlhkosti a vniknutí nečistot. Skládá se ze dvou mikroprocesorů, které provádí své výpočty podle vlastní časové základny (krystalové hodiny). Tento systém má výhodu v tom, výsledky výpočtu obou procesorů jsou vzájemně kontrolovány. Tyto výsledky (normálně shodné) jsou přenášeny do dvou komparátorů, které tyto výsledky ověřují na shodu. Každý z obou procesorů může systém dočasně nebo i trvale vyřadit z provozu.



Obrázek 70 Řídicí jednotka ABS

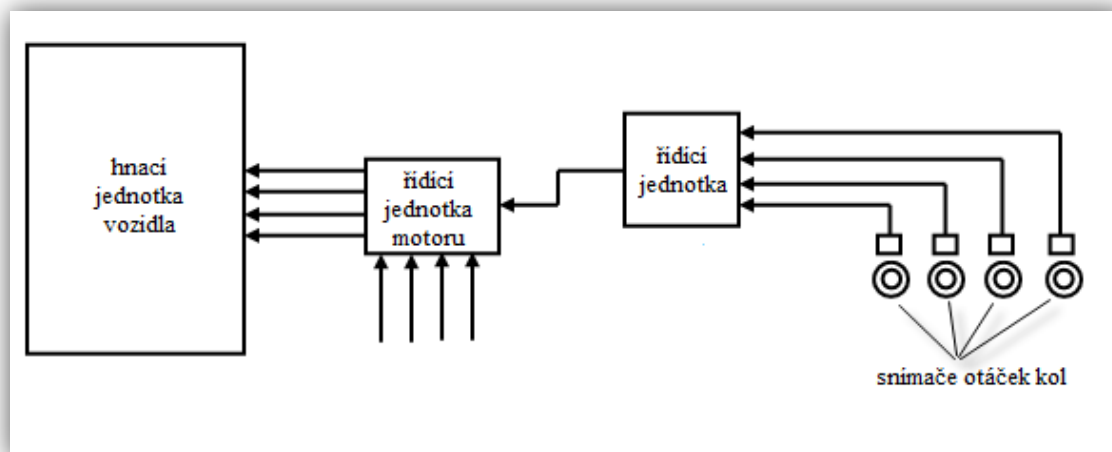
Mezi další senzor u systému ABS patří **spínač koncových brzdových světel** umístěný na brzdovém pedálu. Toto slouží pro sepnutí brzdových světel v momentu, kdy řidič sešlápne pedál a dává tak znamení řidiči za sebou o svém počínání. Zároveň je tento signál veden do řídicí jednotky ABS, bez kterého by mohla vyhodnotit zpoždění kola způsobené nerovností vozovky, jako brzdění.



Obrázek 71 Celkové rozložení vedení senzorů a brzdového vedení v automobilu

Senzory pro systém ASP

Jelikož systém ASR je určitým softwarovým rozšířením systému ABS, mají tudíž stejné senzory a princip jejich činnosti je uveden výše.



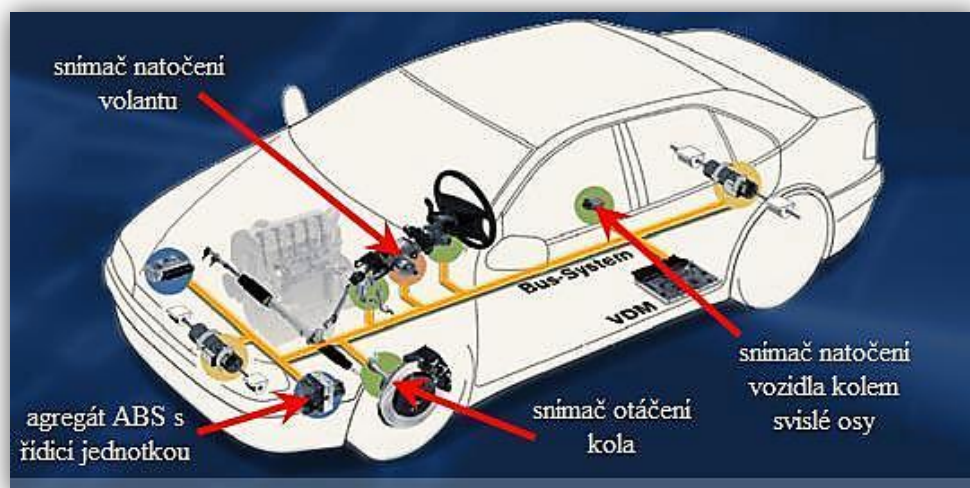
Obrázek 72 Princip elektronické regulace hnací síly ETC

Senzory pro systém ESP

Tak jako systém ASR je i systém ESP určitým softwarovým rozšířením systému ABS, ale oproti ABS má 2 senzory navíc a to:

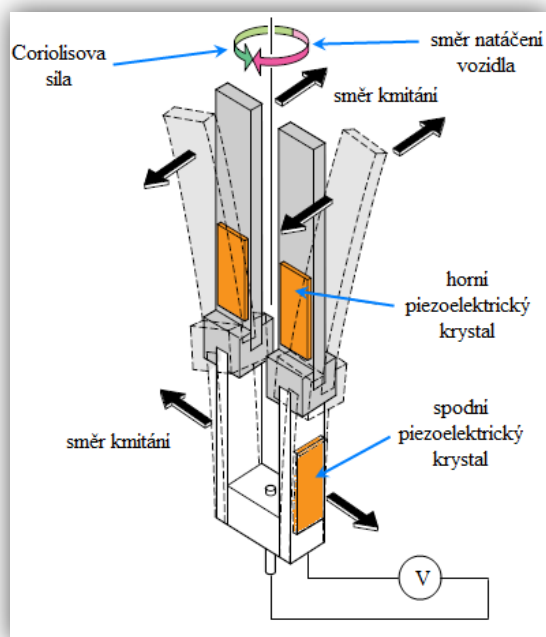
- Senzor rotace vozidla kolem svislé osy, který vyhodnotí vychýlení vozidla z dráhy.

- Senzor natočení volantu.



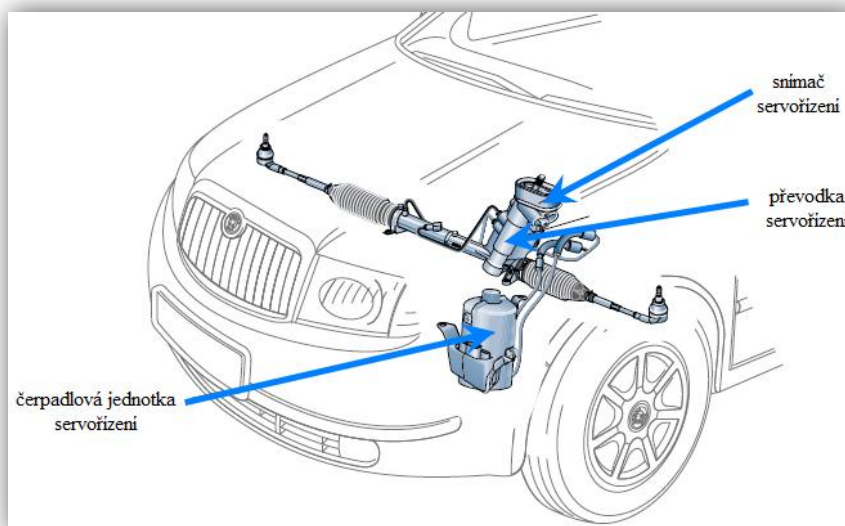
Obrázek 73 Rozmístění jednotlivých senzorů pro systém ESP v automobilu

Senzor rotace kolem svislé osy (senzor úhlů) připomíná tvarem ladičku hudebních nástrojů. Raménka tohoto senzory tvoří 2 kmitavá tělesa, na kterých jsou přilepeny 2 dvojice piezoelektrických krystalů. Spodní a horní piezoelektrické krystaly. Při zapnutí zapalování začnou kmitat spodní krystaly a kmitání se přenáší na obě raménka. Jakmile vozidlo vjede do zatáčky – změni směr jízdy, začne na kmitající raménka působit tzv. Coriolisova síla. Tato síla má opačný směr než otáčení vozidla kolem svislé osy a začne deformovat doposud jen stranově kmitající raménka. Deformace ramének způsobuje rozkmitání horních piezoelektrických krystalů, ve kterých se vytváří napětí a toto napětí je odesláno do řídicí jednotky jako signál, která jej vyhodnotí jako změnu směru vozidla. Raménka jsou deformovaná po dobu průjezdu zatáčkou. Při přímém směru vozidla nevzniká žádná Coriolisova síla, tudíž nejsou raménka deformovaná.



Obrázek 74 Senzor rotace kolem svislé osy

Senzor natočení volantu, se nachází na hřídeli volantu. Sám dává informace jednotce servořízení o rychlosti natočení volantu a také o jaký úhel. Prakticky jsou to dva potenciometry, které na sobě nezávisle měří úhel natočení volantu. Nezávisle proto, aby byla vyloučena chyba během snímání.

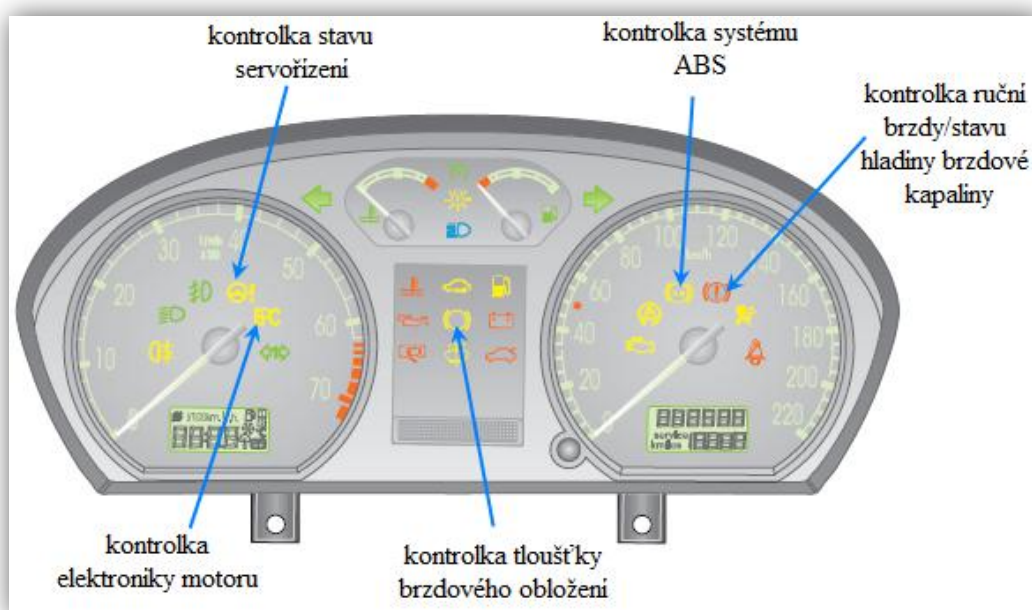


Obrázek 75 Schéma uložení řídicího ústrojí

5.4 Diagnostika funkcí ABS, ASR a ESP

Jako většina moderních systémů a prvků v automobilech musí mít i prvky systémů ABS, ASR a ESP svou diagnostiku, která dokáže určit, která z komponent systému nepracuje správně nebo vůbec. Tyto výsledky se zapisují do permanentní paměti řídicí jednotky a pracovník v servisním středisku po připojení vozidla k počítači dostane veškeré záznamy o poruchách a závadách daného systému nebo prvku.

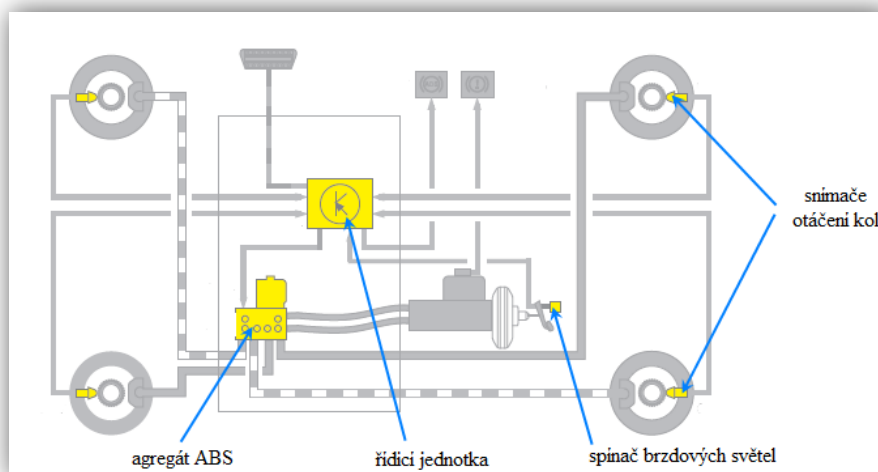
Ovšem řidič užívající vozidlo nemá přístup k takto získaným informacím. Proto je pro řidiče na palubní desce vozidla umístěno několik kontrolkek upozorňujících na závadu systému, ať už se jedná o systém ABS, ASR, ESP či dokonce stav brzdové kapaliny, stav funkčnosti airbagů a v moderních vozech dokonce i kontrolku stavu hladiny kapaliny pro ostřikovače a velikost tlaku vzduchu v pneumatikách.



Obrázek 76 Pohled na panel přístrojů Škody Fabia

Vlastní diagnostika automobilu elektricky sleduje:

- Signály senzorů a čidel.
- Aktivaci akčních členů.
- Kontrolu řídicí jednotky.



Obrázek 77 Barevné vyznačení elektricky sledovaných čidel a akčních členů

Pokud nastane porucha a systém ABS nemůže pracovat správně, automaticky se odpojí z činnosti a dá znamení řidiči rozsvícením dané kontrolky. Ovšem funkčnost brzd není nijak narušena, jen do brzdného efektu již nezasahuje protiblokovací systém a nemůže tudíž předejít zablokování kol a smyku vozidla.

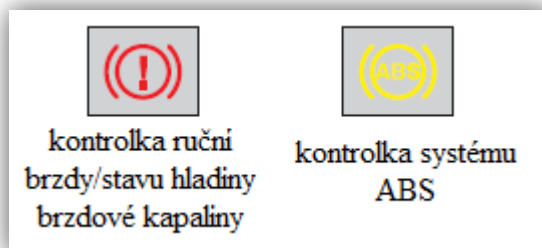
Popis diagnostiky

Jakmile řidič chce nastartovat vozidlo (pootočí klíčem v zapalování do polohy I), počítač (řídící jednotka) provede inicializaci a kontrolu vnitřních obvodů. Dále je aktivováno bezpečnostní relé, kde je přivedeno napětí na elektromagnetické ventily hydraulického bloku ABS a počítač je připraven k regulaci. Kontrolu elektromagnetických ventilů provádí počítač tak, že na ně přivede impulsy, které vysílá mimo frekvenční rozsah. Překročení napájecího napětí vyvolá:

- při zvýšeném napájení přerušení napájecího relé,
- při sníženém napětí přerušení regulace brzdění.

Počítač také sleduje propojení se senzorem otáčení kol, kde dokáže detekovat zkrat nebo přerušení obvodu. Jestliže překročí frekvence senzory hodnotu 2400 Hz, detekuje toto počítač jako chybu senzoru, odpojí systém ABS a dá řidiči signál o závadě rozsvícením kontrolky na palubní desce. Další možnosti detekce chyby senzory otáčení kol je, pokud rychlost nejpomalejšího kola klesne pod 6 km/h a rychlost nejrychlejšího kola překročí hodnotu 20 km/h. Při tomto druhu poruchy je přerušeno napájení bezpečnostního relé a kontrolka na palubní desce se rozsvítí.

Počítač sleduje senzory otáčení kol po celou dobu jízdy. Pokud je rychlost nejpomalejšího kola menší o více než 60% vůči rychlosti kola nejrychlejšího (rychlost vozidla je větší než 40 km/h), je opět přerušeno napájení bezpečnostního relé a kontrolka na palubní desce se rozsvítí.



Obrázek 5.78: Kontrolky umístěné na palubní desce

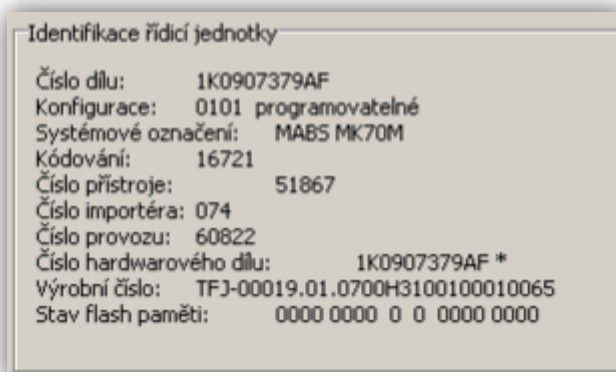
Během provozu mohou nastat 3 situace, kdy systém:

- pracuje správně
- má částečnou poruchu a je dále v provozu
- má vážnou poruchu a je automaticky odstaven z činnosti.

Podmínky vyřazení systému z provozu:

- příliš nízké napájecí napětí
- detekce závady na elektromagnetických ventilech
- závada na senzoru otáčení kol
- zkrat na bezpečnostním relé
- porucha shody výsledků obou procesorů na řídicí jednotce
- zvýšené napájecí napětí

Když servisní technik napojí vozidlo na diagnostiku, diagnostika sama rozpozná druh systému a typ řídicí jednotky. Řídicí jednotka, ve které jsou uloženy veškeré chyby a údaje o funkčnosti systému, odešle tyto informace technikovi na monitor diagnostiky. Ten na základě popisu vady vadu vyhodnotí, zda se jedná o vadu sporadickou (vada se objevila, ale opět se ztratila) nebo vadu závažnou, kde je už třeba například vyměnit senzor nebo prvek systému.



Obrázek 5.79: Identifikace systému a řídicí jednotky

Paměť chyb			
4 chyby uložena			
287	Rear right speed sensor -G44		člen, na kterém se vada projevila
0010 1000	unplausible signal		popis vady
	conditions met		
	sporadic		typ vady
	Warning lamp off		
778	Steering angle sender -G85		
0010 0100	no signal/no communication		podmínka nálezu vady
	conditions met		
	sporadic		
	Warning lamp off		kontrolka stavu prvku vypnutá
1314	Engine Control Module (ECM)		
0010 0100	no signal/no communication		
	conditions met		
	sporadic		
	Warning lamp off		
1317	Control unit in dash panel insert -J285		
0010 0100	no signal/no communication		
	conditions met		
	sporadic		
	Warning lamp off		

Obrázek 5.80: Výčet chyb, které odeslala řídicí jednotka diagnostice

6 KOMUNIKACE MEZI ŘÍDICÍMI JEDNOTKAMI V AUTOMOBILECH



Čas ke studiu: 3 hodiny



Cíl Seznámíte se s přenosem informací po sběrnici CAN

- Seznámíte se s sběrnici CAN
- Diagnostikou sběrnice CAN
- Přenosem dat
- SW programy pro sběrnici CAN



Výklad

V důsledku zvyšujících se nároků na bezpečnost jízdy, nízký obsah škodlivin ve výfukových plynech, malou spotřebu a jízdní komfort, začalo se v automobilech využívat elektronických systémů. Každému elektronickému systému v automobilu přísluší digitální řídicí jednotka. Stále se zvyšující množství informací mezi řídicími jednotkami má pro celkový systém vozidla nesmírný význam. Aby i přesto zůstala elektrická a elektronická část vozidla přehledná a na prostor nenáročná, používají se v automobilech pro tyto účely datové sběrnice neboli Fieldbus.

6.1 Sběrnice CAN

CAN (Controller Area Network) je sériová sběrnice, která byla vyvinuta v 80. letech dvacátého století firmou Robert Bosch, pro použití v automobilech. Jelikož přední výrobci integrovaných obvodů implementovali podporu protokolu CAN do svých produktů, dochází ke stále častějšímu využití tohoto protokolu i v různých průmyslových aplikacích. Důvodem všestranného využití sběrnice CAN je především nízká cena, snadné nasazení, spolehlivost, vysoká přenosová rychlost a snadná rozšiřitelnost

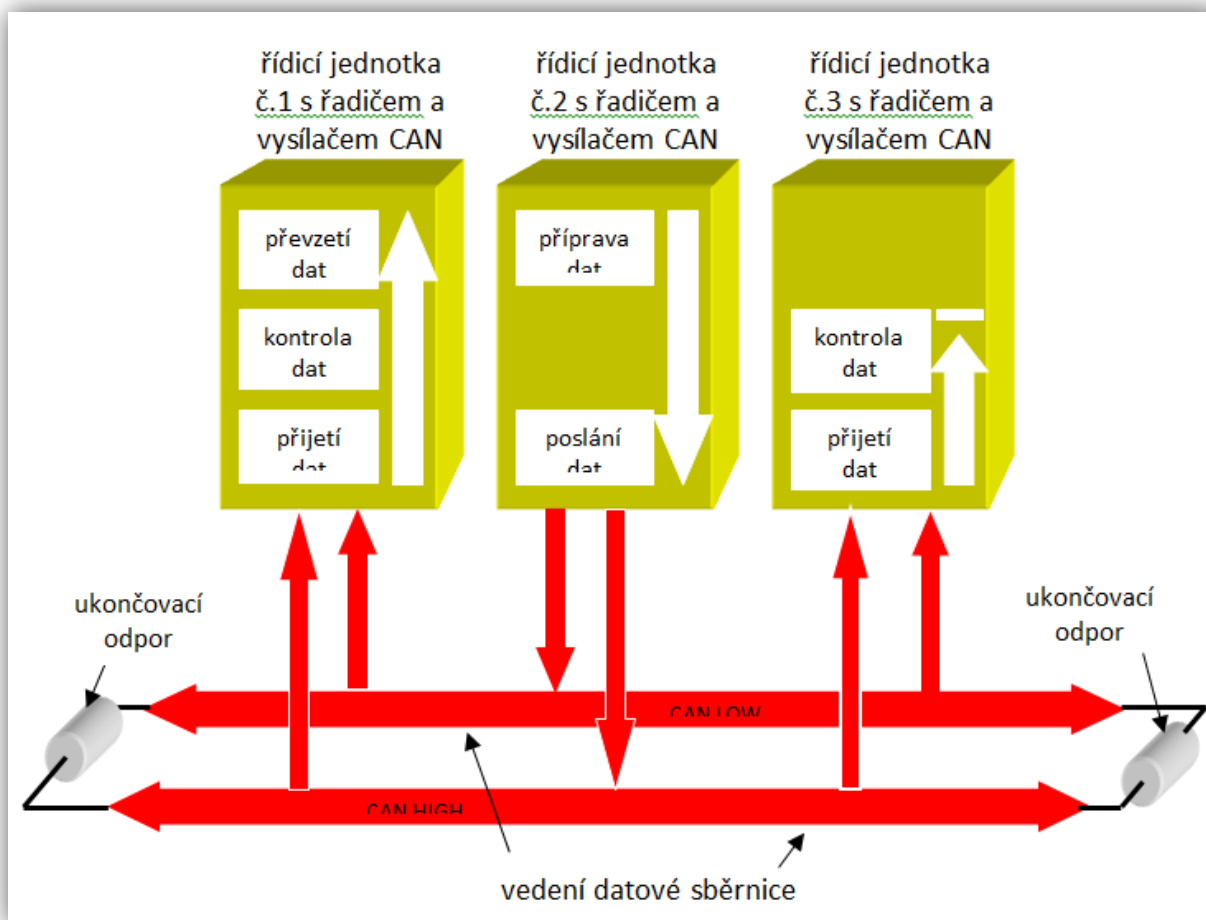
První nasazení sběrnice CAN v automobilech proběhlo v roce 1991 v Mercedes Benz třídy S. Pro zajímavost, ŠKODA AUTO použila poprvé sběrnici CAN v komfortním systému vozu Octavia v roce 1996. V dnešní době se sběrnice CAN stává nenahraditelnou součástí všech automobilů.

Vlastnosti sběrnice CAN

CAN je sériový komunikační protokol definovaný normou ISO 11898 umožňující distribuované řízení systémů v reálném čase s maximální rychlostí přenosu 1 Mbit/s a vysokou mírou zabezpečení proti chybám. Jedná se o protokol typu multi-master, kde každý uzel sběrnice může být master a řídit tak chování jiných uzlů. Není tedy nutné řídit celou síť z jednoho nadřazeného uzlu, což přináší zjednodušení řízení a zvyšuje spolehlivost (při poruše jednoho uzlu může zbytek sítě pracovat dál). Pro řízení přístupu k médium je použita sběrnice s náhodným přístupem, která řeší kolize na základě prioritního rozhodování. Po sběrnici probíhá komunikace mezi dvěma uzly pomocí zpráv (datová zpráva a žádost o data), a management sítě (signalizace chyb a pozastavení komunikace) je zajištěn pomocí dvou speciálních zpráv (chybové zprávy a zprávy o přetížení).

Zprávy vysílané po sběrnici protokolem CAN neobsahují žádnou informaci o cílovém uzlu, kterému jsou určeny, a jsou přijímány všemi ostatními uzly připojenými ke sběrnici. Řídicí jednotky sami prověřují, zda jsou přijatá data pro jejich činnost potřebná či nikoliv. Jsou-li přijatá data pro řídicí jednotku potřebná, převezme je a dále je zpracuje. V opačném případě řídicí jednotka nereaguje.

Fyzicky je sběrnice tvořena dvěma kroucenými izolovanými vodiči s označením CAN H (CAN High) a CAN L (CAN Low). Konce datové sběrnice jsou ukončeny odpory o hodnotě 120 Ω , které zabraňují, aby se jednou již poslaná data vracela z konců sběrnice zpět a zkreslovala data nová. Komunikace je s menší odolností proti rušivým vlivům nouzově možná i po jednom kabelu. Každé zařízení, které je připojeno na sběrnici CAN obsahuje vlastní řadič, který vysílá a přijímá zprávy ze sběrnice.



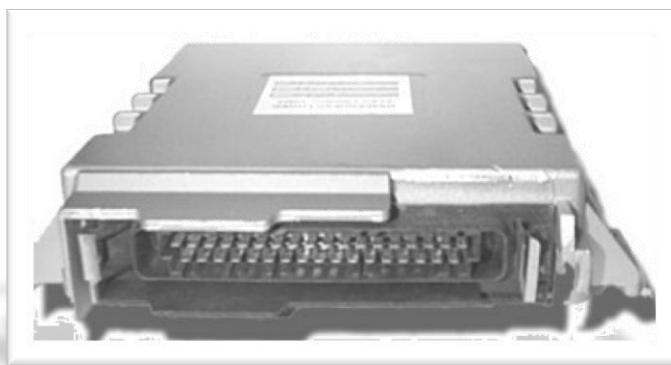
Obrázek 81 . Průběhy datového přenosu.

Fyzické přenosové médium

Základním požadavkem na fyzické přenosové médium protokolu CAN je, aby realizovalo funkci logického součinu. Standard protokolu CAN definuje dvě vzájemně komplementární hodnoty bitů na sběrnici – dominant a recessive, které jsou definovány rozdílovým napětím vodičů CAN H a CAN L.

Pravidla pro stav na sběrnici jsou jednoduchá a jednoznačná. Vysílají-li všechny uzly sběrnice recessive bit, pak na sběrnici je úroveň recessive. Vysílá-li alespoň jeden uzel dominant bit, je na sběrnici úroveň dominant. Příkladem může být optické vlákno, kde stavu dominant bude odpovídat stav svítí a recessive stav nesvítí.

Dle nominálních úrovní uvedených v normě je pro úroveň recessive velikost rozdílového napětí $V_{diff} = 0 \text{ V}$ a pro úroveň dominant $V_{diff} = 2 \text{ V}$. Jednotlivá zařízení jsou na sběrnici připojena pomocí konektorů, nejčastěji jsou používány konektory D-SUB.



Obrázek 82 . D-SUB konektor u řídicí jednotky motoru.

Ke sběrnici může být teoreticky připojen libovolný počet uzlů, ale prakticky, s ohledem na zatížení sběrnice, je počet připojených uzlů podstatně nižší, uvádí se kolem 64 na segment. Garantovaný čas pro přenos zprávy s vysokou prioritou je při rychlosti 1 Mbit/s menší než 134 μ s. Dosažitelný je ovšem pouze na vzdálenosti do 40m. S rostoucí vzdáleností rychlost prudce klesá, takže na 1,2km činí již 70 kbit/s. Sběrnice CAN však byla navržena pro použití v automobilech, kde jsou zprávy přenášeny na malé vzdálenosti.

Základní typy zpráv

Specifikace protokolu CAN definuje čtyři typy zpráv. První dvě se týkají datové komunikace po sběrnici. Jednak datová zpráva, která představuje základní prvek komunikace uzlů po sběrnici, a dále pak zpráva na vyžádání dat, kdy uzel žádá ostatní účastníky na sběrnici o zaslání požadovaných dat. Datová zpráva umožňuje vyslat na sběrnici 0 až 8 datových bajtů. Pro jednoduché příkazy uzlům (např. příkazy typu vypni/zapni) není nutné přenášet žádné datové bajty (význam příkazu je dán identifikátorem zprávy), což zkracuje dobu potřebnou k přenosu zprávy a zároveň zvětšuje propustnost sběrnice, zvláště pak při silném zatížení. Zpráva na vyžádání dat je vysílána uzlem, který požaduje zaslání potřebných dat. Odpovědí na tento požadavek je odeslání požadovaných dat uzlem, který má tato data k dispozici. Poslední dvě zprávy (chybová zpráva a zpráva o přetížení) slouží k managementu komunikace po sběrnici, konkrétně k signalizaci detekovaných chyb, eliminaci chybných zpráv a vyžádání prodlevy v komunikaci.

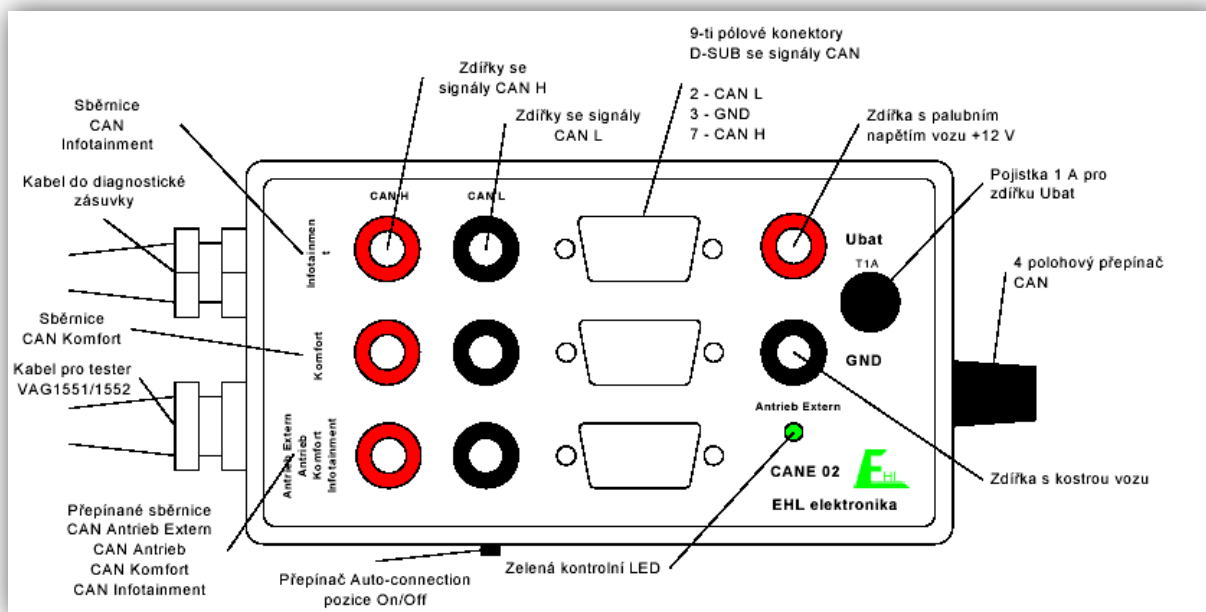
Datová zpráva

Protokol CAN používá dva typy datových zpráv. První typ je definován specifikací 2.0A, v literatuře označovaný jako standardní formát zprávy (Standard Frame). Specifikace 2.0B definuje oproti 2.0A navíc tzv. rozšířený formát zprávy (Extended Frame). Jediný podstatný rozdíl mezi oběma formáty je v délce identifikátoru zprávy, která je 11 bitů pro standardní formát a 29 bitů pro rozšířený formát. Pokud je použitým radičem podporován protokol 2.0B, mohou být na jedné sběrnici používány oba typy zpráv.

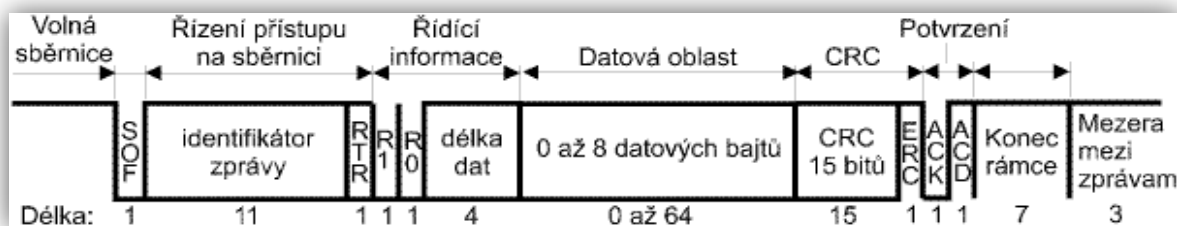
Vyslání datové zprávy je možné pouze je-li sběrnice volná (stav Bus Free). Jakmile uzel, který má zprávu připravenou k vyslání, detekuje volnou sběrnici, začíná vysílat.

6.2 Přenos dat po sběrnici CAN

Monitorováním a diagnostikou vozu se zabývá spousta firem. Na fakultě mi byl poskytnut hardware od firmy EHL elektronika, která se touto problematikou zabývá již řadu let, konkrétně přístroj CAN interface. CAN Interface slouží pro připojení sběrnice CAN Antrieb na diagnostickou zásuvku (signály CAN Antrieb Extern) pro vozy ŠKODA Fabia a také pro vyvedení sběrnice CAN Antrieb, Komfort a Infotainment z diagnostické zásuvky na čelní panel CAN Interface.



Obrázek 83 Rozložení a popis prvků CAN Interface



Obrázek 84 Datová zpráva podle specifikace CAN 2.0A.

Obsluha CAN Interface

- Kabel s diagnostickým konektorem připojíme do diagnostické zásuvky vozu.
- Pokud není přepínač v poloze CAN Antrieb Extern, pak je elektronika odpojena a na spodním konektoru a zdičkách je připojena sběrnice CAN odpovídající poloze přepínače. Přepínač slouží k tomu, aby nebylo nutné neustále přepojovat kabel mezi jednotlivými sběrnici CAN, pokud je chceme střídavě sledovat.

- V polohách přepínače CAN Antrieb/Komfort/Infotainment je možné bez omezení používat tester VAG1551/1552 zapojený na příslušný kabel a konektor.
- Pokud přepínač přepneme do polohy CAN Antrieb Extern a přepínač Auto-connection je v poloze On, dojde k zapnutí vestavěné elektroniky, která začne připojovat CAN Antrieb na CAN Antrieb Extern. Pro úspěšné připojení musí být zapnuto zapalování.

Připojení probíhá tak, že se zkontroluje přítomnost zpráv na CAN Antrieb Extern. Pokud zde zprávy nejsou, přepne se diagnostické K-vedení z výstupního kabelu pro tester směrem na vestavěnou elektroniku (dlouze pípne bzučák a zelená kontrolka LED nesvítí), elektronika vykoná potřebnou sekvenci, přepne zpět diagnostické K-vedení a cyklus se vrací na kontrolu zpráv na CAN Antrieb Extern. Pokud na CAN Antrieb Extern jsou zprávy zjištěny, rozsvítí se zelená kontrolka LED a dvakrát krátce pípne bzučák. Po vypnutí zapalování se sběrnice CAN Antrieb Extern odpojí.

USB CAN interface

Další hardware, který byl využit pro dokončení realizace připojení je USB CAN interface, který zajišťuje komunikaci mezi notebookem a CAN Interface. Důležitou součástí výše



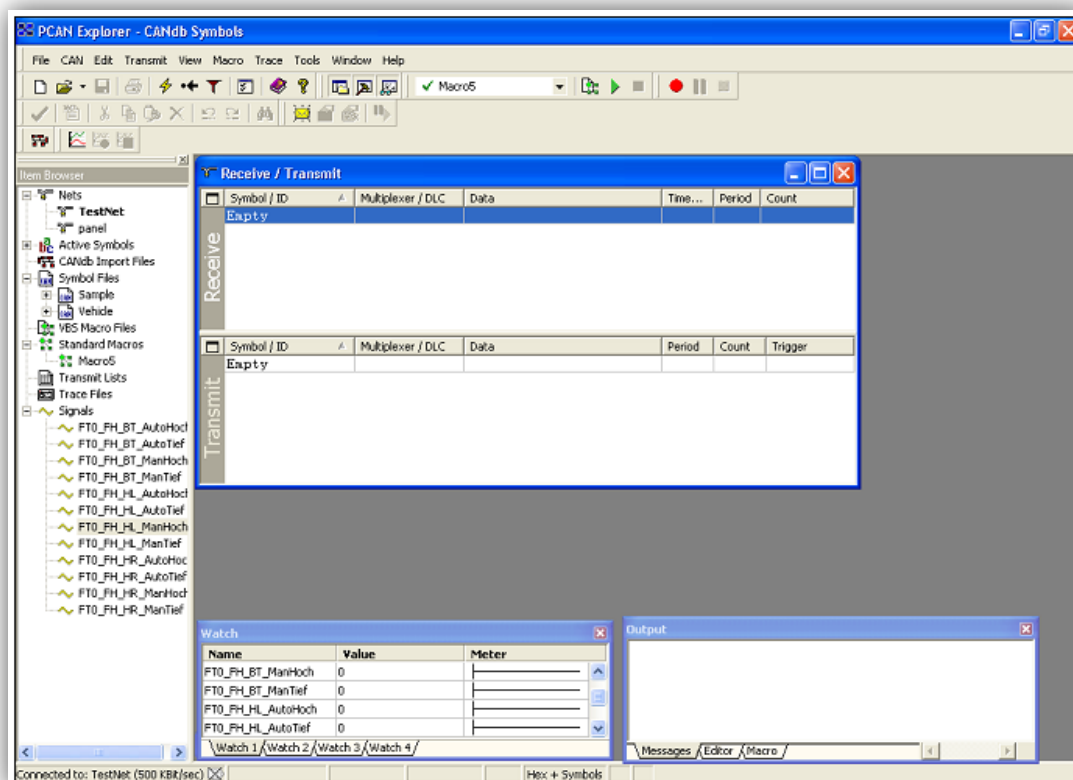
uvedených hardwarů je také komunikační software.

Obrázek 85 USB CAN interface.

PCAN Explorer

Je univerzální program pro monitorování a analýzu komunikace na CAN sběrnici. Vychází z PCAN systémů od firmy PEAK-System Technik GmbH. Jeho jádro se skládá ze systému Windows a VxD řadiče, který umožňuje komunikaci v reálném čase s CAN sběrnici a Windows. PCAN Explorer nabízí tyto možnosti:

- zobrazovat všechny zprávy s ID, jejich velikost a datové bajty v Receive záložce (počet přijatých zpráv se stejným ID a časový rozdíl mezi naposledy přijatou zprávou)
- monitorovat komunikaci na CAN
- zasílat pevně zvolené zprávy v nastavených intervalech nebo po stisknutí klávesy
- ukládat omezenou část komunikace do textového souboru pro pozdější analýzu
- nahradit identifikátory a data jejich slovními zkratkami, definice je pak uložena v souboru, který lze vytvořit v textovém editoru podle zadaných pravidel
- vytvářet makra pro vykonávání složitějších sledů operací



Obrázek 86 Obrazovka softwaru PCAN Explorer.

Dialogové okno Receive list přijímá všechny datové zprávy vysílané přes CAN sběrnici od doby posledního restartu. Zprávy jsou seřazeny vzestupně podle ID CAN tak, že zprávy s nejvyšší prioritou jsou první. Transmit list obsahuje všechny zprávy poslané od CAN Exploreru jako reakci na různé události od CAN bus. Zprávy jsou v seznamu ve stejném pořadí jak jsou vygenerovány uživatelem nebo makerem. Stejná zpráva se může v seznamu objevit i několikrát (např. zprávy se stejnými ID, ale různými daty).

6.2.1 Posílání zpráv programem PCAN Explorer

Způsoby, jak vytvořit a poslat zprávu jsou dva:

- pomocí funkce MAKRO
- pomocí dialogového okna

Makra

PCAN Explorer umožňuje nastavení jednoduchých příkazů k nejvíce užívaným funkcím. Tyto příkazy se nazývají Makra. Makra umožňují kontrolovat přijímané a vysílané zprávy.

Mohou být použity u následujících úkolů:

- zasílání několika zpráv jediným stisknutím klávesy
- odesílání zpráv v daných časových intervalech
- reagovat při přijetí zpráv

Při spuštění PCAN Exploreru dojde k načtení všech maker, které jsou umístěny v adresáři určeném pro makra. Seznam všech načtených maker lze vidět v ikonovém menu. Soubor pro uložení makra má příponu *.mcr. Soubor, ve kterém se definují makra musí mít předepsanou syntaxi a formát. PCAN Explorer má v sobě omezený editor pro tvorbu makra. Jazyk pro tvorbu maker je podobný jazyku VBA (Visual Basic for Application).

Posílání zpráv pomocí dialogového okna

Dialogové okno nám umožňuje editaci nebo vytvoření nové zprávy. Toto okno otevřeme pomocí ikony nebo přes nabídku Transit – New message.



Obrázek 87 Obrazovka při posílání pevně zvolených zpráv.

- **Symbols** – Zobrazuje všechny databáze, které jsou nahrané a mohou být vybrané k poslání na sběrnici. Tento záznam se zobrazuje vždy na začátku pole. Není-li nahrána žádná databáze, objeví se pouze záznam „<custom message>“, není možný žádný výběr.
- **Multiplexer** – Informuje zda nahrána databáze obsahuje multiplexer.
- **ID (HEX)** – Zde zadáváme ID, které chceme poslat.
- **DLC** – Určuje počet datových slabik (1-8).
- **Data** – Pole pro zadávání významu posílané zprávy.

- **Period** – Udává časový interval v milisekundách, za který má být zpráva poslána. V opačném případě je zpráva posílána jen ručně nebo jako odpověď na přijatou zprávu nebo vzdálený rámec.
- **Extended Frame** – Po označení je umožněno editování také 29 bitové CAN-ID.
- **Remove Request** – Umožňuje poslat vzdálený rámec.
- **Paused** – Zpráva je posílána periodicky, po stisku „paused“ je přenos přerušen. Pokud je zpráva vybrána, pokračuje přenos později.

U posílání zpráv pomocí dialogového okna máme nevýhodu v tom, že můžeme poslat pouze jednu zprávu s jednou adresou. U editor makeru máme mnohem více možností.

6.2.2 Realizace připojení a poslání zprávy po sběrnici CAN

Posledním úkolem bylo vytvoření zprávy, která po zaslání po sběrnici CAN otevře nebo zavře elektricky ovládané okno. Před samotným naprogramováním makra se musíme nejdříve připojit na sběrnici CAN komfort podle obrázku

Nejprve zapojíme kabel do diagnostické zásuvky vozu a jeho opačný konec připojíme přes USB CAN interface do notebooku. Dále je potřeba připojit se pomocí krouceného vodiče na CAN komfort vozu, kterou najdeme např. ve sloupku A (sloupek u sedadla řidiče). Vyvedené konce vodičů CAN L a CAN H zapojíme do příslušných zdířek USB CAN interface. Posledním krokem je pootočení polohovatelného přepínače u USB CAN interface do polohy CAN komfort.



Obrázek 88 Realizace připojení na sběrnici CAN komfort u vozu Škoda Fabia.

Po tomto připojení se nám v PCAN Explorer zobrazí okno s adresami CAN komfort sběrnice vozu.

ID	DLC	Data	Time...	Period	Count
151h	4	00 59 90 C9		101	11812
181h	2	00 00		20	45
271h	2	07 80		100	11842
351h	7	00 00 00 03 00 84 84		100	11842
353h	6	00 00 00 56 00 00		98	11842
371h	2	C3 80		200	5921
381h	5	00 0F 00 A4 00		100	7556
3B5h	5	00 00 00 08 00		100	11813
3E1h	6	20 FF 16 00 00 00		100	11873
400h	6	01 01 00 00 00 00		240	4740
401h	6	02 01 00 00 00 00		240	4743
402h	6	03 01 00 00 00 00		240	4741
403h	6	0C 01 00 00 00 00		241	4741
40Ch	6	00 01 00 00 00 00		239	4746
551h	1	01		200	5921
571h	2	84 00		499	2368
591h	3	00 01 1B		200	5953
5D1h	2	00 00		199	5921
601h	1	00		200	5907
621h	3	32 2F 80		100	11842
635h	3	00 FF 00		200	5921
651h	6	80 32 42 80 17 41		499	2368
653h	3	04 00 14		499	2369
659h	8	57 0C 00 0F 10 00 00 00		500	2368

Obrázek 89 Výpis adres sběrnice CAN komfort.

