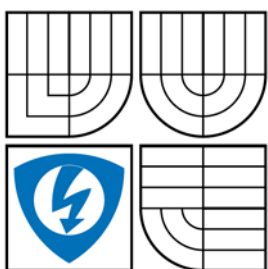


VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



**FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A KOMUNIKAČNÍCH
TECHNOLOGIÍ**
ÚSTAV RADIOELEKTRONIKY

FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND COMMUNICATION
DEPARTMENT OF RADIO ELECTRONICS

DIAGNOSTIKA JEDNOTKY PALUBNÍHO POČÍTAČE
OSOBNÍHO AUTOMOBILU
ON BOARD DIAGNOSTICS

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

DAVID RAČANSKÝ

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. JIŘÍ DŘÍNOVSKÝ, Ph.D.

ABSTRAKT

Tato bakalářská práce se zabývá návrhem jednoduché diagnostiky jednotky palubního počítače osobního automobilu. Řešení je rozděleno na 2 dílčí části. První řeší hardwarovou stránku realizace, která se opírá o využití integrovaného obvodu ELM323. Tento obvod obsahuje 6 komunikačních protokolů pro základní diagnostické účely. Komunikace je zde modifikována z původní RS232 na USB za pomoci FTDI čipu.

Návrh softwarového řešení byl realizován v programovacím nástroji C++ Builder 6.0. Obsahuje 9 módů, které zahrnují všechny typy automobilů, podléhající komunikačním standardům ISO 9141 a ISO 14230 pro automobilovou diagnostiku. Dokáže rozpoznat o jakou závadu se jedná, je-li definována v příslušné tabulce. Ukládání a načítání získaných dat je v programu samozřejmostí.

KLÍČOVÁ SLOVA

Diagnostika, sběrnice, VAG-COM, ELM323, ISO9141, ISO14230, chybové kódy, komunikace, přenos dat, FT232R.

ABSTRACT

This bachelor thesis deals with design of a simple diagnostic board computer of a car. The solution is divided into 2 parts. The first part is focused on the hardware implementation, which is based on the use of integrated circuit ELM323. This circuit contains 6 basic communication protocols for diagnostic purposes. Communication here has been modified from the original version of RS232 on USB with the help of FTDI.

The proposed software solution was realized in C++ Builder 6.0 programming tool. It contains 9 modes, which include all types of vehicles subject to the ISO 9141 and ISO 14230 communication standards for automotive diagnostics. It can detect the type of defect, if defined and listed in the relevant table. Storage and retrieval of gained data are obvious.

KEYWORDS

Diagnostics, buss, VAG-COM, ELM323, ISO9141, ISO14230, error codes, communication, data transmission, FT232R.

Račanský, D. *Diagnostika jednotky palubního počítače osobního automobilu*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií. Ústav radioelektroniky, 2009. 46 s., 2 s. příloh. Bakalářská práce. Vedoucí práce: Ing. Jiří Dřínovský, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci na téma Diagnostika jednotky palubního počítače osobního automobilu jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou všechny citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce.

Jako autor uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že v souvislosti s vytvořením této bakalářské práce jsem neporušil autorská práva třetích osob, zejména jsem nezasáhl nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a jsem si plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení § 152 trestního zákona č. 140/1961 Sb.

V Brně dne

.....

(podpis autora)

PODĚKOVÁNÍ

Děkuji vedoucímu bakalářské práce Ing. Jiřímu Dřínovskému, Ph.D. za účinnou metodickou, pedagogickou a odbornou pomoc a další cenné rady při zpracování mé bakalářské práce.

V Brně dne

.....

(podpis autora)

Obsah

Seznam obrázků.....	VII
Seznam tabulek	VIII
ÚVOD.....	1
1 AUTOMOBILOVÁ DIAGNOSTIKA	2
1.1 Aplikace diagnostiky - obecné principy a funkce.....	4
1.2 Jednotná norma pro diagnostiku - OBD	5
2 PŘEHLED DIAGNOSTICKÉHO SOFTWARE	6
2.1 Základní analýza konektoru OBDII a historie vývoje	7
2.2 Seznámení s programem VAG-COM.....	9
3 MULTIPLEXNÍ ROZVODY	12
3.1 Typy sběrnic	13
3.1.1 Sběrníkový systém CAN-Bus	15
3.1.2 Výhody použití CAN-Busu	17
4 CHYBOVÉ KÓDY	19
4.1 Posouzení závažnosti jednotlivých závad.....	21
4.2 Komunikace, přenos dat	22
5 HARDWAROVÁ REALIZACE	25
5.1 Blok OBDII Diagnostika	25
5.1.1 ELM323	26
5.1.2 USB rozhraní s obvodem FT232R.....	28
5.2 Konstrukce OBD.....	32
6 SOFTWAREOVÁ REALIZACE.....	38
6.1 Inicializace sběrnice.....	38
6.2 Komunikace s vozem.....	39
6.3 Program OBDII-diagnostika automobilu.....	40
6.4 Posílání a příjem dat	42
6.5 Interpretace chybových kódů.....	42
ZÁVĚR	44
Literatura	45
Seznam zkratk	46
Seznam příloh.....	47

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1:	Konektor OBD II.	7
Obr. 2:	Konektor typu „2x2“.....	8
Obr. 3:	Standardní 16ti pinový OBD II konektor.....	9
Obr. 4:	Hlavní menu.....	10
Obr. 5:	Nastavení portu, výběr protokolu a grafického „výstupu“.....	10
Obr. 6:	Scan řídicí jednotky.....	11
Obr. 7:	„TDI“ graf.....	11
Obr. 8:	Formát zprávy (Data Frame).....	16
Obr. 9:	Komunikace řídicí jednotky.....	18
Obr. 10:	CAN-Bus a ABS.....	18
Obr. 11:	Blokové schéma komunikace přes vedení K a L.....	24
Obr. 12:	Blokové schéma hardwarové realizace diagnostiky.....	25
Obr. 13:	Navázání komunikace pomocí programu HyperTerminal.....	25
Obr. 14:	Popis jednotlivých pinů pro ELM323 (převzato z [13]).....	26
Obr. 15:	Blokové schéma (převzato z [13]).....	26
Obr. 16:	Popis jednotlivých pinů na pouzdru SSOP28 (převzato z [14]).....	29
Obr. 17:	Vzhled konfiguračního programu Mprog.....	31
Obr. 18:	Architektura driverů obvodů FTDI (převzato z [14]).....	32
Obr. 19:	Schéma OBD.....	33
Obr. 20:	Plošný spoj OBD – horní strana.....	34
Obr. 21:	Plošný spoj OBD – dolní strana.....	34
Obr. 22:	Osazovací plánec OBD – horní strana.....	35
Obr. 23:	Osazovací plánec OBD – dolní strana.....	35
Obr. 24:	Rozebíratelný OBDII konektor – přední strana (převzato z [15]).....	37
Obr. 25:	Rozebíratelný OBDII konektor – zadní strana (převzato z [15]).....	37
Obr. 26:	Inicializace sběrnice (převzato z [13]).....	39
Obr. 27:	Screenshot z programu OBDII-diagnostika automobilu.....	41

SEZNAM TABULEK

Tab. 1:	Funkce jednotlivých pinů konektoru OBD II.	8
Tab. 2:	Přehled chybových kódů (převzato z [1]).....	20
Tab. 3:	Pravdivostní tabulka výskytu jednotlivých pinů pro příslušnou normu (převzato z [12]).....	22
Tab. 4:	Přehled standardů komunikačních protokolů jednotlivých výrobců (převzato z [12]).....	23
Tab. 5:	Přehled využití pinů u ELM323 (převzato z [13]).....	27
Tab. 6:	Charakteristické hodnoty úrovní napětí a proudů pro ELM323 (převzato z [13]).	28
Tab. 7:	Zapojení jednotlivých pinů obvodu FT232R s pouzdrem SSOP (převzato z [14]).	30
Tab. 8:	Seznam součástek OBD.....	36
Tab. 9:	Identifikátory jednotlivých požadavků na sběrnici ELM323 (převzato z [13]).	40
Tab. 10:	Podporované normy ELM323 (převzato z [13]).....	40
Tab. 11:	Přehled odezev na chybné stavy.	43

ÚVOD

Cílem mé práce je navrhnout jednoduchou diagnostiku pro vybraný osobního automobil. V současnosti je diagnostika nedílnou součástí servisní náplně každého motorového vozidla, standardizována podle norem OBD, resp. Evropské modifikace (EOBD). Tyto normy vznikly z potřeby sjednocení postupů při hledání závad pro vnitřní diagnostiku. Jedná se o komunikaci s řídicí jednotkou s pomocí zařízení k tomu určených, umožňující čtení chybových hlášení, sledování hodnot měřených a zprostředkovaných samotnou řídicí jednotkou nebo její programování.

Obsah bakalářské práce je rozčleněn do šesti samostatných tématických kapitol, které se zabývají dílčími částmi řešení. První kapitola se zabývá popisem automobilové diagnostiky, stručnému přehledu komunikace s řídicí jednotkou, její použitelností a normou OBD. Druhá kapitola uvádí přehled softwaru pro diagnostiku, zejména se pak blíže zaměřuje na jeden z neznámějších programů VAG-COM, koncernu V.A.G(VW, SEAT, Škoda, AUDI). Třetí kapitola pojednává o tzv. multiplexních rozvodech, které jsou v současnosti masivně rozšířeny a které zcela nahradily starší typy elektrických rozvodů automobilu. Není ani opomenuto na uvedení přehledu typů sběrnic. Čtvrtá kapitola ukazuje základní gramatiku interpretace chybových kódů a jejich priority. Kapitola pět analyzuje dílčí části řešení hardwarové realizace „OBD“ modulu za pomoci integrovaného obvodu ELM323, konektoru OBDII a komunikace po RS232->USB za pomoci FTDI. Poslední šestá kapitola ukazuje finální podobu programu pro diagnostiku a popisuje nejdůležitější komponenty, včetně zdrojových kódů.

1 AUTOMOBILOVÁ DIAGNOSTIKA

Automobilová diagnostika je cílený postup, který vede k odhalení závady na motorovém vozidle, případně k nastavení, či změnám konfigurací jednotlivých zařízení.

Automobilovou diagnostiku lze dělit na

- komunikaci s řídicími jednotkami;
- měření průběhu napětí jednotlivých snímačů nebo akčních členů.

Technickou diagnostikou se rozumí diagnostika, která není demontážní a destruktivní. Původ slova diagnostika, resp. diagnóza je odvozen z řeckého „dia- gnosis“, což znamená v překladu „přes poznání“ (rozeznávání, určování).

Základní metody pro hledání závad u motorových vozidel jsou

- **vnitřní diagnostika** (čtení chybových kódů a test akčních členů)
- **vnější diagnostika** (měření pomocí multimetru a osciloskopu, měření emisí apod.).

Vnitřní diagnostika

Jedná se o komunikaci s řídicí jednotkou s pomocí zařízení k tomu určených, umožňující čtení chybových hlášení (světelným kódem nebo datovými „proudy“), sledování hodnot měřených a zprostředkovaných samotnou řídicí jednotkou nebo její programování (mazání „naučených“ hodnot, základní nastavení apod.).

Tento druh diagnostiky má v sobě implementován test elektronických systémů (řízení motoru, převodovky, ABS/ASR, airbagy, nulování servisních intervalů atd.). Této činnosti je dosaženo za pomoci **komunikace s řídicí jednotkou**.

Komunikace s řídicí jednotkou zajišťuje

- zobrazení polohy a zapojení diagnostické zásuvky;
- vyčtení paměti závad;
- vymazání paměti závad;
- skutečné hodnoty (možnost zobrazení a záznamu hodnot současně);
- test akčních členů;
- základní nastavení.

Vnější diagnostika

- měření a porovnání odporů jednotlivých členů a jejich vodičů s hodnotami předepsanými výrobcem;
- měření emisí čtyř, popř. pětisložkovým analyzátozem za účelem zjištění kvality hoření směsi a těsnosti systému výfuku a sání;
- dynamické měření fyzikálních veličin na motoru pomocí programů a digitálního paměťového osciloskopu, kde lze zkontrolovat zapalování, vstřikování, komprese, účinnosti jednotlivých válců apod.;
- metoda vyměňování podezřelých dílů, tato metoda je nutná tam, kde se všechny příznaky indikují na jeden systémový úsek řízení, kde není možné získání dalších informací, které by zúžily okruh podezřelých dílů.

Vnější diagnostika zahrnuje kompletní test motoru za pomoci externě připojených senzorů

- standardní testy s možností porovnání naměřených a předepsaných veličin;
- analýza motoru nápovědou příčiny diagnostikované závady;
- analýza napěťových a proudových signálů;
- diagnostické měření emisí;
- multimetr;
- dvoukanálový osciloskop s pamětí aj.

Metoda hledání závady čtením chybových hlášení vede k cíli za předpokladu, je-li přímou příčinou poruchy. Řídící jednotka totiž není schopna „myšlení“, jako je tomu u člověka, ale pouze programově hlásí jen to, co bylo do ní přímo programově implementováno. Vychází tedy pouze z předem deklarovaných mezních hodnot, které konstruktér vnesl do softwarové výbavy na základě výpočtů, testů a empirie. Chybové hlášení pak zní pouze jako definice určitého předpokládaného stavu, přičemž stejná pravidla platí i pro hodnoty měřené a zprostředkované řídicí jednotkou a prostředky, kterými disponuje. Zpravidla tyto informace bývají zpracovány ve formě čísel, resp. textu.

Výhody komunikátorů s řídicími jednotkami

- diagnóza akčních členů;
- mazání naučených hodnot (mohou být i programovány- ovšem u vymezené partie systémů);
- programování servisních intervalů, klíčků od vozu, imobilizéru aj.;
- rychlá orientace čtením chybových hlášení (za předpokladu primárních příčin).

Nevýhody komunikátorů s řídicími jednotkami

- chybová orientace čtením chybových hlášek (za předpokladů druhotné chyby);
- nezjistitelnost závad vzniklých v řídicí jednotce nesledovaných sektorů (např. komprese, tlak paliva, veškeré zkreslené signály - mechanického nebo elektrického původu, případně mechanická funkčnost motoru - netěsnosti sání, či výfuku apod.).

1.1 Aplikace diagnostiky - obecné principy a funkce

Pojem diagnostika byl již popsán výše. Tato kapitola se zaměří na vlastní obecnou funkčnost a úlohu diagnostiky. Pokud se hledají závady motorového vozidla, je nejprve nutno určit diagnózu. Diagnóza se nejlépe určuje, je-li k dispozici maximální soubor informací. Analogicky jako u lékaře, kde první podanou informací je stav pacienta na základě jeho výpovědi, se postupuje i zde. Začne se tedy nejprve s otázkami. Stejně jako pacient prozradí i majitel vozu vzniklé problémy, případně popíše situace, za kterých k problému (závadě) došlo. Paměť závad řídicí jednotky vozidla tyto problémy doplní o informace rozeznatelné jen jimi.