6.2.3 Tvorba zprávy pro ovládání elektrického stahování oken

Vytvoření zprávy umožňující ovládání elektrického stahování oken znamená zjistit si adresu ovládacího panelu zajišťujícího tuto funkci, tzn. udělat experimentální měření. Pokud tedy chceme zjistit adresy řídicí jednotky dveří řidiče, je potřeba po určitých intervalech zapínat a vypínat tlačítko pro otevírání okna. Toto měření provádíme několik sekund. Po skončení si data pro možnost dalšího zkoumání uložíme do souboru. Sledujeme adresu, u které se nám pravidelně mění stejná data, tzn. otevření a zavření okna. Po takto provedeném měření bylo zjištěno, že hledaná adresa je 181h. Tato adresa obsahuje tři datové bajty, které slouží pro ovládání oken a zámků. Nás zajímají čtyři stavy, ke kterým jsme po experimentálním měření přiřadili jednotlivé bajty, u nichž lze po převedení na bity určit konkrétní bit ovlivňující danou funkci:

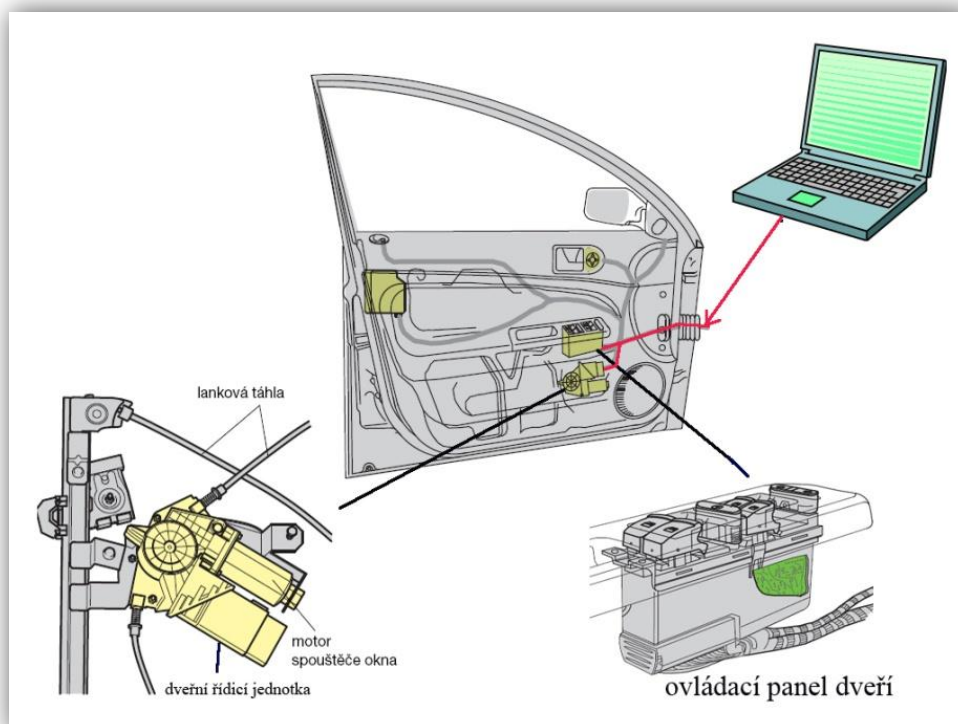
- automatické otevření (181h 2h 10h 0h) – 5 bit
- automatické zavření (181h 2h 40h 0h) – 7 bit
- manuální otevření (181h 2h 08h 0h) – 4 bit
- manuální zavření (181h 2h 20h 0h) – 6 bit

Pozn. Tyto hodnoty se týkají elektrického stahování okna u spolujezdce.

Posledním krokem je vytvoření zprávy v editoru maker, která bude mít pro automatické otevření a zavření okna následující tvar, (Tab. 1).

Tab. 1. Tvar zpráv pro automatické otevření a zavření okna.

automatické otevření	automatické zavření
send 181h 2h 10h 00h; waitKey '%o'; repeat; end	send 181h 2h 40h 00h; waitKey '%c'; repeat; end

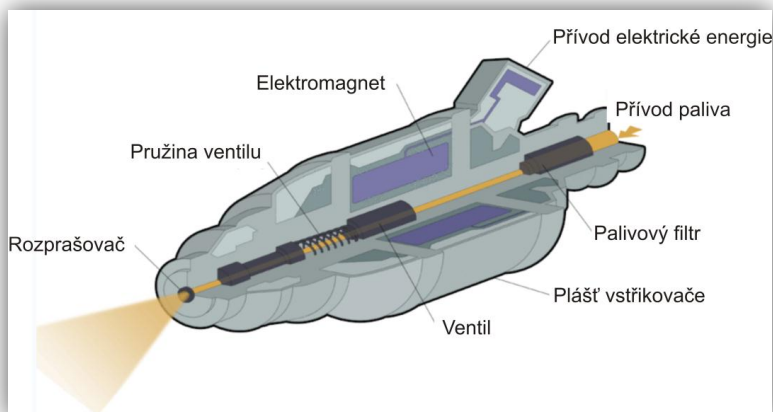


Obrázek 90 Znáznornění cesty vyslané zprávy po sběrnici CAN

Po spuštění makra nastane následující situace, PCAN Explorer pošle signál ovládacímu panelu o změně polohy tlačítka (tzn., přepne z logické nuly na logickou jedničku). Ovládací panel předá tuto informaci řídicí jednotce dveří, která ji vyhodnotí a pokud je zpráva v pořádku, vyšle tento signál do motorku ve dveřích, který rozpohybuje lanková táhla ovládající okno.

6.2.4 Požadavky na činnost řídicí jednotky motoru

Řízení vstřikování paliva - Řídicí jednotka určuje množství vstřikovaného paliva z několika parametrů. Jakmile dojde k sešlápnutí plynového pedálu, pootevře se škrticí klapka. To umožní přístup většího množství vzduchu do motoru, což řídicí jednotka okamžitě vyhodnotí a zvýší množství vstřikovaného paliva. Do motoru je vstřikováno různé množství paliva v závislosti na zátěži motoru, na teplotě nasávaného vzduchu a na teplotě motoru (kontrola teploty chladicí kapaliny). Například pokud není motor po startu dostatečně prohřátý, je vstřikováno větší množství paliva. Tento efekt je u některých vozidel doprovázen charakteristickým zvukem motoru, ten má záměrně snížený výkon až do doby, kdy se zahřeje na provozní teplotu.



Obrázek 91 - Vstřikovací tryska a sací potrubí

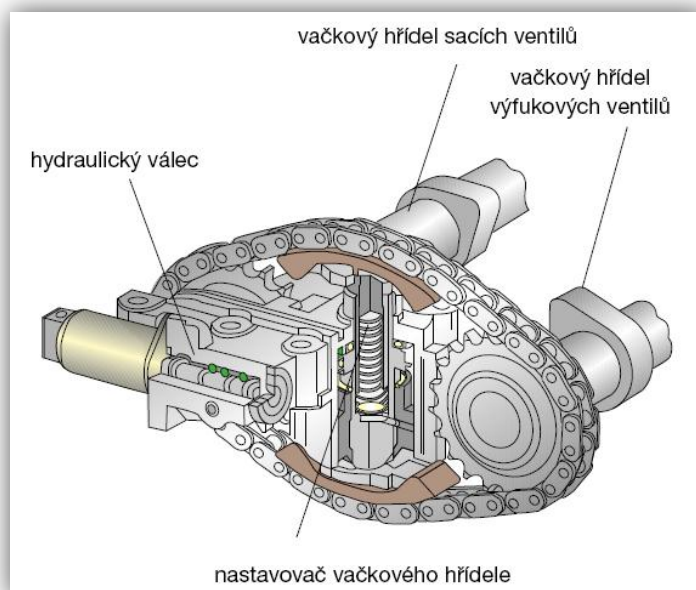
Kontrola emisí - Díky zabudované lambda-sondě, která monitoruje složení spalin vycházejících ze spalovací komory, je možné regulovat hladinu emisí. Řídicí jednotka v tomto případě upravuje hodnoty předstihu a množství vstřikovaného paliva v závislosti na otáčkách motoru.

Kompensace klepání - Klepání motoru, které vede k rychlému opotřebení, je způsobeno expanzí horkého plynu a neschopností pístu dosáhnout dolní úvratě v dostatečně rychlém čase. Tento jev se projevuje u vozidel s manuální převodovkou. Pokud je ve vozidle automatická převodovka, je tento jev odstranitelný zařazením vhodného rychlostního stupně, což zajistí řídicí jednotka. Pokud jednotka zaznamená klepání motoru, zpozdí časování zážehu a upraví jej pro příznivější chod. Příčinou klepání může být použití nesprávného paliva nebo již avizované neefektivní využití spektra otáček motoru.

Řízení předstihu zapalování a energie jiskry - Zážehový motor potřebuje pro zahájení spalování ve spalovací komoře přesně načasovat zážeh spalovací směsi jiskrou. Řídicí jednotka dokáže přesně nastavit dobu zážehu (pomocí elektronického rozdělovače, tato činnost se nazývá řízení předstihu zážehu a umožňuje regulovat hladinu emisí a výkon motoru. Kromě předstihu je také nutné vhodně určit energii jiskry, která směs zapálí. Liší se s ohledem na bohatost spalované směsi a na otáčkách motoru.

Řízení proměnlivého časování ventilů - Některé motory jsou vybaveny mechanismem pro změnu časování ventilů. Řídicí jednotka kontroluje dobu, po kterou jsou ventily při jednotlivých cyklech otevřeny. To umožní optimalizaci množství nasátého vzduchu nebo spalovací směsi do spalovací komory, což má za následek zvýšení výkonu a snížení spotřeby motoru.

Technologie použitá pro změny v časování ventilů se dle výrobce a typu vozu liší. V prototypu moderních vozů je řízení ventilů zajištěno pomocí elektromagnetů, je tak odstraněna veškerá činnost vačkových hřídelů, které tyto automobily postrádají.



Obrázek 92 - Mechanismus proměnlivého časování ventilů vozu Škoda Octavia

Řízení proměnlivého zdvihu ventilů - Tento systém upravuje objem nasávaného vzduchu nepřetržitou regulací zdvihu sacích ventilů při otvírání a zavírání. To zajišťuje optimální výkon v závislosti na provozním stavu motoru, a tím umožňuje vozidlům dosahovat vyšší účinnosti i výkonu. Moderní automobily již nepotřebují k regulaci množství nasávaného vzduchu škrticí klapku, vystačí si s regulací zdvihu ventilů, které se mohou funkci škrticí klapky zcela nahradit.

Tempomat – Zařízení, které slouží k udržování nastavené rychlosti. Moderní tempomat byl představen již v roce 1942 a od 80ých let je v USA instalován ve všech sériově vyráběných automobilech. Pomáhá na dlouhých trasách, kde je výsledkem lepší spotřeba paliva a menší únava řidiče. Spolupracuje se senzorem otáček motoru a vyhodnocuje tak odchylky ve změně rychlosti. Řidič má k dispozici ovládací zařízení, na kterém může nastavovat aktuální rychlost nebo může zapnout omezovač maximální rychlosti jízdy. Tempomat se aktivuje stiskem tlačítka. Deaktivace probíhá stiskem brzdového pedálu, stiskem spojky nebo stiskem tlačítka.

Dalším vývojovým stádiem tempomatu je jeho rozšíření o radar. Vznikne tak adaptibilní tempomat, který snímá vzdálenost předmětů před automobilem a vyhodnocuje rychlost jízdy. Tento způsob řízení vyžaduje použití automatické převodovky. Automobil je tedy schopen se v případě nebezpečí zcela zastavit a zachránit posádku před kolizí. Nasazením tohoto systému se tedy výrazně zvýšila bezpečnost.

Řízení startu motoru - Docela nové je použití řídicí jednotky k nastartování motoru bez startéru. Tento „statický-start“ je doprovázen precizně načasovaným vstřikováním paliva a redukcí emisí, kterou známe ze startů s elektrickým startérem. Zde je zapotřebí dokonale snímat natočení klikového hřídele pomocí totálního optického nebo indukčního senzoru.

Kompensace nízkého tlaku v palivovém potrubí - Řídicí jednotka vyhodnotí snížení tlaku a je schopna jej vykompenzovat zvýšením doby hoření spalovací směsi.

Regulace točivého momentu motoru - Jde o přídatnou funkci MSR systému ABS. Tato přídatná funkce je možná díky propojení elektronické řídicí jednotky ABS s řídicí jednotkou motoru. Protiblokovací systém je schopen rozeznat tendenci hnacích kol k blokování. Přes CAN-BUS je řídicí jednotce motoru vyslaná zpráva, aby vydala pokyn ke zvýšení otáček motoru. Řídicí jednotka zprávu přijme a okamžitě zajistí přiměřené zvýšení otáček motoru.

Omezení otáček motoru - Řídicí jednotka kontroluje optimální otáčky volnoběžného stavu motoru, ale také maximální možné otáčky. Jakmile dojde k dosažení této maximální hodnoty, zastaví se přístup paliva, nebo se omezí nasávání vzduchu, a otáčky klesnou. Tuto funkci se mnoho uživatelů snaží často odstranit z důvodu dalšího zvýšení výkonu. Hodnoty maximálních otáček jsou totiž z výroby nastaveny na bezpečnou úroveň, která není z daleka limitující.

Kontrola plnicího tlaku - Tato funkce se využívá u přeplňovaných motorů. Ideální je použití kompresoru, nebo turbodmychadla s proměnlivou geometrií rozváděcích lopatek. Řídicí jednotka ovládá náběhový úhel těchto lopatek a reguluje tak účinnost dmychadla, tím i přeplňovací tlak a celkový výkon motoru.

Řízení rozjezdu - Některé vyspělé řídicí jednotky používané především u vysoce výkonných motorů dokážou omezit jeho výkon při zařazeném prvním rychlostním stupni, aby nedocházelo k přílišnému opotřebení spojky a jiných náchylných součástí pohonu automobilu.

Omezení přístupu paliva – S ohledem na snížení spotřeby paliva a hladinu emisí má kontrolu nad množstvím vstřikovaného paliva právě řídicí jednotka. Princip spočívá v tom, že plynovým pedálem řidič neurčí úhel pootevření škrticí klapky, jak tomu bylo dříve u motorů s karburátorem (i později s jednorodým vstřikováním), ale nastavuje jím aktuální otáčky motoru respektive rychlost automobilu. Řídicí jednotka se všemi dostupnými prostředky snaží tuto rychlost udržet a upravuje podle toho množství vstřikovaného paliva, předstih. Nezáleží tedy, jestli jede automobil do kopce nebo dojíždí svou setrvačností, řídicí jednotka si dle zatížení vozu určí potřebné hodnoty všech parametrů. Asi nejdůležitějším krokem ve spotřebě paliva je úplné zastavení přístupu paliva při jízdě z kopce se zařazeným rychlostním stupněm, nebo jinému brzdění motorem. Okamžitá spotřeba paliva je nulová a šetření jeho spotřeby jízdou na „neutrál“ je tedy minulostí.

7 SENZORY A AKČNÍ ČLENY ŘÍDICÍ JEDNOTKY MOTORU



Čas ke studiu: 3 hodiny



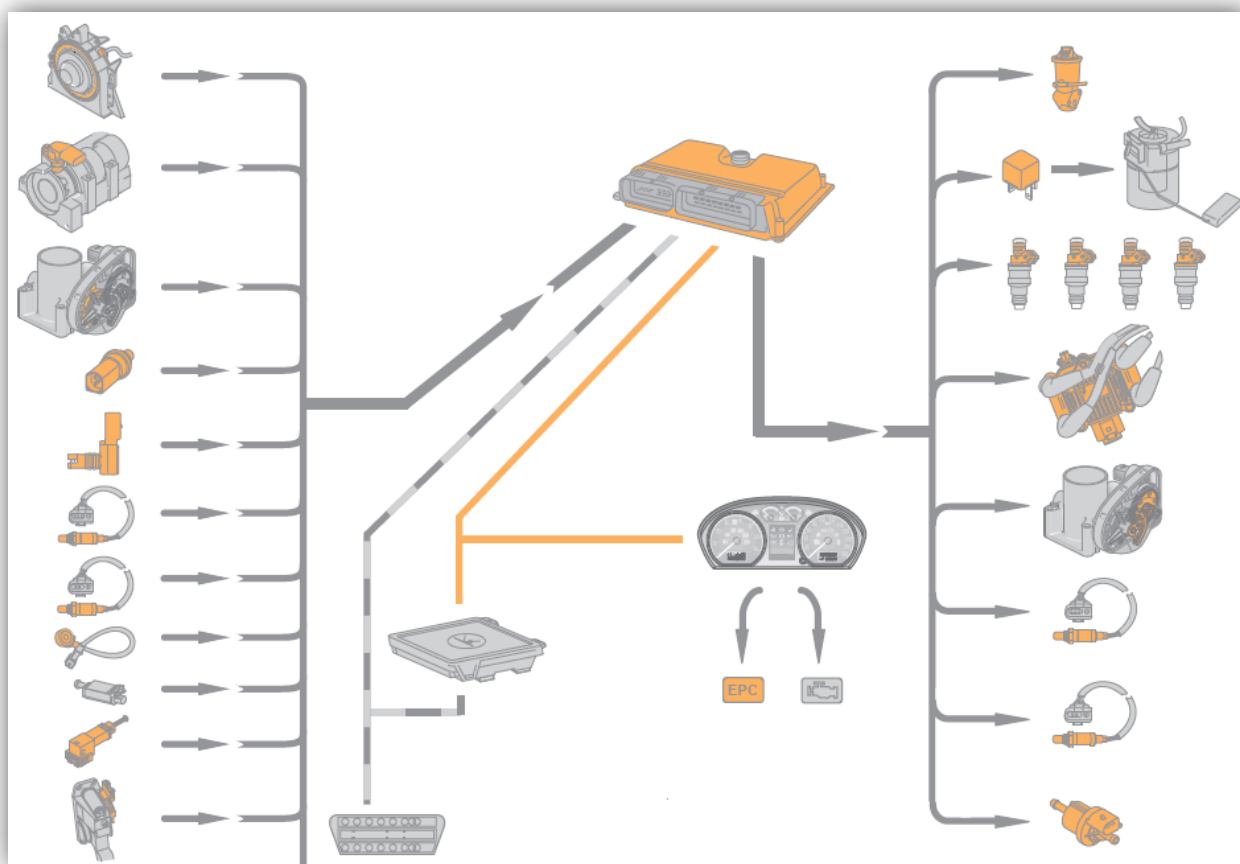
Cíl Seznámíte se s měřením na automobilu

- Měřením lambda sondy, vstřikování, zapalování
- Možnostmi nastavení řídicí jednotky motoru



Výklad

Schéma názorně zobrazuje množství senzorů a akčních členů, se kterými spolupracuje řídicí jednotka motoru vozu škoda Octavia. Tato jednotka samozřejmě nedisponuje všemi možnostmi současných automobilů, avšak pro popis důležitých senzorů a akčních členů postačí.



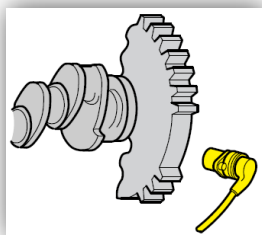
Obrázek 93- Řídicí jednotka motoru s jednotlivými vstupními a výstupními prvky (zdroj: Škoda auto a.s)

Senzor polohy vačkového hřídele

Pomocí signálu Hallova senzory rozpoznává řídicí jednotka motoru polohu při zapalování v 1. válci. Aby bylo možné provádět selektivní regulaci klepání a sekvenční vstřikování, je nezbytně nutné definovat 1. válec. Pomocí signálu senzory polohy vačkového hřídele a signálu senzory otáček motoru dojde k rozpoznání HÚ pístu v 1. válci při kompresi (synchronizace 1. válce). Po současném vstupu obou signálů dojde k prvnímu vstřiku a zápalu. Vačkový hřídel poskytuje impulzy prostřednictvím clony (segmentu), která je součástí vačkového hřídele. Clona se skládá z mezery o velikosti 180° a celistvého segmentu. Prochází-li magnetickým polem senzory polohy vačkového hřídele segment o velikosti 180° , přerušuje magnetické siločáry. Po dobu průchodu se indukují elektrické napětí. Mezera projde magnetickým polem, aniž by ho ovlivnila. Řídicí jednotka motoru sled těchto signálů zpracovává. V případě výpadku senzory polohy vačkového hřídele vypne řídicí jednotka motoru regulaci klepání a změní úhel zapalování. Motor běží dál a používá signál o otáčkách motoru. Dále je signál využíván k regulaci klepání u jednotlivých válců a slouží ke sledování nastavování vačkového hřídele. Při výpadku signálu dojde k vypnutí regulace klepání. Aby se s jistotou podařilo klepání zabránit, zmenší ještě o něco předstih. Motor běží dále a může být i znovu startován.

Senzor otáček motoru

Slouží ke stanovení aktuálních otáček motoru. Ve spojení s Hallovým senzorem slouží k rozeznání HÚ pístu při kompresi 1. válce. Je jedním ze základních vstupů pro řídicí jednotku. Senzor je umístěn na převodovce, jeho protějšek tvoří hrany zubů na setrvačnicku. Zubové mezery jsou většinou 60° a 6° před HÚ. Senzor je použit pro řízení volnoběžných otáček, omezovač otáček, řízení okamžiku zážehu, řízení vstřiku paliva. Pokud se přeruší tento signál, motor není schopen fungovat. Motor běží i bez signálu. Nastartovat ho lze jen s obtížemi (nouzový chod). Motor pak ke svému chodu využívá signál ze senzoru polohy vačkového hřídele.

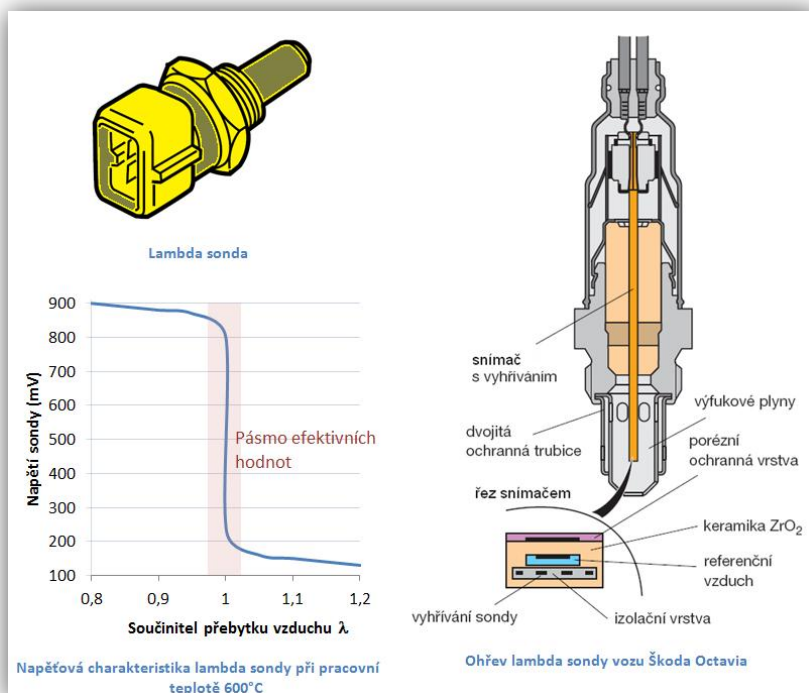


Obrázek 94 - Induktivní senzor otáček motoru vozu Škoda Octavia (zdroj: Škoda auto a.s)

Lambda sonda

Je umístěna ve výfukovém potrubí, snímá obsah kyslíku ve výfukových plynech. Senzor je funkční pouze při pracovní teplotě, která je cca 300°C , proto je elektricky vyhříván. Provozní teploty dosáhne většinou do několika vteřin od startu motoru (nevyhřívání sondy potřebují i několik minut). Toho se dosahuje její planární konstrukcí. Vyhřívání lambda sondy je integrováno přímo do senzoru. Provozní teploty se tak dosahuje při velmi malém tepelném výkonu. Již při teplotě výfukových plynů 150°C zajistí vyhřívání lambda sondy potřebnou minimální teplotu sondy 350°C . Asi 10 sekund po nastartování motoru je lambda

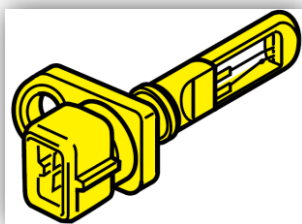
sonda schopna provádět regulaci. Je tvořena keramickou hmotou z oxidu zirkoničitého (ZrO_2). Na platformu senzory je nanесena porézní keramická ochranná vrstva, která chrání senzor před poškozením a usazeninami z výfukových plynů. Tím je zajištěna vyšší životnost při zachování plné funkčnosti. V případě ztráty signálu dochází k řízení chodu motoru pomocí přednastaveného datového pole. Podle koncentrace kyslíku se mění napětí na výstupu, které se pohybuje v rozmezí 100-900 mV. Signál se používá pro řízení obsahu kyslíku ve spalované směsi s ohledem na snižování jeho množství.



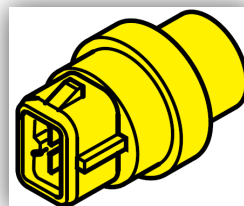
Obrázek 95 Lambda sonda

Senzor teploty nasátého vzduchu a chladicí kapaliny

Je umístěn na vstřikovací jednotce, je to odporový měřič. Signál je použit pro dodatečné obohacení směsi při nízkých teplotách a pro vyvážení množství vzduchu při různých teplotách. Motor může fungovat i bez tohoto senzoru, ale jednotka potom počítá s konstantní hodnotou teploty. Zde je vidět rozdíl v motorech s řídicí jednotkou, protože motor s karburátorem není schopen analyzovat a později přizpůsobit množství paliva hmotnosti vzduchu, které se s nadmořskou výškou a teplotou okolí mění.



Obrázek 96 - Senzor teploty nasátého vzduchu



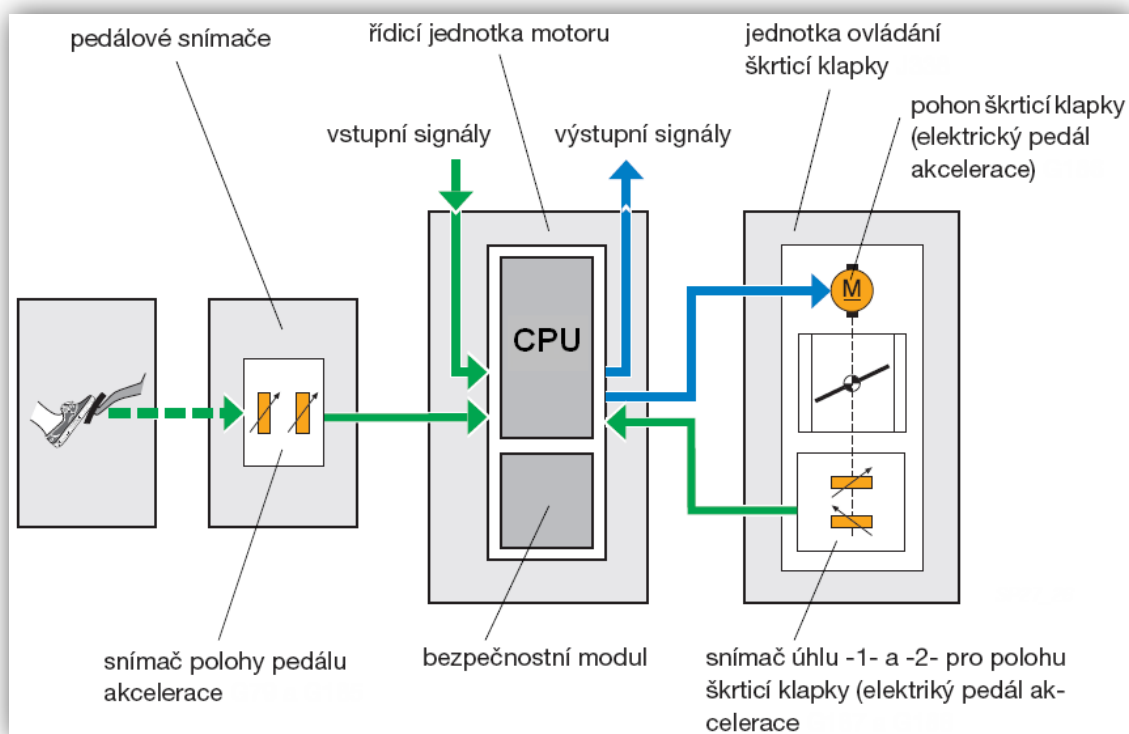
Obrázek 97 - Senzor teploty chladicí kapaliny

Senzor teploty motoru

Je umístěn na sacím potrubí a snímá teplotu chladicí kapaliny. Jde o odporový senzor, jehož odpor se mění v závislosti na teplotě. Odpor se pohybuje od $5,7\text{k}\Omega$ při teplotě 0°C až po 200Ω při 100°C , výstup je nelineární. Signál tohoto senzoru ovlivňuje dobu vstřiku, při studeném motoru se doba vstřiku prodlužuje, po dosažení pracovní teploty motoru, se prodloužení času vstřiku ruší. Motor může fungovat i bez tohoto senzoru, řídicí jednotka potom počítá s konstantní hodnotou teploty.

Akcelerační pedál

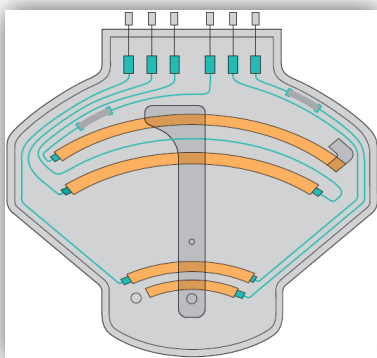
Moderní automobily již nemají mechanickou vazbu mezi „plynovým pedálem“ a škrticí klapkou. Tato vazba byla nahrazena elektronicky. Řidičovo přání na přidání plynu je zaznamenáno pedálovými senzory a v podobě signálů předáno řídicí jednotce motoru. Řídicí jednotka zajistí prostřednictvím stejnosměrného motorku nastavení škrticí klapky. Informace o okamžité poloze škrticí klapky je jako zpětná vazba kontinuálně předávána zpět do řídicí jednotky motoru. Kromě regulace nasávání vzduchu jsou i následující funkce prováděny jednodušeji a s větším komfortem - regulace volnoběžných otáček, regulace rychlosti, omezování otáček. Nasazením tohoto systému do sériové výroby došlo k hromadnému snížení emisí. Vstřikování paliva se stalo mnohem ekonomičtější, jelikož polohu škrticí klapky nenastavuje řidič vozu, ale řídicí jednotka. Škrticí klapka tak může být plně otevřena, i když je pedál například ve střední poloze. Poloha škrticí klapky je tedy nastavována v závislosti na aktuální zátěži motoru, nikoliv na poloze akceleračního pedálu, jak tomu bylo dříve.



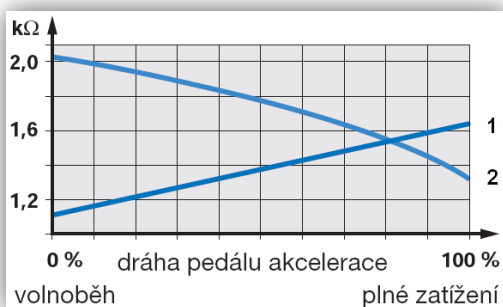
Obrázek 98- Schéma elektronicky ovládané škrticí klapky (zdroj: Škoda auto a.s.)

Pedál akceleraace a pedálové senzory tvoří jednu součást, která se také označuje jako modul pedálu akceleraace. Mechanická část je v podstatě umístěna v modulu spolu s pedálovými senzory – snímačem polohy pedálu akceleraace. Aby byla zajištěna spolehlivá

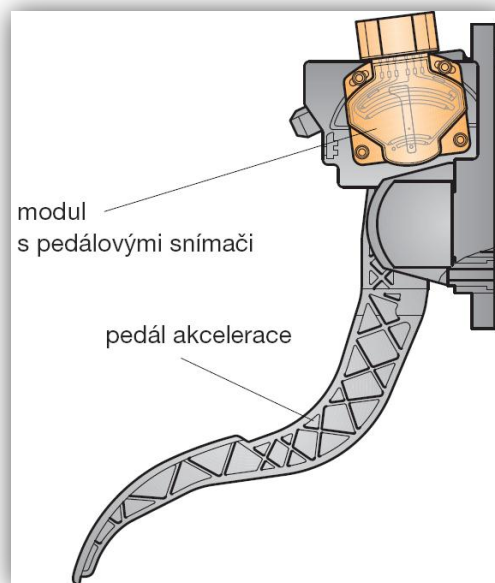
funkčnost elektrického pedálu akcelerační, je použito dvou, na sobě nezávislých, senzorů polohy. Oba senzory pracují jako tahové potenciometry. Aby bylo možno pomocí tahového potenciometru zaznamenat polohu pedálu akcelerační, je na každý z nich přivedeno z řídicí jednotky motoru stabilizované napětí 5 V. Signál o poloze pedálu akcelerační je veden jako napěťový signál do řídicí jednotky motoru. Průběh charakteristik obou senzorů je rozdílný. Řídicí jednotka motoru sleduje funkčnost obou senzorů a zároveň kontroluje, zda jejich signály dávají smysl. V případě výpadku jednoho ze senzorů, slouží ten druhý jako náhradní. V případě závady senzorů polohy pedálu akcelerační nebo na vedení k nim, jsou podle druhu závady k dispozici dva programy nouzového chodu. Výpadek jednoho senzoru polohy pedálu akcelerační je oznámeno rozsvícením kontrolky na palubní desce automobilu. Závada se uloží do paměti závad a motor běží normálně dál bez omezení. Základním předpokladem pro spuštění nouzového chodu je, aby senzor, na kterém není závada, bezpečně rozpoznal volnoběžnou polohu. Signál spínače brzdových světel a spínač brzdového pedálu budou použity k rozpoznání volnoběhu. Nejsou dovoleny komfortní funkce, jako například tempomat. Výpadek obou senzorů polohy pedálu akcelerační znamená, že již nebude rozpoznáváno sešlápnutí pedálu akcelerační. Opět se rozsvítí kontrolka na palubní desce, která upozorní řidiče. Závada se uloží do paměti závad. Motor běží jen ve zvýšených volnoběžných otáčkách asi 1500 min⁻¹.



Obrázek 99 - Potenciometry akceleračního pedálu
(zdroj: Škoda auto a.s.)



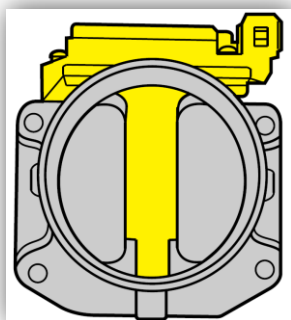
Obrázek 100 - Charakteristiky senzorů akcelerační
(zdroj: Škoda auto a.s.)



Obrázek 101- Modul pedálu akcelerační (zdroj: Škoda auto a.s.)

Senzor množství a teploty nasátého vzduchu

Senzory jsou umístěny na střední části sacího potrubí hned za vstupním otvorem pro vzduch. Oba senzory tak mají přímý kontakt s nasávaným vzduchem v sacím potrubí. Informace o tlaku a teplotě nasávaného vzduchu se přenášejí do řídicí jednotky motoru. Naměřené údaje jsou potřebné pro výpočet množství nasávaného vzduchu. Pomocí této informace se také vypočítává okamžik vstřiku a zážehu paliva. Jestliže signály chybí, použije řídicí jednotka motoru pro výpočet okamžiku vstřiku a zážehu signál o poloze škrticí klapky a signál o otáčkách motoru. Motor běží na základě údajů z datového pole pro nouzový chod. Jestliže chybí signál o teplotě nasávaného vzduchu, použije se jako náhradní hodnota teplota, která je závislá na teplotě chladicí kapaliny. Mezi používané technologie patří Alpha – N, která vychází z natočení škrticí klapky, otáček motoru a teploty vzduchu, dále AirMass senzor, který využívá principu ochlazování rozžhaveného platinového drátu v sacím potrubí a metoda SpeedDesinty, která porovnává tlaky v sacím potrubí a otáčky motoru.

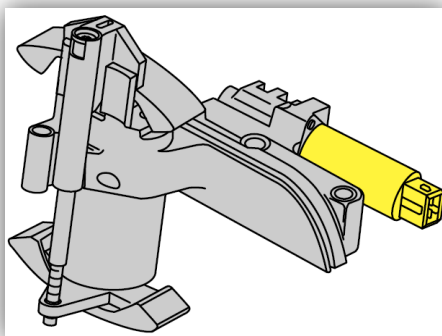


Obrázek 104 - Senzor množství nasátého vzduchu (zdroj: Škoda auto a.s.)

7.1 Akční členy

Elektromagnetický ventil přepínání délky sacího potrubí

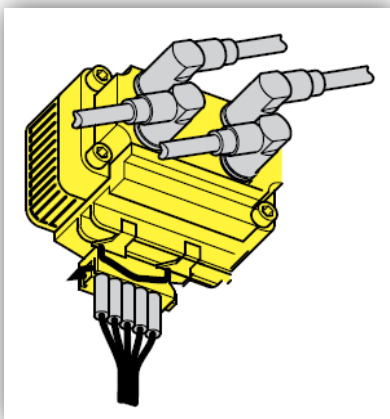
Klapky sacího potrubí jsou ovládány mechanicky pomocí podtlaku. Změnou polohy nastavují délku potrubí. Pohyb klapek je ovládán řídicí jednotkou motoru v závislosti na převládajících poměrech zatížení a otáček motoru. Elektromagnetický ventil přepínání sacího potrubí k tomu dostává potřebné signály.



Obrázek 105 - Elektromagnetický ventil přepínání sacího potrubí (zdroj: Škoda auto a.s.)

Elektronický rozdělovač

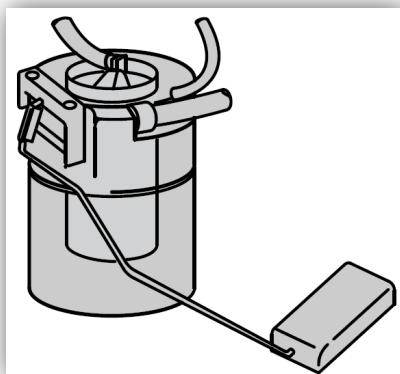
Rozděluje energii pro zažehnutí spalovací směsi mezi jednotlivé svíčky, jde o výkonový akční člen pracující s vysokým napětím. Řídicí jednotka určuje bod zážehu (předstih) podle zatížení motoru, otáček, teploty motoru a režimu, ve kterém se právě nachází (volnoběžné otáčky/zatížení). Pro jednotlivé režimy je výrobcem naprogramována takzvaná "mapa" předstihu. Úhel zážehu se volí podle úhlu nastavení škrtkové klapky (zatížení), senzory otáček, teploty motoru (chladicí kapaliny), koncového spínače (volnoběžné otáčky), a senzory klepání.



Obrázek 106 - Elektronický rozdělovač vozu Škoda Octavia (zdroj: Škoda auto a.s.)

Relé palivového čerpadla

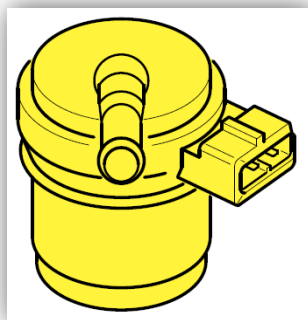
Slouží k aktivaci a deaktivaci pohonu palivového čerpadla. Základem funkčního systému vstřikování je konstantní tlak ve vstřikovací soustavě. Ten je zajišťován elektrickým čerpadlem a redukčním ventilem na vstřikovací jednotce, který přebytečné palivo přepouští zpět do palivové nádrže. Tlak v systému je řízen mechanicky a ustaluje se na hodnotě cca 0,1MPa. Elektrické čerpadlo je většinou přímo v nádrži, ale není výjimkou i vnější umístění. Čerpadlo je ovládáno (zapnout/vypnout) pomocí řídicí jednotky.



Obrázek 107 - Relé palivového čerpadla (zdroj: Škoda auto a.s.)

Elektromagnetický ventil nádobky s aktivním uhlím

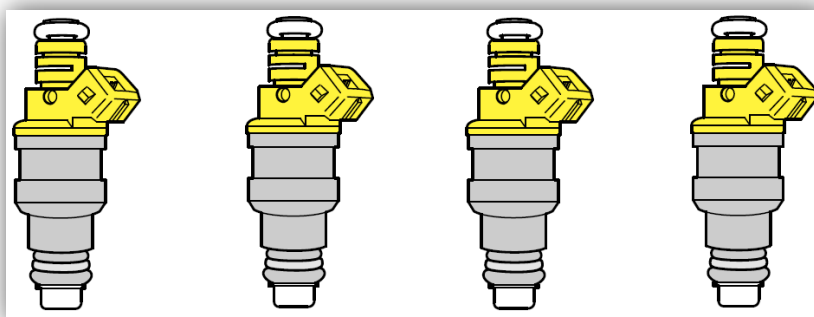
Jedná se o aktivní součást palivové soustavy, sloužící k bezpečnému odvětrávání. Ventil je umístěn na hadici poblíž nádobky s aktivním uhlím. Umožňuje nasátí benzinových par z nádobky ke spálení. Ventil je při běhu motoru vždy 90 vteřin otevřen a 60 vteřin zavřen, v otevřené fázi je uzavírán pomocí řídicí jednotky - podle signálů ze škrticí klapky a lambda sondy. Při teplotě motoru do 60°C je ventil trvale uzavřen.



Obrázek 108 - Elektromagnetický ventil nádobky s aktivním uhlím (zdroj: Škoda auto a.s.)

Vstřikovací ventily

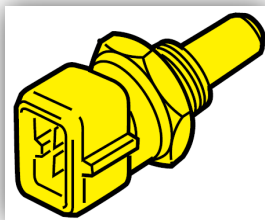
Jde o elektromagneticky otevírané ventily, které jsou standardně v zavřeném stavu. Přivedením elektrické energie dojde k otevření ventilu a vstřikování paliva. Na každý válec připadá jeden elektromagnetický vstřikovací ventil, který ústí do sacího potrubí. Ventily jsou zásobovány palivem z palivového čerpadla. Ovládány jsou pomocí signálu z řídicí jednotky motoru. Vstřikovací ventily jsou aktivovány ve stejném pořadí, jako zapalování. Úhel, při kterém dochází ke vstřiku, se vztahuje vždy na HÚ pístu v příslušném válci při kompresi. Doba otevření respektive množství vstřikovaného paliva ovládá řídicí jednotka. Nastavení závisí na mnoha parametrech, podle kterých se výsledná doba vstřiku koriguje. Mezi tyto parametry patří napětí baterie, teplota chladicí kapaliny a tlak a teplota nasávaného vzduchu. Pro výpočet doby otevření vstřikovacích ventilů bere řídicí jednotka motoru v úvahu následující konkrétní činitele - selektivní regulaci klepání, lambda regulaci, regulaci volnoběžných otáček a regulaci systému nádobky s aktivním uhlím.



Obrázek 109 - Vstřikovací ventily (zdroj: Škoda auto a.s.)

7.2 Měření lambda sondy

Lambda sonda – Je umístěna ve výfukovém potrubí, snímá obsah kyslíku ve výfukových plynech. Senzor je funkční pouze při pracovní teplotě, která je cca 300°C, proto je elektricky vyhřívána. Provozní teploty dosáhne většinou do několika vteřin od startu motoru (nevyhřívané sondy potřebují i několik minut). Toho se dosahuje její planární konstrukcí. Vyhřívání lambda sondy je integrováno přímo do senzoru. Provozní teploty se tak dosahuje při velmi malém tepelném výkonu. Již při teplotě výfukových plynů 150 °C zajistí vyhřívání lambda sondy potřebnou minimální teplotu sondy 350 °C. Asi 10 sekund po nastartování motoru je lambda sonda schopna provádět regulaci. Je tvořena keramickou hmotou z oxidu zirkoničitého (ZrO_2). Na platformu senzory je nanesea porézní keramická ochranná vrstva, která chrání senzor před poškozením a usazeninami z výfukových plynů. Tím je zajištěna vyšší životnost při zachování plné funkčnosti. V případě ztráty signálu dochází k řízení chodu motoru pomocí přednastaveného datového pole. Podle koncentrace kyslíku se mění napětí na výstupu, které se pohybuje v rozmezí 100-900 mV. Signál se používá pro řízení obsahu kyslíku ve spalované směsi s ohledem na snižování jeho množství.

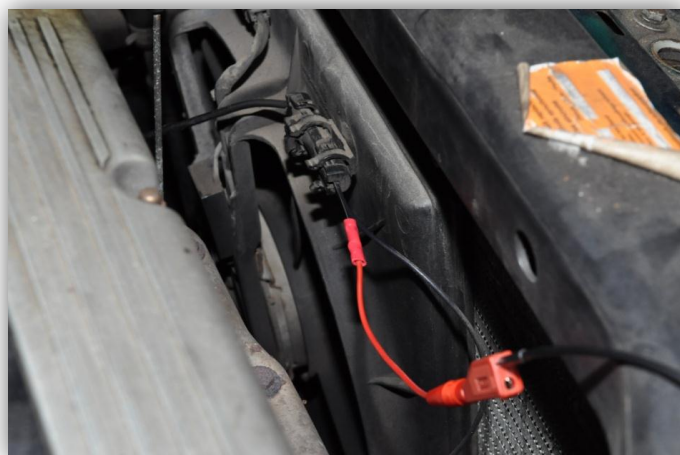


Obrázek 110 – Lambda sonda

Měřicí kabely připojíme ke vstupům č.1 - 4. Druhý konec opatříme konektorem s jehlou a připojíme jej k lambda sondě.

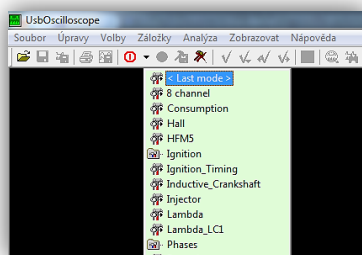


Obrázek 111 Zapojení pro měření lambda sondy



Obrázek 112 Připojení k signálu z lambda sondy

Spustíme režim pro měření, Lambda.



Obrázek 113 Spuštění režimu diagnostiky lambda sondy



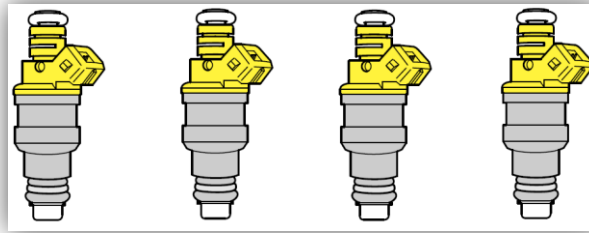
Obrázek 114 Průběh signálu lambda sondy

Program automaticky spustí režim měření za čtyř vstupů. Na grafu je možné vidět průběh signálu lambda sondy po startu motoru a následném volnoběhu.

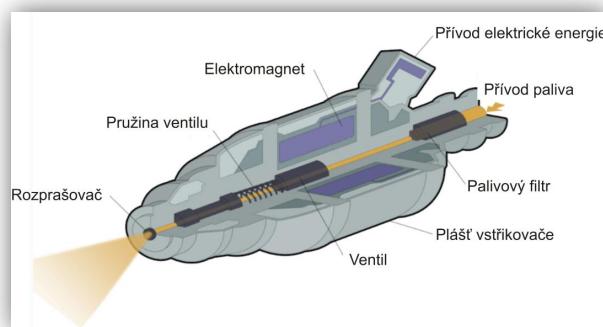
7.3 Měření vstřikování

Vstřikovací ventily – Jde o elektromagneticky otevírané ventily, které jsou standardně v zavřeném stavu. Přivedením elektrické energie dojde k otevření ventilu a vstřikování paliva. Na každý válec připadá jeden elektromagnetický vstřikovací ventil, který ústí do sacího potrubí. Ventily jsou zásobovány palivem z palivového čerpadla. Ovládány jsou pomocí signálu z řídicí jednotky motoru. Vstřikovací ventily jsou aktivovány ve stejném pořadí, jako zapalování. Úhel, při kterém dochází ke vstřiku, se vztahuje vždy na HÚ pístu v příslušném válci při kompresi. Dobu otevření respektive množství vstřikovaného paliva ovládá řídicí jednotka. Nastavení závisí na mnoha parametrech, podle kterých se výsledná doba vstřiku koriguje. Mezi tyto parametry patří napětí baterie, teplota chladicí kapaliny a tlak a teplota

nasávaného vzduchu. Pro výpočet doby otevření vstřikovacích ventilů bere řídicí jednotka motoru v úvahu následující konkrétní činitele - selektivní regulaci klepání, lambda regulaci, regulaci volnoběžných otáček a regulaci systému nádobky s aktivním uhlím.

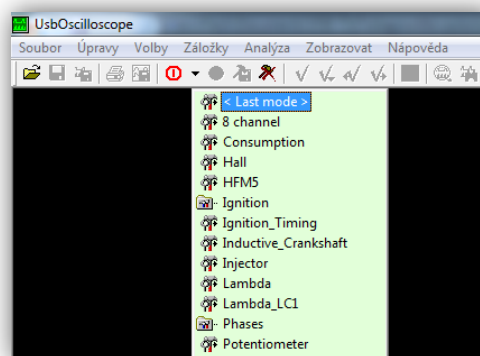


Obrázek 115 - Vstřikovací ventily (zdroj: Škoda auto a.s.)



Obrázek 116 - Vstřikovací tryska a sací potrubí

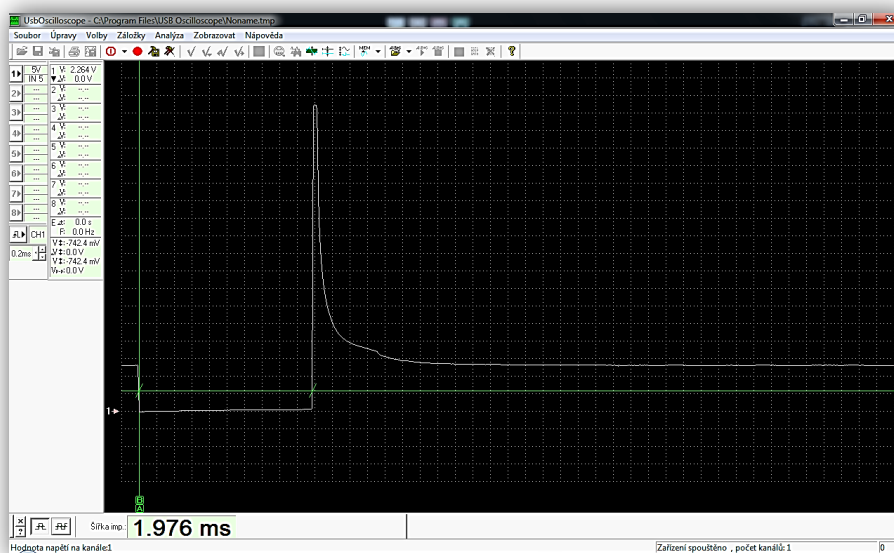
Měřicí kabel připojíme ke vstupu č.5. Druhý konec opatříme konektorem s jehlou a připojíme jej ke vstřikovači. V programu zvolíme režim pro měření vstřikování – Injector. Spustí se skript, který automaticky zpracuje signál a výslednou dobu vstřiku paliva zobrazí v dolní části obrazovky.



Obrázek 117 Spuštění režimu diagnostiky vstřikovačů

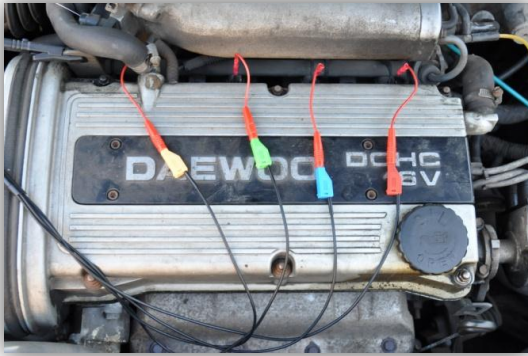


Obrázek 118 Zapojení diagnostického přístroje ke vstřikovači



Obrázek 119 Výsledek měření vstřikovače. Program zobrazí průběh změny napětí ve vstřikovači a délku vstřiku zobrazí ve spodní části

Při měření více vstřikovačů současně je zapojíme dle obrázku na první 4 porty osciloskopu. Výsledkem tohoto zapojení jsou různá měření.



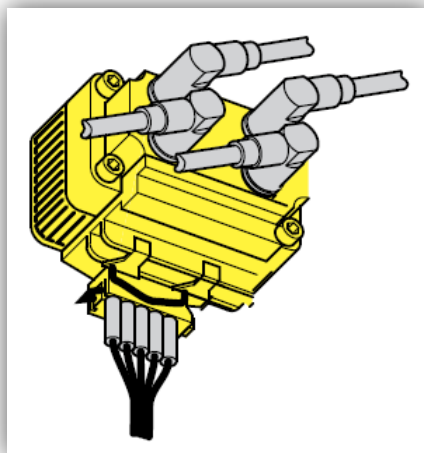
Obrázek 120 Zapojení diagnostiky více vstřikovačů



Obrázek 121 Výsledný průběh měření na více senzorech

7.4 Měření zapalování

Rozdělovač – Rozděluje energii pro zažehnutí spalovací směsi mezi jednotlivé svíčky, jde o výkonový akční člen pracující s vysokým napětím. Řídicí jednotka určuje bod zážehu (předstih) podle zatížení motoru, otáček, teploty motoru a režimu, ve kterém se právě nachází (volnoběžné otáčky/zatížení). Pro jednotlivé režimy je výrobcem naprogramována takzvaná "mapa" předstihu. Úhel zážehu se volí podle úhlu nastavení škrticí klapky (zatížení), senzory otáček, teploty motoru (chladicí kapaliny), koncového spínače (volnoběžné otáčky), a senzory klepání. Rozdělovače mohou být v různém provedení. Starším typem je mechanický rozdělovač, který je připojen k vačkovému hřídeli. Novější jsou elektronické rozdělovače, které jsou řízeny pomocí řídicí jednotky. Elektronické rozdělovače mohou být jednojiskrové (obdoba mechanických) a dvoujiskrové. Dvoujiskrový rozdělovač pracuje pouze jako „poloviční“ jednojiskrový rozdělovač. Jedna jiskra jde vždy do dvou svíček současně. Přičemž jedna jiskra zapálí palivo ve válci a druhá jiskra shoří ve válci, ve kterém právě probíhá odvod spalin.



Obrázek 122 - Elektronický rozdělovač vozu Škoda Octavia (zdroj: Škoda auto a.s.)

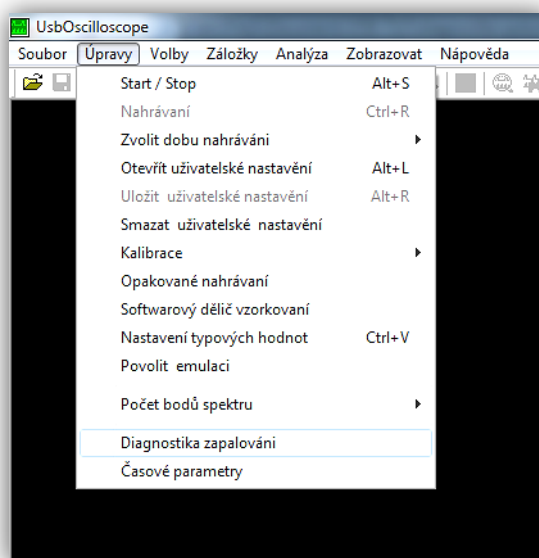
Pro měření zapalování je zapotřebí připojit jednotku pro zpracování signálu vysokého napětí. Jednotku připojíme na porty 7 (černý kabel) a 8 (červený kabel). Vstup 8 slouží jako trigrovací (synchronizační) kanál a je na něj přiveden signál z prvního válce. Na vstup 7 je přiveden signál z ostatních senzorů. Zapojení senzorů vysokého napětí do jednotky pro zpracování signálu vysokého napětí naleznete v manuálu k přístroji. Spuštění diagnostiky zapalování lze spustit v menu Úpravy – diagnostika zapalování.



Obrázek 123 Zapojení jednotky pro zpracování signálu vysokého napětí



Obrázek 124 Zapojení senzorů zapalování



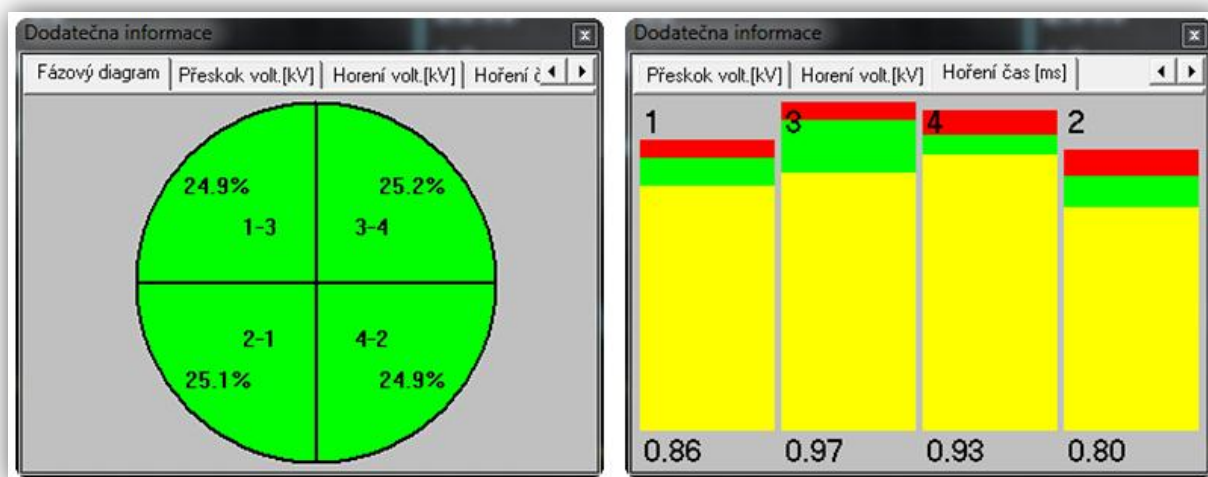
Obrázek 125 Spuštění režimu diagnostiky zapalování

Ve spodní části programu se zobrazí panel, kterým je možné nastavit způsob rozestavení jednotlivých válců a i jejich celkový počet. Informaci o rozložení válců je nutné znát pro přesnou diagnostiku. Tyto hodnoty jsou dostupné u jednotlivých výrobců. Na panelu se zobrazuje také informace o aktuálních otáčkách motoru a je z něj možné spustit grafický režim pro diagnostiku rozdělovače.



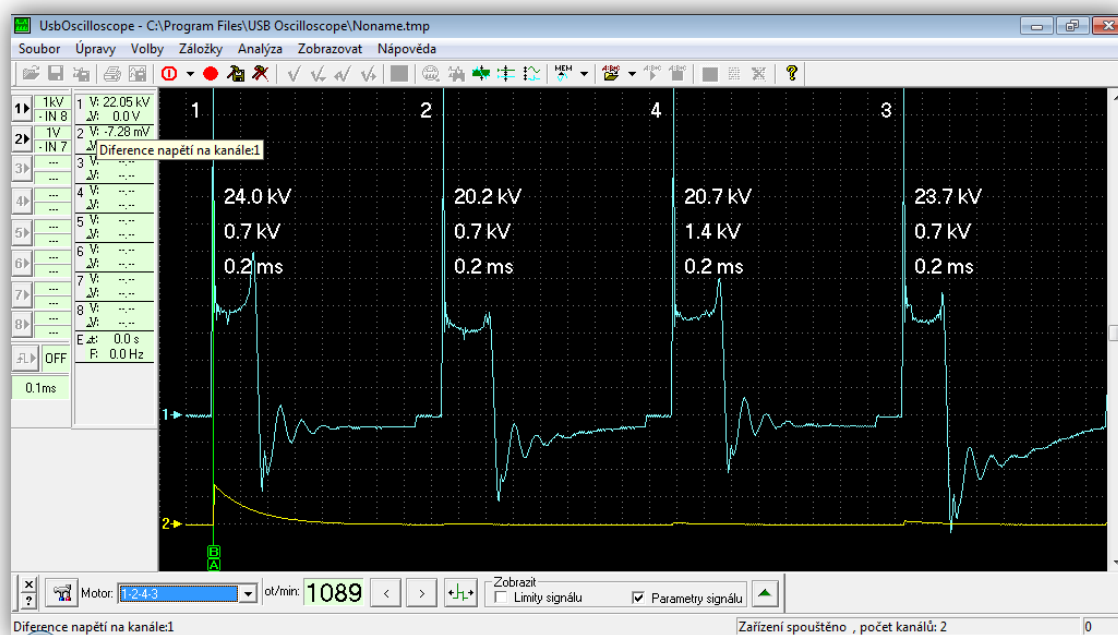
Obrázek 126 Panel nabídek v režimu diagnostiky zapalování

V grafickém režimu diagnostiky zapalování lze pozorovat aktuální stav načasování jiskry a rozložení mezi jednotlivé válce pomocí rozdělovače (fázový diagram). Dále lze pozorovat hodnoty doby hoření jiskry, zápalné napětí apod.



Obrázek 127 Diagnostika rozdělovače a času hoření jiskry

V režimu diagnostiky zapalování program automaticky zpracuje signál a na obrazovku vykreslí hodnoty napětí a dobu hoření jisker na jednotlivých válcích. Modře je zobrazen signál ze senzorů zapalování a žlutě synchronizační signál z prvního válce.

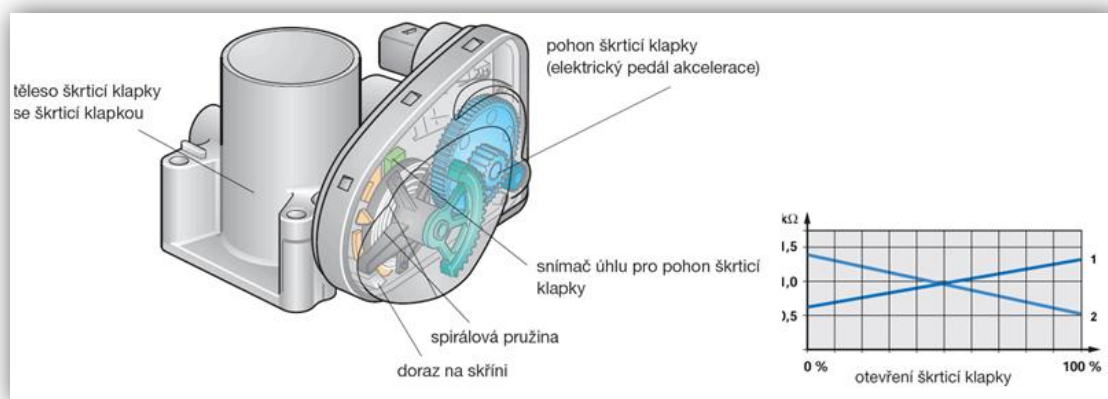


Obrázek 128 Výsledek měření zapalování

7.5 Měření potenciometru škrticí klapky

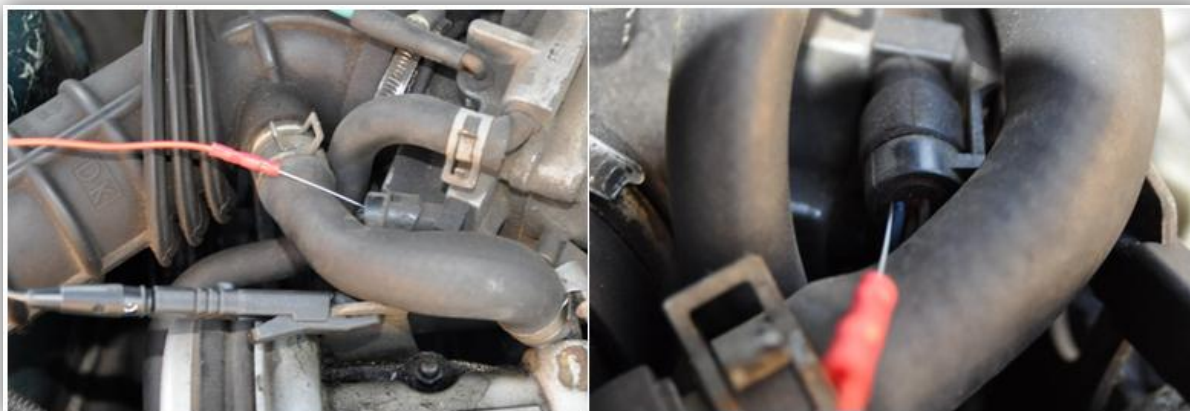
Senzor volnoběžných otáček, potenciometr škrticí klapky pro řízení volnoběhu, potenciometr škrticí klapky

Soustava prvků pro regulaci volnoběžných otáček motoru. Klapku ovládá servomotor řízený řídicí jednotkou motoru. Klapka je používána při studeném motoru pro regulaci objemu nasávaného vzduchu a pro řízení volnoběžných otáček. Regulace volnoběhu pomocí škrticí klapky probíhá až v okamžiku když se volnoběžné otáčky odchýlí cca o 25ot. Zpětná vazba je zajišťována dvěma senzory úhlu pro polohu škrticí klapky (potenciometry), která se předává řídicí jednotce motoru. Senzory úhlu jsou spojeny s hřídelí, na které je škrticí klapka. Pohyb škrticí klapky je jak v horní, tak i v dolní poloze mechanicky omezen dorazem. Z bezpečnostních důvodů bylo použito dvou senzorů úhlu pro polohu škrticí klapky. Jejich odporové charakteristiky jsou protichůdné. V případě výpadku jednoho senzory úhlu, zajišťuje řídicí jednotka motoru pomocí nouzového programu a signálu druhého senzory funkčnost elektrického pedálu akceleraace. Dojde-li k výpadku proudu, nastaví se škrticí klapka pomocí pružiny do polohy, která umožní nouzový chod. Funkci klapky je možno vyzkoušet diagnostickým přístrojem.



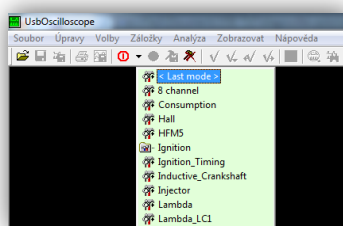
Obrázek 129 Modul škrticí klapky. (zdroj: Škoda auto a.s.)

Vlevo na obrázku je senzor volnoběžných otáček, potenciometr škrticí klapky pro řízení volnoběhu, potenciometr škrticí klapky. Vpravo je charakteristika potenciometrů škrticí klapky. Měřicí kabely připojíme ke vstupům č.1 - 4. Druhý konec opatříme konektorem s jehlou a připojíme jej k jednomu či více potenciometrům, záleží na typu automobilu. V programu zvolíme režim pro měření potenciometru – Potenciometr.

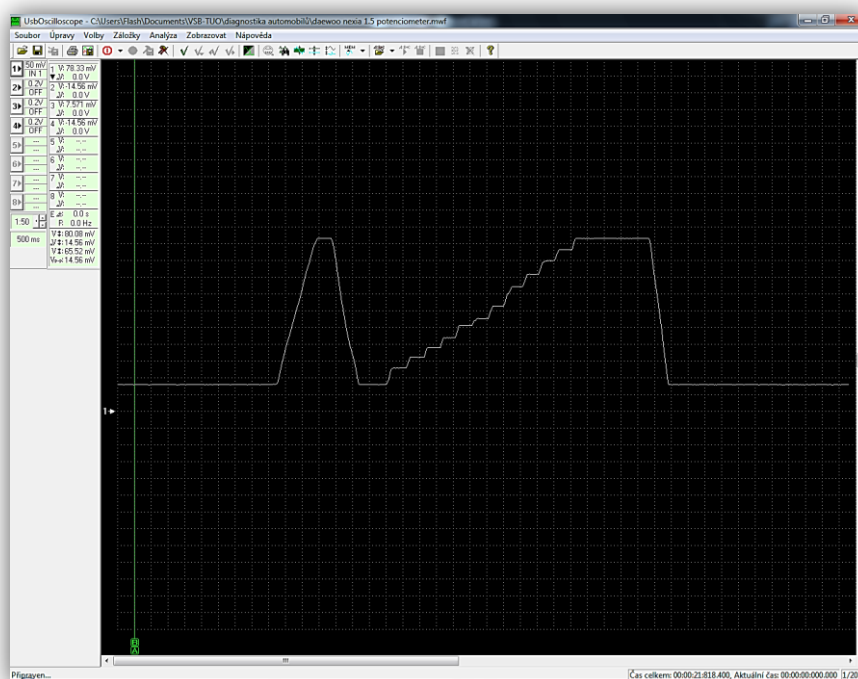


Obrázek 130 Připojení k potenciometru škrticí klapky

Po spuštění režimu měření potenciometru se zobrazí hodnoty ze čtyř vstupů, pro různé účely. Pro dané měření postačí nechat aktivní pouze jeden vstup. Na grafu je vidět průběh napětí na potenciometru. Nejprve při maximálním otevření a zavření klapky a poté po postupném otevírání (postupně po 500ot/min, počínaje od 1000ot/min do 7500ot/min.)



Obrázek 131 Spuštění režimu diagnostiky potenciometrů

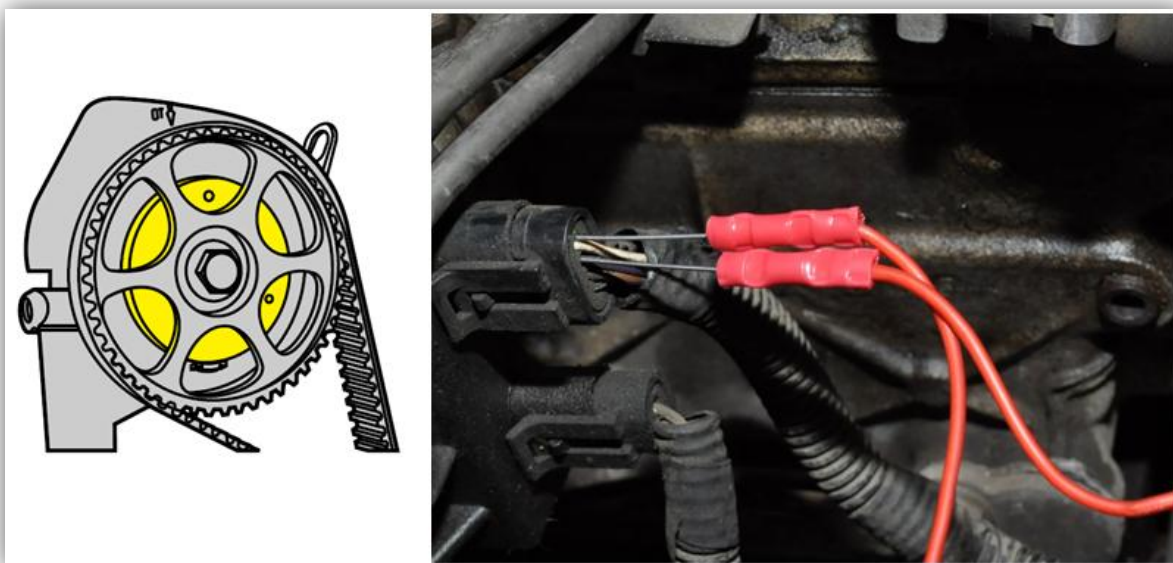


Obrázek 132 Výsledek diagnostiky potenciometru škrticí klapky

7.6 Měření polohy vačkového hřídele

Senzor polohy vačkového hřídele

Pomocí signálu Hallova senzory rozpoznává řídicí jednotka motoru polohu při zapalování v 1. válci. Aby bylo možné provádět selektivní regulaci klepání a sekvenční vstřikování, je nezbytně nutné definovat 1. válec. Pomocí signálu senzory polohy vačkového hřídele a signálu senzory otáček motoru dojde k rozpoznání HÚ pístu v 1. válci při kompresi (synchronizace 1. válce). Po současném vstupu obou signálů dojde k prvnímu vstřiku a zápalu. Vačkový hřídel poskytuje impulzy prostřednictvím clony (segmentu), která je součástí vačkového hřídele. Clona se skládá z mezery o velikosti 180° a celistvého segmentu. Prochází-li magnetickým polem senzory polohy vačkového hřídele segment o velikosti 180° , přerušuje magnetické siločáry. Po dobu průchodu se indukují elektrické napětí. Mezera projde magnetickým polem, aniž by ho ovlivnila. Řídicí jednotka motoru sled těchto signálů zpracovává. V případě výpadku senzory polohy vačkového hřídele vypne řídicí jednotka motoru regulaci klepání a změní úhel zapalování. Motor běží dál a používá signál o otáčkách motoru. Dále je signál využíván k regulaci klepání u jednotlivých válců a slouží ke sledování nastavování vačkového hřídele. Při výpadku signálu dojde k vypnutí regulace klepání. Aby se s jistotou podařilo klepání zabránit, zmenší ještě o něco předstih. Motor běží dále a může být i znovu startován.

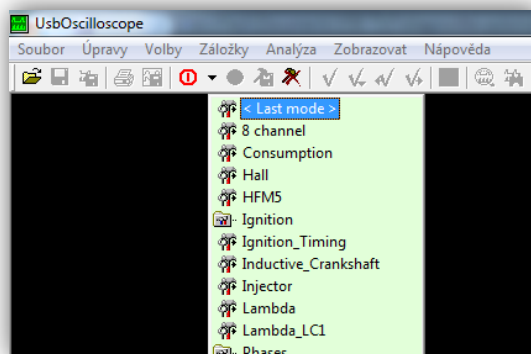


Obrázek 133 Připojení k senzoru polohy vačkového hřídele

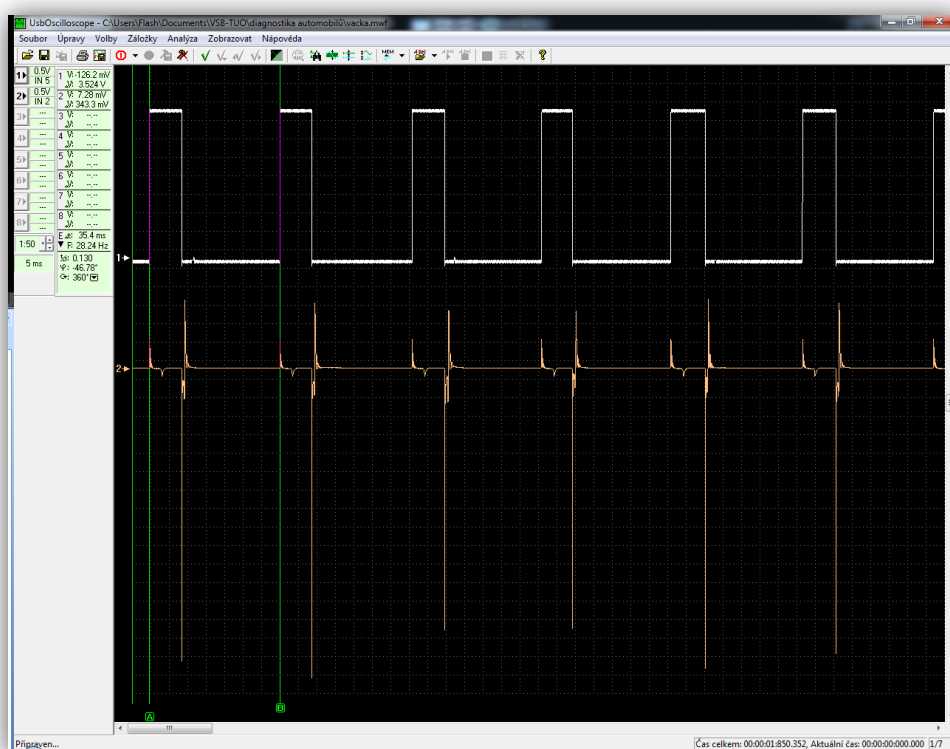
Měřicí kabely připojíme ke vstupům č.2 a 5. Druhý konec opatříme konektorem s jehlou a připojíme jej k senzoru polohy vačkového hřídele. Program je přednastaven tak, že vstup č.5 je určen pro mechanický senzor a vstup č.2 pro indukční senzor polohy.

V programu zvolíme režim pro měření vaček – Inductive-Crankshaft.

Na výsledném grafu je vidět bílé obdélníkový průběh z mechanického senzoru. Oranžově je zobrazen průběh signálu indukčního senzoru.



Obrázek 134 Spuštění režimu diagnostiky vačkového hřídele



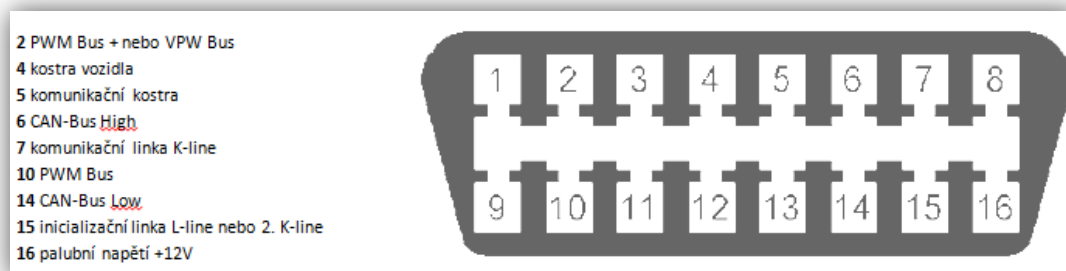
Obrázek 135 Měření signálu polohy vačkového hřídele

7.7 Možnosti nastavení řídicí jednotky motoru

Rok co rok se složitost elektronických systémů v automobilech zvyšuje. Dnešní automobily mohou disponovat 60 i více mikroprocesory. Tento trend má své klady i zápory. Většina domácích nadšenců tento trend nevíta s nadšením, protože znemožňuje opravu v domácích podmínkách. Na druhou stranu tato snaha vývojových techniků neuvěřitelně usnadnila diagnostiku závad a seřizování jednotlivých parametrů.

Před nástupem řídicích jednotek bylo zvyšování výkonu realizováno náročnými úpravami motoru. Jednalo se o montáž vhodných vačkových hřídelů, přímého sání s leštěnými kanálky a laděných výfukových potrubí, případně přepínání kompresorem nebo turbodmychadlem. Společnými nedostatky těchto způsobů jsou značná setrvačnost regulace a hystereze průběhu, omezená přesnost a obtížnost ovládat proces podle více parametrů. Z těchto důvodů přestávaly být použitelné a byly a jsou postupně stále více nahrazovány elektronickými metodami. Regulace může probíhat podstatně rychleji, s mnohem nižší setrvačností, prakticky bez hystereze a podle potřeby i s dostačující přesností. Navíc se nabízí možnost regulace procesu podle současného působení více parametrů, což nebylo možné s použitím dřívějších metod.

Většina (téměř 99%) dnešních vozidel používá řídicí jednotku, ve které jsou skryty rezervy. Rozlišnost emisních limitů v jednotlivých zemích, kvalita paliva, intervaly pravidelných servisních zásahů, na to všechno musí brát výrobce při konfiguraci řídicí jednotky ohled a právě zde vznikají ony rezervy pro možné úpravy nastavení. Je třeba zmínit hospodárnost výroby, kdy je efektivnější zkonstruovat jeden motor, s rozličným softwarem v řídicí jednotce, naladěný na několik různých výkonových verzí, plnicích i odlišné emisní normy.

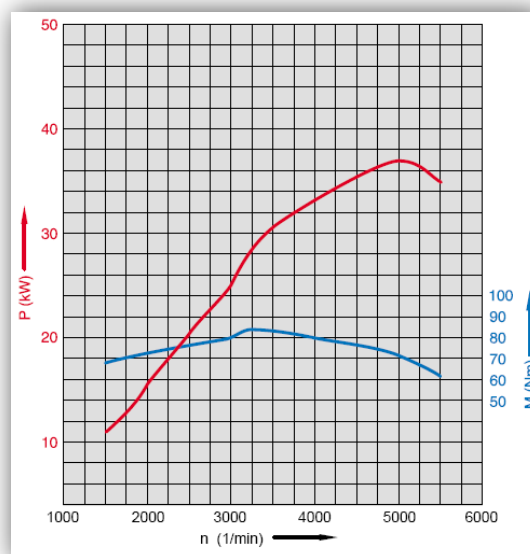


Obrázek 136 – Diagnostický konektor ODB II (zdroj: Wikipedia)

Mnoho uživatelů si přeje zásahem do řídicí jednotky upravit vlastnosti svého vozu. Vznikl nový trend v úpravách automobilů – chiptuning. Vhodným nastavením jednotlivých parametrů se dá snížit spotřeba, zvýšit výkon a podobně.

7.8 Aktualizace firmware

Řídicí jednotka motoru obsahuje paměť (Flash EEPROM, EPROM), která obsahuje software pro řízení chodu motoru. Přepsáním tohoto softwaru lze upravit okamžitý výkon a točivý moment motoru o 5÷30% (tato činnost se nazývá chiptuning). Úprava této paměti není vždy jednoduchá, ve většině případů je přístup k zápisu dat blokován výrobcem. V takových případech je zapotřebí paměť fyzicky odstranit a nahradit odemčenou. Dále se používá přemostění pomocí vodičů na jiný čip a podobně. Změny se provádí úpravou křivek plnicího tlaku, turbodmychadla (pokud je jím motor vybaven), předstihu v závislosti na otáčkách motoru, lambda regulace. Snahou je změnit tyto parametry tak, aby došlo k optimalizaci výkonu a spotřeby v závislosti na požadavcích. Výsledné nastavení se testuje na brzděných válcích, kde je výstupem křivka průběhu výkonu a točivého momentu v závislosti na otáčkách motoru.



Obrázek 137 - Průběh točivého momentu a výkonu v závislosti na otáčkách motoru.

Na tomto grafu lze srovnávat výkony před a po úpravách v nastavení motoru.

7.9 Vlastnosti a funkce řídicí jednotky motoru

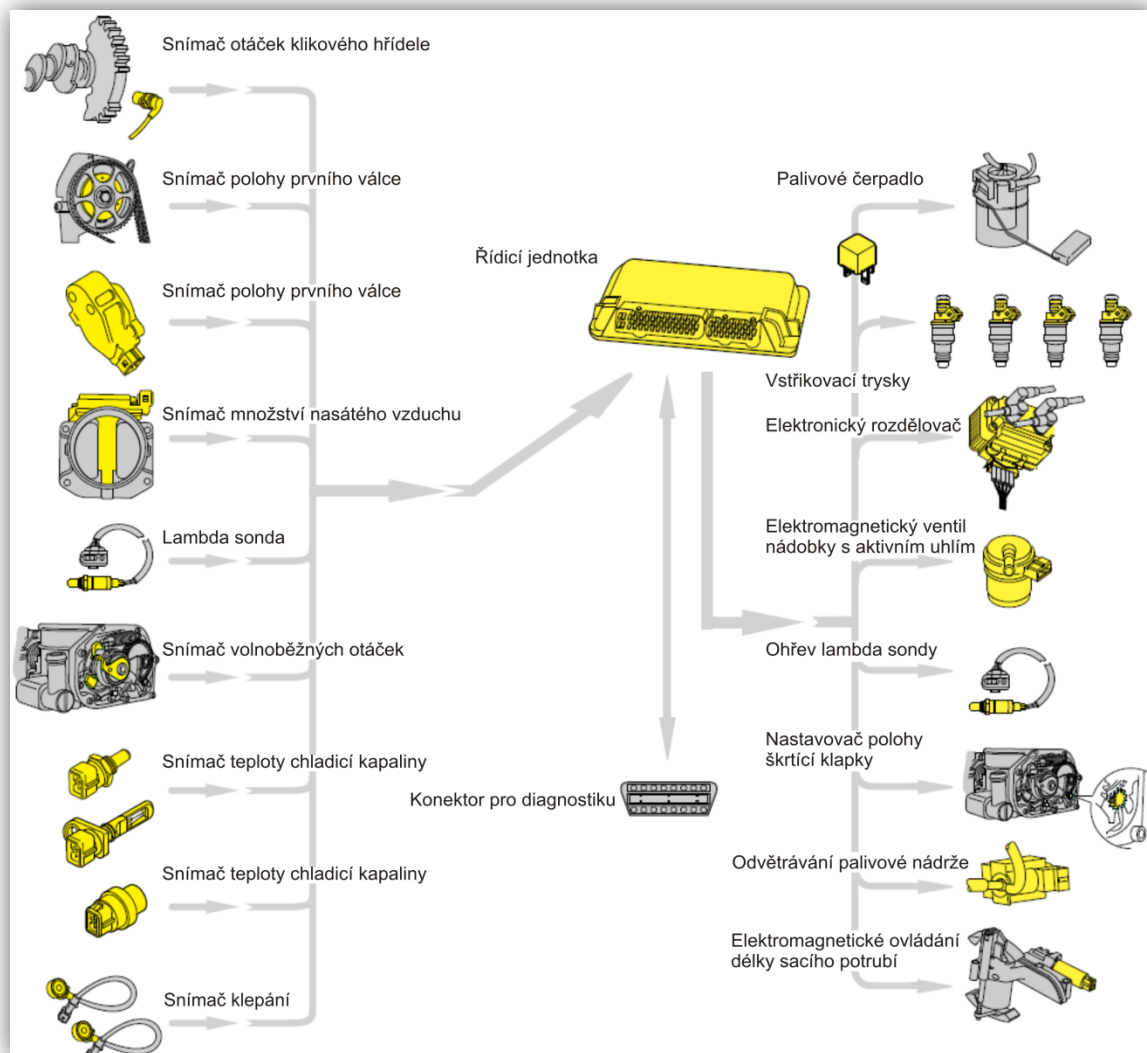
Důsledkem rychlého rozvoje technologií můžeme nyní nalézt počítače i v automobilech a jejich motorech. Moderní automobilové motory jsou řízeny pomocí elektronické řídicí jednotky. Tyto jednotky se označují buď ECU (Engine Control Unit) nebo EMS (Engine Management System). Jejich největší výhodou je precizní řízení všech operací, které motor automobilu provádí. Mezi tyto operace se řadí například řízení spotřeby paliva, hladiny emisí, ovládání klimatizace, tempomat a propojení ostatních řídicích jednotek ve voze. Řídicí jednotka tedy ve výsledku ovlivňuje nejen dynamiku jízdy a celkový výkon vozu, ale také komfort posádky. Jak již bylo naznačeno, automobil obsahuje několik dalších řídicích jednotek, mezi které patří například systémy ABS, Airbag, řídicí jednotka oken, klimatizace, osvětlení apod. Všechny tyto jednotky jsou vzájemně propojeny s řídicí jednotkou motoru pomocí průmyslové sítě (CAN). Řídicí jednotka motoru tedy umožňuje upravovat a měnit některá svá nastavení v závislosti na potřebách posádky a to v jakémkoli okamžiku.

Moderní řídicí jednotky byly představeny díky technologické vyspělosti procesorů, které byly schopny pracovat dostatečně rychle na to, aby prováděly operace v reálném čase. První řídicí jednotky byly použity ve vozech F1, ale netrvalo dlouho a byly použity také v osobních automobilech. V této práci se budeme zabývat popisem funkcí a výhodami řídicí jednotky motoru, a porovnáním motorů řízených a neřízených touto jednotkou. Seznámíme se senzory a akčními členy současných motorů a ukážeme si, jakým způsobem jsou využívány jednotlivé signály k výpočtům, které řídicí jednotka provádí.

Význam mikroelektronické řídicí jednotky pro vlastnosti moderních automobilů

Řídicí jednotka monitoruje a řídí množství důležitých operací, které jsou nezbytné pro chod spalovacích motorů. Nejjednodušší jednotky řídí pouze množství paliva vstřikovaného do jednotlivých válců při spalování. Vyspělé řídicí jednotky, které nalezneme v moderních

automobilech, řídí navíc také časování předstihu zapalování, proměnlivé časování ventilů, úroveň přetlaku z turbodmychadla a jiné. Všechny tyto činnosti jsou monitorovány množstvím senzorů, které jsou rozmístěny na mnoha místech motoru. Mezi ně patří například MAP senzory (senzory tlaku ve vstřikovacím potrubí apod.), senzor polohy škrtkové klapky, senzor teploty vzduchu, senzor množství kyslíku ve spálené směsi (známý jako „lambda sonda“) a mnoho dalších. Před nástupem řídicích jednotek motoru nebyla veškerá tato činnost možná. Složení palivové směsi i hladina emisí byly ovládány pomocí karburátoru.



Obrázek 138 - Schéma akčních členů a senzorů řídicí jednotky motoru (zdroj: Škoda auto a.s)

7.10 Měření výkonu spalovacích motorů

Měření výkonu spalovacích motorů patří k nejčastějším a nejdůležitějším zkouškám spalovacích motorů. Zjišťování výkonu spočívá v určení práce vykonané za určitý čas. Je tedy nutné měřit nejen čas, ale i sílu působící na dané vzdálenosti nebo točivý moment a úhel

otáčení. Pokud zjišťujeme výkon elektrickou cestou, tak podle způsobu měření a zvolené metodiky měříme elektrické veličiny. Zařízení pro měření výkonu se nazývají brzdy neboli dynamometry.

Podle funkce můžeme rozlišit dva druhy dynamometrů:

- aktivní dynamometry,
- pasivní dynamometry.

Aktivní nebo také univerzální dynamometr může parametry testovaného motoru nejen měřit, ale může ho i roztáčet nebo simulovat různé stupně zátěže. Pasivní neboli absorpční dynamometr se používá pouze k měření. Nejčastěji jsou používány pro účely výzkumných a vývojových zkoušek dynamometry absorpční, které celý dodávaný výkon spalovacího motoru absorbují a přeměňují ho na teplo nebo elektrickou energii. Dynamometry můžeme dělit podle principu, na kterém fungují takto:

- mechanické,
- vzduchové,
- hydraulické,
- elektrické,
- kombinované.

Mechanické dynamometry jsou velice jednoduché, ale velmi nepřesné. Vzduchové dynamometry absorbují výkon třením a zahříváním vzduchu. Mezi nejčastěji používané dynamometry při zkouškách motorů patří dynamometry elektrické, hydraulické a kombinované. Dynamometry jsou charakterizovány především těmito parametry:

- maximálním a minimálním brzdým výkonem,
- maximálním a minimálním počtem otáček,
- maximálním a minimálním brzdým momentem.

Dalším kritériem pro dělení dynamometrů je rozsah prováděného měření. Na motorových dynamometrech měříme parametry spalovacího motoru. Jedná se většinou o stojanový dynamometr, ke kterému se spalovací motor připevní pomocí hřídele. Ukázka stojanového dynamometru je na obrázku.



Obrázek 139 Stojanový dynamometr [11]

Motor je nutné vymontovat z vozidla a pomocí redukce připevnit k motorové brzdě. Při tomto testování je nezbytné zajistit elektroinstalaci, palivový systém, chlazení a ovládání plynu. Tento způsob měření je vhodný pro dlouhodobé nebo destruktivní zkoušky. Časová náročnost příprav k měření je velká, ale při testování můžeme zajistit stálé podmínky. Dále

můžeme podle potřeby podmínky měnit v závislosti na prováděném testu. Druhým typem je válcový dynamometr, kterým zjišťujeme celkový výkon vozidla. Válcový dynamometr je na obrázku



Obrázek 146 Měření na válcovém dynamometru

Měření probíhá tak, že testované vozidlo najede na válec, který je roztáčen koly vozidla. Při tomto měření se na výsledných hodnotách podílejí třecí síly v celé hnací soustavě. Tento způsob měření je vhodný při ladění motorů, kdy chceme po úpravách určit, jak se změna projeví na výkonu. Velkou výhodou je sériovost měření, které se využívá především v autoservisech a tuningových firmách. Třetí možností je tažný dynamometr, který vypadá jako přívěsný vozík. Tažný dynamometr je na obrázku.



Obrázek 140 Tažný dynamometr

Tažný dynamometr se zapojí za testované vozidlo a měření probíhá za normálního provozu. Použití takového dynamometru je omezené. Nelze jej například z konstrukčních důvodů použít pro sportovní automobily.

7.10.1 Hydraulická brzda

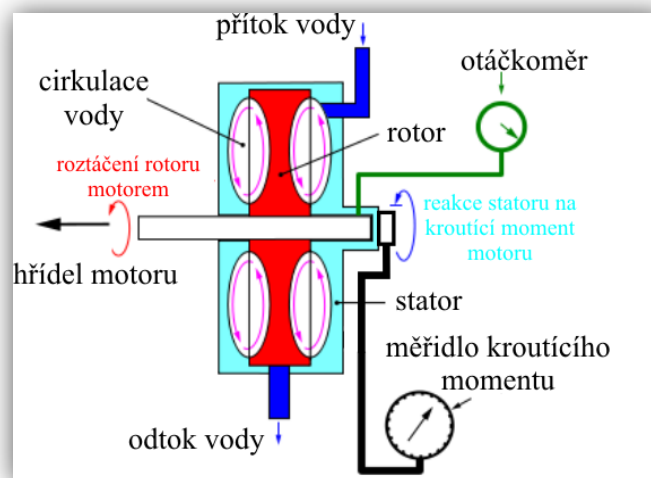
Díky jednoduché konstrukci a schopnosti absorbovat velký výkon mají hydraulické brzdy široké použití. Výkon je absorbovaný hlavně na vykonání hydrodynamické práce a tření, které vzniká třením kapaliny mezi kotoučem rotoru a stěnami tělesa brzdy. Energie se mění na tepelnou, která se spotřebovává na ohřev kapaliny. Nejčastěji používanou kapalinou je voda, protože má dostatečně velkou tepelnou kapacitu a její viskozita závisí jen málo na teplotě.