Dialog s vozidlem je možno začít načtením hodnot paměti závad. Řídicí systém hlásí závady, které sám „pocítuje“. To co vůz „nebolí“, zůstává řídicím systémem vnitřní diagnostiky bez povšimnutí, resp. nenačte příslušný chybový kód. Výsledkem je potom to, že daná závada není zapsána do paměti závad. Druhou důležitou informací o závadě může poskytnout majitel vozu, který svojí výpovědí dokáže popsat problém, jenž nastal, při jaké příležitosti, kdy, resp. od kdy a případně i příčiny vzniku.

Kontrolní možnosti systému jsou limitovány jeho dokonalostí, především co se týká algoritmového vybavení. Obecně vzatou tendencí v současnosti je snaha u všech moderních systémů přiblížit hlášené chyby skutečnému stavu.

Mezi nejdůležitější měření z hlediska rychlé lokalizace patří tyto partie

- dynamická kontrola synchronních funkcí;
- dynamické průběhy tlakových pulzací v sání;
- mechanika motoru;
- složení výfukových plynů, zejména CO₂ a O₂;
- kvalita elektrických spojů, kontrola dynamické průchodnosti cest pod zátěží a především kontrola napájení a ukostření jednotlivých členů.

Opravy lze dělit na mechanické a elektrické. Na první místě při diagnostice závady je komunikace s řídicí jednotkou. V praxi to znamená zahájení hledání závady navázáním komunikace s řídicí jednotkou systému. V současné době jsou řídicí systémy vybaveny vlastní diagnózou, kdy se systém sám kontroluje a pokud zjistí podezřelý signál (př. teplota chladicí kapaliny 200 °C), uloží si záznam o podezřelé informaci do paměti závad a pracuje s pevnou hodnotou (např. 50 °C). Při opravě v první řadě technik načte paměť závad. Přítomná informace udává směr, kterým se dále bude ubírat při hledání příčiny závady. V praxi to může ušetřit spoustu času, neboť není zapotřebí provádět postupnou kontrolu všech částí systému. Často se stává, že právě čas vyhledání závady bývá delší než- li doba na její odstranění.

Aby se ušetřil čas při vyhledávání závady, je nutné mít k dispozici pro opravy řízených systémů právě 2 typy přístrojů. Jeden pro komunikaci s řídicí jednotkou a druhý pro přímé zjištění závady (osciloskop s multimetrem). Oba typy mají dnes nezastupitelnou roli. Tester systémů pro komunikaci s řídicí jednotkou velmi rychle navede, kde hledat závadu, zatímco osciloskop a multimetr potom slouží k přímému měření elektrických veličin a průběhu signálů z různých snímačů, akčních členů a vedení.

Rozsáhlá elektronika využívaná při řízení motoru si vynutila použití elektronických systémů i pro diagnostiku, a právě proto se započalo paralelně s vývojem elektronických systémů využívat možnosti elektroniky i pro diagnózu.

Funkce řídicích jednotek pro hlídání chyb a vlastní diagnózu byla na jedné straně rozšířena a na druhé byly vyvinuty diagnostické testery, které byly koncipovány speciálně pro hledání chyb a diagnózu elektrických systémů. [2] a [3]

1.2 Jednotná norma pro diagnostiku - OBD

Světoví výrobci automobilů mají vlastní diagnostické přístroje (testery) pro komunikaci s řídicími jednotkami vozidel, které vyrábějí, a ty také přikazují využívat svým autorizovaným servisům. V případě tuzemské značky Škoda se v minulosti jednalo o přístroj VAG 1552, později pak VAG 5051, resp. 5052. Peugeot používá přístroj s označením Diag, Renault přístroj Clip, BMW přístroj Modic, Mercedes zařízení StarDiagnose, atd. Tyto přístroje jsou ovšem velmi drahé. Vzhledem k diverzitě jednotlivých testerů není možno pracovat s jedním softwarovým vybavením pro všechny typy vozů. Každá tovární značka potřebuje vlastní diagnostický software.

Často se v minulosti využívaly právě tzv. čtečky, což jsou jednoúčelová zařízení pouze pro čtení a mazání závad. Obvykle neposkytují všechny informace diagnostiky, často disponují pouze 4 řádkovým displejem, což znamená, že neexistuje možnost sledování průběhu elektrických veličin, akčních členů, nebo sledování z dálky (např. motoru). Neumožňují ukládání hodnot např. ze zkušební jízdy, mají uživatelsky nepřehledné ovládání a orientace v systému je takřka nemožná.

Od roku 2000 existuje jednotná norma pro diagnostiku motorů označená OBDII, v evropské verzi pak EOBDII. Umožňuje funkce čtení závad, mazání závad, čtení měřených hodnot, testování komponentů a lambda sondy.

OBD - On Board Diagnostics (palubní diagnostika) je souhrnné označení norem, které vznikly za účelem sjednotit kontrolu chodu, spalování motoru a emisní normy na celém světě. Cílem bylo umožnit servisům a stanicím měření emisí prověřit systém ovlivňující spalování a řízení motoru jakéhokoliv vozu. Počátky tohoto projektu se datují 1996-2001, kdy vznikaly postupně normy **ISO** (International Standard Organization) ISO 9142, ISO 14230, SAE J 1979, SAE J1850 (VPW/PWM). V praxi normy doznaly platnosti v roce 1996 v USA a v Evropě o 4 roky později. Norma EOBD využívá pro komunikaci s vozem vedení **K-LINE** (v zásuvce pin7, viz. obr. 1) a některé nové vozy od roku 2004 využívají **sběrnici CAN** (Control Area Network, v zásuvce pin 6 a 14, viz. obr. 1) aj. Nástroj pro diagnostiku OBD se tedy pomocí některé z norem spojí s řídicí jednotkou motoru a umožní otestovat systémy ovlivňující spalování a chod motoru.

Diagnostika spočívající v měření průběhů napětí jednotlivých snímačů nebo akčních členů je výhodná v tom, že není nutno ji dělit dle továrních značek, ale je možno ji využít pro jakýkoliv vůz s palubním napětím 12 V. Tato nová diagnostika umožňuje přesné měření průběhů napěťových signálů jednotlivých snímačů a akčních členů automobilu digitálním osciloskopem. Tento způsob se ověřil jako mocný prostředek při rychlém vyhledávání závady v elektronice vozidel, ovšem není zde možno komunikovat s řídicí jednotkou [1] a [4].

2 PŘEHLED DIAGNOSTICKÉHO SOFTWARE

Nejrozšířenějším programem pro diagnostiku vozů značek Audi, Seat, Škoda, VW je **VAG-COM**. Jeho název je odvozen od koncernu **V.A.G. (VW/Škoda/AUDI/SEAT)**. Tento program umí všechny funkce koncernu V.A.G. Vyniká jednoduchou a snadnou obsluhou, velkým rozsahem databáze chybových kódů a výbornou kompatibilitou i s nejnovějšími řídicími jednotkami. Verze programu v sharewarovém provedení je volně ke stažení na webu [6].

Verze programu volně ke stažení

- VAG-COM 311.2;
- VAG-COM 409 pro sériový interface (RS232) a aftermarket USB;
- VAG-COM 409 pro originální USB interface;
- VAG-COM 512.4 pro HEX- CAN- USB kabel.

Další přehled užitečných programů pro diagnostiku a její součásti

- **IVSCan** – jednoduchý a vcelku přehledný program se všemi základními funkcemi. Lze jej zdarma stáhnout ve verzi omezenou pro práci s řídicí jednotkou motoru [7].

Software pro OBDII diagnostické kabely

- **OBD Scan Tech**- zajímavý program pro OBD II/ EOBD diagnostiku- spolupracuje se všemi u nás nabízenými OBDII diagnostickými kabely s výjimkou HEX- CAN;
- **VW-Tool VDS 2.09** diagnostický program pro vozidla koncernu VW, funguje se všemi typy OBD II diagnostických kabelů s výjimkou HEX- CAN.

Software pro kabely s čipy ELM 327, ELM 323, ELM 322, ELM 321

- **ScanTool** - Nejrozšířenější freewarový diagnostický program pro všechny vozy podporující OBDII, resp. EOBD. Disponuje všemi základními funkcemi jako je načtení paměti závad, její mazání, zobrazení Readiness kódu, monitorování základních veličin, apod. Program je zdarma k dispozici na stránkách Scantool.net a to ve verzi pro DOS, pro Windows 95/98/NT,2000, či XP a dokonce pro Gentoo Linux. Pro programátory je v rámci openource k dispozici i zdrojový kód programu ke stažení [8];
- **DigiMoto Lite** - Profesionální diagnostický program pro OBDII/EOBD kompatibilní vozidla. Nabízí komfortní ovládání a mnoho funkcí. Lite verze je volně ke stažení na internetové stránce firmy Digimoto, ke stažení [9];

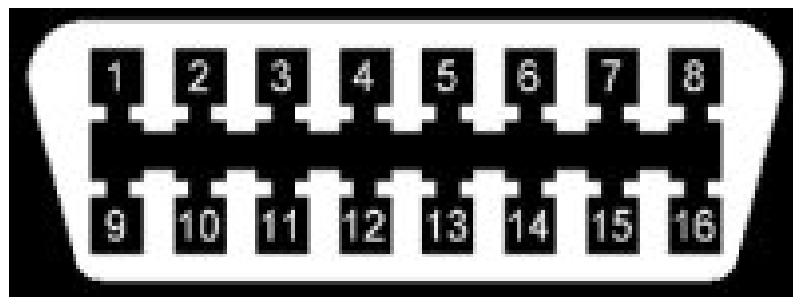
- **ScanMaster ELM** - Dokonalý, do detailu propracovaný diagnostický program, který splní i ty nejnáročnější požadavky na diagnostiku vozidel OBDII a EOBD. Omezená verze je k dispozici zdarma na stránkách německého autora, ke stažení [10];
- **Obd2crazy** - Jednoduchý a přehledný diagnostický nástroj disponující základními funkcemi. Volně šířená verze bez jakýchkoliv omezení je zdarma, ke stažení [11].

2.1 Základní analýza konektoru OBDII a historie vývoje

Vozy splňující normu OBDII jsou vybaveny standardizovaným konektorem SAE - J1962 (viz. obr. 1), který je umístěn ve vozidle v dosahu řidiče (zpravidla na spodní straně palubní desky či na středovém panelu). Popisem jednotlivých pinů se pak zabývá tab. 1.

Aby ovšem jednotností a standardů byl omezený počet, existují vedle sebe v současnosti tři, resp. čtyři různé varianty hardwarového protokolu pro OBDII. Jedná se o protokol **ISO 9141**, resp. **ISO 14230= KWP2000** (zkráceně jen „ISO“), který používají všechny evropské značky, drtivá většina asijských a některé americké vozy (hlavně pak DaimlerChrysler). Dalším protokolem je **SAE - J1850 - VPW** (Variable Pulse Width), používaný koncernem General Motors a Daimler Chrysler pro některé americké modely. A tím třetím je protokol **SAE - J1850 - PWM** (Pulse Width Modulation) ve vozidlech Ford, a to dokonce i u některých evropských modelů. Čtvrtou variantou je naprosto odlišné hardwarové rozhraní typu **CAN** (Controller Area Network), kterým jsou v současnosti vybaveny všechny moderní vozy. Častokrát pak dokonce ještě současně se „starým“ rozhraním ISO. Americké automobily jsou povinně vybavovány protokolem CAN od roku 2008.

U nás v našich zeměpisných šířkách se ovšem častěji setkáváme s automobily koncernu **VW (VAG)**. To je jeden z hlavních důvodů zaměření v následujícím textu především na tento typ. Moderní diagnostiky tento koncern podporuje od konce 80. let. V prvopočátku automobilky osazovaly diagnostickou zásuvku do motorového prostoru, ovšem s vývojem nových standardů se zásuvka přesunula do kabiny.



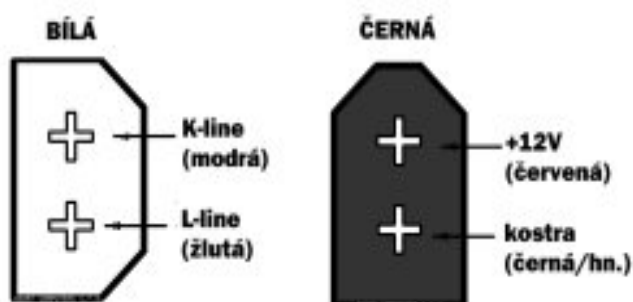
Obr. 1: Konektor OBD II.

Tab. 1: Funkce jednotlivých pinů konektoru OBD II.

Pin	Funkce (případně i norma)
2	J1850 PWM Bus + nebo J1850 VPW Bus
4	Kostra vozidla
5	Komunikační kostra
6	CAN- Bus High (J2284)
7	Komunikační linka
10	J1850 PWM Bus + nebo J1850 VPW Bus
14	CAN-Bus Low (J2284)
15	inicializační linka L- line nebo 2. K- line (ISO 9141-2)
16	palubní napětí +12V

Přibližně do první poloviny 90. let se používal konektor typu „2x2“ se dvěma dvoupinovými zásuvkami (viz. obr. 2). Speciální kulatý konektor u řady VW LT, zatímco Škoda-Favorit se vstřikováním a první série Felicie disponovaly vlastním plochým konektorem. Od modelu Škoda Felicie (od roku 1995) se už užívá standardní 16ti pinový OBDII konektor J1962.

Pro diagnostiku koncernu VW se sice používá standardní propojovací kabel (ISO 9141, ISO 14230), ale nad tímto standardem stojí vlastní komunikace postavená na protokolech KWP 1280 a u novějších modelů též KWP 2000. Specifikovaný standard pro automobilovou diagnostiku používaný koncernem VW je podstatně bohatší než- li unifikovaný OBDII a poskytuje tedy v obsluze dokonalejší možnosti a vyšší komfort. obr. 3 nám ukazuje **diagnostickou zásuvku OBDII**.



Obr. 2: Konektor typu „2x2“.



Obr. 3: Standardní 16ti pinový OBD II konektor.

2.2 Seznámení s programem VAG-COM

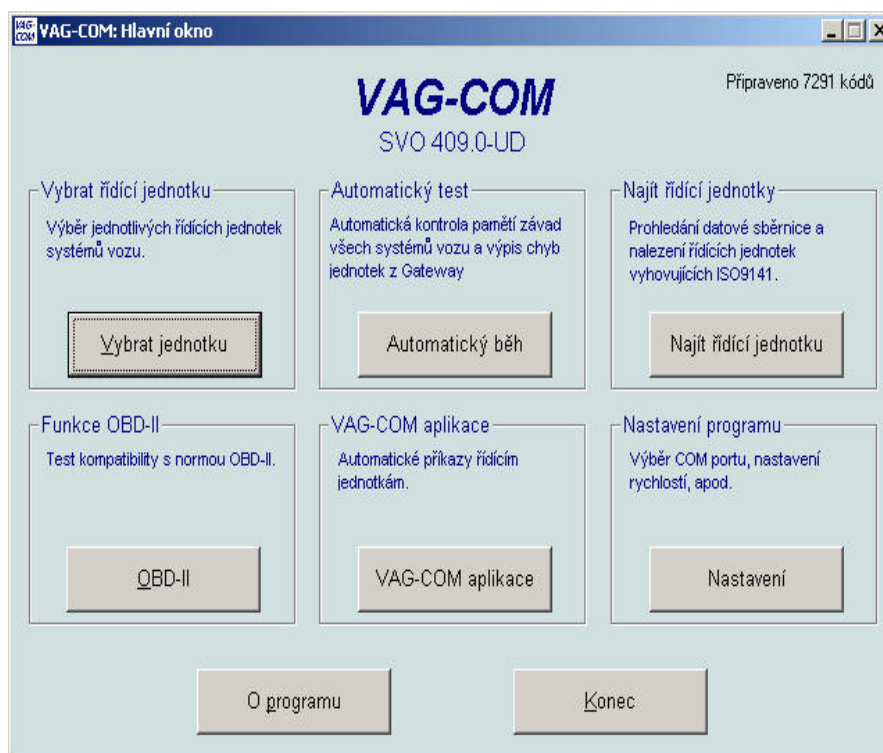
VAG-COM - softwarový emulátor VAS byl prvně představen v roce 2002 a je v současnosti vyvíjen, kdy diagnostika podporuje všechny vozy včetně 2003-2006 standardu CAN-Busových modelů jako je Golf V, Touran, Octavia 2 apod.. Tento program byl původně vyvinut firmou Ross-Tech, USA, [6]. Obecně vzato emulátor je program, který napodobuje funkci nějakého hardware na jiném hardware, tudíž je možné použít software pro emulovaný hardware (program, jenž napodobuje chování daného počítače).

VAG-COM je tedy počítačový program, který prostřednictvím osobního počítače dokáže kompletně diagnostikovat řídicí jednotky vozidel koncernu Volkswagen Group (Volkswagen, Audi, Škoda, Ford Galaxy a Porsche) a jiných značek (Peugeot, Toyota, Renault, aj.) v normě OBD. Svými funkcemi je plně kompatibilní s diagnostikou **VAG 1552** a **VAS 5052**, které používají autorizované servisy. K dispozici je verze programu také v českém jazyce. Pro ilustraci je uvedeno několik screenshotů viz. obr. 4; 5; 6; 7.

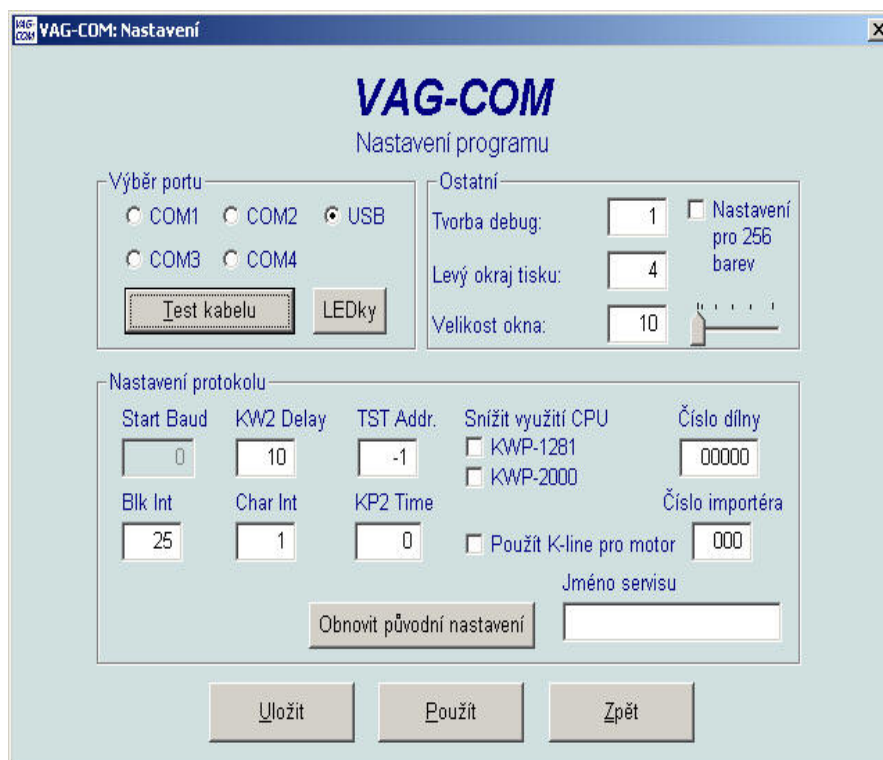
VAG-COM standard je nejjednodušší varianta programu VAG-COM. Je určena pro amatéry a malé servisy. Obsahuje jen samostatný program VAG-COM a propojovací kabel **HEX- COM** nebo **HEX- USB** (2m) pro COM i USB port. Díky hardwarovému klíči, který je součástí propojovacího kabelu je sada určena pro libovolný počítač. Obsahuje všechny dostupné funkce využívané v automobilové diagnostice krom sběrnice **CAN-Bus**.

VAG- COM Max 2000 je především určen pro střední a větší firmy. Sada obsahuje VAG- COM, propojovací kabel **HEX- CAN (podpora CAN- BUS)** v provedení COM nebo USB, **diagnostickou příručku VIS**, **program CodingCalculator** a program **AutoServis**. Díky využití pokročilejší technologie sběrnice CAN dokáže osobní počítač komunikovat s novými modely vozů s podporou CAN- BUS (Audi A8, Audi A6, nová Octavie aj.).

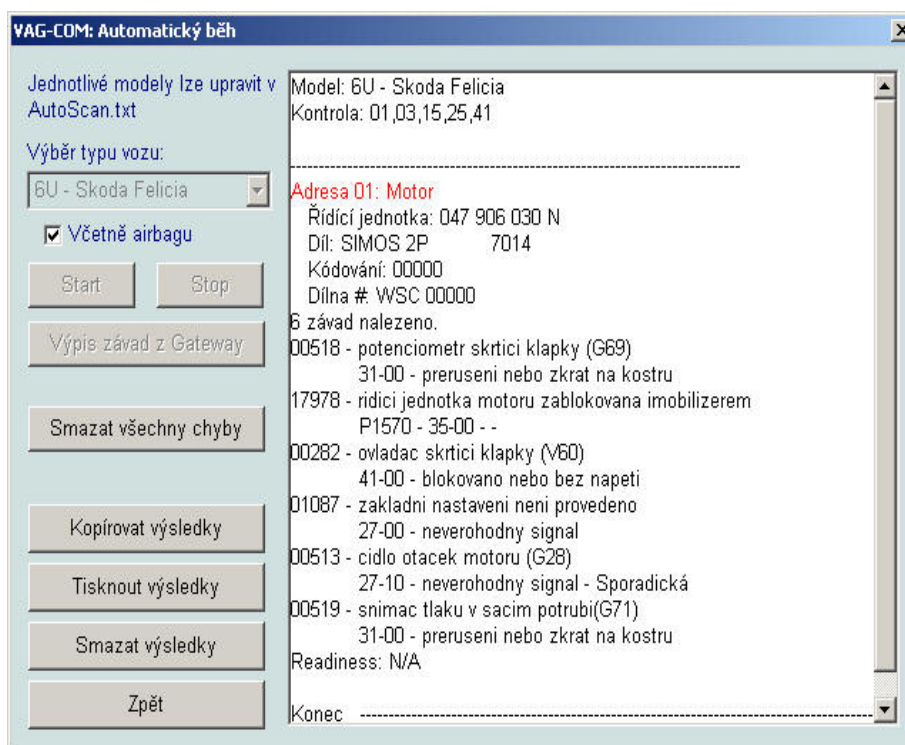
Naproti tomu nejmocnějším nástrojem je **VAG- COM Profi** určený pro profesionální využití.



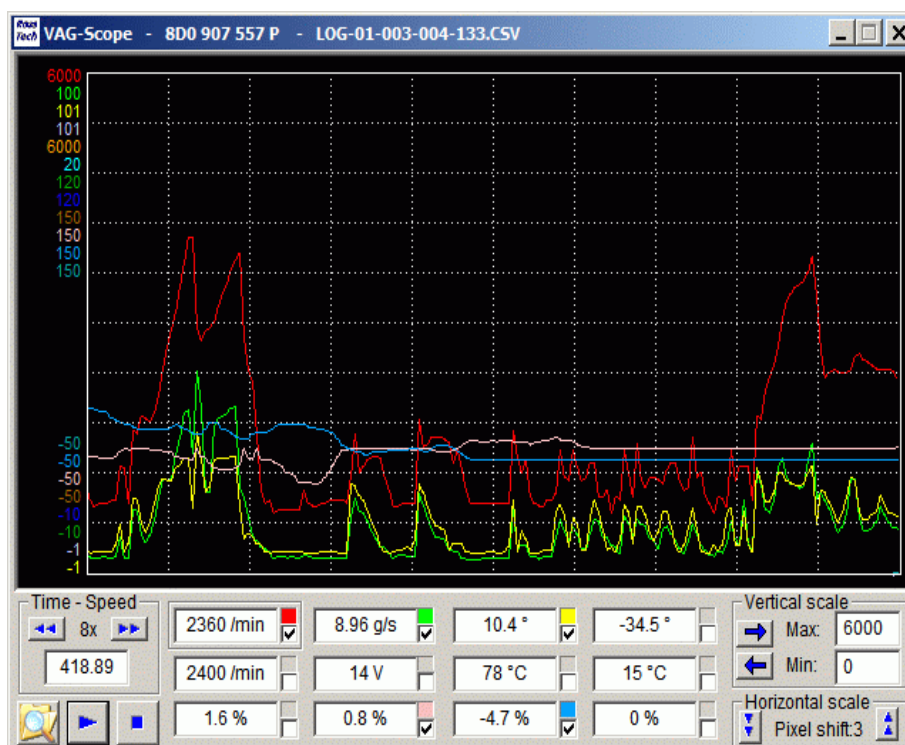
Obr. 4: Hlavní menu.



Obr. 5: Nastavení portu, výběr protokolu a grafického „výstupu“.



Obr. 6: Scan řídicí jednotky.



Obr. 7: „TDI“ graf.

3 MULTIPLEXNÍ ROZVODY

Sběrníková multikomplexní koncepce nabízí zcela nové možnosti. **Standardizovaný multiplexní kabel je tvořen pouze z vedení pro napájení a pro data.** Počet pohyblivých dílů a zástrčkových spojů se zmenší a tím se zvýší spolehlivost celkového systému. Redukce materiálu umožňuje nejen snížení nákladů, ale i zvýšení ohebnosti uložených kabelů, především v oblasti dveří a přístrojové desky. Jednotlivé malé řídicí přístroje (např. výstražné přerušované světlo, interval stírání a kontrolní svítlny) mohou být multiplexním systémem zcela uspořeny. Ohebné zapojení a zjednodušení obslužných prvků otvírá nové možnosti pro optimální ergonomické uspořádání přístrojové desky. Standardizované komponenty s multiplexními modulovými součástkami zjednodušují montáž a diagnostické možnosti.

V roce 1985 vyvinula firma Ford systém Eltec, který používá multiplexní techniku. Spojení mezi jednotlivými částmi systému je provedeno pouze dvěma vodiči, kdy jeden je napájecí, zatímco druhý přenáší kódovaný signál. Princip spočívá v tom, že každý spotřebič (světlomet, stěrač, apod.) je aktivován určitým kódem. Řídicí systém ovládá pomocí kódovaných signálů jednotlivé spínače, které dekodují ovládací signály a reagují pouze na svůj kód. Spínač spotřebiče po aktivaci nejprve prověří spotřebič na zkrat, pak ho zapne a o této provedené činnosti nebo o chybovém hlášení zpětně podá informaci řídicí jednotce.

K úplnému vyčerpání celkových možností vozidlové elektrotechniky je nutný interface, která umožňují bezpečnou výměnu větších množství dat v kratší době a bez zatížení řídicího počítače. Jednotlivé řídicí přístroje pak komunikují za pomoci BUSu. Důležitá je rychlost a množství přenášených dat. Integrovaný princip s jednou nebo více sběrnicemi dat nabízí řadu podstatných výhod. Zabudované propojovací mezičlánky umožňují při montáži vozidla a při pozdějších diagnózách úplný pohled do funkčního průběhu řídicích jednotek, jakož i přístup k externě potřebným informacím. Předání základních funkcí do sběrnice dat odlehčuje jednotlivým řídicím přístrojům, viz. [1].

Oblasti elektrotechniky a elektroniky motorového vozidla řízené nebo regulované multiplexními systémy mohou zahrnovat např. následující dílčí systémy:

- přístrojová deska: ovládací páčky, kontrolní přístroje, ukazatele zásoby (palivo, olej, brzdná kapalina, ostřikovací voda), motorová čidla (otáčky, teplota vody, tlak oleje);
- osvětlení: světlomety, zpětná světla, ukazatele směru jízdy, vnitřní osvětlení;
- sedadlo: nastavení sedadla, paměti pro nastavenou polohu sedadla včetně polohy zpětného zrcátka, vytápění sedadla;
- klimatizace/stěrače: topení, kompresor, rozdělení vzduchu, čidlo klimatizace, řízení intervalu stírání, čidlo deště, řízení rychlosti;
- dveře: centrální zamykání, zajištění proti krádeži, spouštění oken, ochrana proti sevření zvedaným oknem, nastavení a vytápění vnějších zrcátek;
- zvláštní výbava: nastavení vnitřního zrcátka, posuvná střecha, funkční kontrola aj.

Zesílené zavádění elektronických řídicích a regulačních systémů do vozidel, jako např.:

- regulace jízdní dynamiky;
- elektronické řízení motoru;
- elektronický imobilizér;
- palubní počítač aj.

Vyžaduje zesíťování těchto jednotlivých řídicích jednotek. Výměna informací mezi systémy snižuje počet snímačů a zlepšuje využívání jednotlivých členů.