Nedostatkem hydraulických brzd je, že nemohou rekuperovat energii zpět do elektrické sítě. Další velkou nevýhodou je, že nemohou roztočit klikovou hřídel motoru a tím motor nastartovat. Je zapotřebí brzdu opatřit pomocnými elektromotorky, které klikovou hřídel motoru roztočí. Například výrobce SuperFlow používá dva elektromotorky, které jsou různě zapojeny. První variantou je, že se oba motorky točí stejným směrem a to buď doleva, nebo doprava. Druhou pak, že každý z motorků je schopen brzdu roztočit různým směrem. To je výhodou, pokud testujeme motory s různým otáčením klikové hřídele.

7.10.2 Vodní brzda

Vodní motorová brzda je jedním z nejpoužívanějších typů motorových brzd vůbec. Je vyráběna po mnoho let a mezi její velké výhody patří velký měřicí rozsah, malé konstrukční rozměry, nízká hmotnost a relativně nízké výrobní náklady v porovnání s jinými dynamometry. Její nevýhodou je, že potřebuje delší časový interval ke stabilizaci a stálý přísun vody, aby bylo zajištěno její stálé chlazení na nízkou teplotu.

Vodní chlazení u motorové brzdy může být realizováno dvěma způsoby. Otevřeným a uzavřeným systémem. Otevřeným vodním systémem chladicí voda protéká brzdou do kanalizace. Zde je nutné dbát na to, aby nedošlo k jejímu znečištění. Je zřejmé, že při dlouhodobém testování by bylo zapotřebí velké množství vody, proto se volí šetrnější způsob. V blízkosti testovací jednotky se vybuduje vodní nádrž. Tento způsob je nazýván uzavřeným systémem. Voda je v tomto systému chlazená a čištěna na příslušné požadavky a normy, které vyžaduje vodní motorová brzda. Na obrázku je schematicky znázorněna vodní motorová brzda.



Obrázek 141 Schéma vodní motorové brzdy

Před měřením ustálíme motor v nízkých otáčkách. Je nutné hlídat přítok a odtok vody. Vodní hladina v přívodní nádrži se doplňuje podle zatížení brzdy motorem. Teplo, které vzniká brzděním, je odváděno společně s odtékající vodou. Kryt motorové brzdy se podle velikosti točivého momentu motoru vychyluje a měřicí jednotka tyto hodnoty zaznamenává.

7.10.3 Elektrická brzda

Elektrické brzdy můžeme rozdělit na jednosměrné, střídavé a indukční, které jsou také nazývané vířivými brzdami. Jednosměrné a střídavé brzdy mají dvě velké výhody. Mohou pracovat jako motor a být využity k nastartování spalovacího motoru. Druhá výhoda spočívá v tom, že při brzdění můžeme vyráběnou elektrickou energii dále využít. Možnost

rekuperace energie má praktický význam zejména při dlouhodobých zkouškách motorů o velkém výkonu.

Jednosměrné dynamometry můžeme lehce regulovat budícím proudem. To dovoluje snadno automatizovat a programovat proces zkoušky. Nevýhodou je ohraničený počet otáček a velké rozměry. Při startování spalovacího motoru je zapotřebí dynamometr napájet, po nastartování spalovacího motoru je jím dynamometr poháněn a plní funkci asynchronního generátoru. Takto se mění mechanická energie na elektrickou.

7.10.4 Vířivá brzda

V indukčních brzdách se brzdění uskutečňuje prostřednictvím vířivých proudů. Mechanická energie ze spalovacího motoru přivedená na rotor brzdy se nejdříve mění na elektrickou a potom na tepelnou.

Vířivá brzda využívá pro vytvoření brzdných účinků vířivé proudy uzavřené nakrátko v tělese magnetického obvodu. Rotor je zhotoven z oceli a má tvar ozubeného kola. Na statoru je budicí cívka, kterou protéká stejnosměrný proud. Ten budí v magnetickém obvodu magnetický tok. V magnetickém poli statoru se otáčí rotor. Vlivem střídání zubu a mezery rotoru se mění magnetický odpor magnetického obvodu. Tím se mění i magnetický tok. Změna magnetického toku způsobuje indukování napětí v magnetickém obvodu a obvodem začnou protékat vířivé proudy. Působením vířivých proudů se vytvoří brzdný moment. Velikost tohoto momentu je říditelná změnou proudu v budicí cívce. Energie vířivých proudů je dána energií, která je dodána zkoušenou pohonnou jednotkou, a mění se v tělese magnetického obvodu vířivé brzdy na teplo.

Vznikající teplo je odváděno nejčastěji kapalinou. Mechanické ztráty jsou u indukčních dynamometrů podstatně nižší než u hydraulických brzd. Potřeba malého budicího výkonu dovoluje automatizaci a dává možnost simulovat rychle se měnící zatížení. Indukční dynamometry nemohou rekuperovat energii a roztáčet klikovou hřídel motoru.

8 MĚŘENÍ SENZORŮ AUTOMOBILU



Čas ke studiu: 3 hodiny



Cíl Jak pracovat, měřit a vyhodnocovat

- Konkrétní měření na vybraných senzorech
- Jak vyhodnocovat naměřené údaje
- Čtení záznamu z osciloskopu



Výklad

8.1 Induktivní senzor otáčekG28



Obrázek 142 Indukční senzor otáček

Použití:

- Měření otáček motoru
- Určování polohy klikového hřídele

Princip:

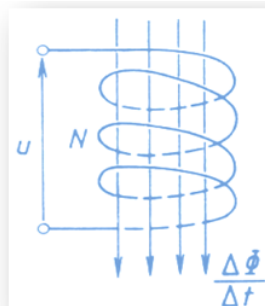
Indukční senzor pracuje na principu elektromagnetické indukce. Při otáčení impulzního kola se střídají feromagnetické zuby a mezery indukující ve vinutí cívky senzory střídavé napětí (> 20ot. / min.). Amplituda střídavého napětí se zmenšuje s rostoucí vzdáleností mezi senzorem a impulsním kolem, a proud roste se stoupajícími otáčkami. Jeho signál je analogový ve tvaru sinusového průběhu.

$$U = \Delta\Phi / \Delta t \cdot N$$

U je indukované napětí

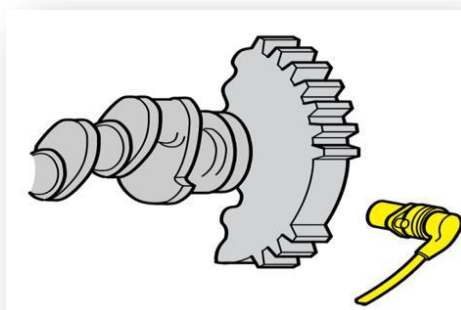
$\Delta\Phi / \Delta t$ je změna magnetického toku v čase

N je počet závitů cívky



Umístění:

Senzor bývá umístěn v bezprostřední blízkosti impulzního kola vždy na pevné části (motor, převodovka, atd.). Podmínka funkce indukčního senzoru je také správná vzduchová mezera mezi čelní plochou senzoru a povrchem zubu impulzního kola, která je pevně stanovená. V praxi se u indukčních senzorů otáček pohybuje v rozmezí $0,8 \pm 0,5$ mm.

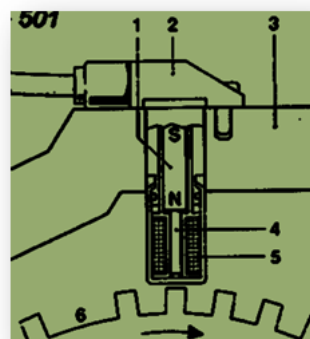


Obrázek 143 Senzor a impulsní kolo na klikovém hřídeli

Složení a vlastnosti:

Senzor se skládá z permanentního magnetu a jádra z magneticky měkké oceli s měděnou cívkou. Odpor indukčního senzoru je podle typu vstřikování a výrobce systému od 300-1500Ω.

1. Permanentní magnet
2. Těleso snímače
3. Blok motoru
4. Jádro z magneticky měkké oceli
5. Vinutí cívky
6. Signální kolo



Obrázek 144 Sestava senzoru

Elektrické zapojení :

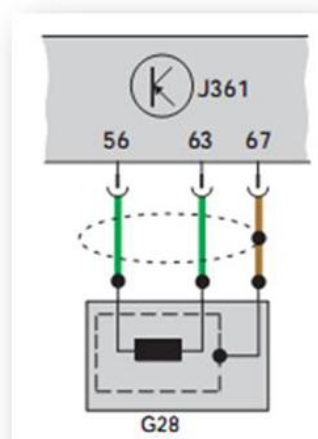
56 = signál snímače

63 = signál snímače

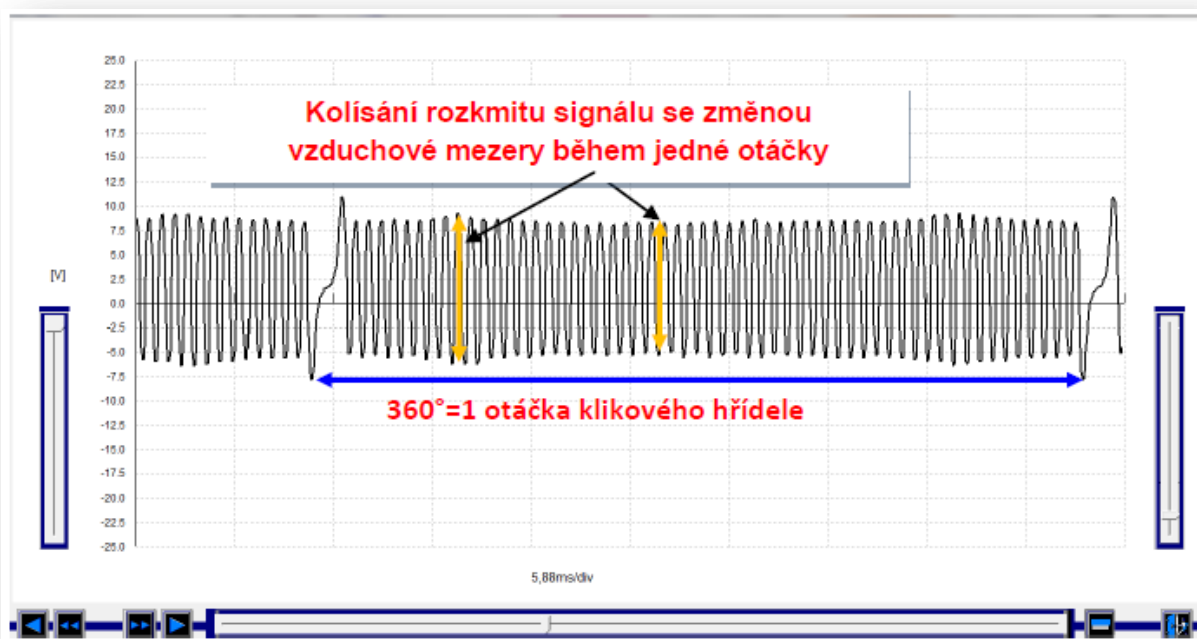
67 = stínění

J361 = řídicí jednotka motoru Simos

G28 = snímač otáček motoru

**Obrázek 145 Elektrické zapojení****Signál:**

Vyhodnocovací obvod v řídicí jednotce převádí sinusový signál s velmi rozdílnou amplitudou na pravouhlé signály s konstantní amplitudou. Větší vzdálenost mezi zuby impulzního kola znamená pro řídicí jednotku informaci o horní úvrati pístu v prvním válci.

**Obrázek 146 Průběh napětí indukčního senzoru****Závady a řešení:**

Přerušený obvod, zkrat, mechanické poškození impulzního kola. Vnitřní odpor cívky na senzoru můžeme změřit ohmmetrem hodnoty od 300-1500 Ω – dle systému. Pomocí osciloskopu můžeme naměřit - žádný signál, nebo nekorektní průběh - na signálu je vidět náhlá změna průběhu – (zkrat na kostru, na +, změna amplitudy apod.) – závada v senzoru, kabeláži či ŘJ motoru.

Sériová diagnostika:

Postup měření sériovou diagnostikou pomocí přístroje VAG-COM

Připojíme interface do diagnostické zásuvky vozidla, zapneme zapalování a spustíme program VAG-COM.



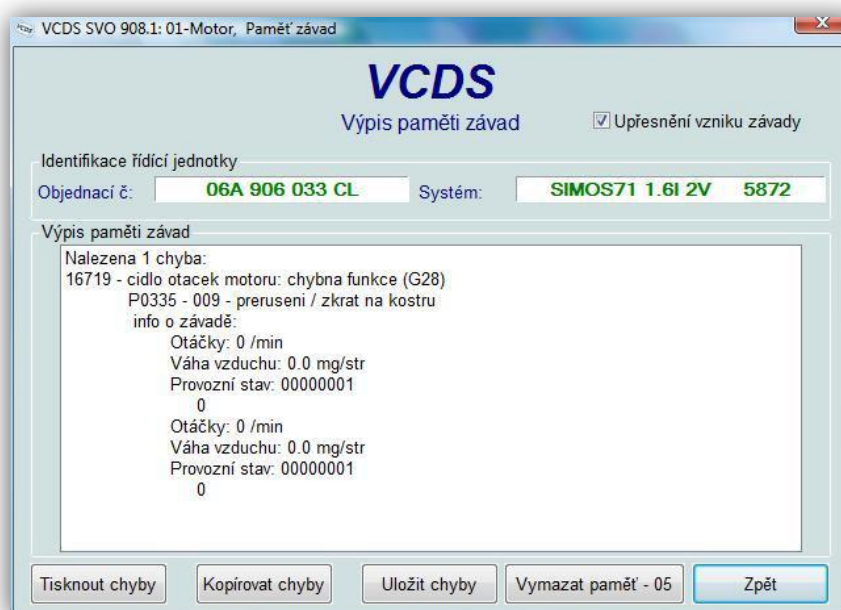
Obrázek 147 Výběr řídicí jednotky



Obrázek 148 Volba „MOTOR“



Obrázek 149 Volba „Paměť závad“



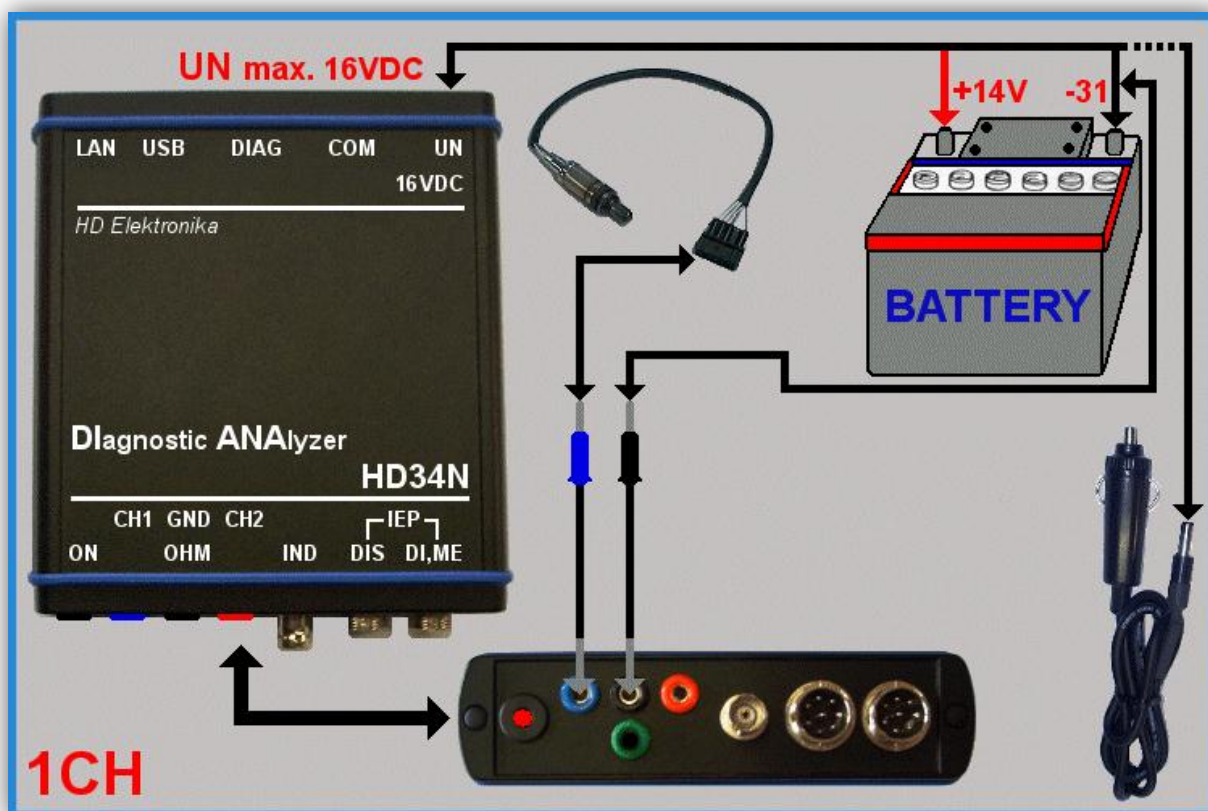
Obrázek 150 Popis závady

Paralelní diagnostika:

Měření osciloskopem pomocí přístroje DIANA HD 34-N



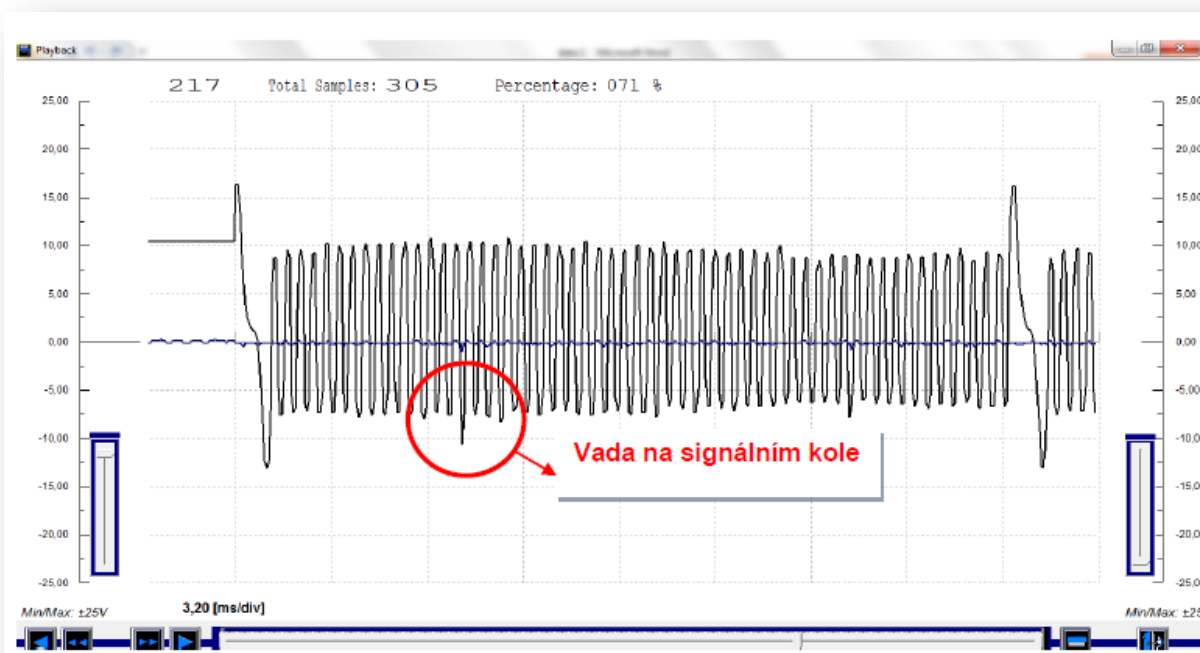
Obrázek 151 Menu osciloskopu



Obrázek 152 Propojení osciloskopu se senzorem



Obrázek 153 Konektor senzoru



Obrázek 154 Nekorektní průběh ze senzoru

Použité přístroje:

Sériová diagnostika: VAG-COM -koncern Volkswagen a další značky v normě OBD, OBD-II a EOBD.

Paralelní diagnostika: digitální osciloskop –DIANA Basic 2CH - 4CH v. 11.0.3

vozidlo: Škoda Octavia 1.6 2V

8.2 Senzor klepání G61



Obrázek 155 Senzor klepání motoru

Použití:

Signalizuje vznik detonačního spalování

Princip:

Při vibracích motoru působí na piezokeramický kroužek tlakové síly F , tyto síly mají stejnou frekvenci jako vibrace. Mezi spodní a horní plochou piezokeramického kroužku vzniká elektrické napětí v důsledku piezoelektrického efektu. Tento efekt spočívá v tom, že na výbrusu některých krystalických látek se při mechanickém namáhání objeví elektrický náboj. Senzor je generátorem napětí. Kontaktními kroužky je toto napětí snímáno a elektrickou přípojkou vedeno do řídicí jednotky motoru.

Mez klepání je především závislá na:

- kvalitě paliva
- konstrukci spalovacího prostoru
- kompresním poměru
- složení směsi
- zatížení motoru

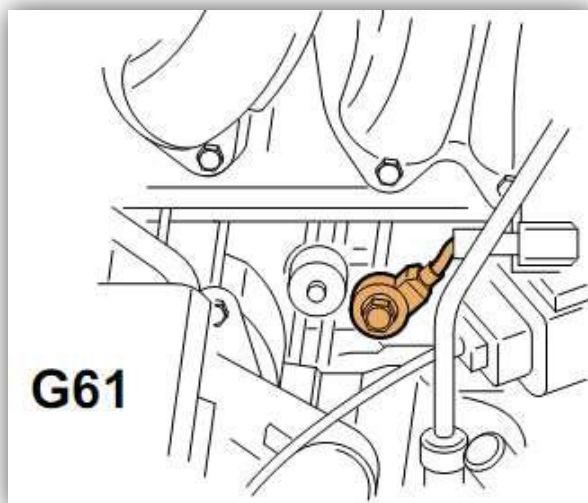
Podmínky správné funkce:

- upevňovací šroub senzory musí být dotažen správným utahovacím momentem
- k zajištění senzory se nesmí používat pružné podložky
- upevňovací plocha a závitový otvor musí mít předepsanou kvalitu

Umístění:

Senzor bývá umístěn na motoru tak, aby bylo rozpoznáno klepání z každého válce. Zpravidla

se 4 válcové motory vybavují jedním 5-6 válcové dvěma a 8-12 válcové dvěma a více senzory.



Obrázek 156 Senzor klepání

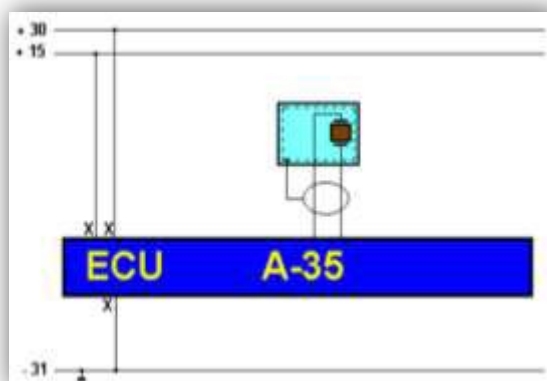
Složení a vlastnosti:

1. Seizmická hmota
2. Zalévací hmota
3. Piezoelektrická keramika
4. Kontakty
5. Elektrický přívod



Obrázek 157 Senzor klepání

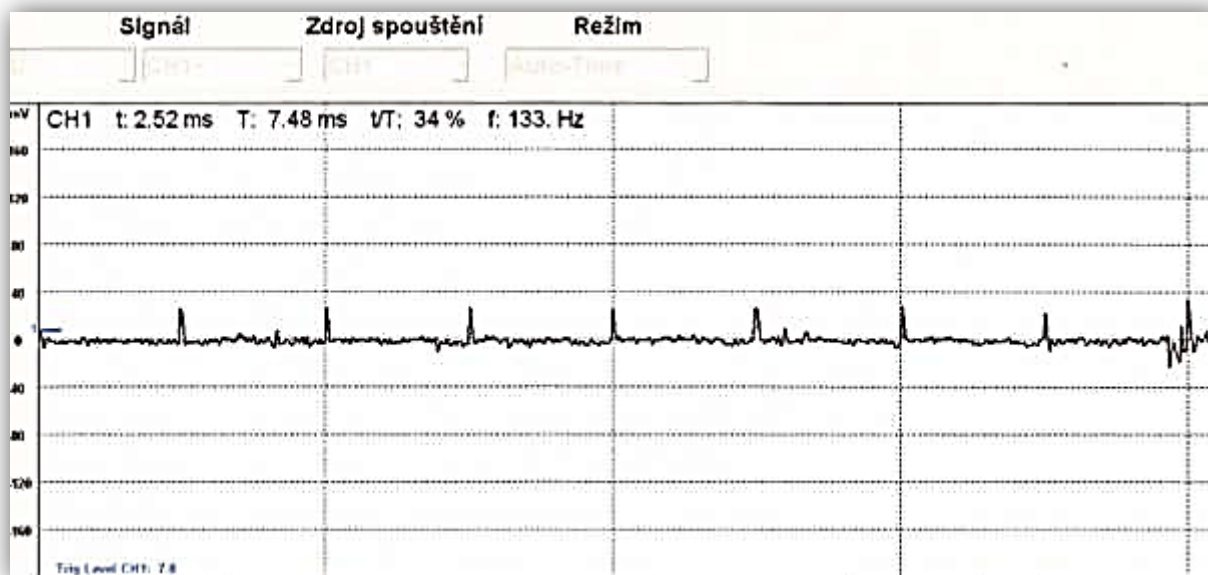
Elektrické zapojení:



Obrázek 158 Elektrické zapojení

Signál:

Řídicí jednotka ze signálu senzory klepání sníží skokem předstih např. o 3° KH, případně u přeplňovaných motorů navíc reguluje plnicí tlak turbodmychadla. Po odeznění nežádoucího klepání motoru, řídicí jednotka na základě signálu senzory klepání upraví předstih tak, aby byl těsně pod hranicí klapání, kdy motor pracuje nejefektivněji.



Obrázek 159 Průběh napětí senzory klepání při volnoběhu

Závady a řešení:

Přerušený obvod, zkrat, mechanické poškození senzory klepání. Pomocí osciloskopu můžeme naměřit - žádný signál, nebo nekorektní průběh- závada v senzoru, kabeláži či ŘJ motoru.

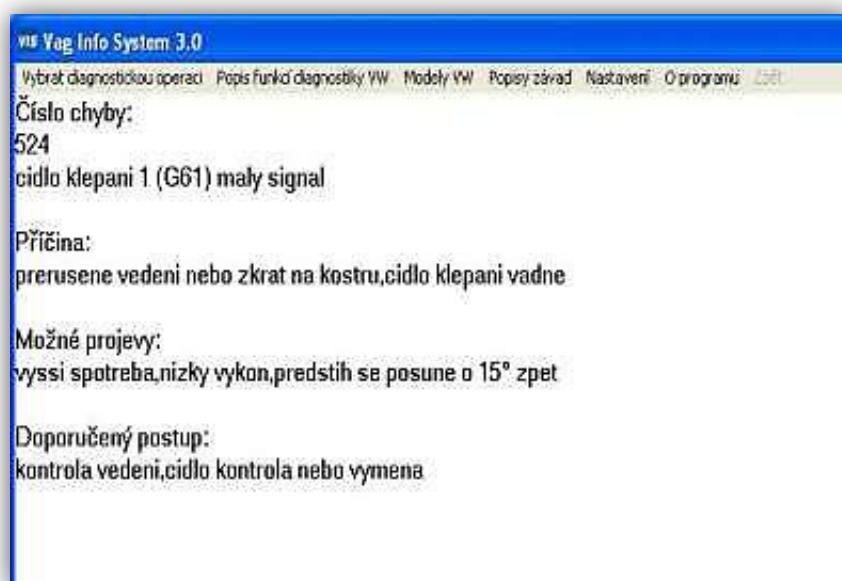
Sériová diagnostika:

Postup měření sériovou diagnostikou pomocí přístroje VAG-COM

Připojíme interface do diagnostické zásuvky vozidla, zapneme zapalování a spustíme program VAG-COM.



Obrázek 160 Volba „Paměť“ závad“



Obrázek 161 Popis závady

Paralelní diagnostika:

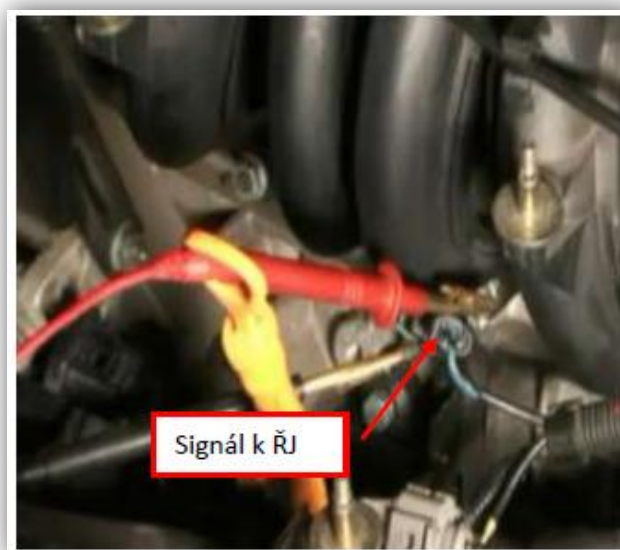
Měření osciloskopem pomocí přístroje DIANA HD 34-N



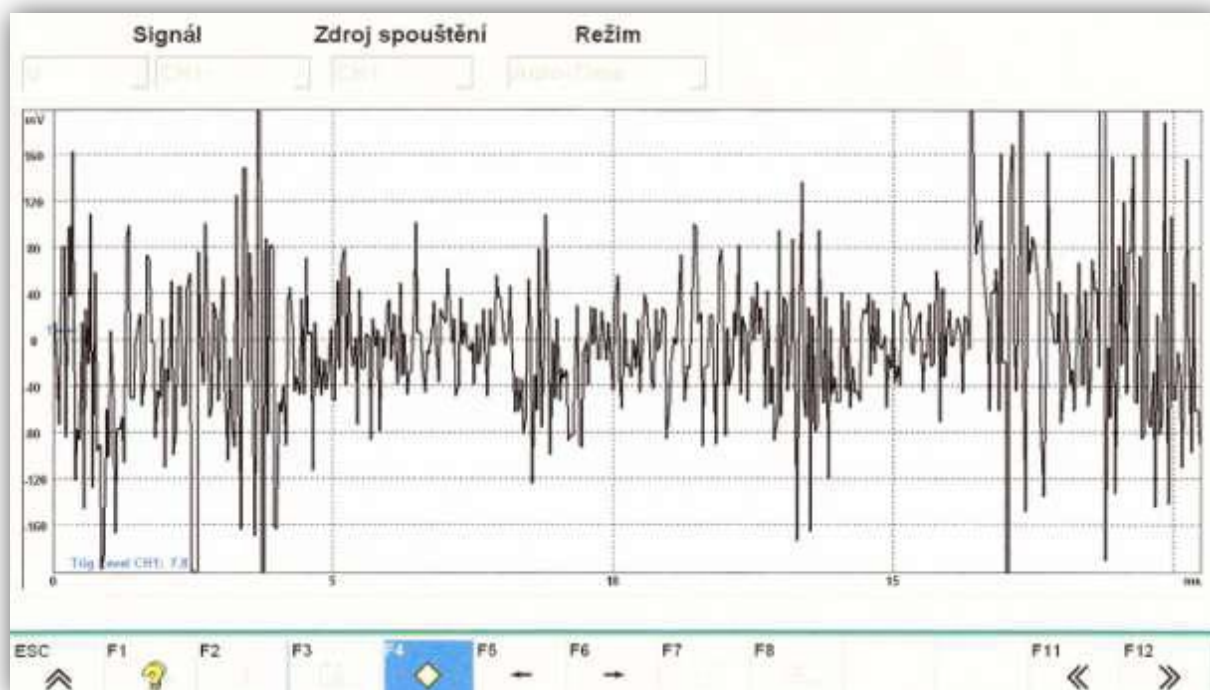
Obrázek 162 Menu osciloskopu



Obrázek 163 Propojení osciloskopu se senzorem



Obrázek 164 Připojení na konektor senzoru



Obrázek 165 Signál senzory klepání při 4000 ot/min

Použité přístroje:

sériová diagnostika: VAG-COM -koncern Volkswagen a další značky v normě OBD, OBD-II a EOBD.

paralelní diagnostika: digitální osciloskop –DIANA Basic 2CH - 4CH v. 11.0.3

vozidlo: Škoda Octavia 1.6 2V

8.3 Palivová soustava

Měření tlaku paliva

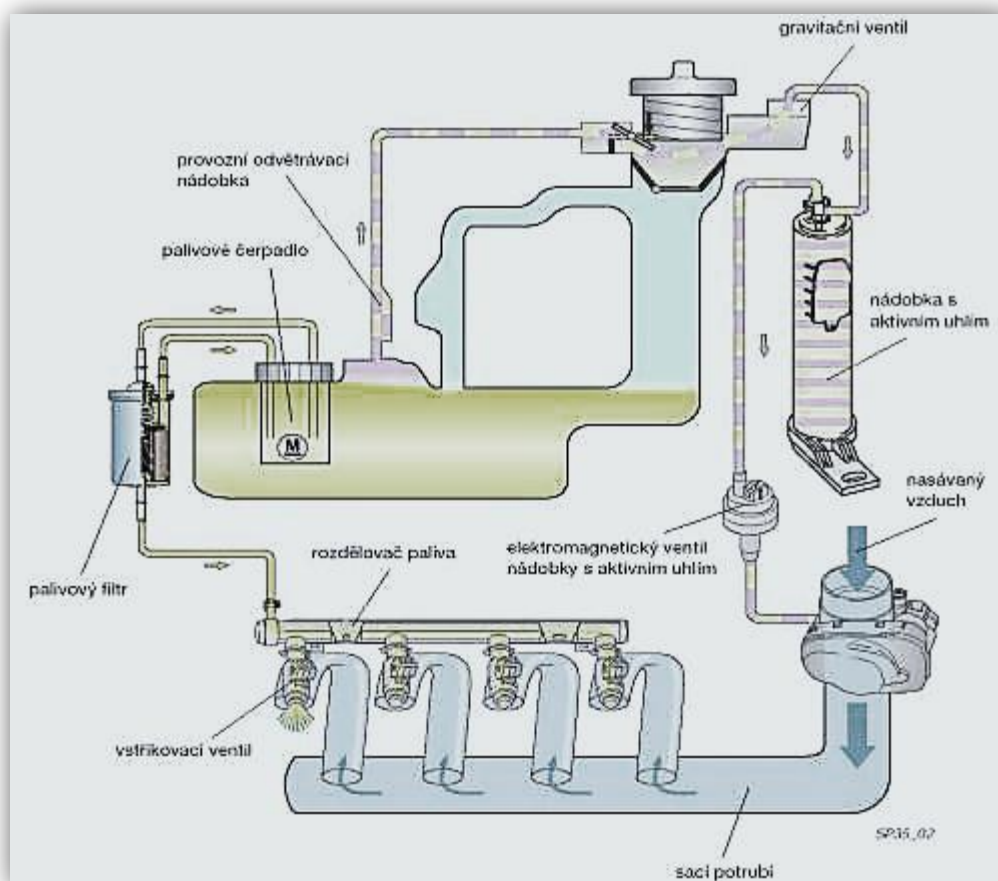


Obrázek 166 Elektrické podávací palivové čerpadlo

Použití:

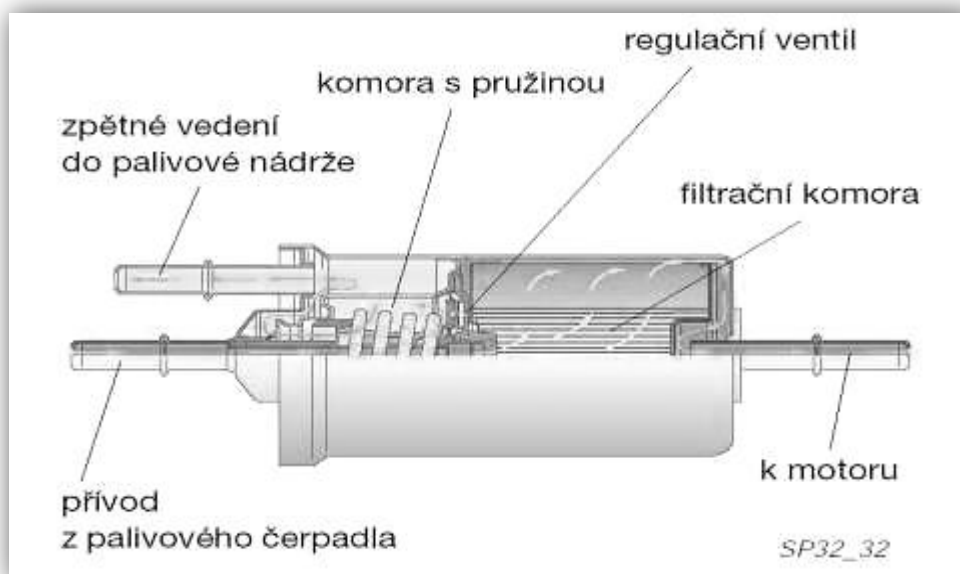
Jeho úkolem je uchovávat, filtrovat a dodávat palivo ke vstřikovacím ventilům.

Popis systému:



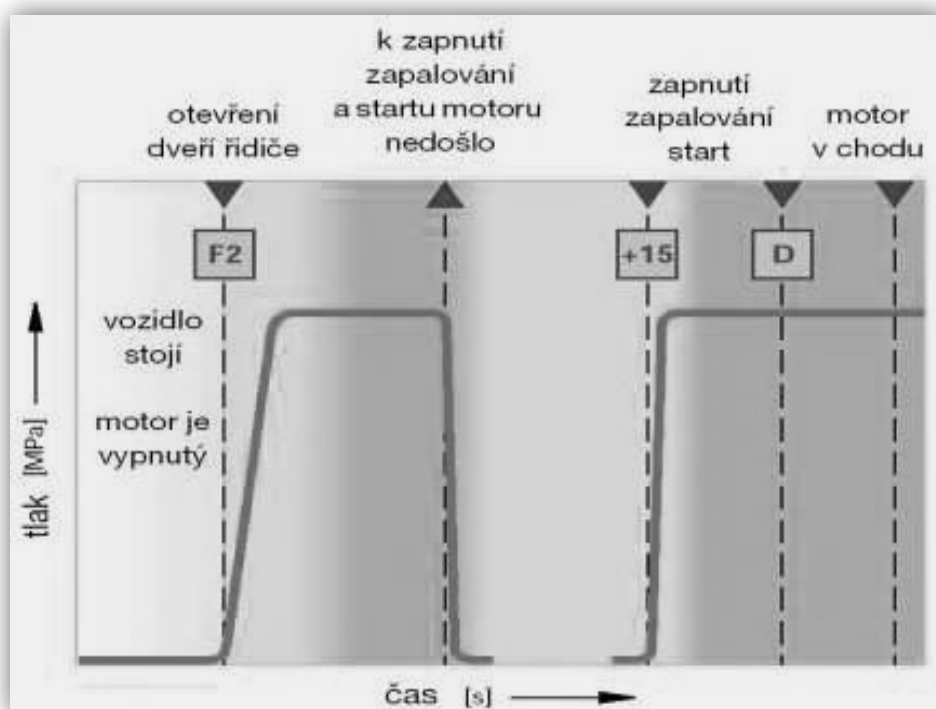
Obrázek 167 Schéma systému

Palivový filtr s regulátorem tlaku paliva



Obrázek 168 Palivový filtr

Spínání palivového čerpadla



Obrázek 169 Časy sepnutí relé palivového čerpadla

Paralelní diagnostika:

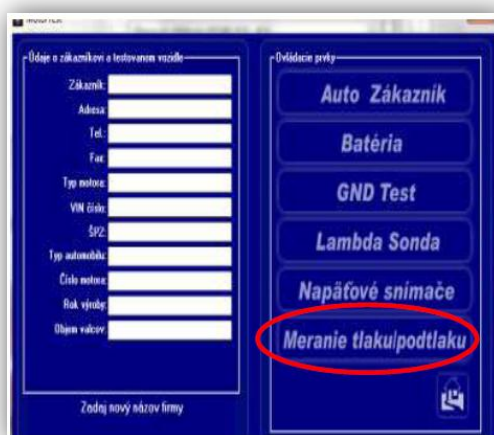
Měření osciloskopem pomocí přístroje DIANA HD 34-N a tlakové sondy HD26a

Postup měření

- Přístroje připojíme na akumulátor (červená +, černá)
- Připojíme signální vodič převodníku do zástrčky CH1 a kostru do GND
- Odpojíme přívod paliva k palivové rampě a nasadíme paralelně(vložíme) konec převodníku
- Zapneme program DIANA a zvolíme motor TEST
- Převodní charakteristika 1bar = 1V
- Podmínka: do 1s od startu musí naběhnout tlak na předepsanou hodnotu a při vypnutí
- motoru nesmí tlak po dobu 10 minut klesnout na polovinu předepsané hodnoty (těsnost)



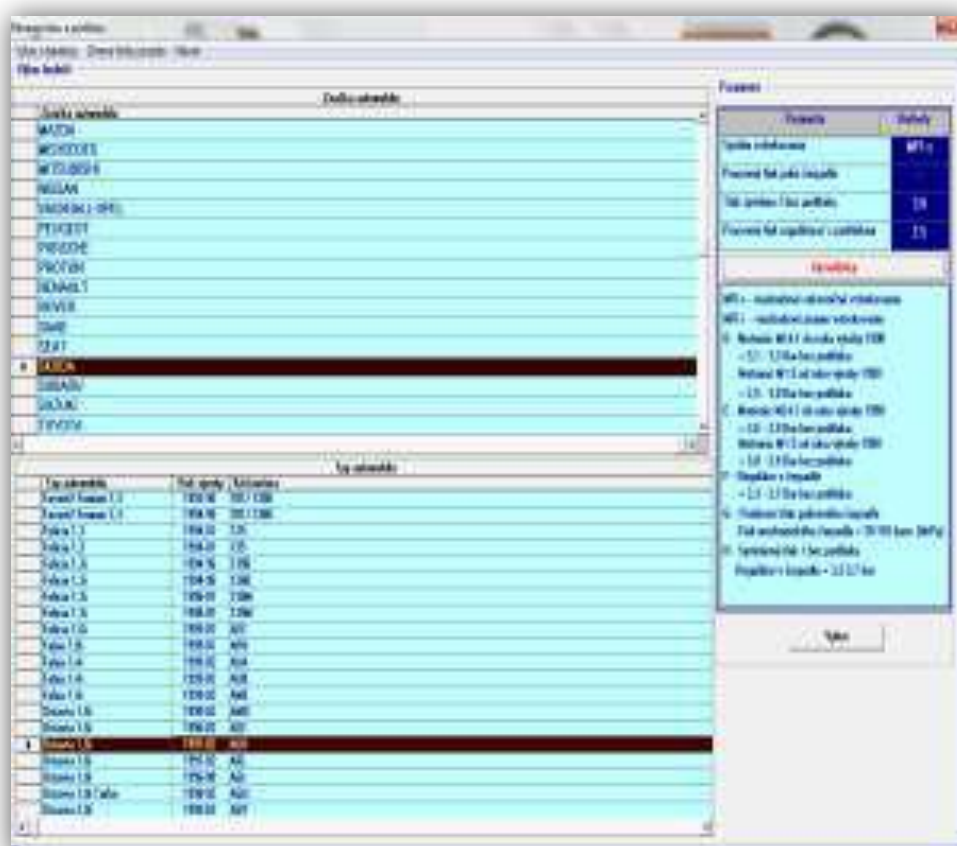
Obrázek 170 Menu osciloskopu



Obrázek 171 Výběr měření



Obrázek 172 Propojení sondy s osciloskopem



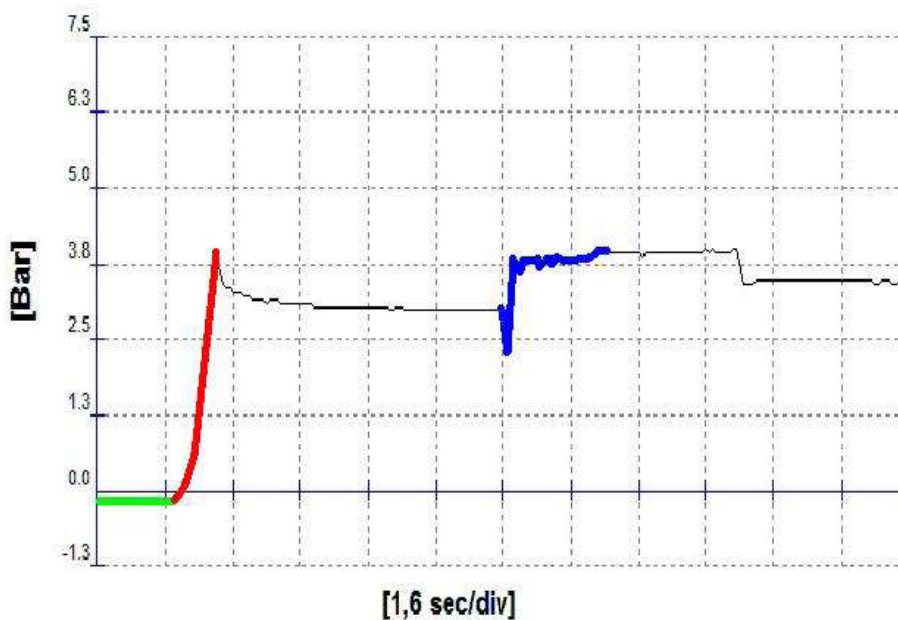
Obrázek 173 Výběr vozidla respektive motoru(tlak)