Rozhraní komunikačních systémů, které byly vyvinuty speciálně pro vozidla, je možno rozdělit do dvou kategorií:

- **konvenční rozhraní;**
- **sériová rozhraní, např. CAN (Controller Area Network).**

Nárůst výměny dat mezi elektronickými komponenty ve vozidle nemohou konvenční rozhraní důmyslně zvládnout. Komplexnost kabelových svazků se dá dnes zvládnout pouze s velkým nákladem a požadavky na výměnu dat mezi řídicími jednotkami se zvyšují.

3 zásadní oblasti použití CAN ve vozidlech jsou:

- spojení řídicích jednotek;
- elektronika karoserie a komfortní elektronika;
- mobilní komunikace.

Při spojení řídicích jednotek se navzájem spojují elektronické systémy, jako např. regulace jízdní dynamiky, řízení motoru, elektronické řízení převodovky. **Řídicí jednotky jsou přitom spojeny lineární sběrníkovou strukturou jako rovnoprávné stanice.** Tato struktura má takovou přednost, že sběrníkový systém je při poruše jedné stanice nadále plně použitelný pro všechny ostatní stanice. Ve srovnání s jinými logickými strukturami (jako jsou prstencové nebo hvězdicové) se tím podstatně zmenší pravděpodobnost celkového selhání. U prstencových struktur vede porucha jednoho účastníka nebo ústřední jednotky k celkovému výpadku. Typické přenosové rychlosti leží mezi 125 kBit/s a 1 MBit/s (např. rychlost komunikace mezi řídicí jednotkou regulace jízdní dynamiky a řídicí jednotkou elektroniky motoru je 512 Bit/s). Přenosové rychlosti musejí být tak vysoké z důvodu zaručení požadovaného chování v reálném čase [4].

3.1 Typy sběrnic

- sběrnice **SCP**
- sběrnice **ACP**
- sběrnice **CAN**

Sběrnice SCP

SCP-Bus (Standard Corporate Protocol) – všechny informace a data jsou ukládány podle své funkce do článku, který obsahuje řídicí informace datové sběrnice a o přenosu. Kompletní balík se skládá z dat v přesně definovaném pořadí bitů, které se sekvenčně přenáší. Všechny uzly, tzn. propojovací body řídicích jednotek mají stejné oprávnění k přístupu dat. Proto se může na provádění jedné funkce podílet několik řídicích jednotek. Existuje možnost funkčního a fyzického adresování. Zpráva s nejvyšší vahou dorazí do sběrnice jako první. Váha zprávy se definuje během vývoje systému a softwarově ukládá do protokolu v řídicích jednotkách. Neztratí se žádná zpráva, zprávy jsou zpracovány po sobě. Na každou poslanou zprávu musí následovat nejméně jedno platné zpětné hlášení. Při chybném přenosu následuje dvojnásobek opakování, sběrnice se přepne (aby se vyloučila porucha hardwaru) a ještě třikrát se opakuje přenos. Teprve potom je ohlášena porucha.

Sběrnice ACP

ACP-Bus (Audio Control Protocol) je podobná sběrnici SCP, má jednodušší protokol a je výhradně určená pro audio aplikace a telefonní systémy.

Sběrnice CAN

CAN-Bus (Controller Area Network) je rychlejší než sběrnice SCP, protokoly se liší. Zajišťuje komunikaci mezi různými řídicími jednotkami. Ve vozidle může být řídicí jednotka hnacího ústrojí s řídicí jednotkou vstřikovacího čerpadla síťově propojena se sběrnici CAN. Jedná se o speciální datovou sběrnici, která byla vyvinuta speciálně pro automobilový průmysl. CAN umožňuje datovou výměnu informací mezi zesíťovanými elektrickými řídicími jednotkami. Komunikace probíhá formou posílání **datových rámců**, viz. kapitola 3.1.1. **Datový rám** se skládá z různých bitových polí, které jsou složeny opět z definovaného počtu jednotlivých bitů. **Pole s datovými informacemi** obsahuje **vlastní zprávu**. Kromě toho **datový rám obsahuje pole pro řídicí a kontrolní informaci**. **Spolupráce datových rámců, datových polí a bitů je definována na datovém protokolu pro CAN-Bus**. Datový protokol naproti tomu nedefinuje, co znamenají zprávy pro jiné řídicí jednotky. To se děje překladem, který definuje uživatel (výrobce vozidla).

CAN- Bus přenáší zprávy sériově, není tedy nutnost pro každou informaci potřeba vlastního vedení. Místo toho jsou zprávy posílány po sobě, které jsou pak k dispozici pro všechny řídicí jednotky, jenž jsou ke sběrnici připojeny. Když řídicí jednotka vysílá, jsou všechny ostatní řídicí jednotky stejné sítí příjemce. Když chce současně vysílat několik řídicích jednotek, závisí pořadí na prioritě zprávy, která je definována v datovém protokolu. Sériový přenos dat má oproti paralelnímu přenosu dat podstatné přednosti. Tak se výrazně redukuje množství vedení a konektorů, což má za následek úsporu hmotnosti a vyšší spolehlivost.

Výměnu informací mezi dvěma komponenty lze realizovat separátním vedením nebo datovou sběrnici. V prvním případě je nutno každou informaci vést po svém vlastním vodiči na separátní terminál řídicí jednotky. V druhém jsou řídicí jednotky spojeny do společného okruhu pouze dvěma vodiči, po nichž se přenáší veškeré potřebné informace [1] a [4].

Jako příklad nám může posloužit údaj o rychlosti jízdy vozidla. Ten je nezbytný pro množství řídicích modulů- např.:

- **ABS**;
- **ECM** (motor);
- **TCM** (automatická převodovka);
- **ECC** (elektronická klimatizace);
- **INS** (přístroj);
- **BC** (palubní počítač);
- **PAS** (parkovací asistent);
- **CC** (tempomat) a další.

V případě **sériových přenosů dat** je informace přenášena formou napěťových pulzů o stanovené velikosti a délce. Každá komponenta připojená na datovou sběrnici funguje jako transceiver. Ve stejném okamžiku však může vysílat pouze jedna, ostatní přijímají. **Datový protokol na základě priorit přesně specifikuje, která jednotka vysílá a které přijímají.** Obecně používané označení pro takový způsob komunikace je **CAN-Bus**, který **byl vyvinut ve spolupráci společnosti Bosch a Intel v roce 1987.** Po přizpůsobení normám ISO 11519 a ISO 1189 byl CAN-Bus protokol téměř univerzálně přijat jako standard pro datovou komunikaci v automobilovém průmyslu. V poslední době došlo k masivnímu rozšíření této komunikační technologie.

3.1.1 Sběrniceový systém CAN-Bus

Neadresuje jednotlivé stanice, ale přiřazuje každé „zprávě“ pevný identifikátor dlouhý 11 nebo 29 bitů. Tento identifikátor vystihuje obsah zprávy (např. otáčky kola). Stanice vyhodnocuje pouze ta data, jejichž příslušný identifikátor je uložen v seznamu akceptovaných zpráv (kontrola akceptace). Všechna ostatní data jsou ignorována. Adresování obsahu umožňuje posílat signál z několika stanic, snímač posílá svůj signál přímo, příp. přes řídicí jednotku do sběrniceové sítě, kde se signál rozděluje. Kromě toho se tak dá realizovat mnoho variant vybavení, protože je možno např. připojovat další stanice ke stávajícímu sběrniceovému systému CAN.

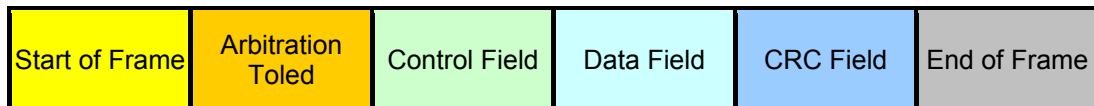
Identifikátor určuje vedle datového obsahu současně prioritu zprávy při vysílání. Signál, který se velmi rychle mění, se musí také rychle předávat a dostává proto vyšší prioritu než signál, který se mění relativně pomalu.

Když je datová sběrnice volná, může začít každá stanice přenášet data. Pokud začne vysílat současně několik stanic, prosazuje se zpráva s nejvyšší prioritou, aniž by vznikla časová ztráta nebo bitová ztráta. Vysílač se zprávami nižší priority se automaticky mění na přijímače a opakují svůj pokus o vysílání, jakmile je sběrnice opět volná.

Formát zprávy

Pro přenášení dat na sběrnici se vytváří **sloupec dat (Data Frame)**, jehož délka je maximálně 130 bitů (standardní formát) nebo 150 bitů (rozšířený formát). Tím je zajištěno, že prodleva do další, možná velmi naléhavé zprávy je stále malá. Data Frame se skládá ze sedmi následujících polí, které zahrnují nebo označují viz. obr. 8.

- začátek zprávy (**Start of Frame**);
- identifikátor (**Arbitration Toled**);
- počet slabik zpráv (**Control Field**);
- samotnou zprávu (**Data Field**);
- zabezpečovací signál k rozpoznání přenosových poruch (**CRC Field**);
- konec zprávy (**End of Frame**).



Obr. 8: Formát zprávy (Data Frame).

Sběrníkový systém CAN disponuje řadou kontrolních mechanismů pro zjištění poruchy. K tomu patří např. zabezpečovací signál ve sloupci dat (**Data Frame**) a kontrola (**Monitoring**), při které každý snímač znovu přijímá svoji vlastní zprávu a přitom může zjistit případné odchylky. V případě, že zjistí stanice poruchu, vysílá identifikátor chyby, který zastaví právě probíhající přenos. Tím se zabrání, aby jiné stanice nepřijímaly chybné zprávy.

V situaci jedné poruchové stanice by se mohlo stát, že všechny zprávy tedy také chybné se přeruší identifikátorem chyby. Aby se tomu zabránilo, je datová stanice CAN vybavena mechanismem, který rozlišuje náhodně vznikající poruchy od stálých poruch a může lokalizovat poruchy stanice. To se děje pomocí statického vyhodnocování poruchových situací [1].

Sběrníkový systém CAN pro přenos dat v motorových vozidlech byl standardizován Mezinárodní organizací pro normalizaci ISO

- pro aplikace do 125 kBit/s jako norma ISO 11519-2;
- pro aplikace nad 125 kBit/s jako norma ISO 11898.

U datových sběrnic je několik modulů navzájem propojeno sítí. Přes tato vedení se místo obvyklých řídicích proudů posílají pouze data. Vysílání, příp. přijímání těchto příkazů je realizováno datovými sběrnicemi.

Přednosti datových sběrnic

- Krátké dráhy vedení od akčních členů a snímačů při předřazení modulu datové sběrnice;
- Zmenšení nákladů na vzájemné spojení modulů. Vzájemná výměna dat modulů a při potřebě řízení všech modulů z jednoho místa systému;
- Paměťové funkce pohyblivých komponent a časovací funkce lze síťovým propojením a příslušnými inteligentními moduly snadno vytvořit;
- **U sběrnice dat se neposílají nebo nepřijímají jen vstupní a výstupní impulsy, nýbrž celé bloky dat;**

- Bloky dat se skládají ze vstupních a výstupních signálů, ale navíc obsahují ještě informace o tom, kam se má např. poslat blok dat, jak je blok velký a také kontrolní zařízení o obsahu dat;
- **Každému modulu (řídící jednotce), který je připojen k systému sběrnice, je řídící jednotkou sběrnice (Bus-Controller);**
- Řídící jednotka sběrnice může přímo přijímat přes vstupní filtr data ze sběrnice a přes řídící program předávat data na sběrnici;
- V diagnostických přístrojích jsou rovněž zabudovány příslušné řídící jednotky datových sběrnic, aby byly schopny komunikovat s kontrolovanými moduly a řídícími jednotkami;
- Ve vozidlech jsou řídící jednotky síťově navzájem propojeny různými sběrniceovými systémy, např. řídící jednotka hnacího ústrojí s řídící jednotkou čerpadla se sběrnici dat CAN.

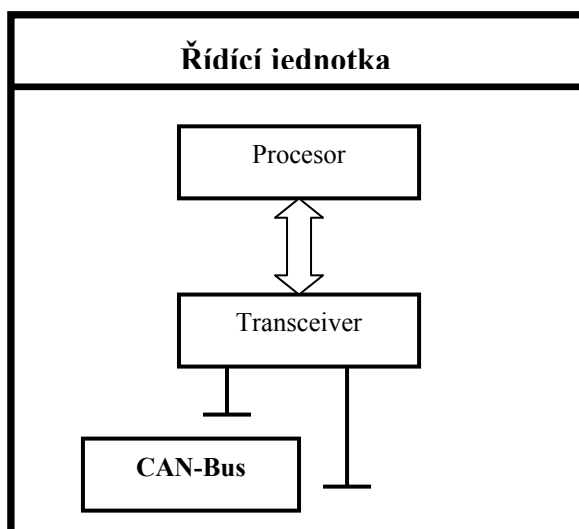
3.1.2 Výhody použití CAN-Busu

- menší množství snímačů a vodičů;
- méně vodičů v kabelovém svazku;
- snížení hmotnosti kabeláže;
- snížení počtu pinů na konektorech řídících jednotek;
- zvýšení spolehlivosti přenosu dat.

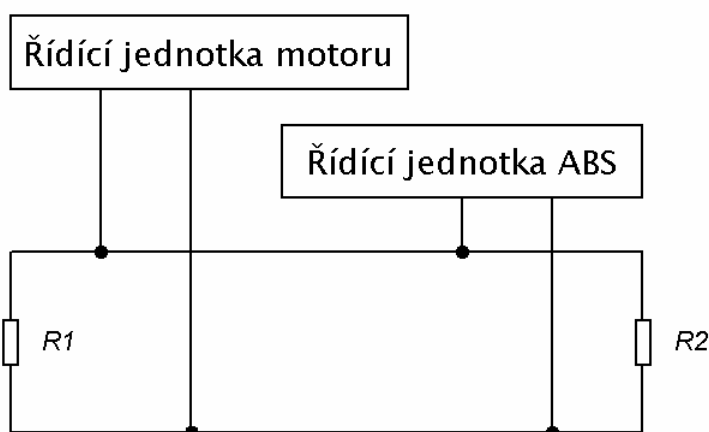
Na **CAN-Bus mohou být připojeny pouze řídící jednotky**. Ostatní komponenty, jako akční členy, krokové motory, snímače, žárovky aj. jsou připojeny k těmto řídícím jednotkám konvenčním způsobem pomocí separátních vodičů. Jak již bylo řečeno, data jsou posílána po CAN-Busu ve formě napěťových pulzů a definovanou amplitudou a šířkou, přičemž každá jednotka na CAN-Busu se chová jako transceiver, viz. obr. 9.

System CAN-Bus se obecně skládá z následujících komponent

- řídící jednotka;
- procesor;
- transceiver;
- CAN-Bus vodiče;
- Oddělovací rezistory.



Obr. 9: Komunikace řídicí jednotky.



Obr. 10: CAN-Bus a ABS.

Osazení CAN-Busu na obou koncích oddělovacími rezistory je z důvodu, aby se zabránilo vracení se informace po dosažení konce sběrnice a tím se rušila následující komunikace, viz. obr 10.

Procesor a transceiver jsou nedílnou součástí každé řídicí jednotky zapojené do CAN-Bus komunikace. Při vysílání informace obdrží transceiver data od procesoru, upraví je v souladu s CAN-Bus protokolem na napěťový signál a odešle po sběrnici. V opačném sledu probíhá příjem informace z CAN-Busu. Transceiver přijme napěťový signál, upraví jej do patřičného formátu a předá procesoru.

CAN-Bus nikdy neurčuje konkrétního příjemce právě vysílané informace. Posílaná data obdrží vždy každá řídicí jednotka na sběrnici a pouze ona rozhodne, zda jsou důležitá pro její funkci či nikoliv.

4 CHYBOVÉ KÓDY

Chybové kódy jsou normovány dle (ISO/SAE), tzn., že všichni výrobci vozidel používají identické chybové kódy. Chybový kód je vždy 5ti místná alfanumerická hodnota, např. „P0100“. Kódy skupiny „P0xxx“ jsou kódy nezávislé na výrobcích (zadané ISO/ SAE).

Přiřazení textů pro kódy skupiny „P1xxx“ je pro výrobce volně volitelné. Někteří výrobci se však dohodli, že u řady chybových kódů budou uplatněna jednotná přiřazení textů.

První místo chybového kódu (písmeno) označuje systém vozidla

- **B** pro karosérii (**B**ody)
- **C** pro podvozek (**C**hassis)
- **P** pro hnací ústrojí (**P**owertrain)
- **U** pro síťové systémy (**U**ndefined)

Systém EOBD vyžaduje zatím jen **kód Px** (pohon). Druhé místo označuje podskupinu pro normovaný kód ISO/ SAE „P0xxx“ nebo normovaný kód výrobce „P1xxx“. Třetí místo označuje konstrukční jednotku u které vznikla porucha, viz. tab. 2. Čtvrté a páté místo pak udávají lokalizovanou jednotku systému (01 až 99).

Jak již bylo vzpomenuto chybové kódy systému EOBD jsou normované průmyslové kódy pro řídicí systém hnacího ústrojí. Jednotlivé systémy spadají do této oblasti a jsou implementovány do elektronických řídicích modulů, jenž slouží k řízení určitých funkcí motoru (přívod paliva, zapalování, rychlost vozidla, otáčky) nebo různých funkcí převodovky.

Skutečnost, že je **P- kód** normován ještě neznamená, že se nutně jedná o zákonně předepsaný **MIL- kód**, týkající se emisí. **MIL- kód**, který je částí zákonně předepsaného kódu, musí při vzniku poruchy vždy aktivovat **kontrolku emisí MIL**.

Readiness code (pohotovostní kód) je číslo, které podává informaci o stavu jednotlivých subsystémů v motoru. Test každého subsystému může nabývat jistých hodnot- viz. níže.

Možné hodnoty subsystému indikující stav:

- **OK** - **subsystém je správně otestován;**
- **chyba** - **test subsystému nebyl dokončen nebo nemá správné výsledky;**
- **není** - **test subsystému není podporován.**

Data **Freeze frame**, tj. data okolního prostředí (prostředí, ve kterém vznikla porucha, provozní podmínky) se vztahují na poruchu, která jako první aktivovala kontrolku emisí (**MIL**). Pod pojmem **Freeze data** se rozumí ta data, jenž byla **shromážděna při prvním zjištění poruchy**. Data okolního prostředí se v paměti poruch zaznamenávají pouze tehdy, jestliže se jedná o poruchu v přípravě směsi nebo vynechávání zapalování, které poškozuje katalyzátor, neboť tyto poruchy mají vyšší stupeň priority. Data okolního prostředí se mohou načíst běžným diagnostickým testerem a tím přispět k podpoře diagnostiky.

V případě zjištění poruchy se ukládají následující data: chybový kód MIL, rychlost vozu, teplota chladící kapaliny, otáčky motoru, stav zatížení motoru, adaptační hodnota tvoření směsi, stav regulace lambda, ujetá dráha od prvního zaregistrování poruchy, tlak v sacím potrubí, tlak paliva.

Ještě pro ukázkou je zde uvedeno několik souvisejících norem, týkající se problematiky chybových kódů:

- ISO 9141-2 - Communication Link;
- ISO 11519-4 - Low speed seriál data communication;
- ISO 14230-4 - Keyword protocol 2000;
- ISO 15765-4 - CAN- Requirements for emission- related systéme;
- ISO 15031-3 - Diagnostic connector;
- ISO 15031-4 - Test tool characteristics;
- ISO 15031-5 - Diagnostic services;
- ISO 15031-6 - Emission related fault codes (DTC);
- ISO 15031-7 - Data link security.

Tab. 2: Přehled chybových kódů (převzato z [1]).

P0xxx	Kódy nezávislé na výrobci (zadáno ISO/SAE)
P01xx	Odměřování vzduchu nebo paliva
P02xx	Odměřování vzduchu nebo paliva
P03xx	Systém zapalování, poruchy zapalování
P04xx	Přídavné zařízení pro snížení emisí
P05xx	Rychlost vozidla, nastavení volnoběhu a ostatní vstupní signály
P06xx	Palubní počítač a ostatní výstupní signály
P07xx	Převodovka
P08xx	Převodovka
P09xx	Volné pro ISO/ SAE
P00xx	Volné pro ISO/ SAE
P1xxx	Kódy zadávané výrobcem (volně volitelné)
P11xx	Odměřování vzduchu nebo paliva
P12xx	Odměřování vzduchu nebo paliva
P13xx	Systém zapalování, poruchy zapalování
P14xx	Přídavné zařízení pro snížení emisí
P15xx	Rychlost vozidla, nastavení volnoběhu a ostatní vstupní signály
P16xx	Palubní počítač a ostatní výstupní signály
P17xx	Převodovka
P18xx	Převodovka
P19xx	Kategorie ISO/ SAE
P20xx	Kategorie ISO/ SAE

4.1 Posouzení závažnosti jednotlivých závad

Každá závada má svoji příčinu, kód a samozřejmě prioritu. Nejčastější způsoby řešení této problematiky jsou implementovány přímo výrobcem využitím sběrnice a příslušného protokolu. Z uvedených 2 typů nejčastějších sběrnic koncernu VW a to SCP-Bus a CAN-Bus byl vybrán první zmiňovaný. Vzhledem k faktu, že protokol, který obsahuje hierarchii důležitosti závad, není volně otevřen k editaci, je zde nutno se spokojit se sadou 4 základních protokolů obsažených v integrovaném obvodu ELM323. Pro přehled je zde uvedeno obecné dělení do čtyř základních typů. Při volbě sběrnice, která byla vybrána se muselo zohlednit mnoho faktorů. Především pak na dostupnost informací a příslušných nástrojů. **Byla vybrána sběrnice konvenčního typu SCP a komunikační kabel OBDII. Zmiňované dělení typů závad je rozčleněno do čtyřech kategorií (A, B, C, D).**

Typ A

Závada typu A patří mezi nejzávažnější. Kromě rozsvícení kontrolky emisí MIL si systém OBDII také uloží do paměti podmínky, za kterých se závada vyskytla-Freeze Frame.

Typ B

Tato skupina závad je méně závažná a musí se vyskytnout nejméně jednou po dvou po sobě jdoucích cyklech. V případě splnění podmínek rozsvícení kontrolky emisí si systém OBDII také uloží do paměti podmínky, za kterých se závada vyskytla.

Typ C

Tento typ závady přímo neovlivňuje emisní systém, ovšem může se rozsvítit kontrolka MIL nebo jiná varovná kontrolka.

Typ D

Závada neovlivňuje přímo emisní systém. Tato závada nemůže nikdy způsobit rozsvícení kontrolky emisí. Jakmile se kontrolka MIL rozsvítí, zůstane svítit dokud příslušná součást neprojde třemi po sobě následujícími testy v pořádku. Pokud je například zjištěná závada výpadku 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 [1].

Sledování fyzikálních veličin

Způsoby sledování fyzikálních veličin pro EOBD se liší v závislosti na zvolené řídicí jednotce motoru a sledují především:

- stav v sacím potrubí v závislosti na provozních podmínkách;
- 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;
- přerušení vedení.

4.2 Komunikace, přenos dat

Pro komunikaci s vozem VW Passat byl vybrán s využitím tab. 2., resp. tab. 3. potřebný mikrokontrolér, který má v sobě implementovány následující potřebné ISO 9141-2 a ISO 14230-4 komunikační protokoly. Mikrokontrolér nese označení ELM323 a vyrábí jej firma ELM Electronics.

Tab. 3: Pravdivostní tabulka výskytu jednotlivých pinů pro příslušnou normu (převzato z [12]).

PIN 2	PIN 6	PIN 7	PIN 10	PIN 14	PIN 15	STANDARD	Použití
1	0	0	1	0	0	J1850 PWM	ELM323/ ELM327
1	0	0	0	0	0	J1850 VPV	ELM322/ ELM327
0	0	1	0	0	1*	ISO9141/14230	ELM323/ ELM327
0	1	0	0	1	0	ISO15769 CAN	ELM327

Pozn.: „1*“, může se vyskytovat.

Tab. 4: Přehled standardů komunikačních protokolů jednotlivých výrobců (převzato z [12]).

Výrobce	J1850 PWM (ELM320)	J1850 VPW (ELM322)	ISO9141 ISO14230 (ELM323)	SO15765 CAN (ELM327)
Acura			X	
Acura (od r.2001)				X
Chrysler		X	X	
Chrysler (od r.2000)				X
Ford	X			
Ford (od r.2002)				X
General Motors		X		
General Motors (od r.2002)				X
Honda			X	
Saturn		X		
Subaru			X	
Suzuki			X	
Toyota			X	
Toyota (od r.2002)				X
Volkswagen			X	

Systémy s diagnostickým vedením K

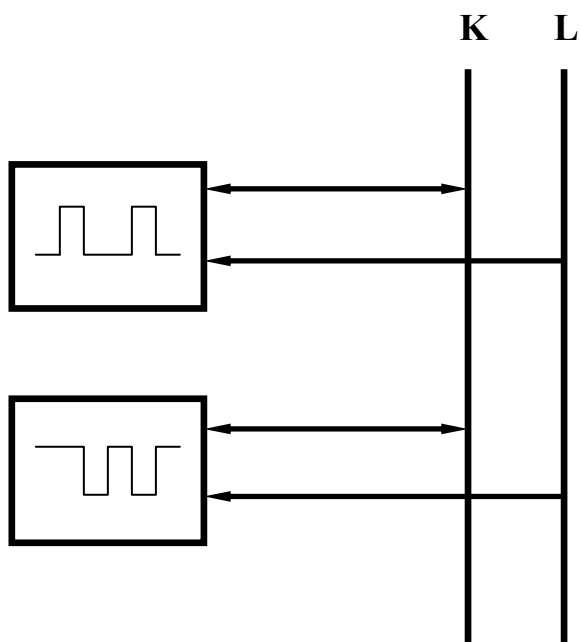
- volně umístěné diagnostické vedení;
- jednosměrné diagnostické vedení K, inicializace připojením potenciálu kostry na K;
- obousměrné diagnostické vedení K, inicializace připojením potenciálu kostry na K.

Systémy s diagnostickým vedením K a L

- systémy s jednosměrným diagnostickým vedením K, inicializace připojením potenciálu kostry na L nebo přenosem 5baudového kódu adresy na vedení K, popř. vedení K a L;
- systémy jak s jednosměrným, tak s obousměrným vedením K, inicializace připojením potenciálu kostry na L nebo přenosem 5baudového kódu adresy na vedení K, popř. na vedení K a L;

Pro jednoznačnou a bezpečnou komunikaci mezi řídicí jednotkou a testovacím zařízením jsou stanoveny úrovně pro logickou „0“ a „1“, jak pro přenos z diagnostického testovacího zařízení do řídicí jednotky, tak také opačným směrem.

Jak takový přenos mezi řídicí jednotkou a testovacím zařízením vypadá, popisuje blokové schéma na obr. 11.



Obr. 11: Blokové schéma komunikace přes vedení K a L.

Obecně rozlišujeme systémy podle volby komunikační linky

- jednosměrný- přenos dat je realizován pomocí pouze jedné linky a to buď K anebo L;
- obousměrný- povoluje komunikaci v obou směrech po K lince.

5 HARDWAROVÁ REALIZACE

Principiální řešení je znázorněno na blokovém schématu, viz. obr. 12. Datový provoz je mezi automobilem a PC obousměrný za pomoci USB a UTP kabelu.



Obr. 12: Blokové schéma hardwarové realizace diagnostiky.