Obrázek 174 Propojení sondy s palivovým potrubím

Výsledek měření tlaku a podtlaku

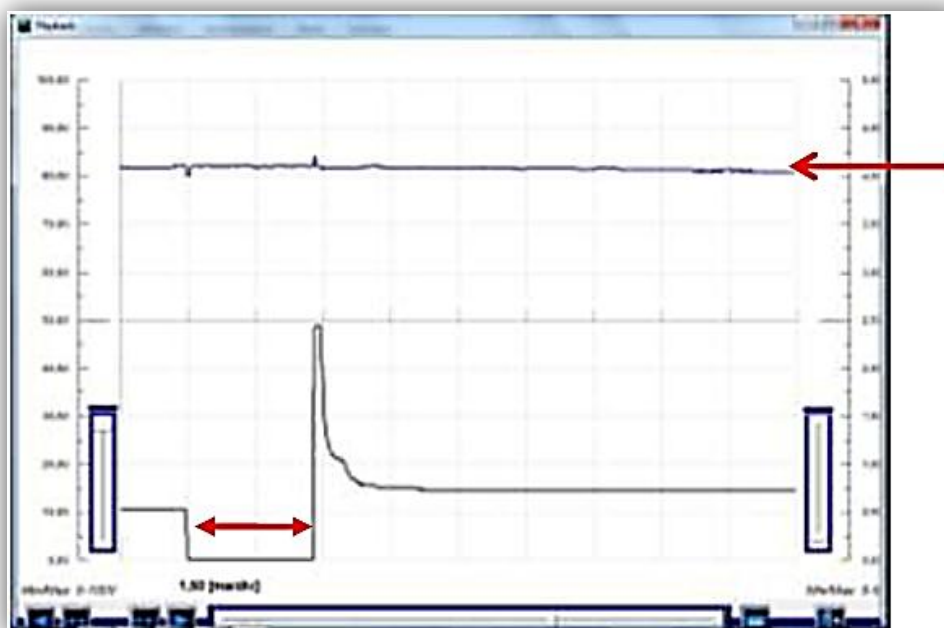
<i>SPZ:</i>		<i>Rok výroby:</i>	2000
<i>Typ automobilu:</i>	octavia	<i>Objem válců:</i>	1.6
<i>Číslo motoru:</i>		<i>Typ motoru:</i>	xxx
		<i>VIN číslo:</i>	



Obrázek 175 Průběh tlaku

- Palivový systém bez tlaku
- Náběh tlaku palivového čerpadla po otevření dveří nebo otočení klíčku
- Start motoru – pokles tlaku přes vstřikovací ventily

Simulace – vliv poklesu tlaku paliva na délku vstřiku



Obrázek 176 Konstantní tlak



Obrázek 177 Pokles tlaku = větší doba vstřiku

Použité přístroje:

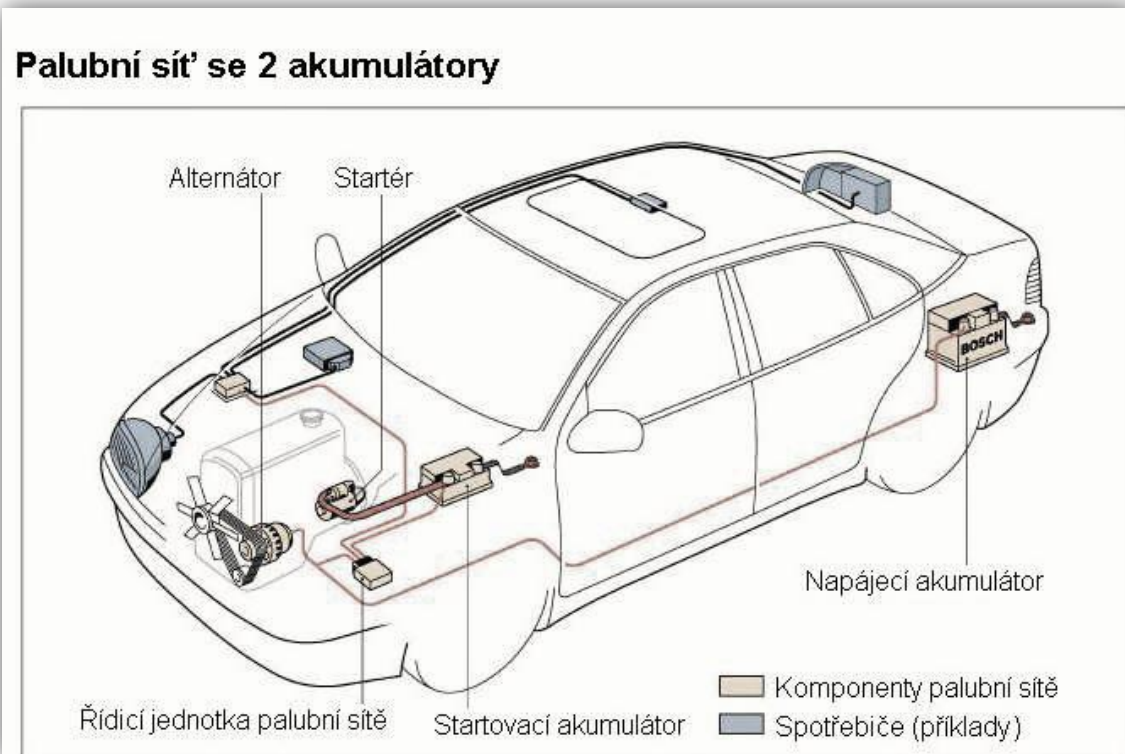
paralelní diagnostika: digitální osciloskop –DIANA Basic 2CH - 4CH v. 11.0.3
tlaková sonda –HD 26a

vozidlo: Škoda Octavia 1.6 2V

8.4 Palubní síť

Měření poklesu napětí při startu

Popis systému:



Obrázek 178 Příklad palubní sítě vozidla

Akumulátor

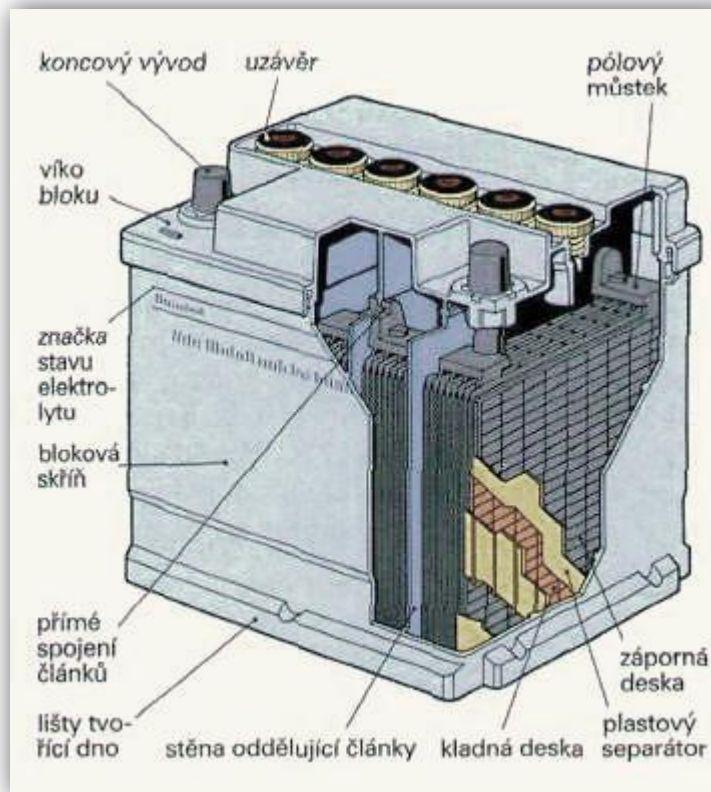
- zásobník elektrické energie ve vozidle
- nejvíce se využívá baterie při startování motoru, protože musí napájet startér, který je největším spotřebičem v motorovém vozidle

provozní podmínky akumulátoru:

- velké spouštěcí proudy
- velká rozmezí provozních teplot
- otřesy
- rychlé střídání nabíjení a vybíjení
-

Olověný akumulátor:

- tvořen 6-ti články po 2V (výsledné napětí 12V)
- každý článek je tvořen soustavou olověných mřížkovaných desek kladné a záporné elektrody, vzájemně od sebe odděleny separátory, které zamezují přímému dotyku sousedících desek
- desky jsou ponořeny do roztoku kyseliny sírové, která tvoří elektrolyt

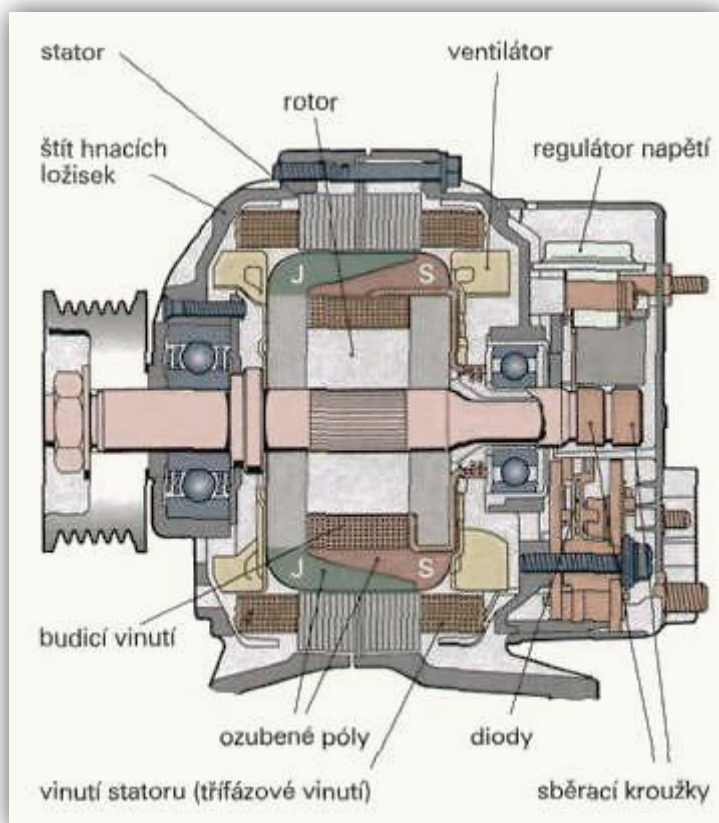
Plně nabitý akumulátor:**Obrázek 179 Akumulátor****Charakteristické hodnoty akumulátoru:**

Kapacita: je to elektrický náboj v ampérhodinách, který může akumulátor dodat. Není to stálá hodnota a mění se s podmínkami, především závisí na velikosti vybíjecího proudu a teplotě.

Vnitřní odpor akumulátoru: je dán odporem činné hmoty akumulátoru, odporem jejího spojení s mřížkou, vlastnostmi přechodové vrstvy a separátorů. Značný vliv má také teplota a hustota elektrolytu. Velikost tohoto odporu se pohybuje v desítkách milionů, a můžeme říci, že čím nižší odpor tím je akumulátor kvalitnější.

Alternátor

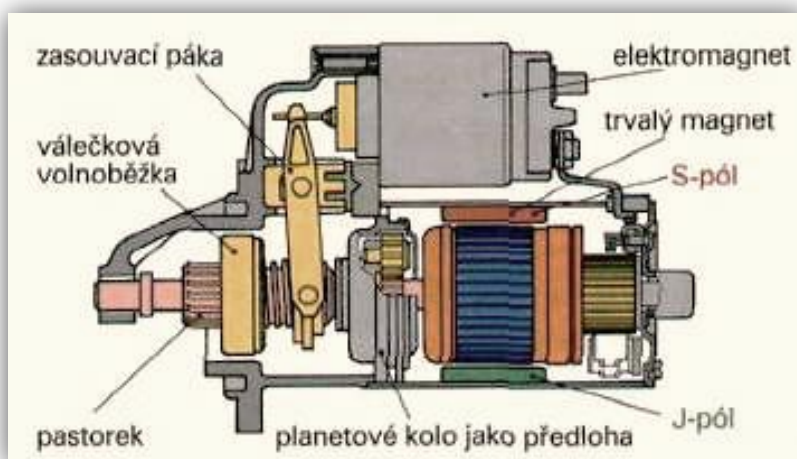
- Alternátor přeměňuje mechanickou energii z rotačního pohybu hnacího stroje na elektrickou energii ve formě střídavého proudu
- Chod alternátoru je závislý na chodu motoru, což znamená, že alternátor je schopen dodávat elektrickou energii pouze při chodu motoru
- Alternátor je schopen vyrobit pouze střídavé napětí proto je nutné jej usměrnit.
- Jelikož je to 3-fázový stroj, k usměrnění proudu se používá tzv. 6-ti pulzní usměrňovač výstupní napětí je proměnné, a závislé na otáčkách je nutné toto napětí udržet konstantní, k čemuž nám slouží regulátor



Obrázek 180 Alternátor

Spouštěč

- Je zařízení, které slouží k roztočení spalovacího motoru při jeho uvádění do provozu
- Startér vyžadují motory, které při uvádění do provozu samy nevytvářejí počáteční
- Točivý moment (na rozdíl např. od parního stroje, nebo pneumatického motoru).



Obrázek 181 Spouštěč

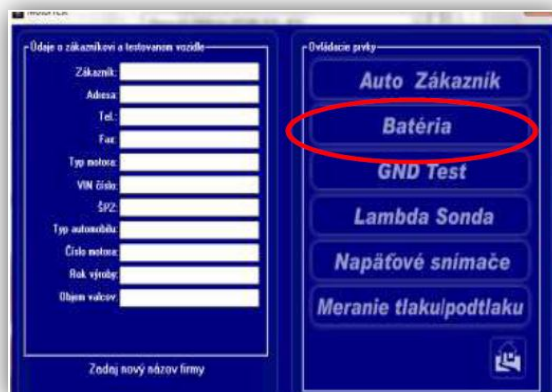
Paralelní diagnostika:

Měření osciloskopem pomocí přístroje DIANA HD 34-N

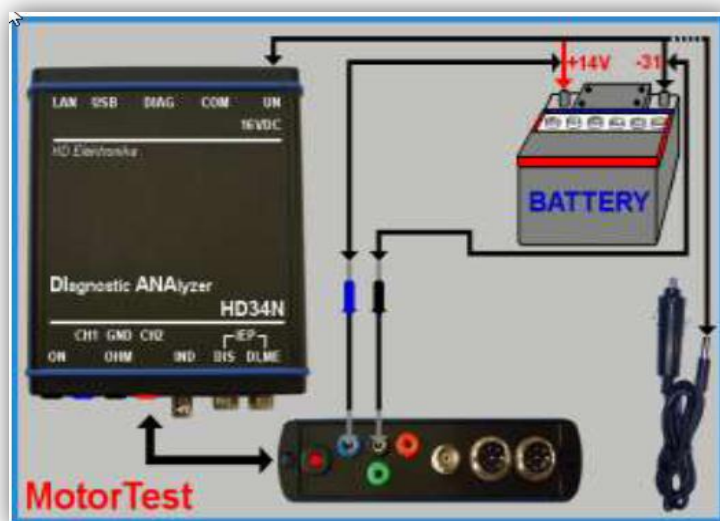
Postup měření:



Obrázek 182 Menu osciloskopu



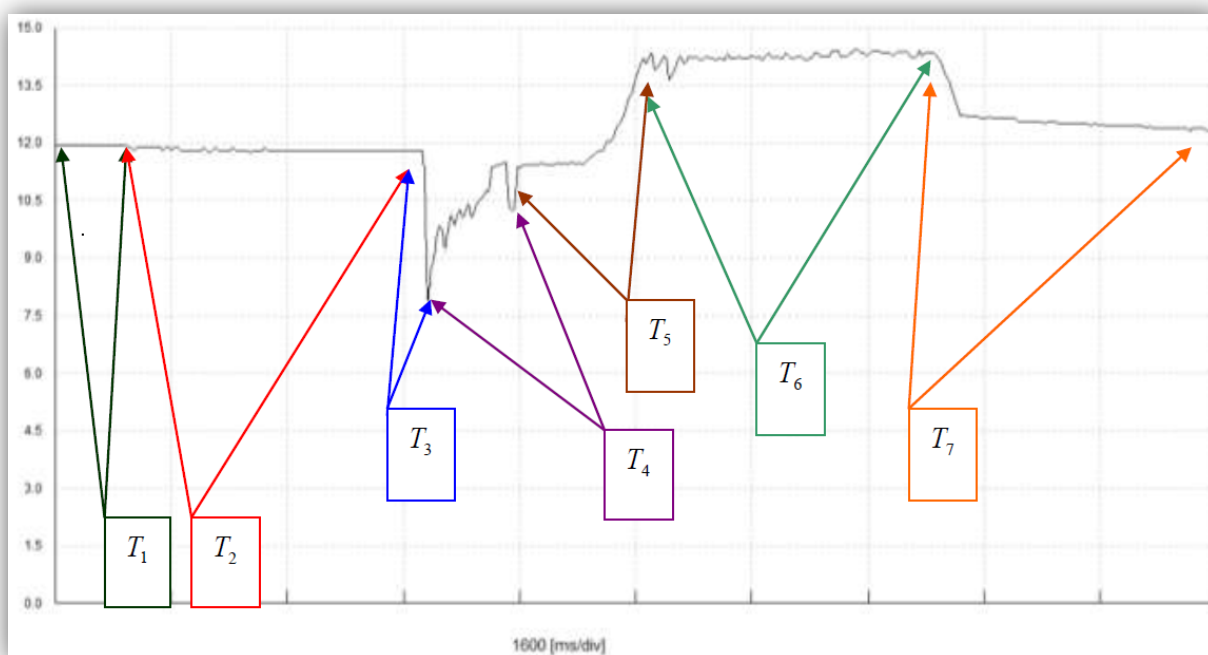
Obrázek 183 Výběr měření



Obrázek 184 Propojení akumulátoru s osciloskopem



Obrázek 185 Pohled na měření



Obrázek 186 Průběh tlaku

T₁- palubní napětí (není zapnuto zapalování)

T₂- mírný pokles napětí důsledkem zapnutí zapalování (otočení klíče do polohy, kdy jsou zapnuty kontrolky a napájeny řídicí jednotky)

T₃- velký pokles napětí vlivem zařazení startéru do činnosti

T₄- jednotlivé záškuby na oscilogramu zobrazují zážehy v jednotlivých válcích (graf má tendenci stoupat, protože těmi zážehy „pomáhají“ startéru otáčet motorem)

T₅- naběhnutí motoru a postupné buzení alternátoru

T₆- dobíjení alternátoru (kmitavé napětí proto, protože regulátor dobíjí do hodnoty zhruba 14,6 V a po dosažení této hodnoty přestane budit budící vinutí, tím klesne napětí na akumulátoru a po dosažení jistého poklesu opět budí rotorové vinutí, tento děj se neustále střídá, proto tedy kmitavý průběh)

T₇- pokles napětí důsledkem vypnutí motoru (Tím se alternátor vyřadí z činnosti a nedobíjí, proto nutně musí poklesnout napětí. Napětí je ke konci grafu díky dobíť vyšší, než v rozmezí T)

Použité přístroje:

paralelní diagnostika : digitální osciloskop –DIANA Basic 2CH - 4CH v. 11.0.3

vozidlo: Škoda Octavia 1.6 2V

8.5 Řízení motoru - senzory

1. Senzor teploty chladicí kapaliny G62



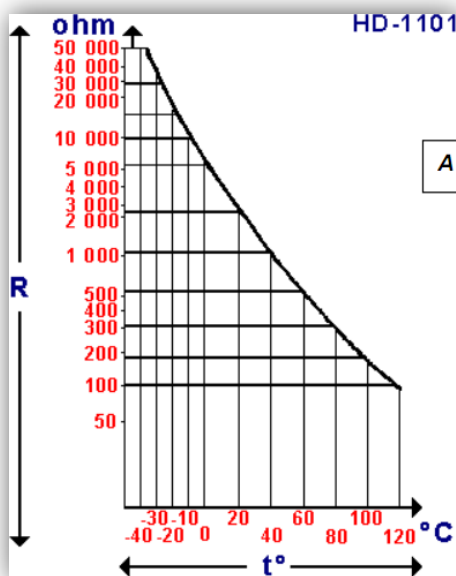
Obrázek 187 Senzor teploty chladicí kapaliny

Použití:

- Měření teploty motoru
- Informace pro řídicí jednotku motoru o teplotě motoru

Princip:

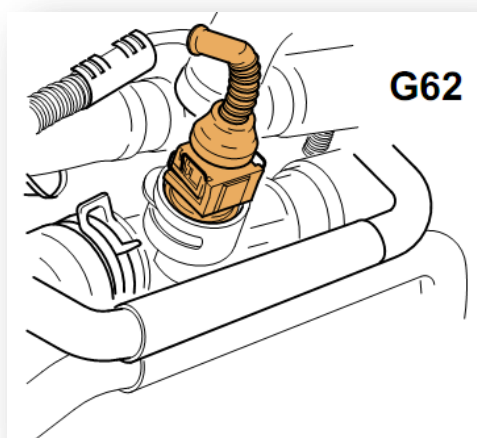
Význam senzory teploty chladicí kapaliny spočívá např. v tom, že vstřikované množství paliva je závislé na teplotě motoru. Tak jak se motor postupně zahřívá na provozní teplotu, řídicí jednotka na základě signálu ze senzoru teploty chladicí kapaliny postupně koriguje množství vstřikovaného paliva. Rozlišujeme v zásadě dva typy senzorů teploty, a to NTC a PTC. U senzoru typu NTC se vzrůstající teplotou ohmický odpor postupně klesá a naopak u senzorů typu PTC odpor roste. Většina výrobců preferuje typ NTC.



Obrázek 188 Charakteristika senzory NTC a PTC

Umístění:

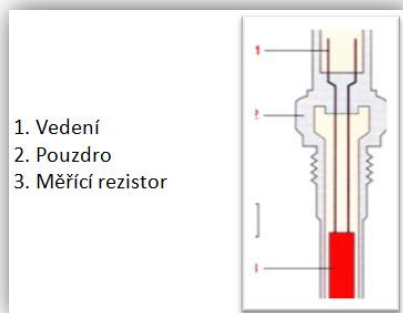
Senzor bývá umístěn v potrubí pro chladicí kapalinu na motoru nebo přímo v hlavě válců.



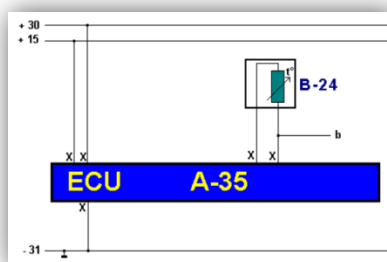
Obrázek 189 Senzor teploty chladicí kapaliny

Složení a vlastnosti:

V pouzdře je zabudovaný teplotně závislý měřicí rezistor z polovodičového materiálu. Napětí měřené na rezistoru je závislé na teplotě. Toto napětí vstupuje do A/D převodníku v ŘJ motoru, kde je uložena charakteristika podle které se k danému napětí přiřadí teplota.



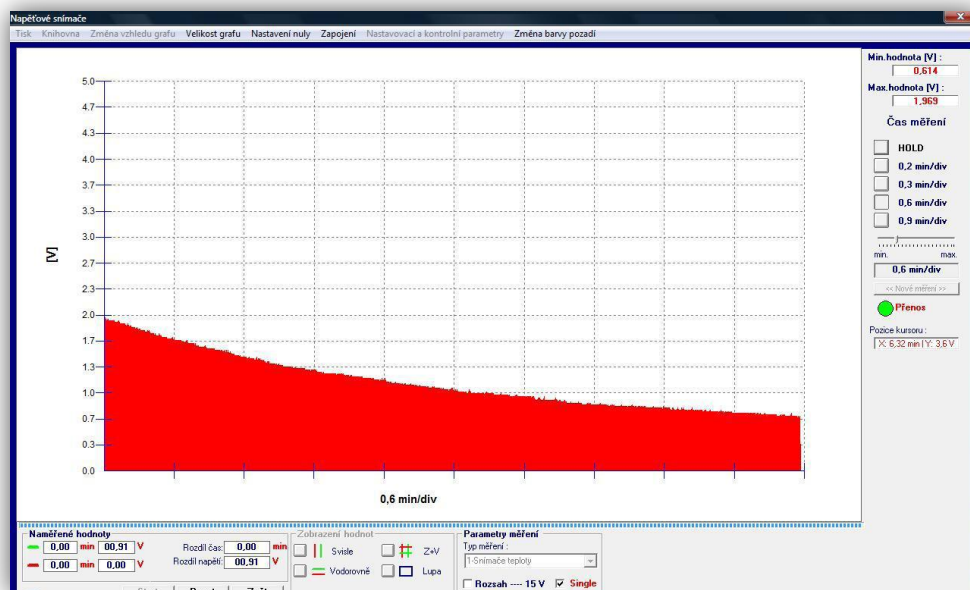
Obrázek 190 Senzor teploty chladicí kapaliny

Elektrické zapojení:

Obrázek 191 Elektrické zapojení

Signál:

Z řídicí jednotky motoru je na senzor teploty vysíláno referenční napětí 5 V. Toto napětí se v průběhu zahřívání motoru snižuje, až se ustálí při provozní teplotě motoru na hodnotě blízké 0,5 V. Průběh je patrný z oscilogramu.



Obrázek 192 Průběh napětí teplotního senzoru

Závady a řešení:

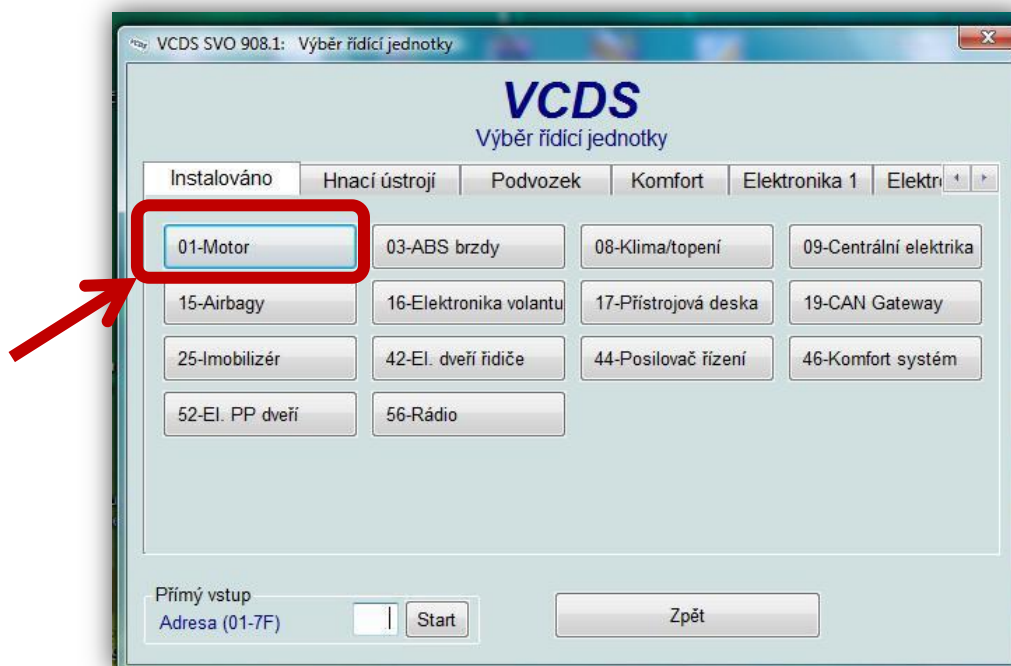
Přerušený obvod, zkrat, mechanické poškození senzoru. Vnitřní odpor na senzoru můžeme změřit ohmmetrem, hodnoty se mění dle teploty. Pomocí osciloskopu můžeme naměřit - žádný signál, nebo nekorektní průběh - na signálu je vidět náhlá změna průběhu –(zkrat na kostru, na +) – závada v senzoru, kabeláži či ŘJ motoru.

Sériová diagnostika:**Postup měření sériovou diagnostikou pomocí přístroje VAG-COM**

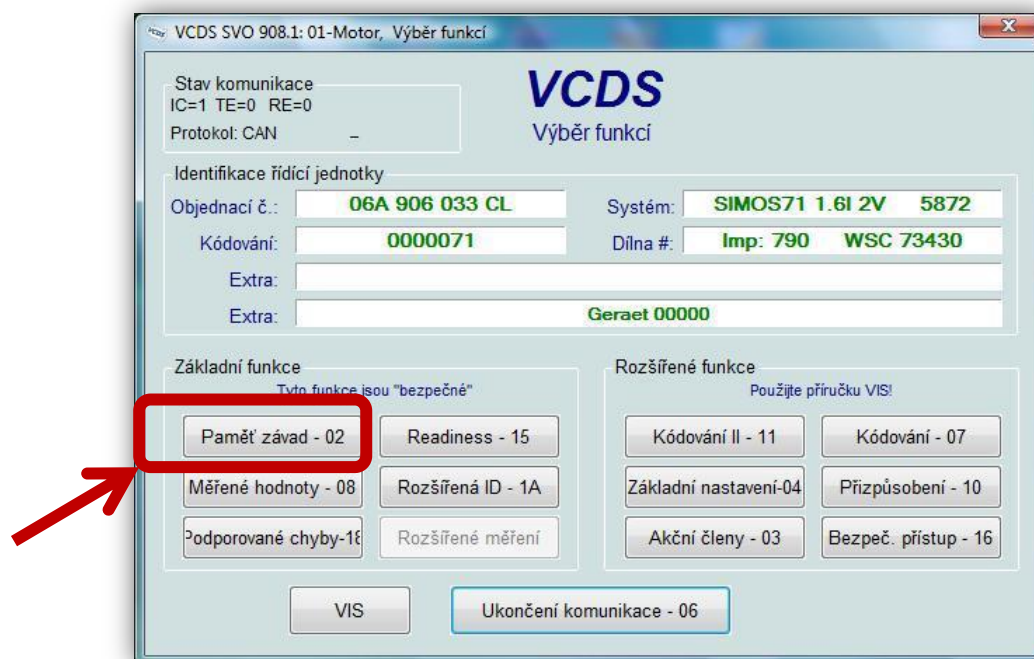
Připojíme interface do diagnostické zásuvky vozidla, zapneme zapalování a spustíme program VAG-COM.



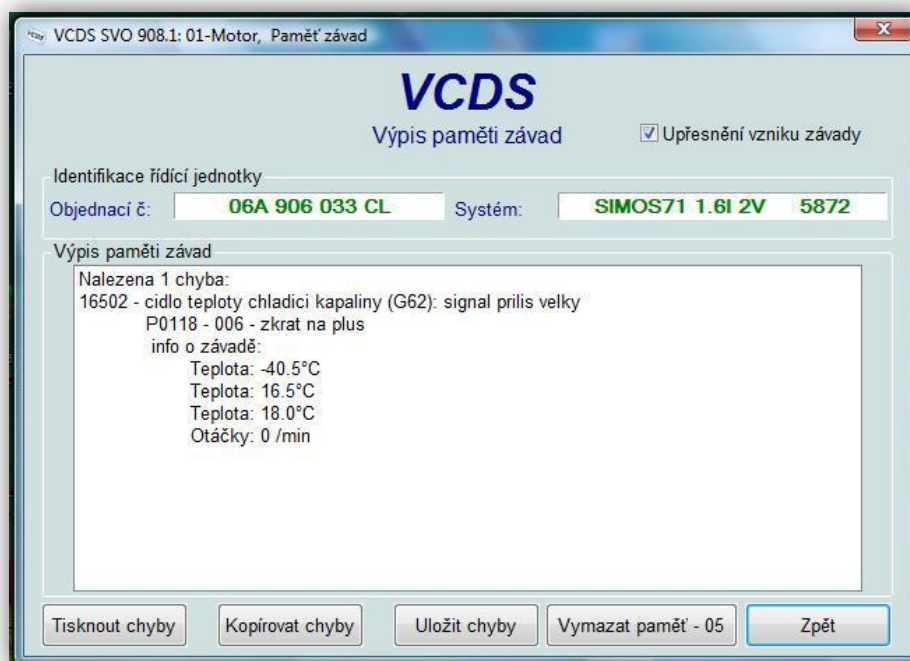
Obrázek 193 Výběr řídicí jednotky



Obrázek 194 Volba „MOTOR“



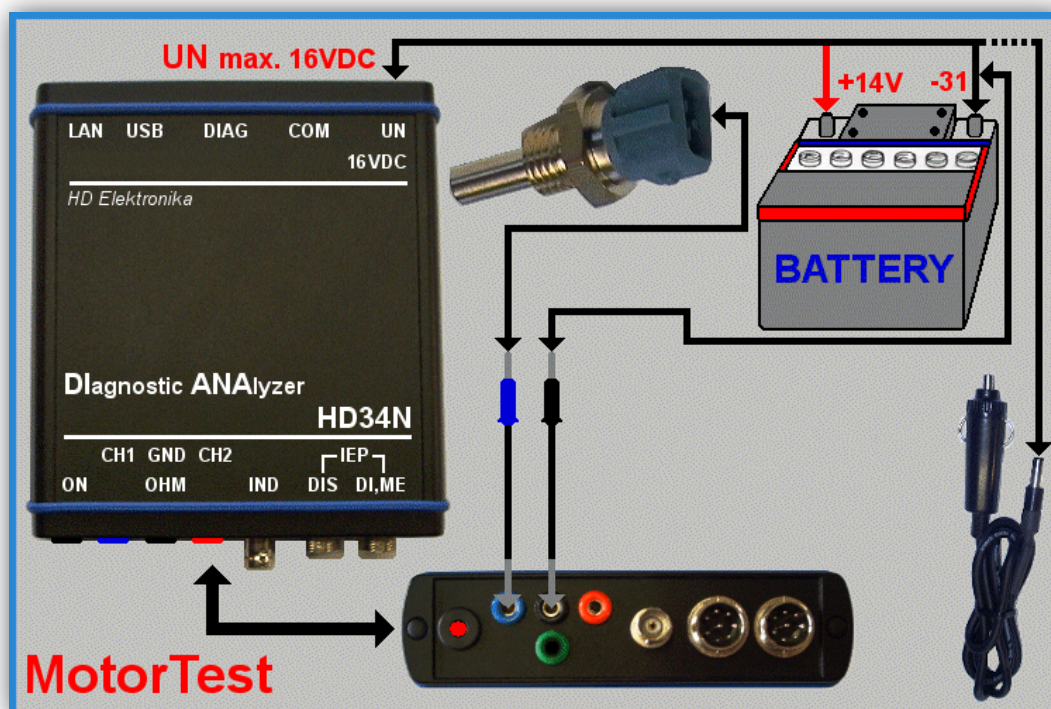
Obrázek 195 Volba „Paměť závad“



Obrázek 196 Popis závady

Paralelní diagnostika:

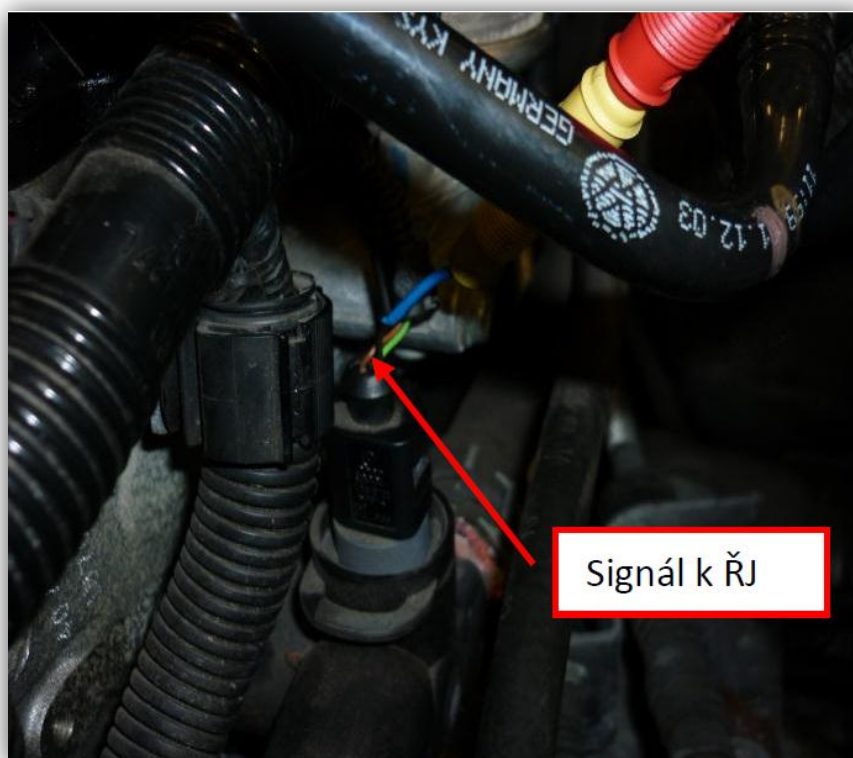
Měření osciloskopem pomocí přístroje DIANA HD 34-N



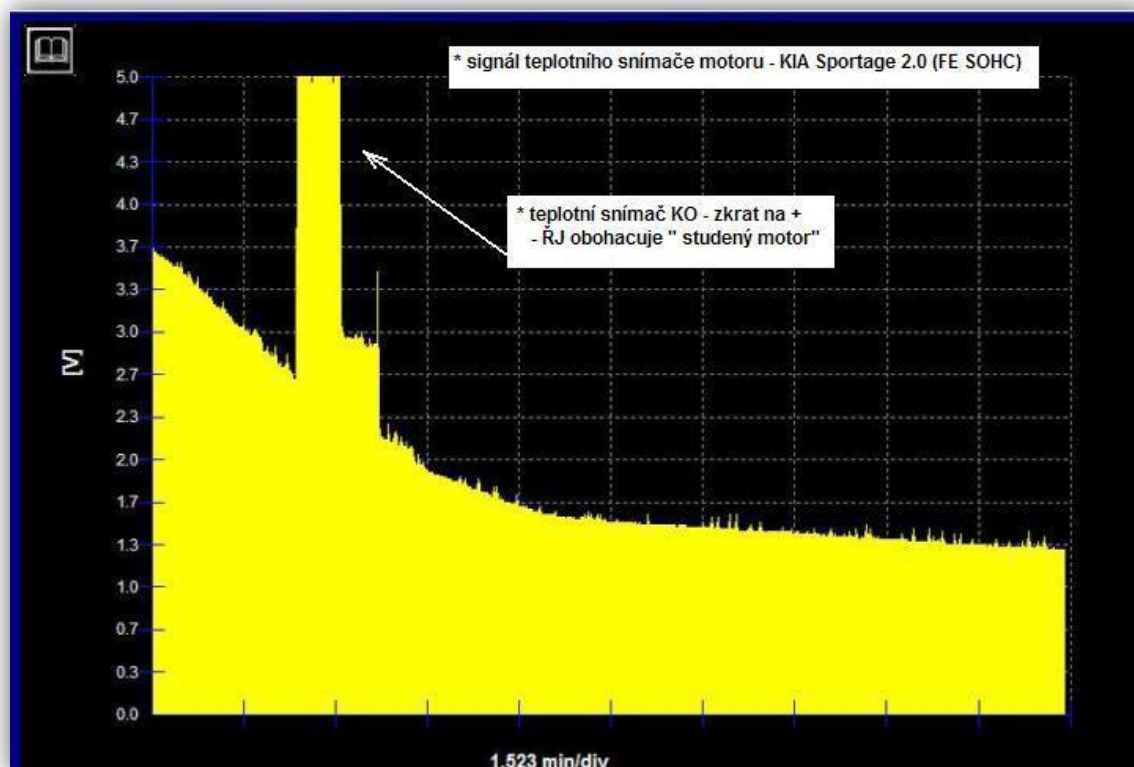
Obrázek 197 Propojení osciloskopu se senzorem



Obrázek 198 Pohled na zkušební vozidlo



Obrázek 199 Konektor senzoru



Obrázek 200 Nekorektní průběh ze senzoru

Použité přístroje:

sériová diagnostika: VAG-COM -koncern Volkswagen a další značky v normě OBD, OBD-II a EOBD.

paralelní diagnostika : digitální osciloskop –DIANA Basic 2CH - 4CH v. 11.0.3

vozidlo: Škoda Octavia 1.6 2V

8.6 Řízení motoru-akční prvky

Vstřikovací ventily N30 až N33



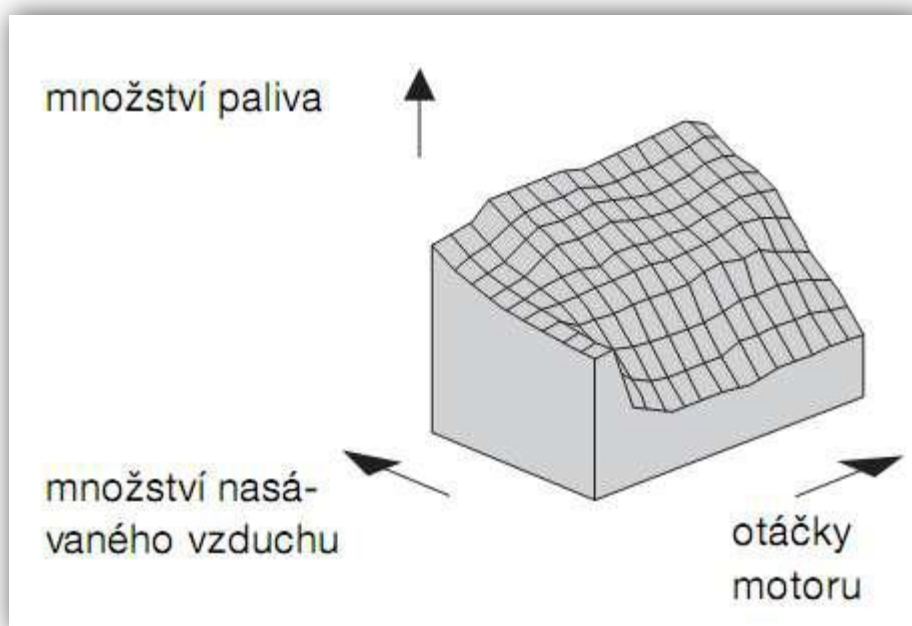
Obrázek 201 Vstřikovací ventil

Použití:

- Dávkování paliva do motoru

Princip:

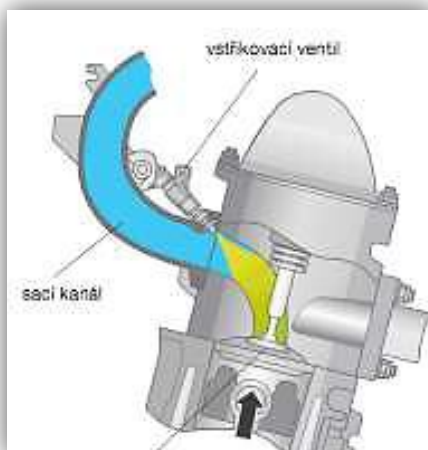
Vstřikovací ventil - elektronicky řízený mechanický ventil, který musí pracovat z velkou přesností. Tento ventil je vyroben s tolerancí 1 mikronu. Doba otevření ventilu se pohybuje mezi 1 a 18 milisekund. Na přívodu paliva je 20 mikronové filtrační síto. Ventil se otevírá elektronickým pulsem a zavírá mechanickou pružinou.



Obrázek 202 Příklad datového pole v ECU

Umístění:

Čtyři vstřikovací ventily N30 - N33 jsou usazeny v sacím potrubí.

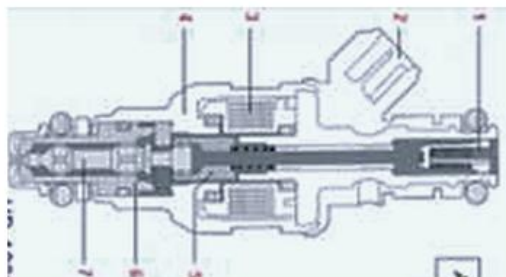


Obrázek 203 Umístění vstřikovacího ventilu

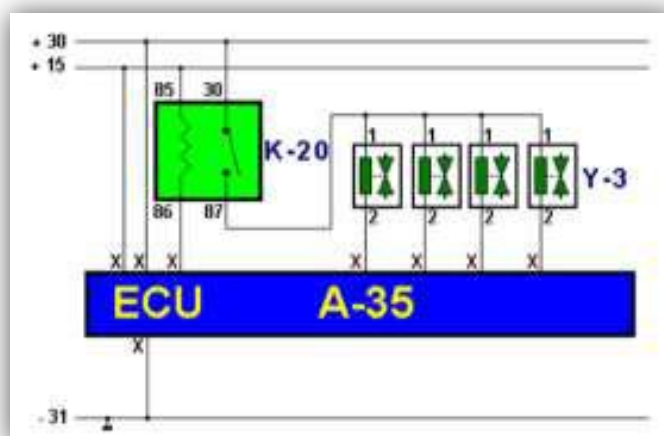
Složení a vlastnosti:

1. Filtrovací sítko
2. Konektor
3. Vínutí elektromagnetu
4. Těleso ventilu
5. Kotva
6. Těleso ventilu
7. Jehla ventilu

Vstřikovací ventil



Obrázek 204 Elektrické zapojení:



Obrázek 205 Elektrické zapojení

Signál:

Ventily jsou podle pořadí zapalování – sekvenčně aktivovány od řídicí jednotky motoru záporným napětím. (Sekvenční = po sobě jdoucí). Vstupními signály k výpočtu délky trvání vstřiku jsou: otáčky motoru, zatížení motoru, teplota chladicí kapaliny, signál z potenciometru škrticí klapky, napájecí napětí. Množství vstřikovaného paliva je dáno výhradně délkou trvání vstřiku – podle datového pole.



Obrázek 206 Průběhy napětí dvou vstřikovacích ventilů

Závady a řešení:

Přerušný obvod, zkrat, mechanické poškození vstřikovacího ventilu. Vstřikovače jsou součástí elektrických a mechanických částí. Mechanický aspekt vstřikovací trysky, která je rozhodující pro účinnost motoru je snadno ovlivněna kontaminací.

Sériová diagnostika:

Postup měření sériovou diagnostikou pomocí přístroje VAG-COM.

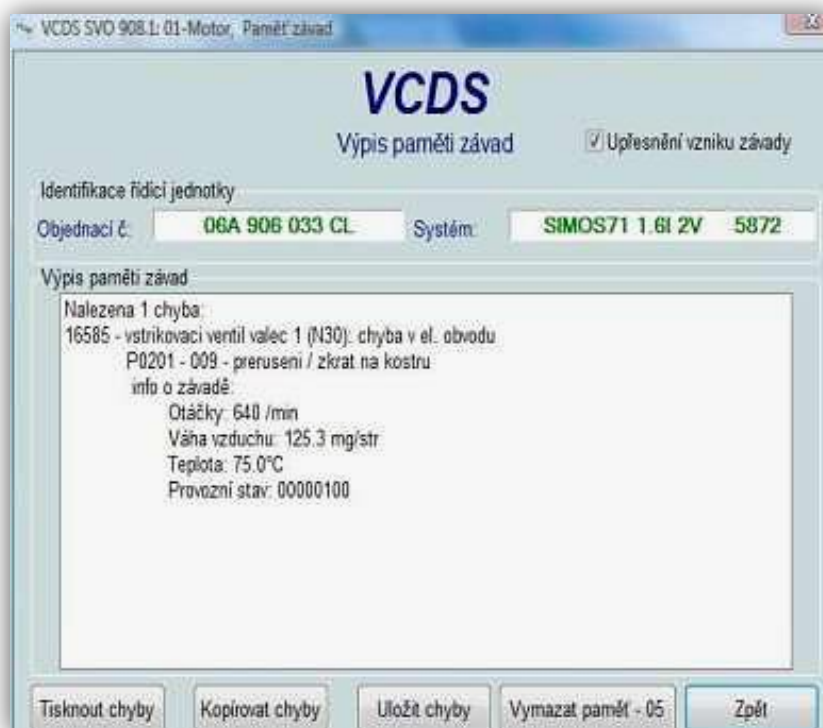
Připojíme interface do diagnostické zásuvky vozidla, zapneme zapalování a spustíme program VAG-COM.



Obrázek 207 Volba „MOTOR“



Obrázek 208 Volba „Paměť závad“



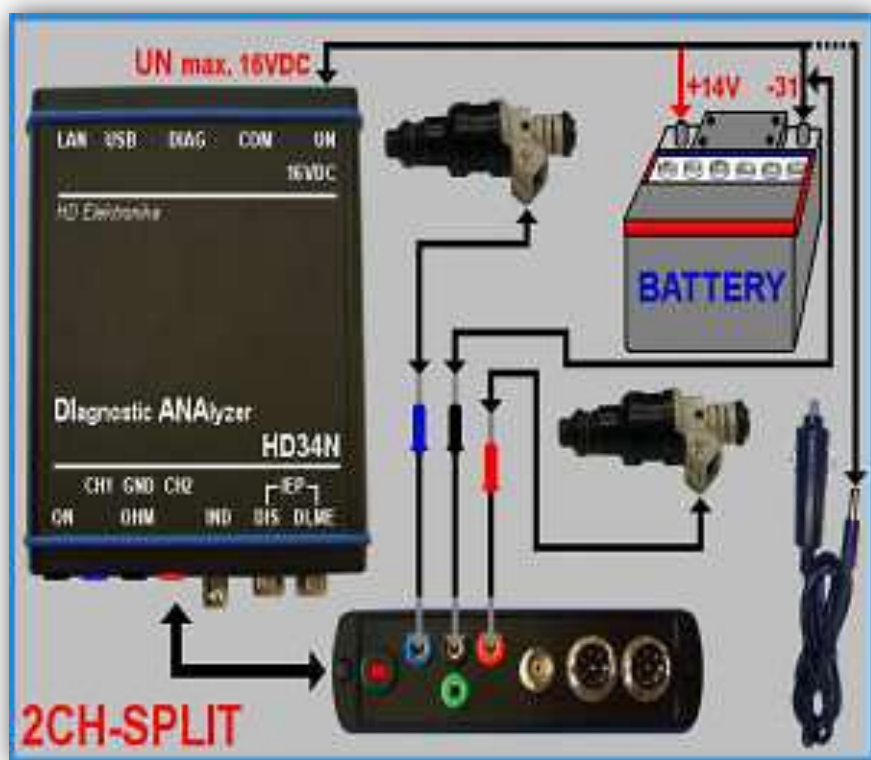
Obrázek 209 Popis závady

Paralelní diagnostika:

Měření osciloskopem pomocí přístroje DIANA HD 34-N



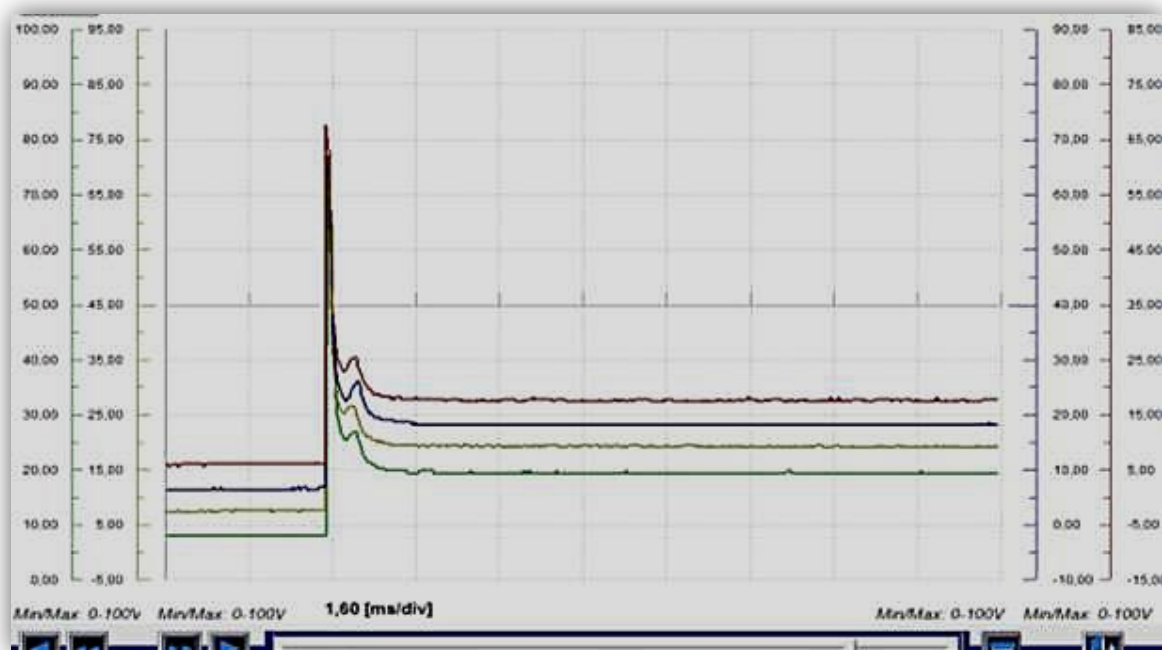
Obrázek 210 Menu osciloskopu



Obrázek 211 Propojení osciloskopu se vstřikovači



Obrázek 212 Propojení osciloskopu s PC



Obrázek 213 Porovnávání průběhu ze všech 4 vstřikovačů

Použité přístroje:

Sériová diagnostika:

VAG-COM -koncern Volkswagen a další značky v normě
OBD, OBD-II a EOBD.

paralelní diagnostika :

digitální osciloskop –DIANA Basic 2CH - 4CH v. 11.0.3

vozidlo: Škoda Octavia 1.6 2V

9 TEORIE K SENZORŮM



Čas ke studiu: 3 hodiny



Cíl Seznámíte se s teorií k magnetorezistivním senzorům

- Principem měření otáček
- Vlivy ovlivňující měření



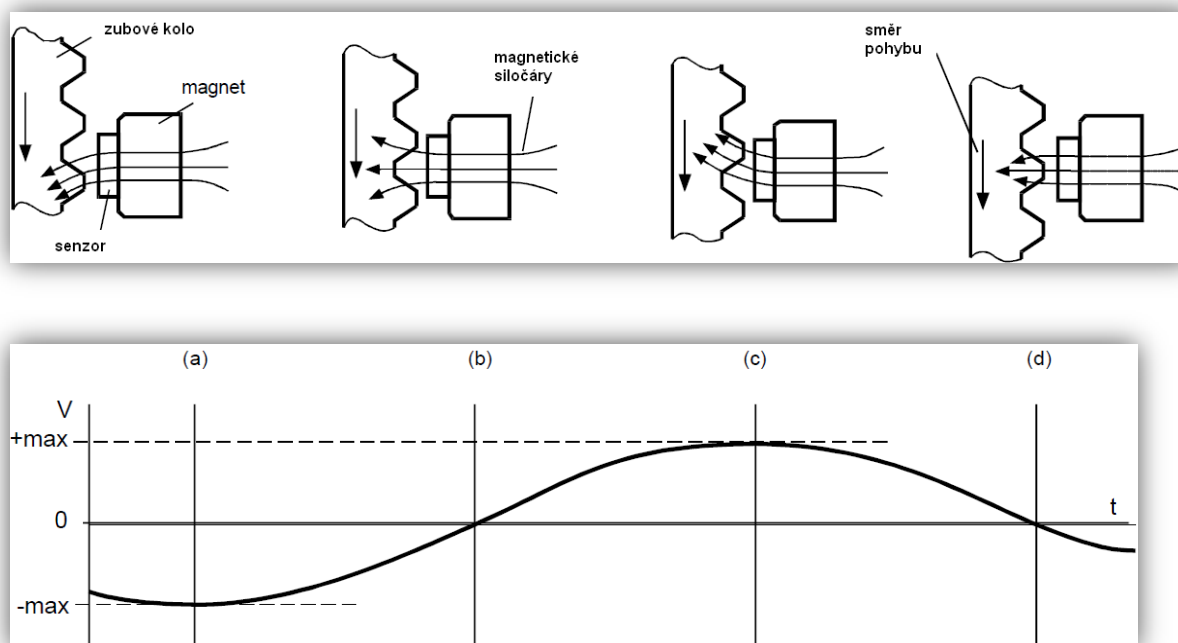
Výklad

Měření rychlosti pomocí magnetorezistivních senzorů

Měření rychlosti pomocí MR-senzorů je založeno na počítání feromagnetických značek, jako například zuby na pasivním ozubeném kole nebo magnetické elementy na zmagetizovaném prstenci. Magnetorezistivní senzory jsou zároveň indukční senzory založené na Hallově efektu. Magnetorezistivní efekt nabízí některé podstatné výhody, které by měly být stručně uvedeny.

Zprvé, výstupní signál z MR-senzoru neovlivňuje měřené otáčky, jako je tomu v případě induktivních senzorových systémů. Indukční senzory ukazují přímý vztah mezi výstupními otáčkami a amplitudou, proto vyžadují sofistikovanou elektroniku pro vyhodnocení signálu o vysokém napětí, a to zejména v aplikacích vyžadujících nízkou nejistotu měření.

MR-senzory, se vyznačují tím, že senzor je statický a výstupní signál je generován ohýbáním siločar magnetického pole v závislosti na poloze měřeného kola. Tento princip je znázorněn na obrázku. K ohýbání siločar magnetického pole nastane, i když kolo není v pohybu. MR-senzory jsou proto předurčeny pro měření velmi nízkých otáček, dokonce až 0 Hz.



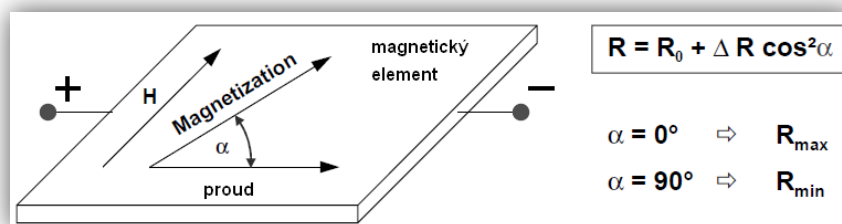
Obrázek 214 Vznik výstupního signálu v MR-senzoru

MR-senzory vykazují (proti senzorům založeným na Hallově efektu) vyšší výstupní napětí, které má amplitudu signálu asi 20 mV/kA/m . Senzory založené na Hallově efektu poskytují obvykle $0,4 \text{ mV/kA/m}$. Čím vyšší je výstupní napětí MR- senzoru, tím lepší je poměr signálu k šumu. Proto je možné MR- senzor umístit do větší vzdálenosti od měřeného kola. Z toho důvodu mohou být tolerance při umísťování senzory vyšší a tím klesají náklady na výrobu. Náklady jsou dále snižovány použitím feritových magnetů, které jsou levnější než samarium-kobaltové magnety potřebné pro senzory založené na Hallově efektu. Všechny tyto výhody předurčují MR-senzory k měření otáček v širokém rozsahu aplikací. Pomocí polovodičových MR-senzorů lze měřit i směr otáčení. To vyžaduje dva senzory umístěné na různých pozicích.

9.1 Magnetorezistivní senzory pro měření rychlosti

Magnetorezistivní efekt

Magnetorezistivní (MR) senzory využívají magnetorezistivního účinku. Pracují na principu změny proudu na magnetickém elementu v přítomnosti externího magnetického pole. Obrázek 215 ukazuje proužek feromagnetického materiálu (slitina 20% Fe, 80% Ni).



Obrázek 215 Magnetorezistivní efekt

Když není přítomno žádné externí magnetické pole, pak je vektor vnitřní magnetizace rovnoběžný s protékajícím proudem. Magnetický element byl při výrobě silně zmagnetizován rovnoběžně s osou. Tím se dosáhlo zvýraznění základní magnetické anizotropie elementu. Požadovaný směr magnetizace bude i bez přítomnosti vnějšího magnetického pole vždy rovnoběžný s osou magnetizace. Pokud na element působí externí magnetického pole H , rovnoběžné s rovinou magnetizace, a kolmo na tok proudu, bude vnitřní magnetizace měnit úhel α . V důsledku toho bude odpor R funkcí úhlu α :

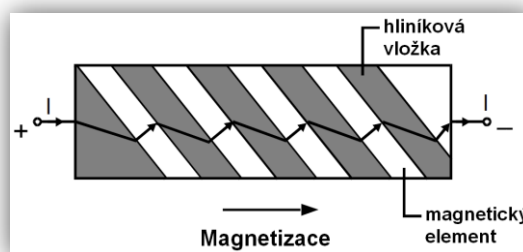
$$R = R_0 + \Delta R \cdot \cos^2 \alpha$$

R_0 a ΔR jsou parametry materiálu. ΔR je v rozsahu 2-3% z R_0

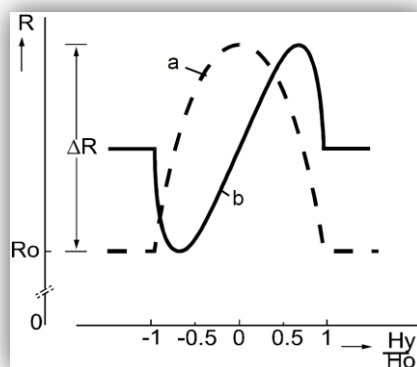
Linearizace charakteristiky senzoru

Z této kvadratické rovnice je zřejmé, že odpor vůči magnetickému poli je nelineární vztah a navíc není jednoznačný (v porovnání s grafem viz Obrázek 217). Chceme-li získat použitelný senzor s lineární charakteristikou, je nutné použít sofistikovanější zapojení.

Magnetorezistivní účinek může být linearizován použitím hliníkových vložek vedle vrcholů magnetických elementů pod úhlem 45° (Obrázek 216 ukazuje princip). Hliník má mnohem vyšší vodivost než magnetický element, cílem vložek je otočit současný směr proudu o 45° . Graf b) na Obrázek 217 ukazuje dopad změny konstrukce na charakteristiku senzoru.



Obrázek 216 Linearizace magnetorezistivního efektu



Obrázek 217 R-H charakteristika standardního senzoru, b) R-H charakteristika linearizovaného senzoru

Pro sestavení kompletního senzory je potřeba jej doplnit o Wheatstoneův odporový můstek složený ze čtyř magnetorezistivních elementů. To znamená, že jeden měřicí pár elementů je uložen v úhlu $+45^\circ$ k ose, zatímco druhý pár má orientaci -45° . Tím je zajištěno, dvojení téměř lineárního výstupního signálu. Kromě toho, dochází i ke kompenzaci teplotních změn.

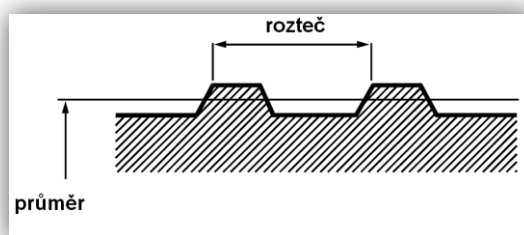
9.1.1 Princip měření rychlosti otáček

MR-senzorem nelze přímo měřit otáčky, ale je citlivý na pohyb ozubených kol z feromagnetického materiálu (pasivní zubová kola), nebo rotujících kol se střídavými magnetickými póly (aktivní magnetické kotouče).

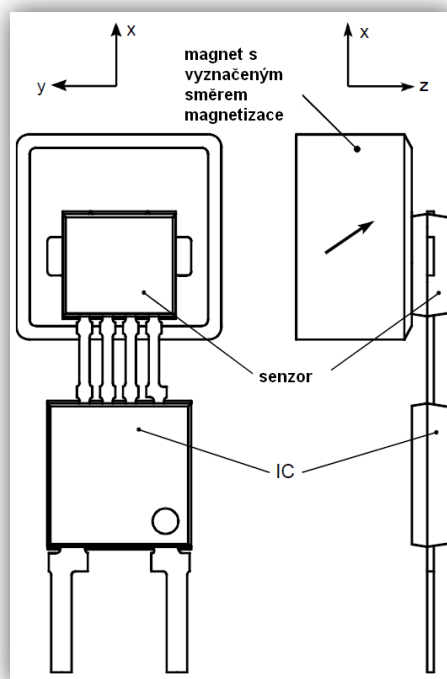
Pasivní zubová kola

Princip fungování již byl stručně popsán výše u Obrázek 214, který ukazuje celkové uspořádání pro pasivní měřicí kolo.

Senzor je vybaven permanentním magnetem. Pokud není v citlivé oblasti senzory (osa y) feromagnetický objekt nebo zubové kolo, pak je výstup nulový. V případě, že se zubové kolo otáčí, je ohýbáno magnetické pole senzory a vzniká střídavá složka, která se používá pro generování výstupního signálu. Amplituda napětí na výstupu senzoru je závislá na síle magnetického pole, vzdálenosti mezi senzorem a kolem, a samozřejmě na struktuře zubového kola. Rozměrnější zuby dokážou způsobit změny magnetického pole i ve větších vzdálenostech od senzoru.



Obrázek 218 Rozměry zubů

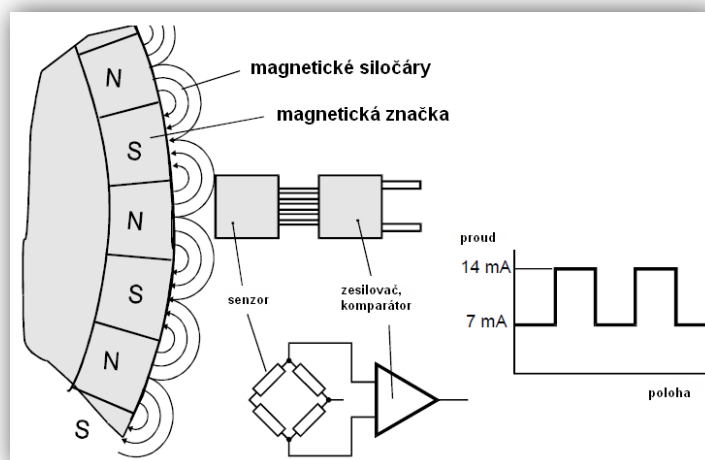


Obrázek 219 Detail senzory Phillips KMI 15/1 pro pasivní zubová kola

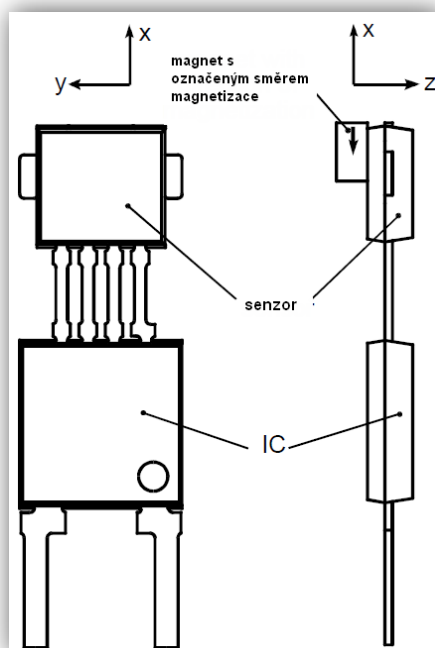
9.1.2 Aktivní magnetická kola

Na snímaném kotouči jsou střídavé magnetické póly, jak ukazuje Obrázek 220. Zde je magnetické pole generováno, proto.

Není magnet na samotném senzoru. Nicméně je senzor vybaven malým magnetem, který stabilizuje magnetické pole. Obrázek 221 ukazuje senzor Philips KMI 15/2 určený pro použití s aktivním kolem.



Obrázek 220 Měření otáček pomocí aktivního kola



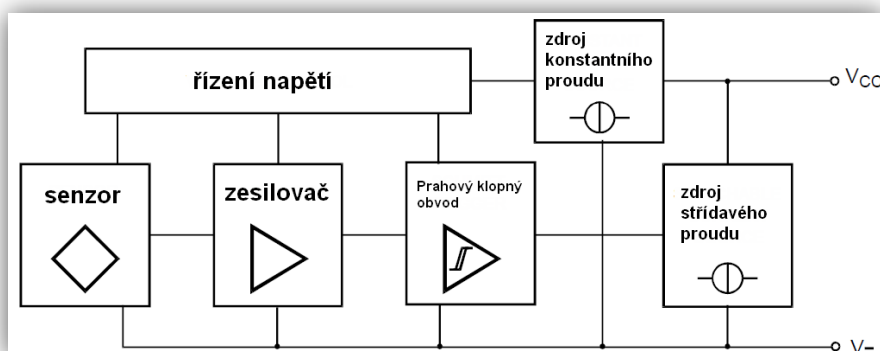
Obrázek 221 Detail senzory Philips KMI 15/2 pro aktivní kola

Strukturu aktivního kola lze popsat podobně jako u pasivního kola. V tomto případě představuje severo-jížní magnetická dvojice prostor jedné zubové mezery. Vzdálenost senzory od magnetického kola je závislá na intenzitě pole a na struktuře pólů.

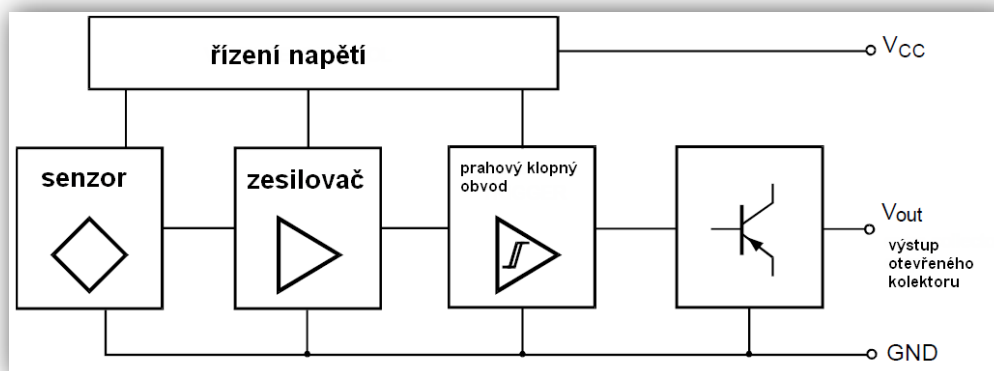
9.1.3 Integrované obvody pro zpracování signálu

Senzory obsahují vyspělé obvody pro zpracování signálu. MR-senzory mají různé typy výstupu. Některé si vystačí pouze se dvěma vodiči pro proudový výstup, jiné mají na výstupu otevřený kolektor.

Obrázek 222 ukazuje blokové schéma zapojení obvodu s proudovým výstupem, na obrázku Obrázek 223 můžete pozorovat zapojení s otevřeným kolektorem. Jediný rozdíl v těchto obvodech je v koncovém stupni, kde je střídavý zdroj proudu nahrazen tranzistorovým výstupem s otevřeným kolektorem. Senzor s otevřeným kolektorem umožňuje využít 5V napájení a proto je výstup ze senzoru v normalizovaných úrovních.

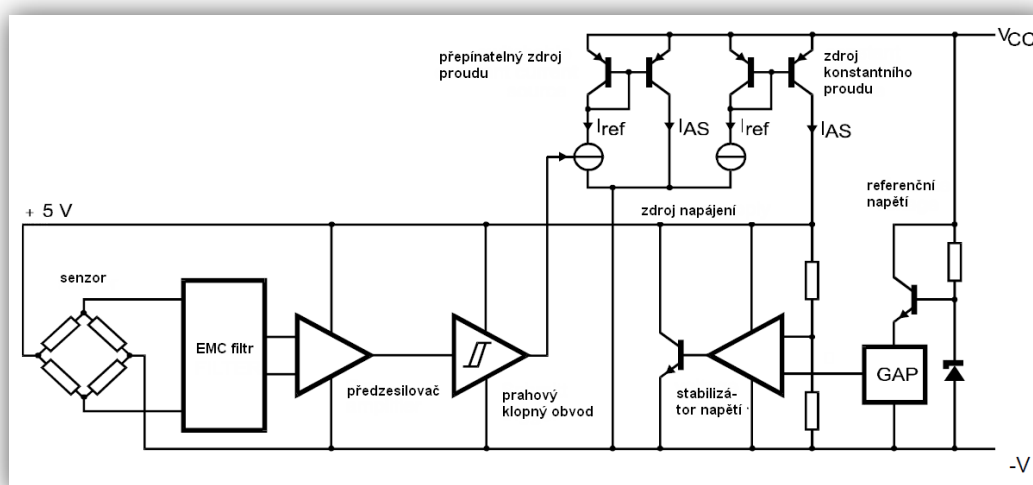


Obrázek 222 Blokové schéma senzory s proudovým výstupem



Obrázek 223 Blokové schéma senzory s otevřeným kolektorem na výstupu

Obrázek 224 ukazuje detailní schéma senzorů s proudovým výstupem. Po průchodu EMC filtrem je signál zesílen a digitalizován pomocí komparátoru. Komparátor pracuje s hysterezí tak, aby byly eliminovány vlivy šumu. Blok pro řízení napětí je stabilizován pomocí referenční diody, která poskytuje 5V napájení pro všechny obvody. V zapojení lze nalézt dva zdroje proudu. Jeden zdroj produkuje základních 7mA, které se používají k vnitřnímu napájení. Druhý zdroj 7mA proudu se sepne, jestliže je dosaženo trigrovací úrovně napětí na senzoru. Proud obou zdrojů se sečtou a výsledných 14mA se objeví na výstupu. Výstupní proud proto přepíná mezi 7mA a 14mA v závislosti na pohybu zubového kola.

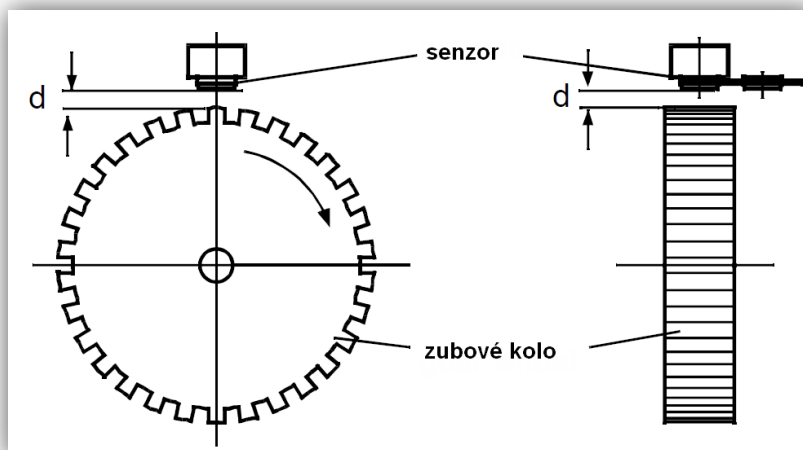


Obrázek 224 Detailní schéma obvodů na senzoru s proudovým výstupem

9.2 Vlastnosti senzorů

Snímací vzdálenost a hystereze

Snímací vzdálenost d je definována jako vzdálenost mezi vrcholky zubů a senzorem. V určité vzdálenosti již není měření přesné a výstupní hodnota zůstane trvale na jedné proudové úrovni.

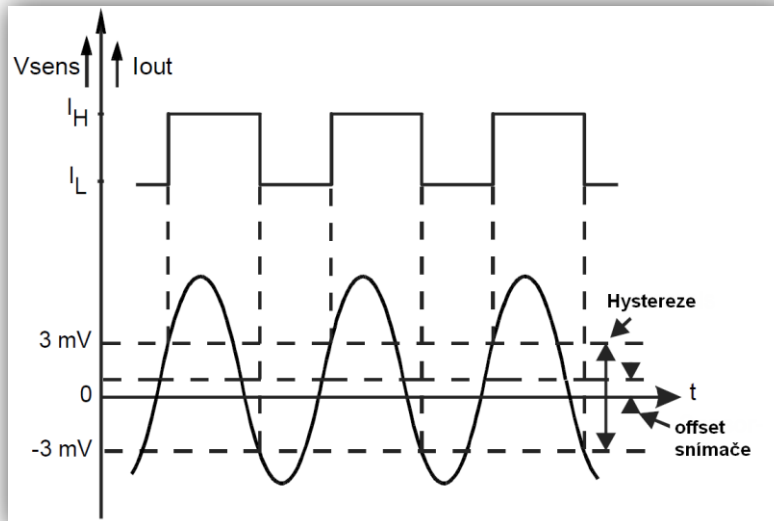


Obrázek 225 Definice snímací vzdálenosti

Senzory jsou schopny generovat stabilní výstupní hodnoty signálu i ve větší vzdálenosti. Zabudované obvody s hysterezí omezují nechtěné spínání při:

- mechanických vibrací senzoru a zubového kola
- elektrických interferencích
- oscilacích za velmi nízkých otáček

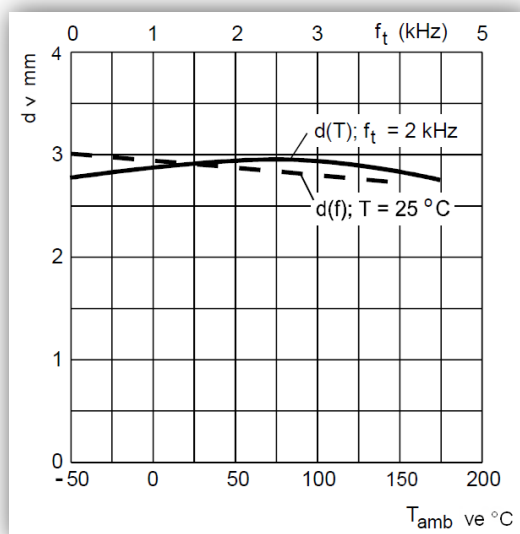
Větší hystereze přináší lepší imunitu proti rušení, ale redukuje snímací vzdálenost.



Obrázek 226 Výstupní napětí a hystereze

9.2.1 Teplotní koeficient

MR-senzory mají záporný teplotní koeficient přibližně $-0,4\%/K$. To znamená, že amplituda signálu senzory klesá při vyšších teplotách. Bez přizpůsobení hystereze, by došlo ke snížení snímací vzdálenosti d . Závislost teploty na vzdálenosti d je na obrázku Obrázek 227.



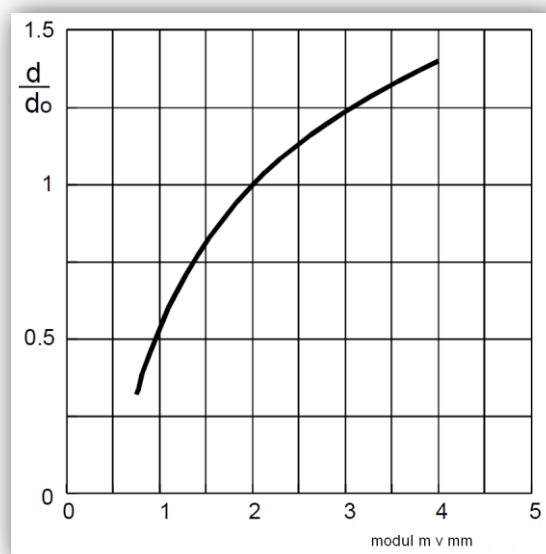
Obrázek 227 Maximální vzdálenost snímání d jako funkce teploty a frekvence otáčení

Vířivé proudy

Pohyb feromagnetického kotouče v magnetickém poli senzoru bude indukovat vířivé proudy. Tyto vířivé proudy rovněž vytvářejí (sekundární) magnetické pole, které se překrývá s původním polem. Tato sekundární pole generuje offset napětí ve výstupním signálu senzoru. Vířivé proudy, tedy i výsledné offsety jsou téměř úměrné rychlosti otáčení kola. Výsledkem je snížená citlivost senzory při vyšších otáčkách. Závislost mezi otáčkami a snímací vzdáleností je na obrázku Obrázek 227.

Struktura zubového kola

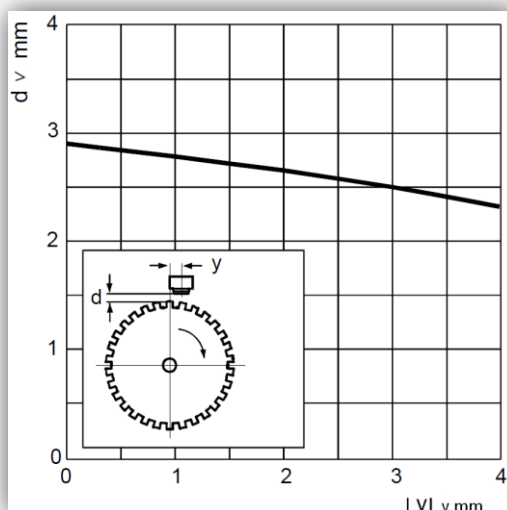
Konstrukce zubového kola má vliv na maximální snímací vzdálenost. Obrázek 228 ukazuje změnu maximální snímací vzdálenosti d v závislosti na modulu m . Velké pevné zuby budou dávat silnější signály, než malé zuby.



Obrázek 228 Normalizovaná snímací vzdálenost jako funkce modulu m zubového kola

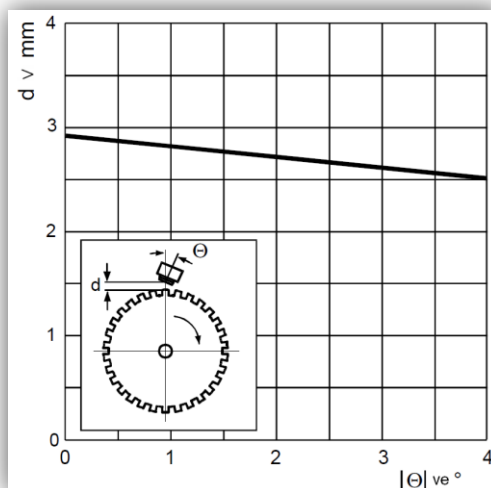
Tolerance polohy

Optimální poloha senzoru je symetrická k zubovému kolu s ohledem na všechny stupně volnosti. Odchyłky od této pozice mohou snížit výstupní amplitudu MR-senzoru nebo zvýšit offset signálu, což snižuje maximální snímací vzdálenost.



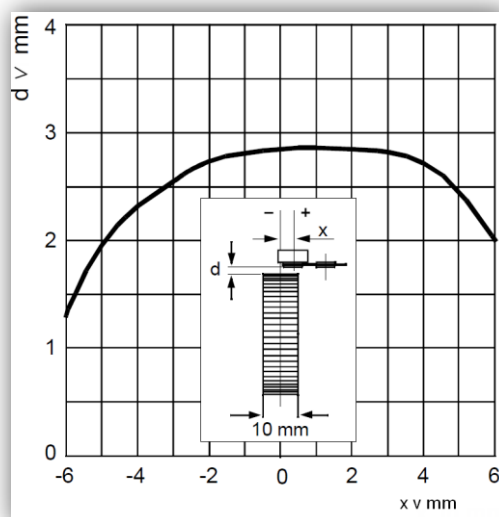
Obrázek 229 Snímací vzdálenost d jako funkce poziční tolerance v ose y

První možná chyba je posun ve směru y ve vztahu k optimální poloze senzoru, jak je vidět na Obrázek 229. Graf ukazuje snímací vzdálenost jako funkci posunu v ose y . Další chybou je úhlové vyosení, které je znázorněno na Obrázek 230. Tato chyba by měla být menší než 1 stupeň pro adekvátní provoz.



Obrázek 230 Snímací vzdálenost d jako funkce úhlové chyby

Axiální posun pozice v ose x , není velmi důležitý s ohledem na výkonnost senzoru. Obrázek 231 ukazuje definici tohoto posunu.



Obrázek 231 Snímací vzdálenost d jako funkce poziční tolerance v ose x

Vnější magnetická pole

Pokud jsou přítomna vnější magnetická pole, pak se přičítají do operačního pole, a proto mohou způsobit další offset napětí. Pokud tento offset překročí určitou hranici (viz např. Obrázek 228) může nastat neočekávaná změna v chování nebo porucha. Zdrojem vnějšího magnetického pole jsou všechny druhy permanentních magnetů a elektromagnetických zařízení, jako jsou motory a relé, ale také jednoduché dráty vedoucí vysoké proudy.

Dalším aspektem, který je třeba vzít v úvahu, je, že velmi silné vnější pole může poškodit senzor. Silné vnější pole může trvale změnit magnetizaci v integrovaném permanentním magnetu.

9.2.2 Další použití

Primární využití MR-senzorů je oblast měření otáček v automobilovém průmyslu jako např. v ABS, ASR nebo v převodovce. MR-senzory mají ovšem širokou škálu využití v různých odvětvích průmyslu. Dalším využitím v průmyslu je snímání neperiodických nebo samostatných událostí, kde se dá pohyb převést na magnetické pole. Příklady použití:

- Bezdotykové spínače
- Senzory polohy
- Dorazové spínače
- Snímání úrovně elektrického proudu

Společný princip fungování těchto aplikací je, že pohybující se feromagnetické části nebo permanentní magnety nebo změny elektrického proudu způsobí změnu magnetického pole měřeného MR-senzorem. MR- senzorem nabízí jednoduché, spolehlivé a cenově nenáročné řešení pro mnoho různých aplikací v průmyslu.

10 PRŮMYSLOVÉ SÍTĚ



Čas ke studiu: 3 hodiny



Cíl Seznámíte se s komunikačním protokolem

- Seznámíte se s topologií sítí
- Sběrníci CAN
- Principy komunikace
- Přístupovými metodami



Výklad

Základní síťové pojmy

V této kapitole budou vysvětleni model ISO/OSI topologie sítě, přenosových médií (jejích vlastností a využití), přístupové metody.

10.1 Komunikační model

Komunikační modely definují pravidla, která musí dodržet každá stanice (řídící členy, operátorské stanice i inteligentní instrumentace), účastníci se komunikačního procesu, tj. výměny informace mezi účastníky přenosu. Nejznámějším modelem je referenční model ISO/OSI, definovaný již v r. 1983 mezinárodní standardizační organizací ISO jako norma ISO 7498.

Tento model definuje podmínky, při jejichž dodržení mohou různí účastníci přenosu spolehlivě komunikovat navzájem mezi sebou. Model je založen na vrstevnaté struktuře, kde daná vrstva poskytuje funkce(data) nadřazené vrstvě. V případě vysílání zprávy volá vyšší vrstva službu vrstvy nejbližší nižší a naopak směrem nahoru poskytuje nižší vrstva svoje služby vrstvě vyšší. Každá vrstva má definovány dvě základní funkce. První jsou služby dané vrstvy a druhá funkce je protokol vrstvy. Jeho struktura je zobrazena na obrázku.



Obrázek 232 ISO/OSI model

1. Fyzická vrstva

Definuje prostředky pro komunikaci s přenosovým médiem a s technickými prostředky rozhraní. Dále definuje fyzické, elektrické, mechanické a funkční parametry týkající se fyzického propojení jednotlivých zařízení. Je hardwarová.

2. Linková vrstva

Zajišťuje integritu toku dat z jednoho uzlu sítě na druhý. V rámci této činnosti je prováděna synchronizace bloků dat a řízení jejich toku. Je hardwarová.

3. Síťová vrstva

Definuje protokoly pro směrování dat, jejichž prostřednictvím je zajištěn přenos informací do požadovaného cílového uzlu. V lokální síti vůbec nemusí být pokud se nepoužívá směrování. Je hardwarová ale když směrování řeší PC s dvěma síťovými kartami je softwarová.

4. Transportní vrstva

Definuje protokoly pro strukturované zprávy a zabezpečuje bezchybnost přenosu (provádí některé chybové kontroly). Řeší například rozdělení souboru na pakety a potvrzování. Je softwarová.

5. Relační vrstva

Koordinuje komunikace a udržuje relaci tak dlouho, dokud je potřebná. Dále zajišťuje zabezpečovací, přihlašovací a správní funkce. Je softwarová.

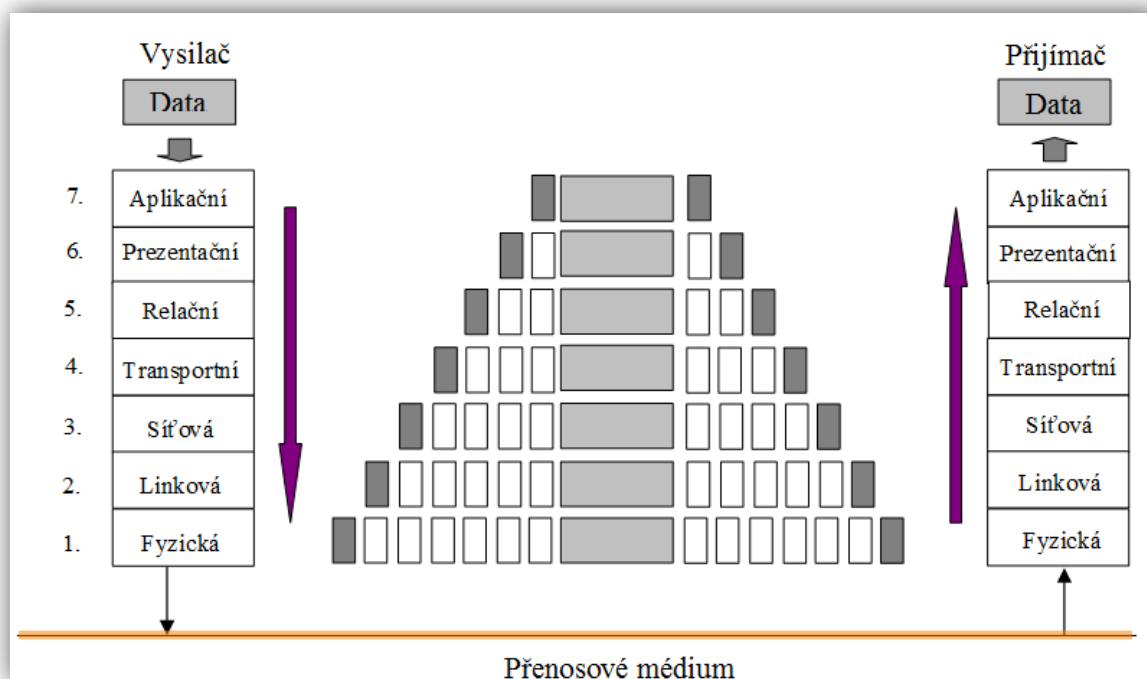
6. Prezentační vrstva

Specifikuje způsob, jakým jsou data formátována, prezentována, transformována a kódována. Řeší například háčky a čárky, CRC, kompresi a dekompresi, šifrování dat. Je softwarová.

7. Aplikační vrstva

Je to v modelu vrstva nejvyšší. Definuje způsob, jakým komunikují se sítí aplikace, například databázové systémy, elektronická pošta nebo programy pro emulaci terminálů. Používá služby nižších vrstev a díky tomu je izolována od problémů síťových technických prostředků. Je softwarová.

Při průchodu zprávy od 7. vrstvy až po vrstvu fyzickou, dochází k nabalování jednotlivých dat vlastního protokolu na originální zprávu. Tento proces je principiálně ukázán na obr.6.2.



Obrázek 233 ISO/OSI model

10.1.1 Topologie sítě

Topologií sítě lze rozumět strukturu propojení jednotlivých účastníků komunikační sítě. Každá topologie má své určité vlastnosti.

Volba topologie má vliv na řadu vlastností sítě:

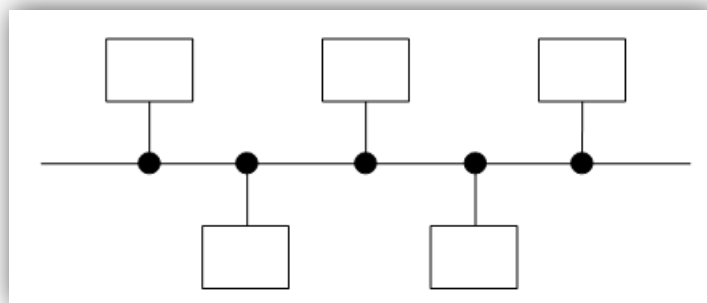
- **Rozšiřitelnost** - možnost a snadnost doplňování stanic do existující sítě
- **rekonfigurovatelnost** - možnost modifikovat strukturu sítě při závadě některé komponenty
- **spolehlivost** - odolnost sítě proti výpadku jednotlivých komponent

Druhy topologie:

- sběrnice
- hvězdicová
- kruhová
- stromová
- jejich vzájemné kombinace

Topologie sběrnice

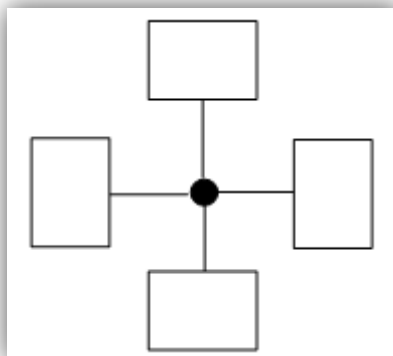
Základním prvkem sběrnice sítě je úsek přenosového média - sběrnice, na který jsou připojeny jednotlivé stanice sítě. Přenosným médiem je nejčastěji koaxiální kabel nebo symetrické vedení (kroucený dvoudrát), realizace pomocí optického kabelu je obtížná. Pro řízení těchto sítí je využívána řada deterministických i nedeterministických metod, které využívají faktu, že signál vysílaný jednou stanicí je přijímán ostatními stanicemi jen s malým zpožděním.



Obrázek 234 Topologie sběrnice

Topologie hvězda

Stanice sítě jsou připojeny k centrálnímu uzlu samostatnými linkami. Toto zapojení lze snadno realizovat, síť je odolná proti výpadku jednotlivých zařízení a linek, ale je citlivá na poruchu centrálního uzlu. Centrální uzel označovaný jako "hub" signál z jedné linky rozděluje do ostatních linek hvězdy. U těchto sítí lze použít obdobné metody řízení jako u sítě typu sběrnice.