5.1 Blok OBDII Diagnostika

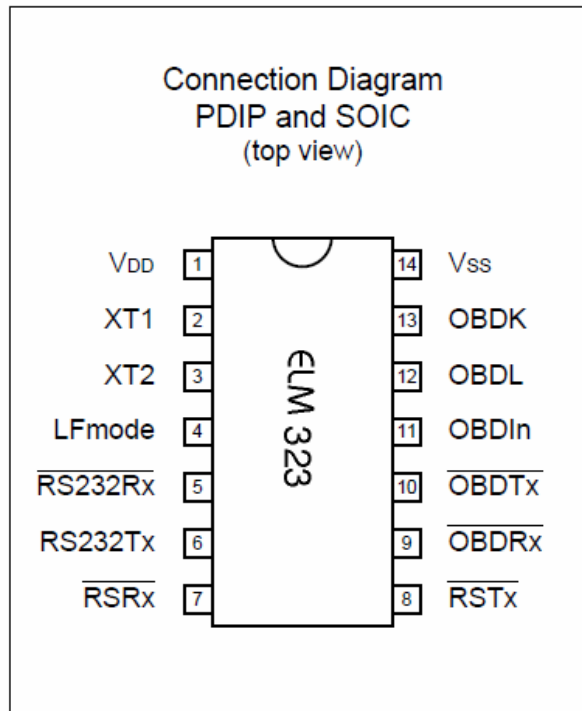
Blok OBDII Diagnostika reprezentuje převodník, zajišťující komunikaci mezi vozem a PC, notebookem. Stěžejním prvkem je mikrokontrolér ELM323 (PIC16C505), který obsahuje 6 základních komunikačních protokolů podle normy OBD (ISO 9141-2, ISO 14230-4 protokoly). Díky těmto protokolům lze snadno navázat spojení s vozem za pomoci terminálových aplikací, např. programu HyperTerminal, viz. obr. 13.

```
obd_test - Hyperterminál
Soubor  Úpravy  Zobrazit  Zavolat  Přenos  Nápověda
?
>atz
ELM323 v2.0
>0100
BUS INIT: ...OK
41 00 98 3F 80 10
>0101
41 01 00 04 00 00
>03
NO DATA
>04
44
>_
```

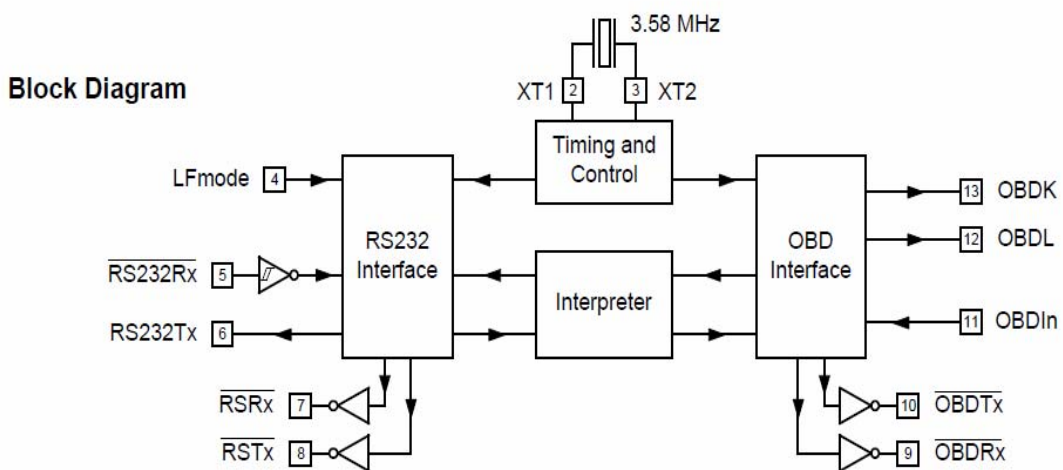
Obr. 13: Navázání komunikace pomocí programu HyperTerminal.

5.1.1 ELM323

Funkčnost celého bloku (bez FTDI) popisuje obr. 15, zatímco obr. 14 ukazuje využití jednotlivých pinů. Popis jednotlivých pinů je uveden níže v tab. 5 a operační hodnoty napětí a proudů pro ELM323 jsou uvedeny v tab. 6.



Obr. 14: Popis jednotlivých pinů pro ELM323 (převzato z [13]).



Obr. 15: Blokové schéma (převzato z [13]).

Tab. 5: Přehled využití pinů u ELM323 (převzato z [13]).

Označení	Číslo pinu	Funkce
V_{DD}	1	Kladná polarita napájení.
XT1 a XT2	2 a 3	Zde je připojen synchronizační krystal na frekvenci 3,5 MHz
LFmode	4	Pomocí tohoto pinu se určuje zda se bude využívat při komunikaci znaku LineFeed(posun o řádek), či nikoliv. Z hlediska zapnutí/vypnutí je rozhodující úroveň napájení 5V nebo 0V. Hardwarově ošetřeno jumperem. Toto nastavení lze též řídit softwarově za pomoci AT příkazu.
RS232Rx	5	Příjem dat po RS232.
RS232Tx	6	Odeslání dat po RS232.
LED Diody	7, 8, 9 a 10	Indikační diody přenosu dat.
OBDIn	11	Příchozí data získaná z vozu.
OBDL a OBDK	12 a 13	Ovládání komunikace na OBD sběrnici za použití externích NPN tranzistorů.
V_{SS}	14	Zde je připojena zem.

Tab. 6: Charakteristické hodnoty úrovní napětí a proudů pro ELM323 (převzato z [13]).

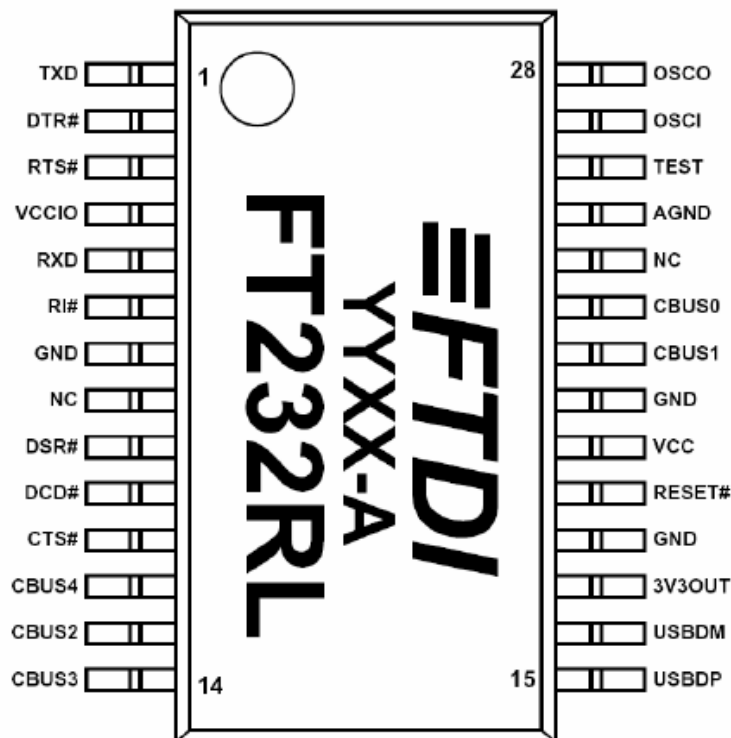
Charakteristické hodnoty	Minimální	Typické	Maximální	Jednotky
Napájecí napětí, V_{DD}	4,5	5,0	5,5	[V]
V_{DD} rychlost náběhu	0,05			[V/ms]
Průměrný napájecí proud, I_{DD}		1,0	2,4	[mA]
Vstupní úroveň L	V_{SS}		$0,15 \times V_{DD}$	[V]
Vstupní úroveň H	$0,85 \times V_{DD}$		V_{DD}	[V]
Výstupní úroveň L			0,6	[V]
Výstupní úroveň H	$V_{DD} - 0,7$			[V]
Vstupní proud na pin RS232Rx	-0,05		0,5	[mA]
RS232 symbolová rychlost		9600		[Baud]

5.1.2 USB rozhraní s obvodem FT232R

Jedná se o převodník RS232 \Leftrightarrow USB, viz. obr 16, který lze řešit za pomoci obvodu FT232R jehož základní vlastnosti jsou:

- Plná kompatibilita s USB 2.0;
- Přenosová rychlost 300 Baudů až 1 MegaBaud po RS232;
- Podpora řízení přenosu SW i HW;
- Buffer pro vysílání i příjem dat;
- Minimální potřeba součástek, krystal integrovaný na chipu;
- Programovatelné polarity signálů;
- Podpora úsporných režimů a vzbouzení PC;
- Plná podpora ovladači pro různé OS jako je MS Windows, Mac OS, Linux;
- Konfigurační paměť EEPROM 1024 Bitů, také pro uložení identifikačních údajů VID, PID, sériového čísla a názvu produktu;
- Cena cca 60,-Kč.

Zapojení pinů obvodu FT232R s pouzdrem SSOP28 popisuje tab. 7.



Obr. 16: Popis jednotlivých pinů na pouzdru SSOP28 (převzato z [14]).

Instalace ovladačů

Při prvním připojení obvodu k USB portu si systém vyžádá adresář s ovladači. Základní chování je takové, že se pro převodník spustí drivery pro obsluhu zařízení se dvěma aplikačními rozhraními.

Rozhraní virtual COM Port

Toto rozhraní umožňuje aplikacím přes Win32 COM API komunikovat s převodníkem jako se standardním sériovým portem. Zpřístupnění tohoto rozhraní je možné zakázat v konfiguraci součástky (v paměti EEPROM) nebo v konfiguraci driveru (v příslušném INI souboru). Pro komunikaci je možno použít libovolný terminálový program a vybrat si nově vzniklý COM port. Na rozdíl od standardního COM portu dojde k přerušení spojení mezi programem (terminálem) a USB COM portem kdykoli odpojíme a připojíme USB zařízení. Spojení je pak nutné znovu navázat (u terminálu typicky „zavěsit“ a znovu se spojit).

Rozhraní D2XX API

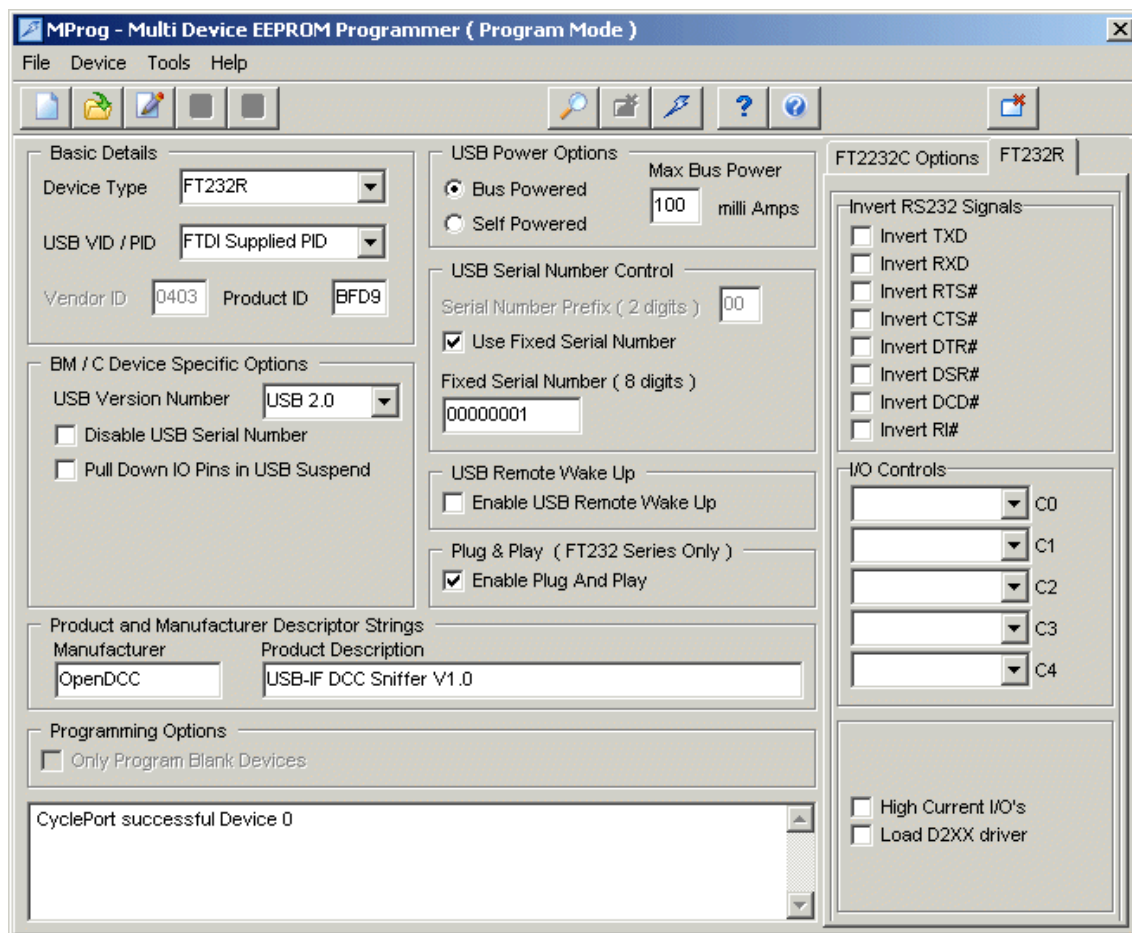
Jedná se o rozhraní firmy FTDI a slouží pro komunikaci s obvody FTDI, včetně ovládání jejich speciálních funkcí (například programování paměti EEPROM).

Konfigurace obvodu

K nastavení konfigurace obvodu slouží program MProg jehož podoba je uvedena na obr. 17. Program umožňuje zapsat do configurační paměti EEPROM až po uložení vytvořené konfigurace do souboru.

Tab. 7: Zapojení jednotlivých pinů obvodu FT232R s pouzdem SSOP (převzato z [14]).

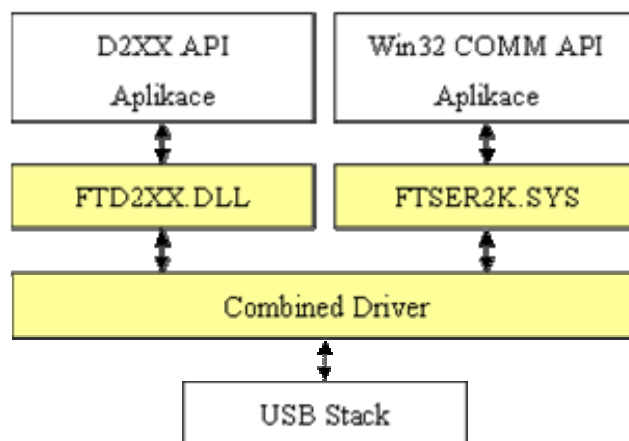
Číslo pinu	Název	Typ	Popis
USB rozhraní			
15	USBDP	I/O	USB Data signál plus.
16	USBDM	I/O	USB Data signál mínus.
Napájení a země			
4	VCCIO	PWR	Napájení pro UART a CBUS.
7, 18 a 21	GND	PWR	Země napájení.
17	3V3OUT	Output	Výstup napájení 3,3 V z interního L.D.O. regulátoru.
20	VCCIO	PWR	Napájení 3,3 V až 5,25 V.
25	AGND	PWR	Analogová zem proti interní násobičce kmitočtu.
Řízení			
8 a 24	NC	NC	Nepřipojeno
19	RESET#	Input	Externí RESET. Pokud není potřeba je připojen přes pull-up rezistor do VCCIO.
26	TEST	Input	Testovací mód. Musí být uzemněn pro provoz v normálním režimu.
27	OSCI	Input	Vstup 12 MHz oscilátoru. Pro normální činnost zůstává nepřipojen.
28	OSCO	Output	Vstup 12 MHz oscilátoru. Pro normální činnost zůstává nepřipojen.
UART rozhraní			
1	TXD	Output	Asynchronní vysílání dat.
2	DTR#	Output	Připravenost ke komunikaci.
3	RTS#	Output	Volná cesta komunikace.
5	RXD	Input	Asynchronní příjem dat.
6	RI#	Input	Indikátor signálu zvonění.
9	DSR#	Input	Připravenost nastavení dat.
10	DCD#	Input	Detekce obálky dat.
11	CTS#	Input	Smazání indikace příjmu.
12	CBUS4	I/O	Konfigurovatelný CBUS I/O Pin.
13	CBUS2	I/O	Konfigurovatelný CBUS I/O Pin.
14	CBUS3	I/O	Konfigurovatelný CBUS I/O Pin.
22	CBUS1	I/O	Konfigurovatelný CBUS I/O Pin.
23	CBUS0	I/O	Konfigurovatelný CBUS I/O Pin.