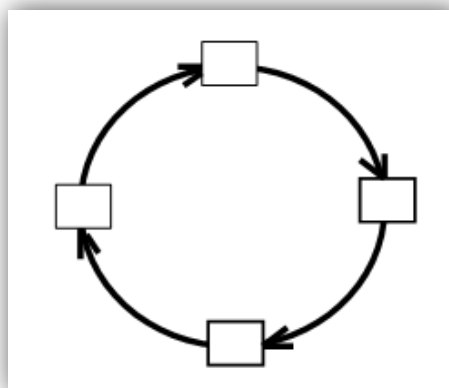


Obrázek 235 Topologie sběrnice

Topologie kruh

U kruhových sítí jsou komunikační zařízení propojeny spoji, které jsou využívány pouze jednosměrně. Signál vyslaný jedním zařízením je postupně předáván ostatními stanicemi kruhu a po oběhu se vrací ke stanici, která jej odeslala.

- dvoubodové jednosměrné spoje lze snadno realizovat i po optických vláknech,
- v síti lze kombinovat různá přenosová média,
- síť je citlivá na výpadek libovolného prvku (zařízení nebo linky).
- možnost propojení velmi vzdálených zařízení (až desítky kilometrů)

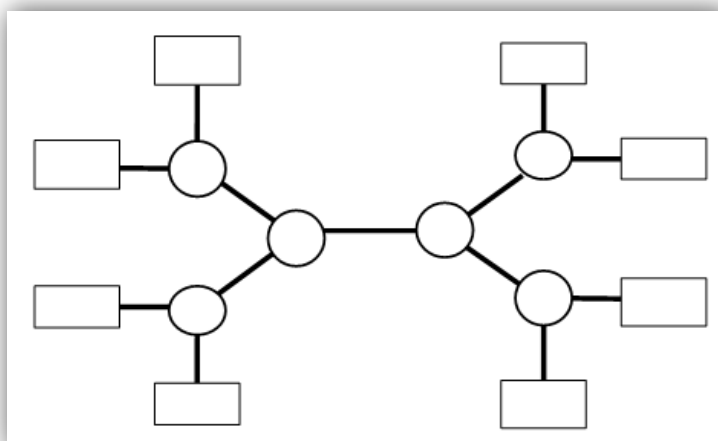


Obrázek 236 Topologie kruh

Topologie strom

Stromová topologie je přirozeným rozšířením topologie typu "hvězda". Tato struktura odpovídá několika hvězdám, jejichž centrální jsou propojeny.

- síť je odolná proti výpadku jednotlivých zařízení a linek,
- citlivá na poruchu uzlů,
- snadno rozšiřitelná,
- dvoubodové spojení.



Obrázek 237 Topologie strom

10.1.2 Přenosové médium

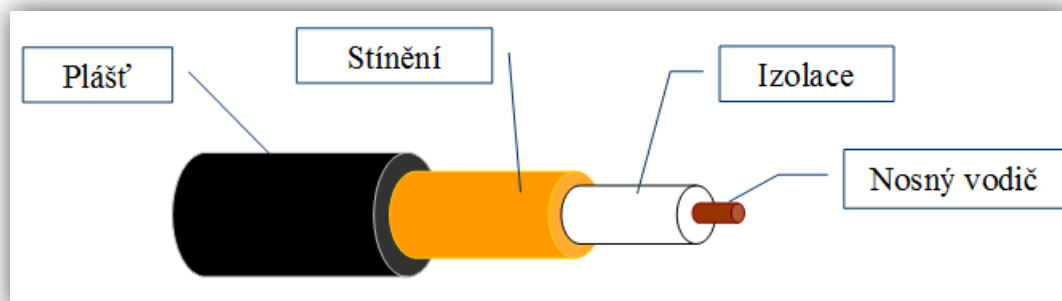
U průmyslových lokálních sítí se jedná výhradně o sériový přenos. Nejčastěji se jedná se o vedení:

1. Symetrické - kroucený dvoudrát

Symetrické vedení realizované krouceným dvoudrátem je nejlevnějším přenosovým médiem. Ve většině případů jde o stíněný (STP - Shielded Twisted Pair) méně již nestíněný (Unshielded Twisted Pair) dvoudrát, který dovoluje přenášet signál na vzdálenost několika stovek metrů.

2. Nesymetrické - koaxiální kabel

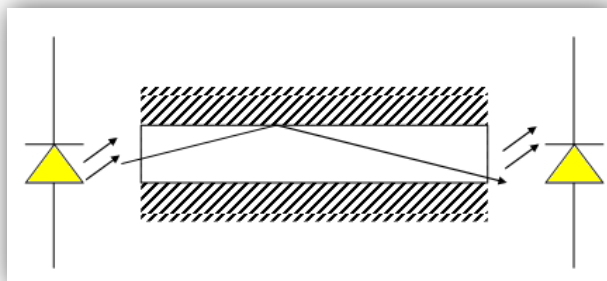
Nesymetrické vedení pomocí koaxiálního kabelu umožňují dosáhnout přenosovou rychlost 1 - 20 Mb/s v základním pásmu (0-50 MHz - kódovaný datový signál) a až 20 Mb/s v přeloženém pásmu (50-500 MHz - modulovaný signál). Při přenosu v základním pásmu je přenosová vzdálenost omezena elektrickými vlastnostmi na stovky metrů. Koaxiální kabel má relativně dobrou odolnost proti rušení.



Obrázek 238 Koaxiální kabel

3. Optická vlákna

Optická vlákna využívají infračervené a viditelné oblasti světelného spektra pro přenos dat rychlostmi do 1 Gb/s na kilometrové vzdálenosti. Výhodou světelných vláken je vysoká přenosová kapacita při nízké ceně média a velká odolnost proti rušení, nevýhodou je příliš vysoká cena konektorů.

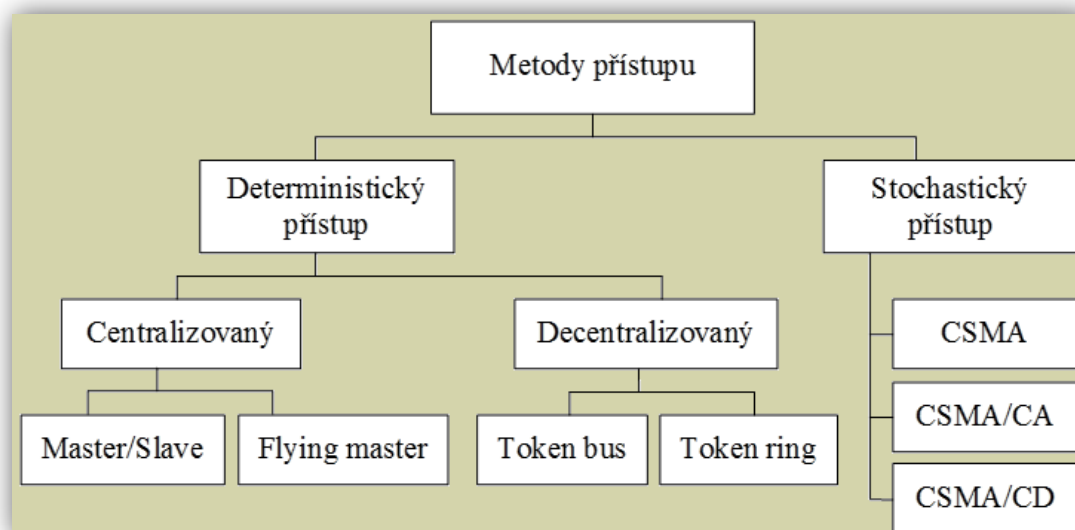


Obrázek 239 Optické vlákno

10.1.3 Přístupové metody

Přístupová metoda určuje princip přidělování sběrnice. Pro zabezpečení přístupu jednotlivých účastníků k jedinému přenosovému kanálu se používají v zásadě dvě skupiny metod:

- metody náhodného přístupu
- metody s definovaným přístupem



Obrázek 240 Přístupové metody

Mezi nejrozšířenější přístupové metody u sítí typu LAN patří metoda CSMA/CD (Carrier Sense Multipliiing Access with Collission Detection), která patří do skupiny metod s náhodným (libovolným) přístupem. Pro tuto přístupovou metodu je charakteristické to, že uzel, který chce přenášet informaci, nejprve "naslouchá" dějům na přenosovém médiu a poté co zjistí, že zde neprobíhá komunikace, zahájí přenos. V případě, že se v jednom okamžiku pokusí o zahájení přenosu více uzlů (dojde ke kolizi), všechny kolidující uzly přeruší

vysílání a pokus o vyslání zprávy opakují po náhodném časovém úseku (aby se předešlo opětovné kolizi). Aby kolizi rozpoznali všechny kolidující uzly, vyšle uzel po detekci kolize tzv. kolizní posloupnost (jam). Tato metoda je vhodná především pro sběrníkovou strukturu sítě. Hardwarové řešení této metody je poměrně jednoduché a systém je velice spolehlivý, avšak při vyšší zátěži přenosového média vzrůstá počet kolizí a tím se snižuje přenosový výkon sítě.

Pro účely automatizace jsou vhodné právě ty přístupové metody, které umožňují a zaručují definovaný přístup účastníků k síti. Jsou to především metody master/slave a token passing metody.

Rovněž modifikované metody náhodného přístupu (CSMA) lze v průmyslové automatizaci použít. Se zvyšující se rychlostí a segmentizací sítí Ethernet dochází k průniku i těchto typických LANů, tedy sítí pro kancelářské použití, až do úrovně blízkých řízenému procesu.

Vzhledem ke specifickým požadavkům automatického řízení na komunikační proces, nevyužívají průmyslové komunikační sběrnice a protokoly všechny vrstvy ISO/OSI. Vesměs se využívají jen 1., 2. a 7. vrstva referenčního modelu.

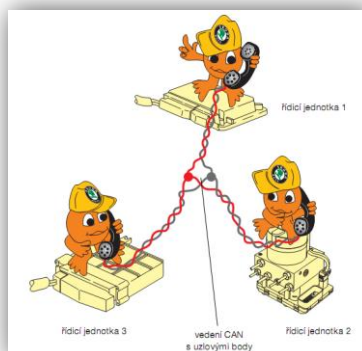
10.2 Automobilová sběrnice CAN

Aby bylo možno plnit neustále se zvyšující požadavky na bezpečnost jízdy, jízdní komfort, nízký obsah škodlivin ve výfukových plynech a malou spotřebu paliva, začalo se v automobilech používat elektronických systémů. Každému elektronickému systému v automobilu přísluší digitální řídicí jednotka; např. pro zapalování a vstřikování, pro ABS nebo pro automatickou převodovku. Každé řídicí jednotce přísluší určité speciální senzory a akční členy. Pochody kontrolované jednotlivými řídicími jednotkami musí být vzájemně skloubené; např. má-li být změnou okamžiku zapálení směsi v průběhu řazení zmenšen točivý moment. Dalším příkladem je zmenšení hnacího momentu v průběhu zamezování prokluzu hnacích kol při akceleraci, případně deceleraci = ASR (tzv. regulace prokluzu pohonu). Je výhodné využívat senzory všech řídicích jednotek společně. Neustále se zvyšující výměna informací mezi řídicími jednotkami má pro celkový systém vozidla nesmírný význam. Aby elektrická a elektronická část vozidla zůstala i přesto přehledná a nezabírala v něm mnoho místa, je nutné najít a uplatnit jednoduchý systém. Jedním z nich je datová sběrnice CAN.

Koncem 80. let navrhla pro své potřeby německá firma Robert Bosch GmbH datovou komunikační síť pod názvem CAN (Controller Area Network). Původním záměrem byla především úspora kabeláže a zabezpečení přenosu informací mezi snímacími, řídicími a výkonovými prvky v automobilech. Vlastnosti, které nově definovaný systém zabezpečuje, mj. relativně vysoká rychlost přenosu, vysoká spolehlivost a odolnost při extrémních podmínkách (teplota, rušení apod.), nízká cena komunikačních obvodů, jsou pochopitelně výhodné, takže tento typ komunikační sítě nachází uplatnění i v dalších oblastech řídicí techniky.

Princip přenosu dat

Přenos dat pomocí datové sběrnice CAN si můžeme představit jako konferenci po telefonu. Funkce je obdobná. Zatímco jeden účastník konference (např. řídicí jednotka 1) posílá do sítě data – „hovoří“, ostatní účastníci data přijímají – „poslouchají“ a přijatá data vyhodnocují. Některý z účastníků konference shledá poslané údaje jako zajímavé a potřebné a využije je. Ostatním účastníkům neřeknou nic, a proto zůstanou pasivní. Do „telefonní konference“ mohou být zapojeni dva nebo více účastníků.



Obr. 1 - Princip zapojení řídicích jednotek

Výhody a nevýhody CAN sběrnice

Výhody

- vysoká rychlost přenosu dat 1Mbit/s při délce sběrnice do 40 m
- rozlišení zpráv identifikátorem CAN 2.0A 11 bitů a CAN 2.0B 29 bitů
- selekce přijímaných identifikátorů zpráv
- prioritní přístup zabezpečující urychlené doručení významných zpráv
- diagnostika sběrnice např.: chyba doručení zprávy, chyba CRC, přetečení bufferu
- značná úroveň zabezpečení přenosu
- vysoká provozní spolehlivost
- stále se rozšiřující součástková základna
- nízká cena

Nevýhody

- omezený počet dat přenášených v rámci jedné zprávy (0 až 8 Byte)
- prvotní náročnost nastavení registrů CAN sběrnice

Součásti datové sběrnice CAN

Datová sběrnice CAN se skládá z:

- jednoho řadiče
- jednoho vysílače
- dvou ukončení datové sběrnice
- dvou vedení datové sběrnice

S výjimkou datových vedení se všechny její části nacházejí v řídicích jednotkách, přičemž funkce řídicích jednotek zůstala stejná, jako u řídicích jednotek předcházejících.

Úkoly jednotlivých součástí:

Řadič CAN - Dostává od mikropočítače v řídicí jednotce ta data, která mají být poslána. Řadič je připravuje a předává dále na vysílač CAN. Současně ale od vysílače dostává i data. Tato připravuje a předává dále mikropočítači v řídicí jednotce.

Vysílač CAN - Je vysílač (transmitter) a přijímač (receiver) v jednom. Mění data řadiče CAN v elektrické signály. Obdobně přijímá elektrické signály, které mění na data pro řadič CAN.

Ukončení datové sběrnice - Datová sběrnice je ukončena odpory, které zabraňují, aby se jednou poslaná data vracela z konců sběrnice zpět a zkreslovala data nová. Velikost odporu je 120 Ω .

Vedení datové sběrnice – Datové sběrnice jsou bidirekcionální a slouží k přenosu dat. Při přenosu datovou sběrnici není příjemce určován. Data jsou do datové sběrnice vysílána, přijímána a vyhodnocována zpravidla všemi účastníky.

Průběh datového přenosu

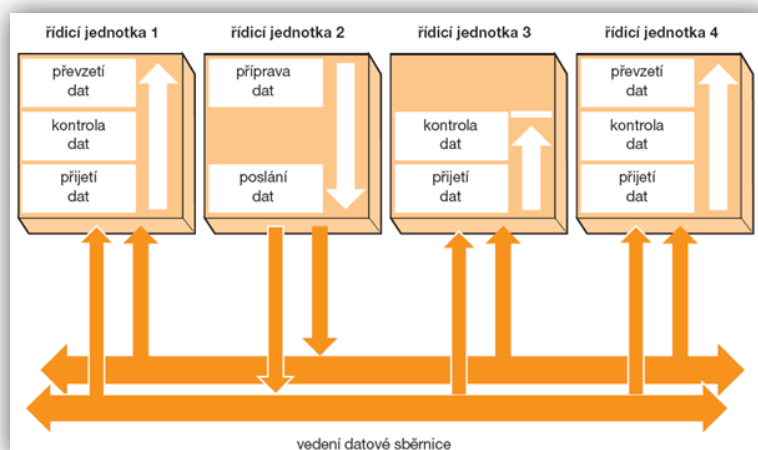
Příprava dat - Zprávy (data) vycházejí vždy z řídicí jednotky. Řídicí jednotka předává svému řadiči data, která mají být poslána.

Poslání dat - Vysílač CAN dostane tato data od řadiče CAN, přemění je na sériové elektrické signály a pošle je dál.

Přijetí dat - Ostatní řídicí jednotky, které jsou zapojeny do sítě datové sběrnice CAN, poslaná data přijmou.

Kontrola dat - Řídicí jednotky prověřují, zda jsou přijatá data pro jejich činnost potřebná.

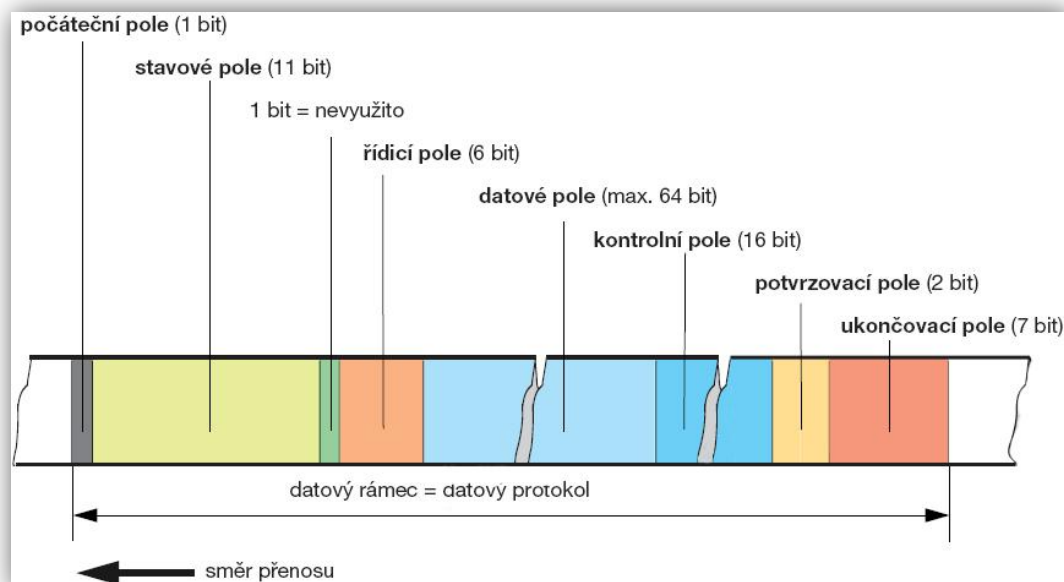
Převzetí dat - Jsou-li přijatá data pro řídicí jednotku potřebná, převezme je a dále je zpracuje. Nejsou-li přijatá data pro činnost řídicí jednotky potřebná, tak na ně řídicí jednotka nereaguje.



Obr. 2 - Průběh datového přenosu

10.2.1 Komunikační protokol používaný u vozů škoda

Přenášená data jsou datové rámce, které obsahují sedm polí a ty jsou uspořádány do normovaného schématu. Toto schéma se nazývá datový (komunikační) protokol (Obr. 3). Je to posloupnost po sobě jdoucích bitů.



Obr. 3 – Schéma datového protokolu

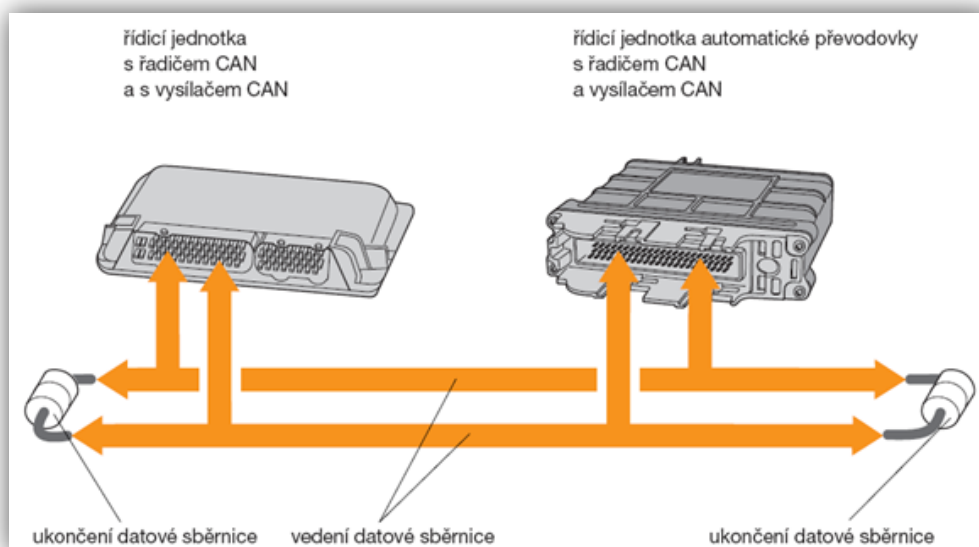
Tab. 2 - Význam částí datového rámce

Počáteční pole (Start of Frame)	- Pole označující začátek datového protokolu.
Datové pole (Data Field)	- Obsahuje informace, které jsou důležité pro řídicí jednotky. - Obsahuje největší množství informací a to v rozsahu od 0 až do 64 bitů (až 8 Byte).
Řídicí pole (Control Field)	- Jako kód obsahuje počet informací, které jsou obsaženy v datovém poli. Díky této vlastnosti mohou řídicí jednotky poznat, zda došly všechny informace.
Stavové pole (Arbitration Field)	- V tomto poli je uložena priorita daného datového protokolu. Současně je v tomto poli uložena také informace o obsahu zprávy.
Kontrolní pole (CRC Field)	- Pole, které slouží k odhalování chyb v přenosu. Chyby jsou odhalovány metodou cyklického výpočtu kontrolního kódu. Tato metoda se používá jak před přenosem, tak i po přenosu.
Potvrzující pole (ACK Field)	- Pole, které zajišťuje potvrzení přijetí. - Řídicí jednotka, která přijímá zprávu, signalizuje objektu, který zprávu poslal, že datový protokol byl v pořádku přijat. - Pokud je zjištěna chyba, je vysílací řídicí jednotka ihned informována a dochází k opětovnému poslání zprávy.
Ukončovací pole (End of Frame)	- V tomto poli si kontroluje vysílač svůj datový protokol a potvrzuje zasílacímu objektu, že došel v pořádku. Pokud v pořádku nedojde, dojde k okamžitému přerušení přenosu a přenos je zahájen znovu. Pak je tedy datový přenos protokolu uzavřen.

10.2.2 Princip komunikace

Pokud řídicí jednotky začnou zároveň vysílat datový protokol, zahájí se ihned vyhodnocování stavu odeslaných bitů na datové sběrnici CAN. Zjistí-li daná ŘJ, že na místě kde je její bit bez priority je jiný bit s prioritou, okamžitě přestane vysílat a začne přijímat. Jakmile však daná jednotka dokončí vysílání datového protokolu, pokusí se zbývající jednotky poslat svůj datový protokol znovu. Tyto pokusy se provádí řídicí jednotkou každých 7-20 milisekund (podle druhu řídicí jednotky). Standard protokolu CAN definuje dvě vzájemně komplementární hodnoty bitů na sběrnici. Jsou to dominant a recessive. Pravidla pro stav na sběrnici jsou jednoznačná a jednoduchá. Vysílají-li všechny zařízení sběrnice recessive bit, pak na sběrnici je úroveň recessive. Vysílá-li alespoň jedno zařízení dominant bit je na sběrnici úroveň dominant.

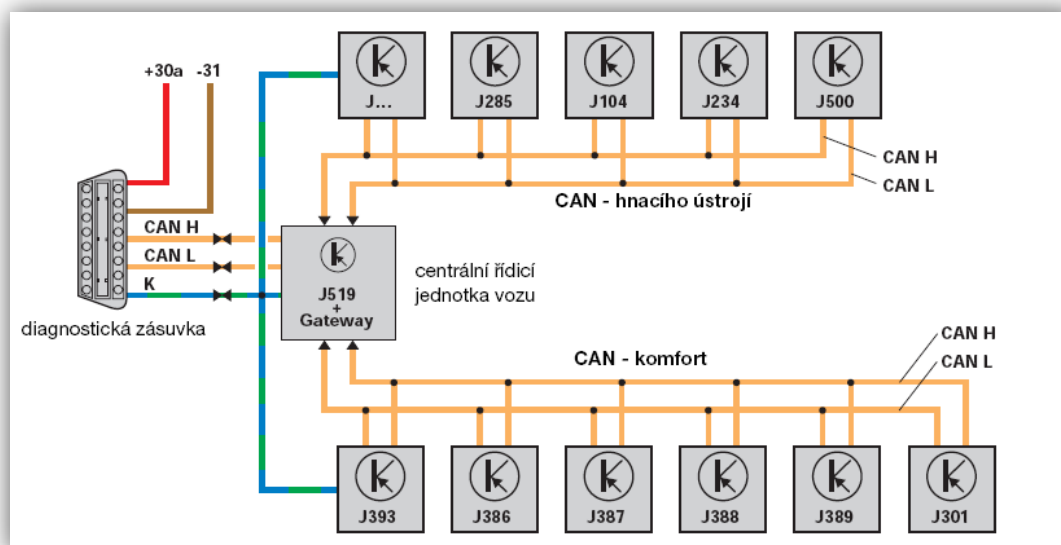
Pro realizaci fyzického přenosového média se nejčastěji používá diferenciální sběrnice definovaná podle normy ISO 11898. Tato norma definuje elektrické vlastnosti budiče sběrnice (CAN transceiver), řadiče sběrnice (CAN controller) a zároveň principy časování, synchronizace a kódování jednotlivých bitů. Sběrnici tvoří dva vodiče označované CAN_H a CAN_L zakončené odpory (120 Ω). Úroveň dominant či recessive na sběrnici je definována rozdílovým napětím těchto dvou vodičů. Podle nominálních úrovní uvedených v normě je pro úroveň recessive velikost rozdílového napětí $V_{diff} = 0$ V a pro úroveň dominant $V_{diff} = 5$ V. Pro eliminaci odrazů na vedení je sběrnice na obou koncích přizpůsobena zakončovacími odpory o velikosti 120 Ω (Obr. 4).



Obr. 4 - Zapojení CAN sběrnice

10.3 Řídicí jednotky používané v automobilech

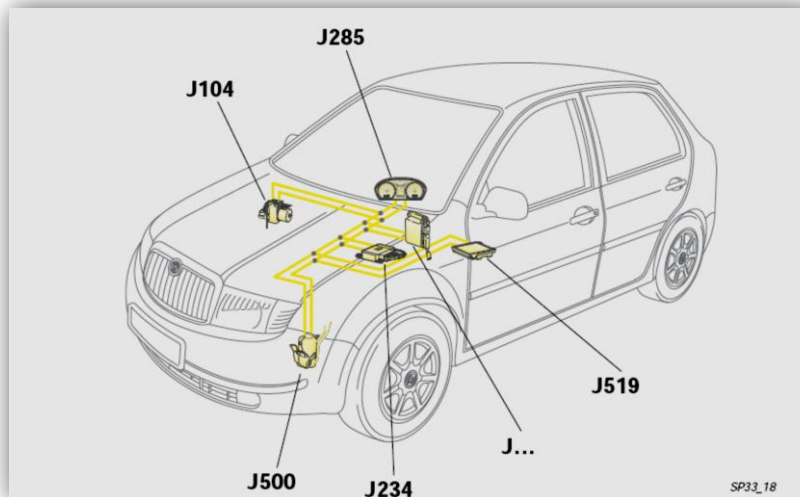
Řídicí jednotky používané v automobilu můžeme rozdělit do tří skupin, které se dělí podle toho, na jakou CAN sběrnici se připojují. Jsou to řídicí jednotky CAN sběrnice hnacího ústrojí, řídicí jednotky CAN sběrnice komfortní elektroniky a centrální řídicí jednotka.



Obr. 5 - Schéma zapojení řídicích jednotek v automobilu.

Řídicí jednotky hnacího ústrojí

Řídicí jednotky připojené na CAN sběrnici hnacího ústrojí se starají o chod motoru, automatické převodovky a bezpečnost řidiče. Priorita těchto řídicích jednotek je vyšší než priorita řídicích jednotek komfortní elektroniky.



Obr. 6 - Řídicí jednotky hnacího ústrojí.

J234 řídicí jednotka airbagu – stará se o správnou funkci airbagu, při nárazu automobilu do překážky vyše povel pro nafouknutí airbagů.

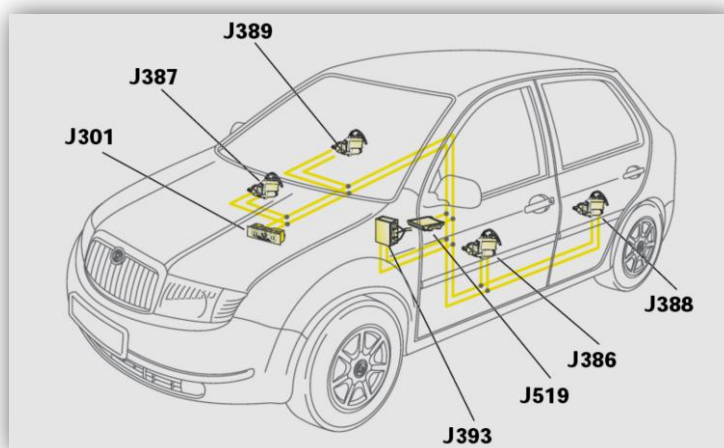
J104 řídicí jednotka ABS – hlídá, aby se automobil nedostal do smyku.

J500 řídicí jednotka servořízení

J285 řídicí jednotka panelu přístrojů

J... řídicí jednotka motoru

10.3.1 Řídicí jednotky komfortní elektroniky



Obr. 7 - Řídicí jednotky komfortní elektroniky.

J393 centrální řídicí jednotka komfortní elektroniky

- ovládání vnitřního osvětlení, centrální zamýkání víka zavazadlového prostoru
- přijímání signálu radiového dálkového ovládání
- diagnostika (paměť závad a poruch v diagnostické svorkovnici)
- ovládání výsuvného a výklopného střešního okna
- sledování a vypínání napájení vnitřního osvětlení

J301 řídicí jednotka klimatizace

- reguluje teplotu uvnitř automobilu

J386 řídicí jednotka dveří řidiče

- centrální zamýkání dveří
- elektrické nastavení vnějšího zrcátka s vyhříváním
- spínač pro nastavení zrcátek a přepínání mezi levým a pravým
- ovládání spouštěče oken
- ovládací panel

J387 řídicí jednotka dveří spolujezdce

- centrální zamýkání dveří
- ovládání spouštěče okna spolujezdce

J388 řídicí jednotka levých zadních dveří

- ovládání spouštěče levého zadního okna

J389 řídicí jednotka pravých zadních dveří

- ovládání spouštěče pravého zadního okna

10.3.2 Centrální řídicí jednotka

- Je to místo, kde se propojují vedení CAN sběrnice hnacího ústrojí a CAN sběrnice komfortní elektroniky. Má dva hlavní úkoly.
- a) Překládat zprávy s jedné CAN sběrnice na druhou a naopak
- b) Převádí data z vedení CAN-BUS na diagnostické vedení – K a naopak. Při převodu nedochází ke změně dat.

Dále:

- je místem propojení obou datových vedení CAN-BUS, CAN – hnací ústrojí a CAN komfort
- jsou integrovány reléové funkce (přerušovač)
- sleduje určité součásti vozidla, které nejsou integrovány ani v jednom datovém vedení CAN-BUS (přepínač pod volantem a pojistky)
- sleduje napájení a spotřebu elektrických spotřebičů
- zpracovává informace, které přicházejí po CAN-BUS

Pořadí priorit ŘJ komfortní elektroniky

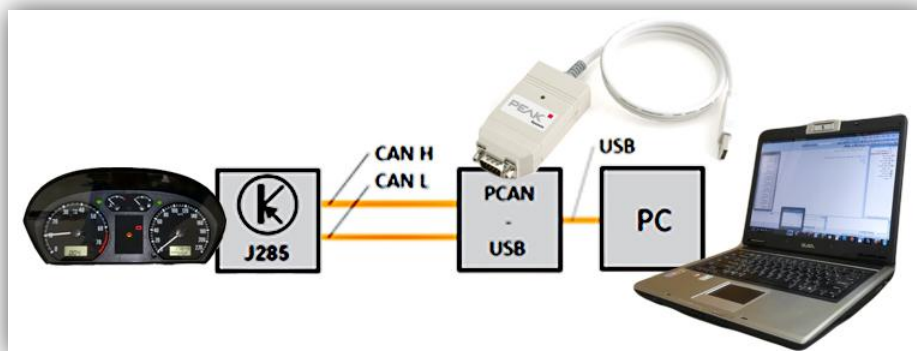
- Centrální řídicí jednotka.
- Centrální řídicí jednotka komfortní elektroniky.
- Řídicí jednotka dveří řidiče.
- Řídicí jednotka dveří spolujezdce.
- Řídicí jednotka zadních levých dveří.
- Řídicí jednotka zadních pravých dveří.

Každá jednotka pracuje samostatně (*decentrálně*). Diagnostika komfortní elektroniky se provádí přes centrální řídicí jednotku, která je spojena s diagnostickou zásuvkou. Informace o funkcích řídicích jednotek (např. dveřní) se sdělují ostatním účastníkům pomocí CAN. Systém datové sběrnice komfortní elektroniky pracuje s přenosovými rychlostmi od 62,5 kbit/s (CAN low speed). Přenos datového protokolu trvá jednu milisekundu.

10.4 Monitorování ŘJ pomocí CAN sběrnice

Monitorování sběrnice se provádí dvěma způsoby, a to monitorování aktivní a monitorování pasivní. Aktivní monitoring spočívá v plném začlenění monitorovacího uzlu do komunikace v síti, včetně generování potvrzení, chybových rámců a případné účasti v komunikaci. Oproti tomu pasivní monitoring spočívá v pouhém odposlechu komunikace bez zásahu do ní (nelze posílat zprávy na sběrnici). Některé řadiče podporují oba režimy.

Pro propojení panelu a počítače je použit komunikační adaptér firmy PEAK system PCAN-USB. Schéma zapojení sestavy je znázorněno na Obr. 8.



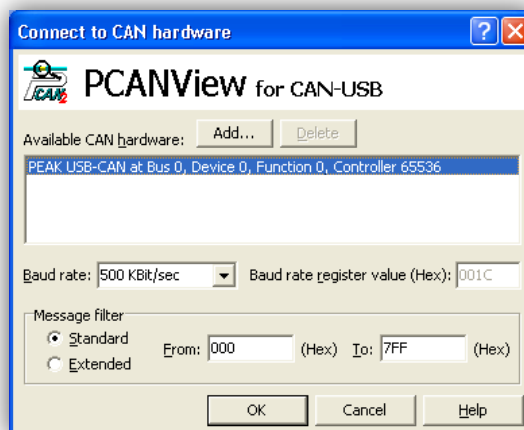
Obr. 8 – Schéma zapojení sestavy

Tab. 3 - Popis pinů USB CAN interface

	1	nezapojeno
	2	CAN-L
	3	GND
	4	nezapojeno
	5	nezapojeno
	6	GND
	7	CAN-H
	8	nezapojeno
	9	nezapojeno

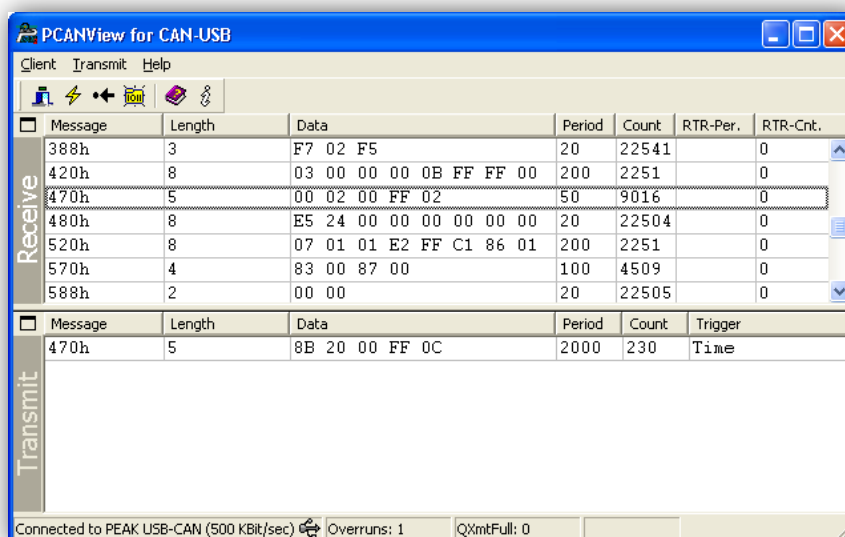
10.4.1 PCAN View

Základní program pro komunikaci na CAN sběrnici. Program komunikuje se sběrnici pomocí kabelu PCAN-USB. Pomocí tohoto jednoduchého programu lze monitorovat CAN sběrnici, filtrovat zobrazení zpráv a posílat zprávy na CAN sběrnici. Po spuštění programu se musí nejprve nastavit hardware (PEAK USB-CAN), rychlost připojení (pro CAN motoru 500 kbit/s a pro CAN komfort 100 kbit/s) a popřípadě filtr zpráv (Obr. 9).



Obr. 9 - Nastavení PCAN View

Po úspěšném nastavení hardwaru se nám objeví okno, kde se v tabulce receive zobrazují zprávy, které se nachází na sběrnici, zobrazuje se perioda jejich vysílání a počet vyslání od spuštění PCAN View (Obr. 10).



Obr. 10 - Okno programu PCAN View

Pomocí funkce *new transmit message* jde na sběrnici poslat zpráva. A to buď jednorázově (klikem myši) nebo periodicky (nastavením periody). Pro příklad byla poslána na sběrnici zpráva pro rozsvícení levého blinkru na přístrojové desce (470h 05h 81h 20h 00h ff 0c) a to periodicky po 500 ms (Obr. 11).



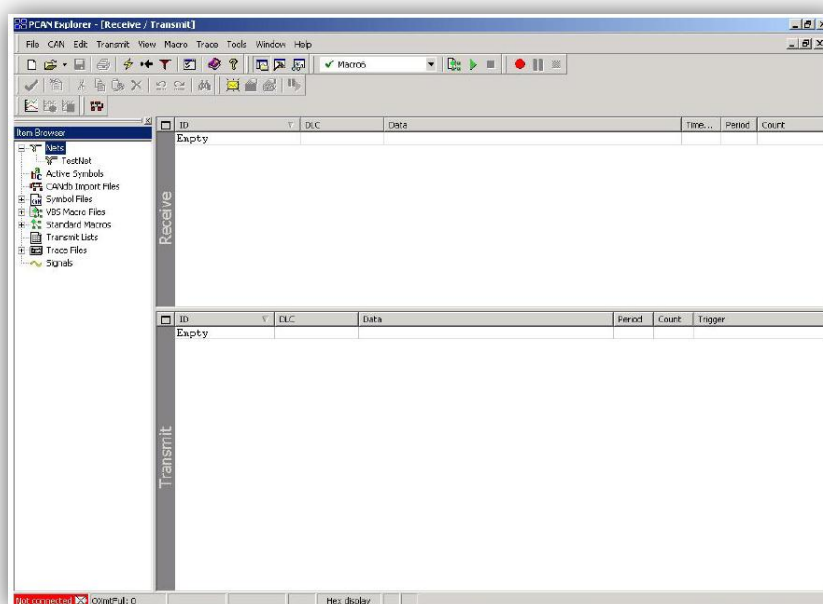
Obr. 11 - Posílání nové zprávy na sběrnici

10.4.2 PCAN Explorer V.4

Je univerzální program pro monitorování a analýzu komunikace na CAN sběrnici. Vychází z PCAN-systémů od firmy PEAK Systém. Jeho jádro se skládá se systému Windows a VxD řadiče, který umožňuje komunikaci v reálném čase s CAN sběrnici a Windows.

PCAN Explorer nabízí tyto možnosti:

- zobrazuje všechny zprávy s ID, jejich velikost a datové byty v recesive záložce
- monitorovat komunikaci na CAN
- zasílat pevně zvolené zprávy v nastavených intervalech nebo po stisknutí klávesy
- chyby v zobrazení datové sběrnice CAN
- ukládat omezenou část komunikace do textového souboru pro pozdější analýzu
- nahradit identifikátory a data jejich slovními zkratkami, definice je pak uložena v souboru, který lze vytvořit v textovém editoru podle zadaných pravidel
- vytvářet makra pro vykonávání složitějších sledů operací



Obr. 12 - Okno programu PCAN Explorer

Prakticky bylo vyzkoušeno nastavení PCAN Exploreru, posílání zpráv na CAN sběrnici, načtení databázového souboru a spuštění maker na modelu CAN sběrnice.

10.4.3 Autodiagnostika SuperVAG

Diagnostické nástroje značky **SuperVAG** přinášejí zákazníkům především širokou nabídku užitečných funkcí, pohodlnější obsluhu programu a vstřícně navrženou zákaznickou podporu. Firma HR CARSOFT s.r.o. se s produkty sdruženými pod novou značkou SuperVAG nadále soustředí na vozy koncernu VW, pro které nabízí i nejobsáhlejší skupinu komfortních funkcí. Postupně však zpracovává i základní diagnostické úkony na vozech dalších značek a doplňuje je funkcemi komfortními. Základním prvkem všech výrobků však i nadále zůstává především uživatelská vstřícnost doplněná kvalitní technickou podporou. [CARSOFT]

Základní funkce programu.

SuperVAG přečte identifikační údaje z řídicí jednotky jako její objednávací číslo, kódování, číslo dílny WSC (work shop code), číslo karoserie VIN (vehicle identification number), číslo imobilizéru a ostatní textové informace. Přesný obsah identifikace určuje řídicí jednotka, které identifikaci SuperVAGu posílá již po navázání spojení.

Rozšířená identifikace

Pokročilý způsob identifikace řídicí jednotky. SuperVAG vyžádá z řídicí jednotky rozšiřující informační data jako datum a čas programování jednotky, číslo programovacího nástroje, číslo hardwaru, verzi softwaru apod. Množství rozšiřujících informací závisí na řídicí jednotce. Rozšířená identifikace je funkce, kterou disponují pouze řídicí jednotky se sběrnici CAN-BUS, u ostatních řídicích jednotek se sběrnici K-LINE je tlačítko "rozšířená identifikace" nepřístupné. [CARSOFT]

Komunikační adaptér MULTIPLEX (Obr. 13) dodávaný k autodiagnostice SuperVAG se připojuje do diagnostické zásuvky ve voze.



Obr. 13 - Komunikační adaptér MULTIPLEX [CARSOFT]

Tab. 4 - Popis pinů komunikačního adaptéru MULTIPLEX

	2 PWM Bus + nebo J1850 VPW Bus 4 kostra vozidla (- pól) 5 komunikační kostra 6 CAN-H 7 komunikační linka K-line 10 PWM Bus 14 CAN-L 15 inicializační linka L-line nebo 2. K-line 16 napájení +12V zbytek nezapojeno

Číslování pinů na straně vozu

Číslování pinů na straně komunikačního adaptéru

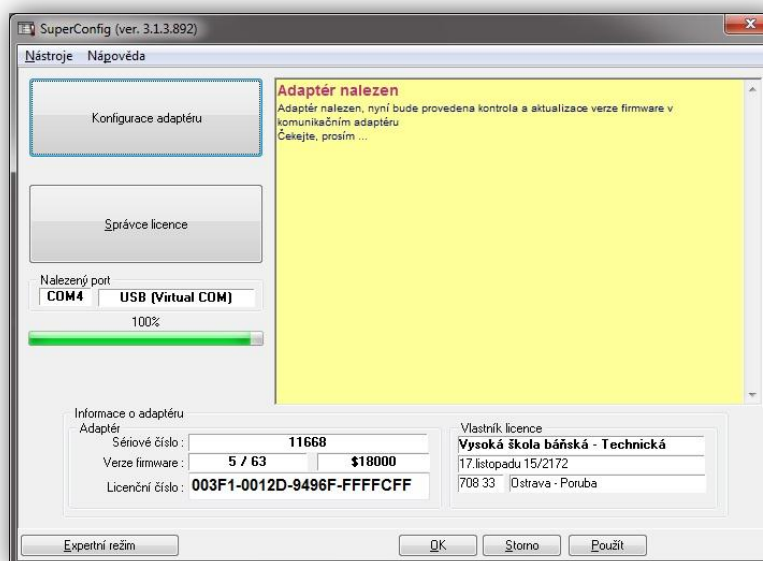
Konfigurace programu

Program SuperConfig je určen pro systémové nastavení programů systému SuperVAG Diagnostic Tools. Nelze jej spustit samostatně, ale vyvolává se z libovolného nainstalovaného programu systému SuperVAG Diagnostic Tools.

K dispozici jsou dva režimy práce:

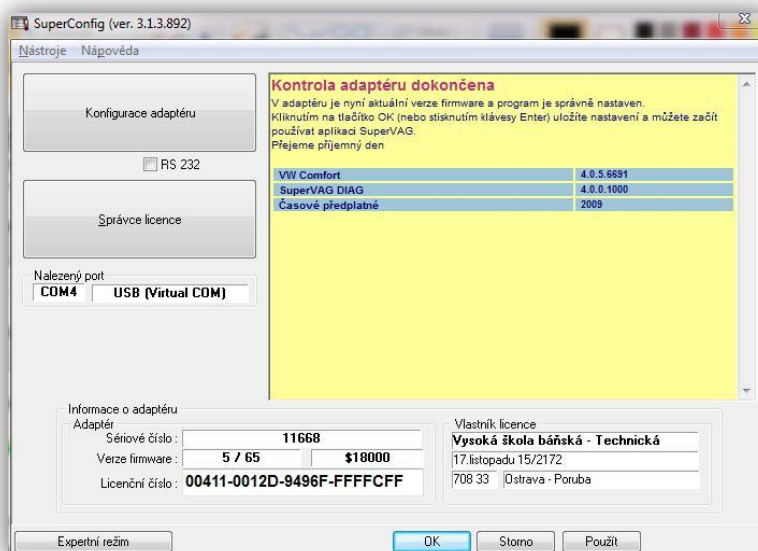
- zjednodušený režim
- expertní režim

Pro práci nám postačí nastavit komunikaci v zjednodušeném režimu.



Obr. 14 – Okno SuperConfig (zjednodušený režim konfigurace adaptéru)

Kliknutím na tlačítko *Konfigurace adaptéru* se automaticky provede otestování portů počítače, vyhledá se adapter a zkontroluje jeho nastavení. Vpravo se též zobrazí všechny programy, pro které jsou zakoupené licence. V případě potřeby se provede aktualizace firmware v komunikačním adaptéru.