Obr. 17: Vzhled konfiguračního programu Mprog.

Architektura driverů

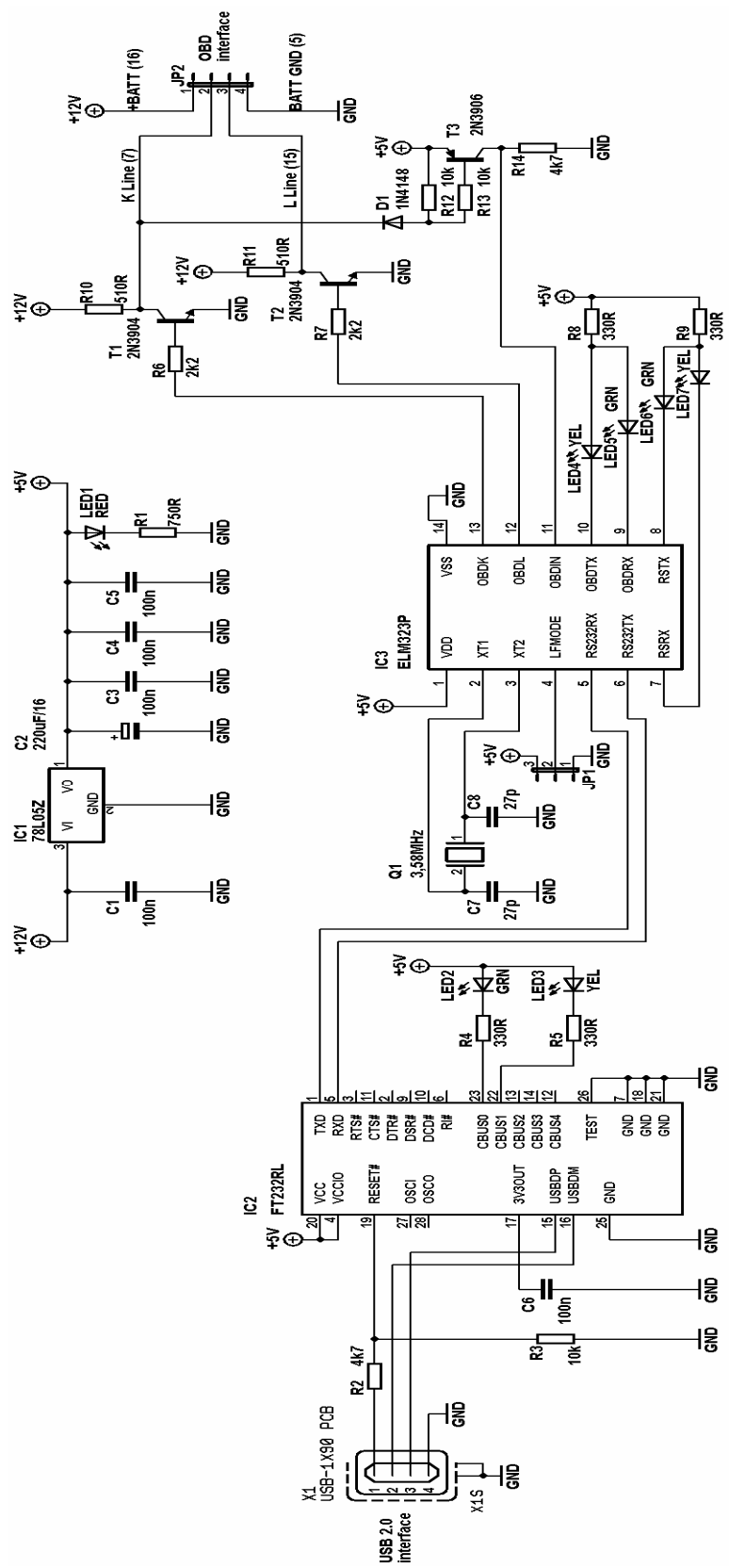
Nová generace driverů pro obvody FTDI používá koncepci kombinovaného driveru, viz. obr. 18 (na rozdíl od dřívějších verzí) a stačí tak jediná sada driverů, která dává k dispozici jak rozhraní pro virtuální COM port tak i rozhraní FTDI. U nových obvodů (FT232R, FT2232 a podobně) je konfigurace nastavená v paměti EEPROM součástky.



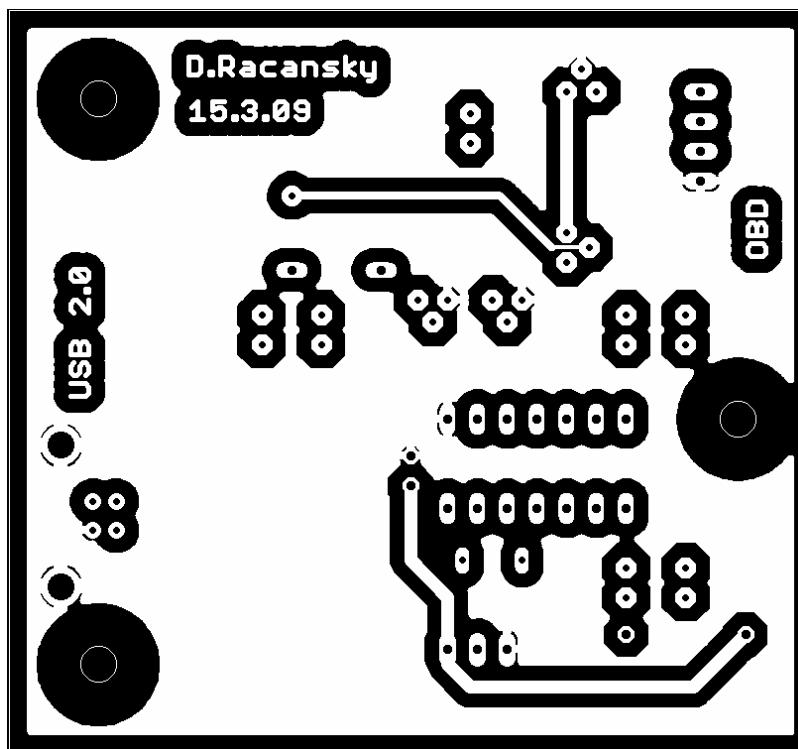
Obr. 18: Architektura driverů obvodů FTDI (převzato z [14]).

5.2 Konstrukce OBD

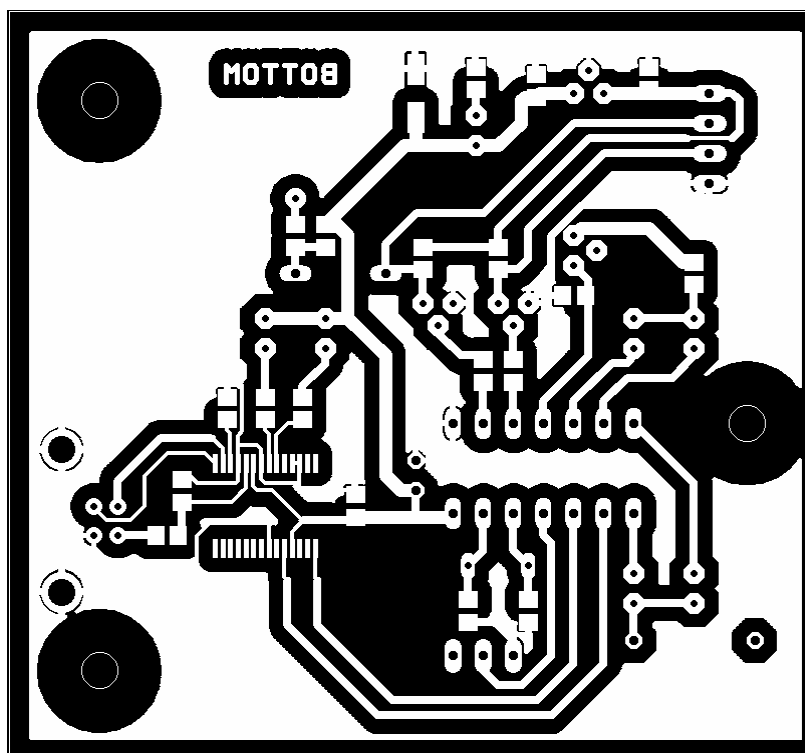
OBD (**O**n **B**oard **D**iagnostics) převodník se skládá ze dvou hlavních částí. FTDI zajišťuje komunikaci s PC za pomoci USB portu, zatímco ELM323 realizuje přenos dat s vozem jak ukazuje schéma, viz.obr. 19. Obrázky 20 a 21 ilustrují plošný spoj OBD z horní i dolní strany, zatímco obr. 22 a 23 jsou osazovacími plánky. Seznam součástek použitých při osazování desky plošného spoje je uveden v tab. 8.



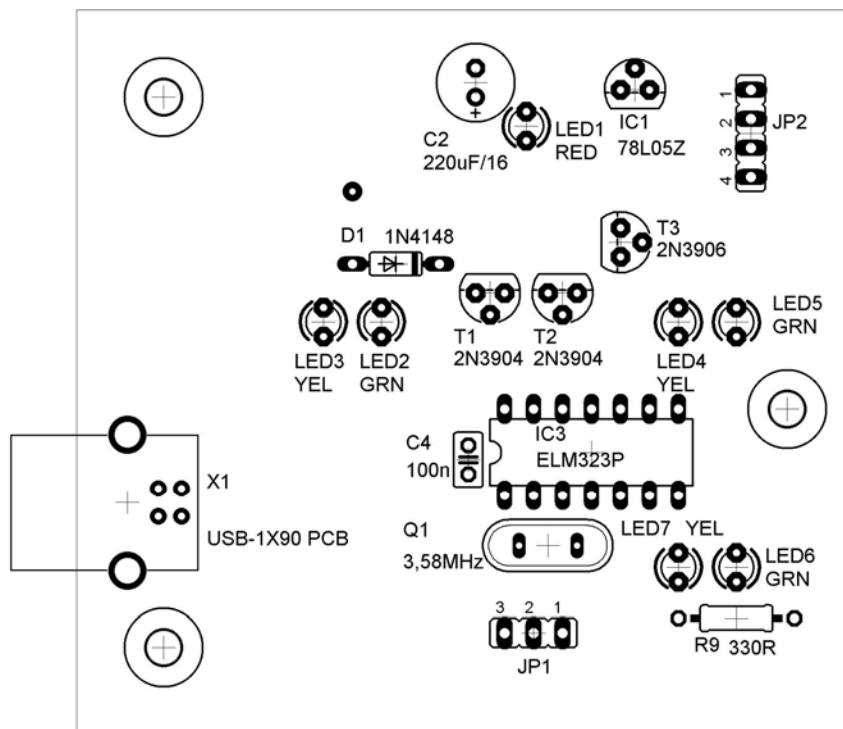
Obr. 19: Schéma OBD.



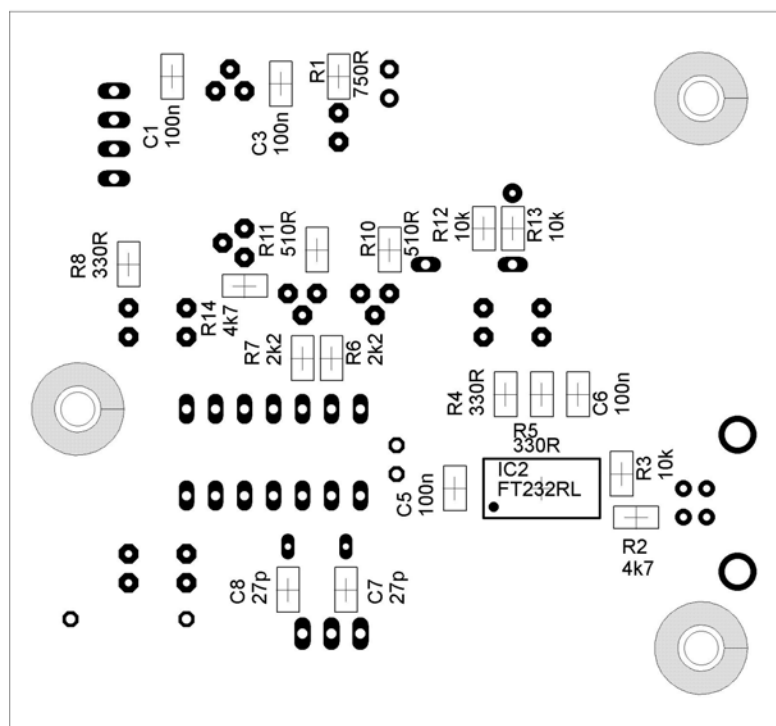
Obr. 20: Plošný spoj OBD – horní strana.



Obr. 21: Plošný spoj OBD – dolní strana.



Obr. 22: Osazovací pláněk OBD – horní strana.



Obr. 23: Osazovací pláněk OBD – dolní strana.

Tab. 8: Seznam součástek OBD.

Název	Hodnota	Pouzdro	Popis
C1, C3, C4, C5, C6	100nF	805	Kondenzátory
C2	220uF/16V	E2,5-7	
C7,C8	27pF	805	
D1	1N4148	DO35-7	Dioda
IC1	78L05Z	TO92	Integrované obvody
IC2	FT232RL	SSOP28	
IC3	ELM323P	SOIC	
JP1		JP2	Propojky
JP2		JP4	
LED1	RED	LED3MM	LED diody
LED2	GRN	LED3MM	
LED3	YEL	LED3MM	
LED4	YEL	LED3MM	
LED5	GRN	LED3MM	
LED6	GRN	LED3MM	
LED7	YEL	LED3MM	
Q1	3,58MHz	QS	Krystal
R1	750	805	Rezistory
R2, R14	4k7	805	
R3, R12, R13	10k	805	
R4, R5, R8	330	805	
R9	330	0207/10	
R10, R11	510	805	
T1, T2, T3	2N3904	TO92	Tranzistory
X1	USB-1X90 PCB	85-32004-00X	Svorkovnice

OBDII konektor

Pro připojení OBD modulu po UTP lince do automobilu bylo použito rezebíratelného OBDII konektoru (EOBD, OBDII), kde je osazeno všech 16 pinů, jak ilustrují obrázky 24, 25.



Obr. 24: Rozebíratelný OBDII konektor – přední strana (převzato z [15]).



Obr. 25: Rozebíratelný OBDII konektor – zadní strana (převzato z [15]).