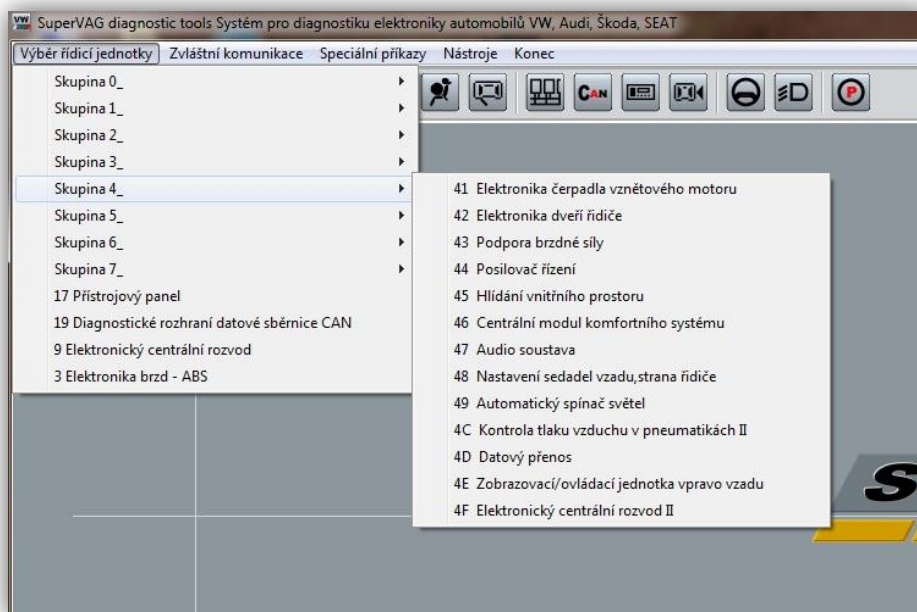
Obr. 15 – Okno SuperConfig po úspěšné konfiguraci komunikačního adaptéru

Předpoklady pro správnou funkci programu

- program je správně nakonfigurován
- komunikační adaptér připojen do diagnostické zásuvky v automobilu (modelu) i do počítače

Navázání komunikace s řídicí jednotkou v programu WV Comfort

Navázání komunikace lze uskutečnit dvěma způsoby. V roletovém menu Výběr řídicí jednotky vybereme jednotku, se kterou chceme komunikovat. Hned se začne navazovat komunikace.



Obr. 16 - Roletové menu pro připojení k ŘJ

Nejčastěji používané řídicí jednotky mají své ikony v nástrojové liště (Obr. 17) programu. Po najetí kurzorem myši na příslušnou ikonu se zobrazí název příslušné ŘJ.



Obr. 17 - Ikony ŘJ v nástrojové liště WV Comfort

Automatický test

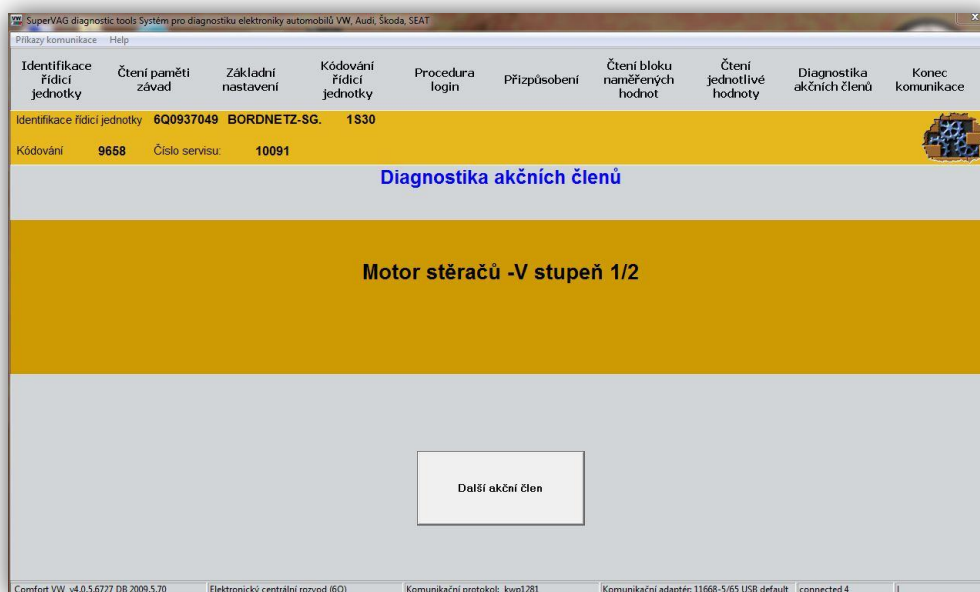
Slouží ke kompletnímu otestování automobilu, který obsahuje větší počet řídicích jednotek. Diagnostický systém postupně zkontroluje všechny jednotky, které může vůz obsahovat a přečte paměť závad. Seznam nalezených jednotek sestaví do stromu. Při procházení seznamu je možné na značku + resp. - před názvem jednotky výpis závad rozbalit nebo sbalit. Po ukončení automatického testu se objeví tlačítko *Navaž komunikaci s řídicí jednotkou*. Při označení myší určité jednotky a po stisku tohoto tlačítka se naváže komunikace s danou řídicí jednotkou. Vymazání závad se provádí při běžném navázání komunikace s řídicí jednotkou pomocí funkce *Čtení paměti závad* a následnou volbou *Vymazat paměť závad*. Zobrazené závady nejsou aktualizovány, musí se znovu provést kompletní test.



Obr. 18 – Výpis chyb po dokončení automatického testu

Diagnostika akčních členů

Tato možnost diagnostikovat akční členy se zobrazí při připojení SuperVAGu ke konkrétní řídicí jednotce. Princip diagnostiky spočívá v tom, že daná ŘJ postupně spouští jednotlivé akční členy. A pracovník co diagnostiku provádí, vizuálně kontroluje funkci jednotlivých akčních členů. Skok na další akční člen se vždycky musí potvrdit.



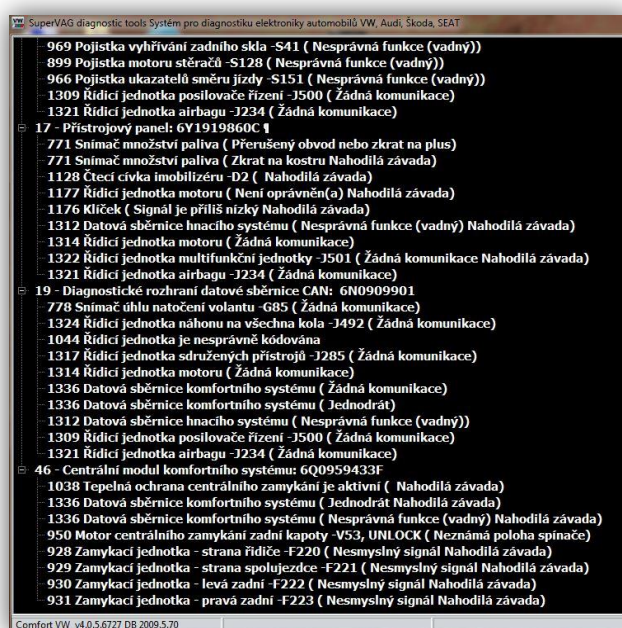
Obr. 19 - Diagnostika akčních členů

10.4.4 Diagnostika a konfigurace ŘJ na demonstračním panelu

Demonstrační panel byl diagnostikován pomocí programu SuperVAG – VW comfort. Spuštěn byl jak kompletní test, tak i diagnostika jednotlivých ŘJ. Dále pomocí téhož programu bylo odzkoušeno kódování a přizpůsobování ŘJ.

Automatický test

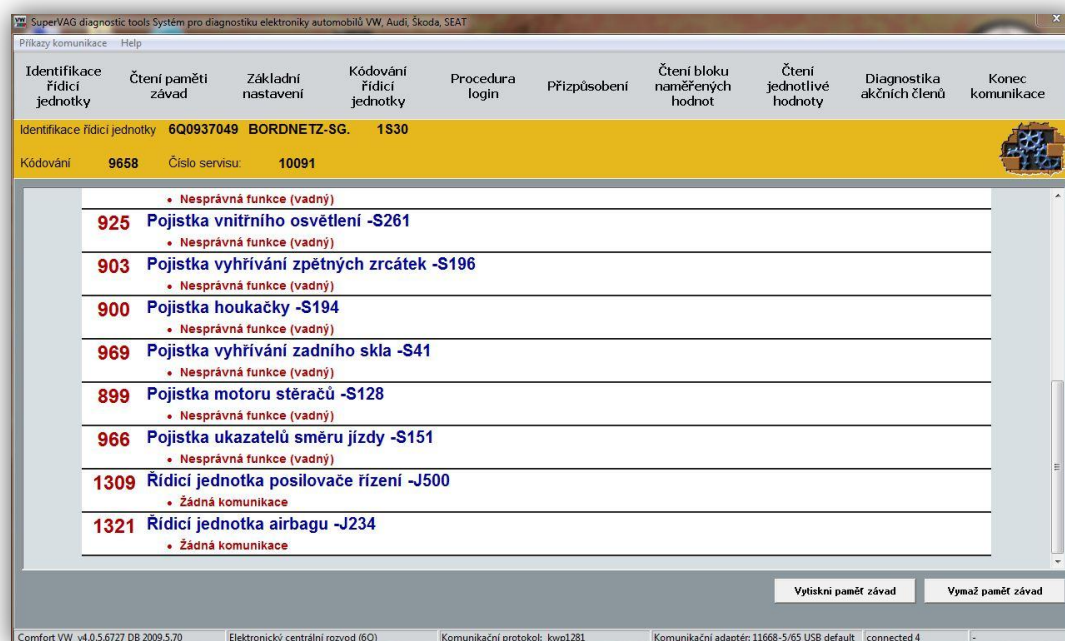
Po spuštění automatického testu program SuperVAG začal vyhledávat řídicí jednotky a postupně je diagnostikovat. Byly zjištěny takřka čtyři desítky závad. Většina závad byla charakteru, že ŘJ nemají signál od senzorů obsazených ve vozidle, nebo že bylo vedení (vodič) přerušeno. Což se dalo předpokládat, jelikož je na modelu zapojeno jenom to nejdůležitější potřebné pro komunikaci ŘJ (CAN sběrnice, napájení 12 V DC).



Obr. 20 – Okno s výsledkem automatického testu

Diagnostika jednotlivých ŘJ

Tato diagnostika spočívá v tom, že se pomocí SuperVAG – VW comfort připojíme ke konkrétní ŘJ a necháme vypsát paměť závad. Tabulka s vypsáním závadami se neobnovuje, takže po odstranění některé závady je zapotřebí znovu načíst paměť závad. Pokud je problém opravdu odstraněn, tak se závada už ve výpisu nezobrazí. Pro ukázkou je na Obr. 21 zobrazen výpis chyb vyčtený z ŘJ komfortní elektroniky.

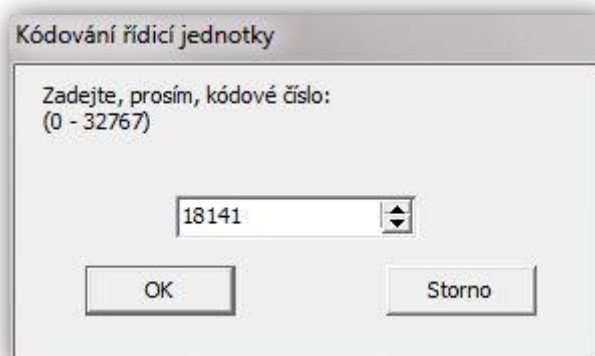


Obr. 21 - Čtení paměti závad z ŘJ komfortní elektroniky

Kódování řídicích jednotek

Kódováním řídicích jednotek se příslušné řídicí jednotce sděluje rozsah výbavy vozidla nebo určuje země, ve které je vůz provozován. Kódování je prováděno ve výrobním závodě. Jestliže však dojde ke změně výbavy, (např. vybavení vozu bude rozšířeno o zabudovaný senzor deště), případně bude muset být řídicí jednotka vyměněna, musí být kódování provedeno znovu.

Po připojení SuperVagu ke konkrétní řídicí jednotce můžeme tuto jednotku překódovat. Po stisknutí tlačítka *Kódování* se zobrazí okno (Obr. 22), do kterého se napíše nové, požadované kódování. Po stisknutí tlačítka OK se ještě zobrazí potvrzovací okno. Pokud je kód zadán správně řídicí jednotka se překóduje v opačném případě SuperVAG vypíše chybu.



Obr. 22 - Kódování řídicí jednotky

Pro ukázkou je uveden princip výpočtu kódu pro úpravu nastavení Centrální řídicí jednotky. Kódové číslo se získá součtem hodnot požadovaných funkcí (Tab. 5). Popis výpočtu kódů pro zbylé ŘJ je obsažen v příloze diplomové práce „Demonstrační panel CAN sběrnice – Uživatelský návod“.

Tab. 5 - Hodnoty pro výpočet kódu k centrální řídicí jednotce

Hodnota	Popis
16384	aktivace funkce EKP (předčerpání paliva při otevření dveří řidiče, vozy od 07.2001)
8192	zadní stírač s komfortním spínáním
1024	impulzem řízené odjišťování zámku víka zavazadlového prostoru
512	zabudovaný senzor deště
256	zabudované ostřikovače světlometů
128	vyhřívání vnější zpětná zrcátka
64	vyhřívání přední sklo (vozy do 04.2002)
32	vyhřívání sedačky
16	čtyřdveřové provedení
8	rozsvícení vnitřního osvětlení po vytažení klíčku ze zapalování
4	aktivní řízení elektrické zátěže
2	zabudované elektrické odjišťování zámku víka zavazadlového prostoru
1	zabudované závěsné zařízení

Př.: výbava auta: ABS, Airbag, posilovač řízení: $2 + 4 + 8 = 14$ [SuperVAG, 2009]

Přizpůsobování řídicích jednotek

Termínem přizpůsobování řídicích jednotek rozumíme nastavování určitých parametrů ŘJ. Jako například můžeme uvést nastavování servisních intervalů, konfiguraci vlastností a funkcí jednotlivých řídicích jednotek.

Po připojení k řídicí jednotce, kterou chceme konfigurovat, klikneme na tlačítko *Přizpůsobit*. Vyskočí nám okno, kde zadáme příslušný kanál, který chceme přizpůsobovat. Každá vlastnost má svůj kanál pro komunikaci.

Identifikace řídicí jednotky	Čtení paměti závad	Základní nastavení	Kódování řídicí jednotky	Procedura login	Přizpůsobení
Identifikace řídicí jednotky	6Y1919860C 1KOMBIINSTRUMENT VDO V09 TMBBD26Y713190949 SKZ7Z0Y0734340				
Kódování	18141	Číslo servisu:	10091		
Přizpůsobení					
základní hodnota Olej za 1 000 km Číslo kanálu: 5 Přednastavená hodnota: 15 Nová hodnota: 10 Čtení přednastavené hodnoty Uložení nové hodnoty Testování nové hodnoty Vymazání adaptačních hodnot					

Obr. 23 - Přizpůsobování řídicích jednotek (výřez okna)

Pro příklad jsou zde uvedeny čísla kanálů pro změnu vlastností ŘJ kombi přístroje (Tab. 6). Čísla kanálů pro přizpůsobování dalších ŘJ jsou obsaženy v příloze diplomové práce „Demonstrační panel CAN sběrnice – Uživatelský návod“.

Tab. 6 - Popis jednotlivých kanálů u kombi přístroje

Kanál	Popis funkce
5	základní hodnota - olej za x 000 km
6	základní hodnota - inspekce za x 000 km
7	základní hodnota - inspekce za x měsíců
9	stav km v x*10 km
10	skutečná hodnota olej za x 00 km
11	inspekce 300 000 km
12	330 dní od výměny oleje
21	staré klíčky počet

10.5 LIN sběrnice

Úvod

Sběrnice LIN (Local Interconnect Network) je nová sériová asynchronní sběrnice používající ke komunikaci jednovodičové spojení připojených zařízení. Je navržena pro použití v automobilové technice s ohledem na minimální cenové náklady spojené s její aplikací. Nemá za cíl nahradit v automobilech dnes hojně používanou spolehlivou, robustní a rychlou sběrnici CAN, ale má pokrýt množinu aplikací, pro které je použití sběrnice CAN přílišným luxusem, nebo zatím nebyly z cenových důvodů napojeny na elektronický řídicí systém automobilu. Cena vynaložená na propojení s lokální sítí automobilu má být 2 až 3 nižší ve prospěch LINu. Zdálo by se, že je to částka vzhledem k ceně vozu zanedbatelná, musíme si ale uvědomit, že elektronika je dnes v automobilech téměř všude, a že každé ušetřené euro je při sériové výrobě, kdy se vyrábí statisícové série, velmi důležité a stává se konkurenční výhodou daného výrobce. Výrobce totiž může za stejnou cenu zákazníkovi nabídnout produkt s vyšší užitnou hodnotou. To, že v dnešní době jsou vyvíjeny aplikace sběrnice LIN především pro automobilový průmysl neznamena, že by tato sběrnice nemohla proniknout do jiných oblastí jako třeba automatizační technika, měřicí technika nebo i spotřební (bílá) elektronika. Dá se předpokládat, že nastane podobná situace jako u sběrnice CAN a sběrnice LIN se stane podobně rozšířenou a používanou. To záleží především na komerčních tlacích na trhu, dá se však předpokládat, že objem počtu vyráběných čipů pro sběrnici LIN a množství implementací driverů této sběrnice, jakožto implementace přenosových protokolů a tím další zlevnění výsledného produktu, bude příznivě působit na používání sběrnice. Tomuto trendu napomáhá i skutečnost, že LIN je otevřený standard sériové automobilové sběrnice třídy A.

Současné aplikace vycházejí převážně z oblasti automobilového průmyslu. Jedná se především o ovládání a polohování zrcátek, stahování oken, ovládání zámků dveří a střešního okna, polohování sedadel, ovládání klimatizace, stěračů nebo osvětlení. LIN zde realizuje propojení čidel, ovladačů, akčních členů a indikátorů. Tyto jednotky pak mohou být jednoduše napojeny na síť automobilu a stávají se dostupné pro všechny typy diagnostiky při servisních pracích.

Vlastnosti

Jedná se o sběrnici typu single-master/multiple-slave, kde jedno řídicí zařízení kontroluje komunikaci s jedním nebo více podřízenými zařízeními. Jednotlivá napojení na jednovodičovou sběrnici tvoří drátový AND a komunikace probíhá maximální přenosovou rychlostí až 20 kbit/s. Ke generování komunikace lze použít hardwarových a softwarových prostředků běžného UART/SCI interface, přičemž podřízené jednotky (slave) nepotřebují k činnosti přesný krystalový generátor hodin, ale vystačí např. s RC oscilátorem. Synchronizaci pro komunikaci totiž provádí řídicí zařízení (master) na začátku každé komunikace. Výše zmiňované vlastnosti mají příznivý vliv na cenu komunikačních komponent a umožňují tak snížit cenu i celých jednotlivých zařízení. Koncepce budičů sběrnice vychází ze standardu ISO 9141 s vylepšeními v oblasti EMC. Data jsou zabezpečena kontrolním součtem. Hlavička je zabezpečena dvojicí paritních bitů.

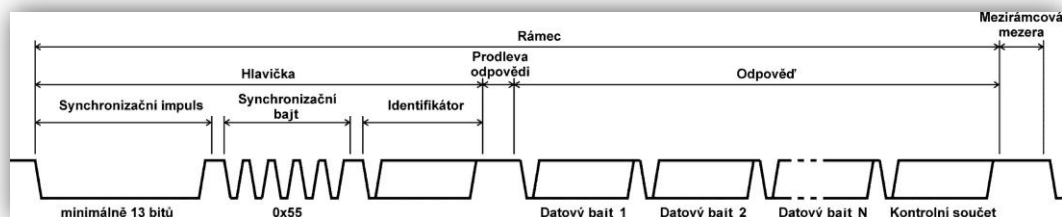
Fyzická vrstva

Fyzická vrstva byla odvozena od standardu ISO 9141. Ten byl vyvinut pro diagnostické účely pro použití v servisech. Je zřejmé, že pokud má být fyzická vrstva tohoto standardu použita pro jedoucí automobily, musely být navrženy určité změny. Např. strmost náběžných a sestupných hran je záměrně omezena s ohledem na minimalizaci množství vyzařovaného rušení. Také jsou změněny rozhodovací úrovně pro zlepšení odolnosti proti rušení a je pamatováno i na posun zemního potenciálu a různé poruchy. Princip sběrnice LIN je v použití jednoho vodiče pro obousměrnou komunikaci pomocí realizace funkce logického součinu prostřednictvím spínačů a rezistorů zapojených na LIN sběrnici v každém připojeném zařízení. Jsou definovány dvě vzájemně komplementární hodnoty stavů na sběrnici a to dominant a recessive. Velikosti a rozsah jednotlivých úrovní jsou vztaženy relativně k palubnímu napětí v automobilu generovanému akumulátorovou baterií 12V. Hodnoty těchto úrovní jsou ukázány na obr. 1. Spínače při sepnutí spojují sběrnici se zemí, a stačí aby byl sepnut alespoň jeden z nich a sběrnice přejde do stavu dominant, což představuje stav logické nuly. Rezistory zapojené mezi napájecí napětí a sběrnici pak na ní udržují, pokud není žádný spínač sepnutý, stav recessive, tedy logickou jedničku.

Zjednodušené schéma zapojení budiče sběrnice je na obr. 2. Vodiče VBAT a GND slouží k napájení budiče i vlastního zařízení. Pro případ přerušení dodávky napájecího napětí do zařízení připojeného na sběrnici jsou rezistory definující stav recessive zapojeny v sérii s ochranou diodou. Ta zabrání nedefinovanému napájení jednotky po vodiči LIN sběrnice. Obecně jsou budiče sběrnice LIN konstruovány tak, aby byly odolné proti různým poruchovým stavům, které se mohou vyskytnout. Velikosti těchto rezistorů mají jmenovitou hodnotu 30 k Ω . Maximální počet zařízení připojených na sběrnici je teoreticky omezen jen počtem volných identifikátorů. Ve skutečnosti je však nutné brát zřetel na elektrické požadavky, které počet striktně omezují. Maximální počet zařízení připojených na sběrnici by neměl překročit 16. Aby se s počtem připojených budičů razantně neměnila velikost výsledného odporu připojující sběrnici na napájecí napětí, je definováno, že u zařízení typu master, které je na sběrnici vždy jen jedno, je kromě interního rezistoru, zapojen navíc externí rezistor o hodnotě 1 k Ω . Z toho též vyplývá, že budiče sběrnice (integrované obvody) jsou pro master a slave stejné a liší se právě jen externími součástkami. Pro zvýšení odolnosti proti elektromagnetickému rušení se paralelně k vývodu LIN budiče připojují kondenzátory, někteří výrobci dokonce doporučují dolní propusti prvního (RC) nebo druhého řádu (LC). Maximální celková kapacita sběrnice 10 nF, ale nesmí být překročena. Maximální délka sběrnice je udávána 40 m.

Rámec zprávy

LIN používá jednotný formát rámce zprávy, který slouží k synchronizaci, adresaci uzlů a k výměně dat mezi nimi. Formát rámce zprávy je na obr. 3. Řídící jednotka (master) začíná komunikaci, určuje přenosovou rychlost a vysílá hlavičku rámce zprávy. Ostatní jednotky, ale i jednotka master mohou vysílat odpověď složenou z datových bajtů a kontrolního součtu. Hlavička začíná synchronizačním impulsem a následným synchronizačním polem. Toto pole slouží k zasynchronizování podřízených jednotek (slaves) na bitovou rychlost jednotky master. Tyto jednotky tak vystačí s jednoduchým zdrojem časové základny v podobě RC oscilátoru, což má kladný vliv na cenu jednotek slaves.



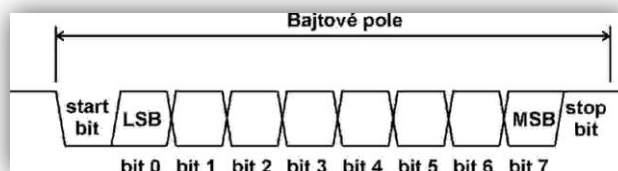
Obrázek 241 Formát rámce zprávy

Pro komunikaci lze použít maximální přenosovou rychlost 20 kbit/s, která představuje horní limit při použití jednodrátového přenosového vedení vzhledem k EMI. Minimální přenosová rychlost je stanovena na 1 kbit/s z důvodu předcházení problémům s praktickou implementací time-out period. Aby se usnadnila implementace do levných LIN zařízení, jsou k použití doporučeny 3 přenosové rychlosti.

Tab. 1 Doporučené přenosové rychlosti

Slow	2400 bit/s
Medium	9600 bit/s
Fast	19200 bit/s

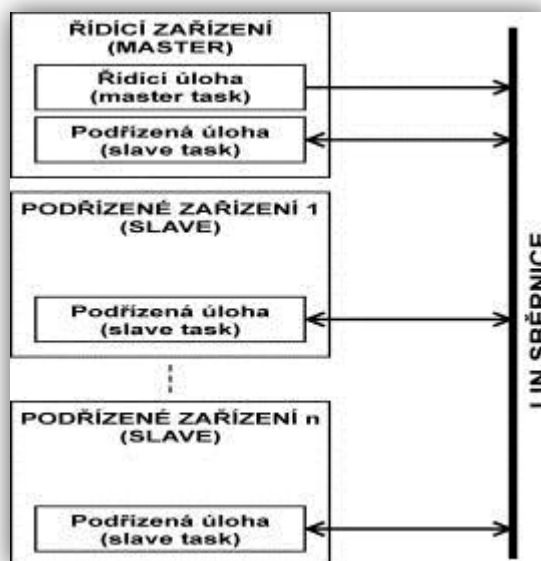
Jako zdroj signálu pro komunikaci lze použít standardní UART interface s bajtovým polem. Jediná výjimka z 8N1 módu komunikace je synchronizační impuls, který vysílá pouze master. Doba trvání tohoto impulsu odpovídá vyslání minimálně 13 bitů a je většinou generován softwarově. Tento vzor je jednoznačně identifikovatelný, protože jeho délka je větší než jakákoliv standardní sekvence na sériovém kanále. Začátek zprávy je tak bezpečně rozpoznatelný a poskytuje podřízeným jednotkám dostatek času pro zachycení komunikace na sběrnici v libovolném stavu podřízené jednotky.



Obrázek 242 Základní bajtové pole

Komunikační struktura

Uspořádání struktury sběrnice z pohledu komunikace je zobrazeno na obr. 6. Řídící úloha v řídicím zařízení určuje veškeré dění na sběrnici prostřednictvím vysílání hlavičky. V té je obsažena veškerá informace o tom jaký druh komunikace bude následovat. Ostatní úlohy v podřízených zařízeních i v řídicím zařízení tuto hlavičku sledují a podle jejího obsahu případně přijímají nebo vysílají datovou část rámce.



Obrázek 243 Komunikační struktura sběrnice

Ve skutečnosti mohou podřízené úlohy vykonávat i další akce. Úplný výčet činností, jak pro řídicí zařízení, tak pro podřízené zařízení, je uveden v následující části:

LIN řídicí zařízení (master):

Řídí veškerou komunikaci na sběrnici:

- Definuje přenosovou rychlost
- Vysílá synchronizační impuls, synchronizační pole, identifikátor
- Monitoruje a potvrzuje data pomocí kontrolního součtu
- Přepíná podřízené jednotky do sleep módu a znovu je probouzí
- reaguje na signál probuzení od podřízených jednotek.

LIN podřízené zařízení (slave):

Na sběrnici může být připojeno až 16 podřízených zařízení. Řídicí jednotka též obsahuje podřízenou úlohu (slave task) jako ostatní podřízená zařízení (slaves). Podřízené zařízení má na starosti:

- Čekání na synchronizační impuls
- Synchronizuje se podle synchronizačního pole
- Podle identifikátoru dělá jednu z následujících činností:
 - Nereaguje
 - Přijímá data
 - Vysílá data
 - Kontroluje nebo posílá kontrolní součet.

10.6 Ovládání demonstračního panelu

Panel je ovládán příkazy, které jsou posílány pomocí PCAN Exploreru na CAN sběrnici. A to buď jako jednoduché zprávy, které lze posílat na sběrnici jednotlivě nebo s určitou periodou. Dále lze posílat zprávy na CAN sběrnici pomocí maker napsaných v PCAN Exploreru. Makra mají příponu .mcr a jsou psány v programovacím jazyce Visua Basic.

10.6.1 Připojení k sběrnici CAN hnacího ústrojí na demonstračním modelu

Pro připojení k rychlejší sběrnici na demonstračním panelu je zapotřebí nastavit přepínač do polohy CAN hnacího ústrojí na modulu pro přepínání CAN sběrnice. Do modulu se připojí PCAN-USB a může začít komunikace s PC. Na panelu jsou touto rychlejší sběrnici propojeny pouze dvě řídicí jednotky a to ŘJ kombi přístroje a Centrální ŘJ. V PCAN View vytvoříme připojení ke sběrnici s rychlostí 500 kbit/s a následně můžeme spustit PCAN Explorer, kde se připojíme k vytvořené síti.

Řetězce posílané na CAN hnacího ústrojí pro ovládání částí kombi přístroje:

- | | |
|----------------------------------|---|
| - Volnoběžné otáčky | 280h 8h 01h 3Fh 00h 12h 33h 00h 3Ah 32h |
| - Otáčky při rozjezdu automobilu | 280h 8h 00h 00h 10h 27h 00h 00h 00h 00h |
| - Levá směrovka | 470h 5h 81h 20h 00h ffh 0ch |
| - Pravá směrovka | 470h 5h 82h 20h 00h ffh 0ch |
| - Výstražné směrovky | 470h 5h 8Bh 20h 00h ffh 0ch |

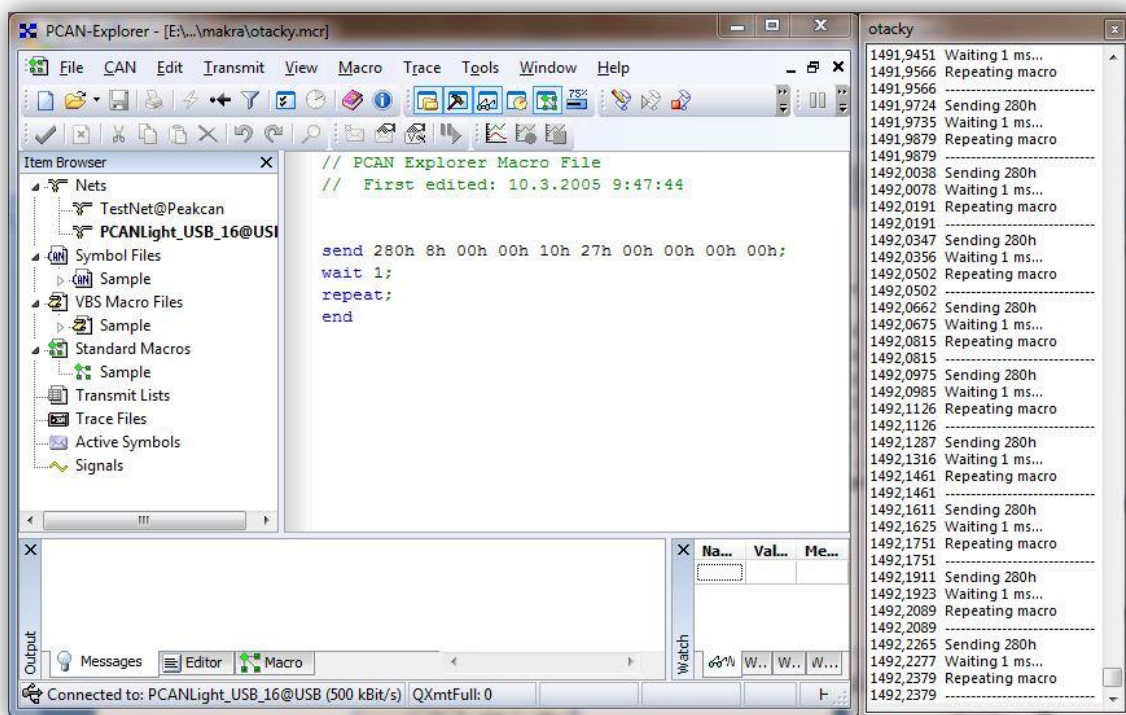
Tyto řetězce byly zjištěny experimentálně, a to tak, že se připojil PC ke CAN sběrnici funkční Škody Fabia a odposlouchávala se komunikace. Vyvolaná změna např. spuštěním směrovky u volantu se projevila v komunikaci.

Simulace směrovek pomocí makra

V editoru maker obsaženého v PCAN Explorexu bylo napsáno makro, které postupně rozsvěcuje směrovky na Kombi přístroji (J285). Reálně to vypadá tak, že se postupně rozsvěčují levá kontrolka, pravá kontrolka a obě najednou. Interval mezi jednotlivými příkazy byl zvolen 1s. Dále do makra lze zakomponovat příkaz pro simulaci otáček motoru. Příklady takto napsaných maker jsou obsažena na CD příloze diplomové práce.

Příklad zdrojového textu makra

```
// PCAN Explorer Macro File
// First edited: 16.11.2009 11:48:21
send 470h 5h 81h 20h 00h ffh 0ch;           //levá směrovka
wait 1000;                                  // počkat 1s
send 470h 5h 82h 20h 00h ffh 0ch;           //pravá směrovka
wait 1000;
send 470h 5h 8Bh 20h 00h ffh 0ch;           //výstražné směrovky
wait 1000;
repeat;
end;
```



Obr. 24 - Okno PCAN Exploreru pro editaci maker (v pravé části je zobrazeno okno s komunikací spuštěného makra)

10.6.2 Připojení k sběrnici CAN Komfort na demonstračním modelu (100 kbit/s)

Připojení k CAN Komfort je obdobné jako u CAN hnacího ústrojí s tím rozdílem, že na přepínači CAN sběrnice nastavíme polohu přepínače od polohy CAN Komfort. A při připojování se nastaví rychlost komunikace 100 kbit/s.

Řetězce posílané na CAN Komfort pro ovládání ŘJ dveří:

- Manuální otevírání okna spolujezdce 181h 2h 08h 00h
- Manuální zavírání okna spolujezdce 181h 2h 20h 00h
- Automatické otevírání okna spolujezdce 181h 2h 40h 00h
- Automatické zavírání okna spolujezdce 181h 2h 10h 00h

Automatický režim otevírání okna slouží k tomu, aby bylo zabráněno nechtěnému sevření cizího předmětu mezi rám dveří a sklo ve dveřích. Tento režim zprvu nebyl funkční, ale podařilo se ho zprovoznit prostřednictvím SuperVAGu, kdy se připojilo přes diagnostickou zásuvku k ŘJ dveří řidiče. A pomocí podprogramu SuperVAGu zvaného COMFORT VW se dalo přistoupit ke konfiguraci ŘJ. Po připojení SuperVAGu k této řídicí jednotce se zobrazí okno pro komunikaci s touto ŘJ, kde je i tlačítko *Základní nastavení*. Po stisknutí se ŘJ nakonfiguruje do základního nastavení.

11 TESTY



Kontrolní otázky

11.1 TEST

Kdy aplikovat test vedení?

- a. Jen při výskytu chybového hlášení „vedení – chybná funkce“.
- b. Pouze nelze-li vozidlo nastartovat.
- c. Při výskytu chybového hlášení nebo při potřebě kontroly kvality a hodnot napětí mezi zdrojem a příjemcem napětí.

V čem je test vedení pomocí osciloskopu unikátní?

- a. Odhalí velmi krátké defekty a dynamické průběhy napovídají o povaze závady.
- b. Není zapotřebí nastavovat osciloskop.
- c. Nejsou žádné nároky na obsluhu.

Co je nejdříve zapotřebí zkontrolovat před samotným testem vedení pomocí osciloskopu?

- a. Stav zdroje napětí a přítomnost vodičů a „spotřebičů“ či „senzorů“.
- b. Jenom stav a činnost akumulátoru a alternátoru.
- c. Řídicí jednotku motoru.

Jaký je dynamický průběh signálu induktivního senzory otáček?

- a. Pravoúhlý.
- b. Sinusový.
- c. Pilový.

Jaký je dynamický průběh signálu Hallova senzory otáček?

- a. Pravoúhlý.
- b. Sinusový.
- c. Pilový.

V čem spočívá test samotného induktivního senzory otáček a polohy?

- a. V pozorování signálu v odpojeném stavu od ŘJ.
- b. Ve vyhodnocení hodnoty frekvence signálu.
- c. V posouzení reakce napětí při zapnutí zapalování.

V čem spočívá test samotného Hallova senzory otáček a polohy?

- d. Ve vyhodnocení kolmosti změny z 0 V na 5 V a z 5 V na 0 V, dále max. napěťového rozsahu 5 V.
- e. Frekvence signálu musí souhlasit s frekvencí otáček motoru a poměr mezi 0 V a 5 V musí být maximálně 20 Hz.
- f. Ve vyhodnocení signálu při odpojení signálního vedení od ŘJ a v jeho nahrazení externím napětím přivedeným přes LED diodu.

Charakteristickými znaky bezvadného elektrického stavu akčního členu s elektromagnetickou cívkou jsou mimo jiné:

- a. rozdíl mezi napájením a ukostřením musí být menší než 1 V;
- b. elektrický proud při sepnutí elektromagnetického vinutí se musí postupně zvyšovat;
- c. při sepnutí vinutí na kostru musí být znatelný pilový průběh nárůstu elektrického proudu.

Na jaké parametry je potřeba brát zřetel např. při testu porovnávání pohybu jehel vstřikovacích ventilů?

- a. Na induktivní boule – jejich pokud možno stejnou charakteristiku.
- b. Na provedení testu např. u simultánního nebo skupinového vstřikování.
- c. Na charakteristiku náběhu proudu dle Lenzova pravidla.

Je úspěšné provedení testu pohybových dílů akčních členů konečným výsledkem, který říká, že je akční člen 100% v pořádku?

- a. Ano, protože tím jsou jeho parametry a správná činnost zajištěny.
- b. Ne, protože správná funkce např. závisí na průchodnosti ventilů, kterou touto zkouškou nelze jednoznačně objevit (např. ucpané sítko vstřikovacího ventilu).
- c. Ne, protože např. i ucpané sítko lze pozorovat na trajektorii jehly.

Lze kontrolovat činnost jehly ventilu vstřikování také u vznětových motorů?

- a. Ano, u systému PD a u systému Common Rail jen u některých typů.
- b. Ne.
- c. Ano, u všech typů vznětových motorů.

Jaké máme typy zpětných vazeb u akčních členů s vlastním senzorem?

- a. mechanická
- b. analogová
- c. digitální

Co je to vnitřní zpětná vazba?

- a. integrace zpětné vazby + vyhodnocení + korekce do akčního členu
- b. zpětná vazba je vyhodnocována uvnitř ŘJ nikoliv externím senzorem nebo akčním členem
- c. uvnitř senzory umístěného v ŘJ

Je činnost elektrického ventilu se zpětnou vazbou plně pod kontrolou ŘJ ?

- a. Ne, ŘJ nekontroluje vůbec tento ventil
- b. Ano, je pod kontrolou včetně kontroly přesné provozní polohy mezi dolním a horním dorazem.
- c. Ne, ventil je kontrolován jen z hlediska dolního a horního dorazu, zkratu nebo přerušení

Akční člen bez zpětné vazby je člen, který:

- a. ŘJ kontroluje měřením rozdílu napětí mezi napájením a kostrou akčního členu;
- b. ŘJ nekontroluje, nebo pokud ano, pak elektrickými obvody prostřednictvím proudu;
- c. je opatřen dalším kontrolním senzorem.

Charakteristickými znaky bezvadného elektrického stavu akčního členu s elektromagnetickou cívkou jsou mimo jiné:

- a. rozdíl mezi napájením a ukostřením musí být menší než 1 V;
- b. elektrický proud při sepnutí elektromagnetického vinutí se musí postupně zvyšovat;
- c. při sepnutí vinutí na kostru musí být znatelný pilový průběh nárůstu elektrického proudu.

Co je to vnitřní zpětná vazba?

- a. integrace zpětné vazby + vyhodnocení + korekce do akčního členu
- b. zpětná vazba je vyhodnocována uvnitř ŘJ nikoliv externím senzorem nebo akčním členem
- c. uvnitř senzory umístěného v ŘJ

12 LITERATURA

BOSCH, Robert, *Protiblokovací systémy ABS*. 1. české vydání. Praha: © Robert Bosch odbytová s.r.o. Automobilová diagnostika, 1998.

BOSCH, Robert, *Regulace jízdní dynamiky ESP*. 1. české vyd. Praha: © Robert Bosch odbytová s.r.o. Automobilová diagnostika, 2001. 63 s. ISBN 80-902585-8-1

CARSOF, Webový informační server společnosti **HR CARSOFT s.r.o.** [on-line] Dostupný z [www:<URL: http://www.supervag.cz>](http://www.supervag.cz)

CEDRYCH, M. R. *2006 Automobily Škoda Fabia*. Praha: Grada Publishing a.s., 2006. 354. ISBN 80-247-1664-X

ČUPERA, J. 2004 Diagnostika motorových vozidel. Brno: Avid s.r.o., 2004. 195. ISBN 978-80-903671-9-7 ŠKODA AUTO a. s., Firemní literatura. Mladá Boleslav : ŠKODA Auto, 2002.

EDS, Webový informační server společnosti EDS. [on-line] Dostupný z [www: <URL: http://www.solid-edge.cz>](http://www.solid-edge.cz)

MARTIN KOKEŠ, *Chiptuning: Oč vlastně jde?*, [ONLINE], [cit. 6. 1. 2008]. Dostupné z WWW: <http://automix.centrum.cz/tiskclanek.phtml?id=5964>

MOTORDIAG, *Autodiagnostika*, [ONLINE], [CIT. 11. 1. 2008]. Dostupné z WWW: <http://www.motorddiag.cz/> >

PEAK system, Webový informační server společnosti PEAK system [on-line] Dostupný z [www: <URL: http://www.peak-system.com>](http://www.peak-system.com)

PLŠEK, B. 2006 Obsluha, údržba a opravy vozidla, Brno: Computer Press a.s., 2006. 193. ISBN 80-251-1060-5

RUSIŇÁK, M. 2006 Učebnice Solid Edge V18. Praha: společnost Ing. Miroslav Rusňák s.r.o., 2006. 588. ISBN 80-239-7142-5

SRNA, P. 2005 Ovládání CAN sběrnice. Diplomová práce, FS, 64. VSB – TU Ostrava 2005

SuperVAG, Návod pro diagnostický software SuperVAG v.2009.6, 2009

ŠKODA a.s., Firemní literatura ŠKODA AUTO a.s. Mladá Boleslav, 2002

ŠKODA AUTO a.s., Firemní literatura, 2004

ŠKODA fórum, Fórum uživatelů ŠKODA AUTO [online]. Dostupný z [www: <URL: http://forum.skodahome.cz/>](http://forum.skodahome.cz/).

ŠŤASTNÝ, Jiří, REMEK, Branko. *Autoelektrika a Autoelektronika*. 2. vyd. Praha: Nakladatelství T. Malina, 1995. 276 s. Obsahuje bibliografii. ISBN 80-900759-9-1.

ULMER s.r.o., Webový informační server společnosti ULMER s.r.o. [on-line] Dostupný z [www:<URL: http://www.ulmer.cz>](http://www.ulmer.cz)

VAG-COM, VAG-COM – Oficiální stránky [on-line]. Dostupný z [www:<URL: http://vag-com.cz/>](http://vag-com.cz/)

VLK, František. *Dynamika motorových vozidel*. 1. vyd. Brno: Nakladatelství a vydavatelství Vlk, 2000. 434 s. Obsahuje bibliografii. ISBN 80-238-5273-6.

VLK, František. *Elektronické systémy motorových vozidel*. 1. vyd. Brno: Nakladatelství a vydavatelství Vlk, 2002. 2 sv. (298, 299 s.). ISBN 80-238-7282-6

VLK, František. *Zkoušení a diagnostika motorových vozidel*. 1. vyd. Brno: Nakladatelství a vydavatelství Vlk, 2001. 576 s. Obsahuje bibliografii. ISBN 80-238-6573-0.

WIKIPEDIA. *Otevřená encyklopedie*, [ONLINE], [cit. 6.1.2008]. Dostupné z WWW:
<http://en.wikipedia.org/wiki/Boost_control>

WIKIPEDIA. *Otevřená encyklopedie*, [ONLINE], [cit. 6.1.2008]. Dostupné z WWW:
<http://en.wikipedia.org/wiki/Variable_Valve_Timing>

WIKIPEDIA. *Otevřená encyklopedie*, [ONLINE], [cit. 6.1.2008]. Dostupné z WWW:
<http://en.wikipedia.org/wiki/Engine_knocking>

WIKIPEDIA. *Otevřená encyklopedie*, [ONLINE], [cit. 6.1.2008]. Dostupné z WWW:
<http://en.wikipedia.org/wiki/Spark_Ignition_Engine>

WIKIPEDIA. *Otevřená encyklopedie*, [ONLINE], [cit. 6.1.2008]. Dostupné z WWW:
<http://en.wikipedia.org/wiki/Fuel_injection>

WIKIPEDIA. *Otevřená encyklopedie*, [ONLINE], [cit. 6.1.2008]. Dostupné z WWW:
<<http://en.wikipedia.org/wiki/Carburetor>>

WIKIPEDIA. *Otevřená encyklopedie*, [ONLINE], [cit. 6.1.2008]. Dostupné z WWW:
<http://en.wikipedia.org/wiki/Oxygen_sensor>

WIKIPEDIA. *Otevřená encyklopedie*, [ONLINE], [cit. 6.1.2008]. Dostupné z WWW:
<http://en.wikipedia.org/wiki/Throttle_position_sensor>

WIKIPEDIA. *Otevřená encyklopedie*, [ONLINE], [cit. 6.1.2008]. Dostupné z WWW:
<http://en.wikipedia.org/wiki/Ignition_timing>

WIKIPEDIA. *Otevřená encyklopedie*, [ONLINE], [cit. 6.1.2008]. Dostupné z WWW:
<http://en.wikipedia.org/wiki/MAP_sensor>