6 SOFTWAREVÁ REALIZACE

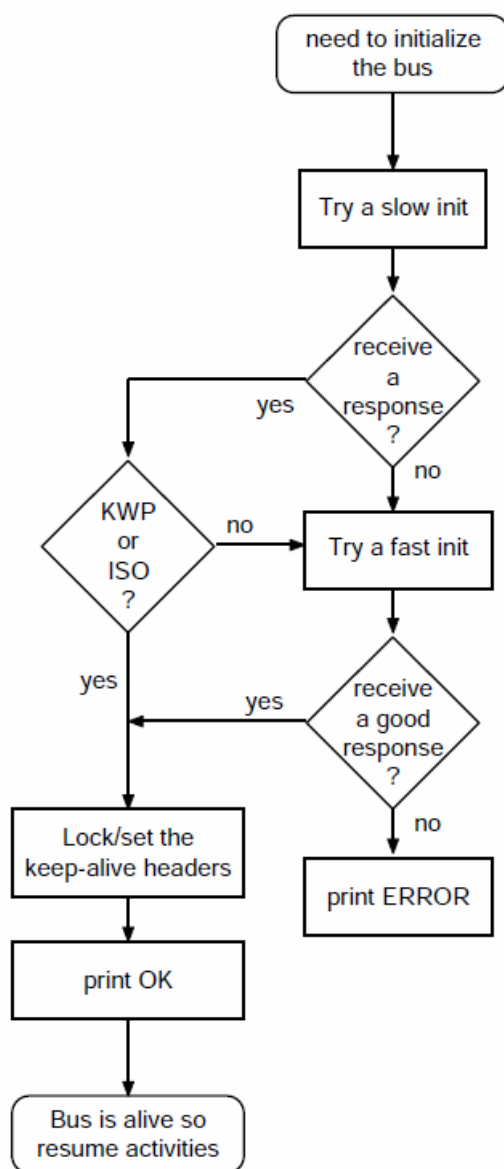
V této kapitole je uveden výčet nejdůležitějších dílčích částí samotné realizace s ukázkami zdrojového kódu, včetně inicializace sběrnice. Jako vývojové prostředí byl zvolen Borland C++ Builder, verze 6.0.

6.1 Inicializace sběrnice

Komunikace s ELM323 se opírá o komunikaci po RS232 rozhraní. Rychlost přenosu dat je pevně stanovena na 9600 8N1 (9600 baudů, 8 datových bitů, bez paritního bitu, 1 stop bit, bez handshakingu). Jak takové nastavení vypadá ukazuje zdrojový kód níže umístěný do komponenty TMainForm. Samotná inicializace je potom popsána na obr. 26, za pomoci vývojového diagramu.

```
{
  TIniFile *ini=new TIniFile(GetCurrentDir()+"\\CITAC.INI");
  int Cislo=ini->ReadInteger("PORT","Port",1);//načte inicializaci
  Port=NULL;
  try{
    Port=new TSerial(Cislo); //vytvoří nový port
    Port->BaudRate=br9600; //rychlost přenosu
    Port->Parity=pNo; //parita-ne
    Port->StopBits=sb10; //stopbit-1
    Port->ByteSize=bs8; //počet bitů-8
    Port->SetupComm(16000,50); //velikost bufferu
    Port->ReadIntervalTimeout=0;
    Port->ReadTotalTimeoutMultiplier=0;
    Port->ReadTotalTimeoutConstant=1000;
    Port->WriteTotalTimeoutMultiplier=2;
    Port->WriteTotalTimeoutConstant=0;
    Port->RTS=1; //nastaví H na RTS
    Port->DTR=0; //nastaví L na DTR

    Caption=AnsiString("OBDII-diagnostika automobilu
(COM")+Cislo+(")");
  }
  catch(...){
    if(!Nastav)
      Application->CreateForm(__classid(TNastav), &Nastav);
    Nastav->CisloPortu=1;
    Nastav->Show();
  }
}
```



Obr. 26: Inicializace sběrnice (převzato z [13]).

6.2 Komunikace s vozem

Komunikace po USB (přes FTDI) je umožněna po instalaci ovladačů, které obsahuje spustitelný soubor „CDM 2.04.16.exe“.

Samotná výměna informací probíhá za pomoci odeslání požadavku na sběrnici. Identifikátory jednotlivých požadavků popisuje tab. 9. Jako příklad lze interpretovat získaná data z vozu VW Passat, r.v.1999, viz. obr. 13. První bit vykazuje jaký standard komunikace vybral ELM323, viz. tab. 10. Druhý bit zobrazuje jaký požadavek byl na jednotku palubního počítače vznesen, viz. tab. 9. Zbylé čtveřice bitů již obsahují chybový kód poruchy. V případě, jsou-li ostatní bity za 1. a 2. bitem nulové, pak vůz nezaznamenal závadu.

Tab. 9: Identifikátory jednotlivých požadavků na sběrnici ELM323 (převzato z [13]).

Požadavek	Operace
01	ukázat aktuální data
02	ukázat data po stránce
03	ukázat chybové kódy
04	smazat chybové kódy
05	výsledky testů - kyslíková čidla
06	výsledky testů - nespojité sledování
07	výsledky testů - spojité sledování
08	speciální kontrolní mód
09	informace o vozidle

Tab. 10: Podporované normy ELM323 (převzato z [13]).

Hodnota prvního bitu	Podporovaná norma
01	OBDII (California ARB)
02	OBD (Federal EPA)
03	OBD a OBDII
04	OBD I
05	nekompatibilní
06	EOBD (Europe)

6.3 Program OBDII-diagnostika automobilu

Jak vypadá program OBDII-diagnostika automobilu ukazuje obr. 27. Skládá se z několik klíčových komponent. Daným komponentám je věnována vyšší pozornost a jsou zde také ukázány jejich zdrojové kódy.

OBDIII - diagnostika automobilu (COM2)
 Soubor Nastavení Návodová O programu

Náčíst data ze souboru
 Uložit data do souboru
 Zjistit závadu

Módy

- 01 ukázat aktuální data
- 02 ukázat data po stránce
- 03 ukázat chybové kódy
- 04 smazat chybové kódy
- 05 výsledky testů - kyslíková čidla
- 06 výsledky testů - nespojitě sledování
- 07 výsledky testů - spojitě sledování
- 08 speciální kontrolní mód
- 09 informace o vozidle

Editor odeslaných a přijatých dat sběrnice OBD

Příkaz:01
 0131
 Závadnutná výměna airbagu

Kód závady Hledat chybu

Převodní tabulka závad automobilu

Kód závady	Informace o závadě
BUS BUSY	Sběrnice je zaměřována, nebo se jí nepodařilo inicializovat.
FB ERROR	Pravidelně nedorazil požadavek na pin OBDin.
DATA ERROR	Došlo k odpovědi, ale informace byla nesprávná, případně nemohla být obnovena.
NO DATA	Bez chybových kódů
?	požadavek nebyl rozpoznán
0102	topení okruh 1, senzor 1 zkrat na plusu
0105	topení okruh 1, senzor 2 zkrat na plusu
0107	topení okruh 2, senzor 1 zkrat na plusu
0110	topení okruh 2, senzor 2 zkrat na plusu
0113	senzor topení, příliš vysoký odpor na hlavní okruh, senzor 1
0115	senzor topení, zkrat na hlavní okruh, senzor 1
0116	senzor topení, rozpojený hlavní okruh, senzor 1
0117	senzor topení, příliš vysoký odpor na hlavní okruh, senzor 2
0118	senzor topení, rozpojený hlavní okruh, senzor 2
0127	bohatost směsi, směs je přesyčená
0128	bohatost směsi, směs je chudá
0131	nutná výměna airbagu
0144	snímač průtoku vzduchu otevřený/ukostřený
0145	snímač průtoku vzduchu zkratovaný na plusu

Načíst převodní tabulku závad

Posílání a čtení příkazů

Poslat data do OBD

Počet chyb zadaných v tabulce: 21

Obr. 27: Screenshot z programu OBDIII-diagnostika automobilu.

6.4 Posílání a příjem dat

Popis způsobu, jakým jsou data posílána a čtena je uveden níže.

Posílání dat

```
void __fastcall TMainForm::Button2Click(TObject *Sender)
{
    Port->WriteString(Edit1->Text);
    //zapiše na vybraný COM port data z editu

    Memol->Lines->Add("Příkaz:" + Edit1->Text);
    //zobrazení poslaných dat v memo boxu

    Edit1->Text="";
}
```

Čtení dat

```
void __fastcall TMainForm::Button1Click(TObject *Sender)
{
    String R;           //řetězec R
    Byte R1[1];        //jednorozměrný vektor

    while(Port->ReadString(R,1)>0)
    //testuje, zda byl přečten poslední znak
    {
        Memol->Lines->Text=Memol->Lines->Text + R;
        // čtení dat z portu po jednom znaku
    }
}
```

6.5 Interpretace chybových kódů

Je realizována za pomoci souboru „ConvertTable.txt“. Přístup k tomuto souboru je volný z důvodu editace, případnému rozšiřování chybových kódů. Pro ilustraci je zde uvedena část ručního zápisu do souboru „ConverTable.txt“. Levá strana před znakem „=“ reprezentuje odezvu (příchozí data) a pravá strana identifikaci závady. Přehled odezev na chybné stavy nám ukazuje tab. 11. Zdroj dat pro soubor „ConvertTable.txt“ je převzat z [17].

Způsob zápisu do ConvertTable.txt

```
NO DATA=Bez chybových kódů
?=požadavek nebyl rozpoznán
0102=topení okruh 1, senzor 1 zkrat na plusu
0105=topení okruh 1, senzor 2 zkrat na plusu
0107=topení okruh 2, senzor 1 zkrat na plusu
```

Algoritmus pro zápis do souboru ConvertTable.txt

```

void __fastcall TMainForm::Button6Click(TObject *Sender)
{
    try {
        ValueListEditor1->Strings>LoadFromFile("ConvertTable.txt");
        //načtení dat do valuelisteditoru
        ShowMessage ("Konverzní data načtena ze souboru
ConvertTable.txt");
        //zpráva o načtení dat
        Label2->Caption=ValueListEditor1->Strings->Count;
        //zobrazení počtu načtených řádků
    }
    catch (EFOpenError &e)
    {
        ShowMessage ("Nepodarilo se otevrit soubor");
    }
    catch (...)
    {
        ShowMessage ("Nastala chyba pri cteni ze souboru");
    }
}

```

Tab. 11: Přehled odezev na chybné stavy.

Odezvy na chyby	Význam
BUS BUSY	Sběrnice je zaneprázdněná, nebo se jí nepodařilo inicializovat.
FB ERROR	Pravděpodobně nedorazil požadavek na pin OBDin.
DATA ERROR	Došlo k odpovědi, ale informace byla nesprávná, případně nemohla být obnovena.
<DATA ERROR	Neočekávaná chyba, pravděpodobně způsobená na okruhu zarušením.
NO DATA	Bez přítomnosti chybových kódů.
?	Požadavek nebyl rozpoznán.

ZÁVĚR

Program pro diagnostiku palubního počítače byl vytvořen za pomoci vývojového prostředí C++ Builderu. Pracuje na podobném principu jako terminál. Interpretace chybových kódů je řešena za pomoci textového souboru, který obsahuje demonstrační část seznamu závad, tak jak jej definoval výrobce koncernu VW. Funkčnost programu byla testována na vozidle, které mělo pouze jednu závadu a byla úspěšně detekována. V programu se vyskytují jisté chyby, které je nutno odladit. Na základní běh ovšem nemají zásadní vliv.

Samotná komunikace s vozem je realizována za pomoci integrovaného obvodu ELM323, který je nedílnou součástí modulu „OBD“. Modul byl upraven a optimalizován pro potřeby projektu. Vstupně/výstupní provoz zajišťuje USB a OBDII konektor, připojený přes UTP kabel. Pro optickou kontrolu funkčnosti modulu vysílání/přijímání dat byly použity LED diody, kdy žlutá barva indikuje vysílání, zelená příjem a červená správnost připojení napájecího napětí. Modul byl testován a je plně funkční.

LITERATURA

- [1] Vlk, F., *Diagnostika motorových vozidel*, BEN, 03/ 2007
- [2] Vlk, F., *Elektrická zařízení motorových vozidel*, BEN, 04/ 2005
- [3] Vlk, F., *Elektronické systémy motorových vozidel 1+2*, BEN, 04/ 2007
- [4] Štěřba, P., *Elektrotechnika a elektronika automobilů*, Computer Press, 06/ 2004
- [5] Raida, Z., Fiala, P. *Počítače a programování 2. Elektronické skriptum*. Brno: FEKT VUT v Brně. 107 stran, Dostupné na www: <<http://www.feec.vutbr.cz>>.
- [6] Ross-Tech, Ltd., [online], Diagnostic Software for European Automobiles [cit. 17.3.2009]. Dostupné na www: <<http://www.ross-tech.com>>.
- [7] [online], [cit. 27.3.2009]. Dostupné na www: <<http://www.kmillar.co.uk/vscan/VSDemo.zip>>.
- [8] ScanTool.net, LLC, [online], 2002 - [cit. 27.3.2009]. Dostupné na www: <<http://www.scantool.net/software/scantool.net/index.shtml#download>>.
- [9] e-shop: digimoto.com, [online], PerformanceScan, LLC, 2003 - [cit. 27.3.2009]. Dostupné na www: <<http://www.digimoto.com/installs/lite/digimotolitefw106.exe>>.
- [10] [online], [cit. 27.3.2009]. Dostupné na www: <<http://www.wgsoft.de/index.php?newlang=english>>.
- [11] [online], [27.3.2009]. Dostupné na www: <<http://www.obd2crazy.com/FULwOBD.ZIP>>.
- [12] ELM Electronics, LLC, [online], 2001 - [cit. 17.4.2009]. Dostupné na www: <<http://www.elmelectronics.com/obdindex.html>>.
- [13] *ELM323 datasheet*, [online], ELM Electronics, 2001, 2003, 19 s., Dostupné na www: <<http://www.elmelectronics.com/Dsheets/ELM323DS.pdf>>.
- [14] *FT232R USB UART IC datasheet*, [online], Future Technology Devices International Ltd., 2005., 29s., dostupné na www: <http://www.ftdichip.com/Documents/DataSheets/DS_FT232R.pdf>.
- [15] ADART COMPUTERS, s.r.o., [online], 2005 - [cit. 4.5.2009]. Dostupné na www: <<http://www.motordiag.cz/produkt.obd2-plug>>.
- [16] Kadlec, V., *Učíme se programovat v Borland C++ Builder a jazyce C++*, Computer press, 367 s., 04/2002
- [17] [online], [29.5.2009]. Dostupné na www: <http://www.obd-codes.com/trouble_codes/volkswagen/>.

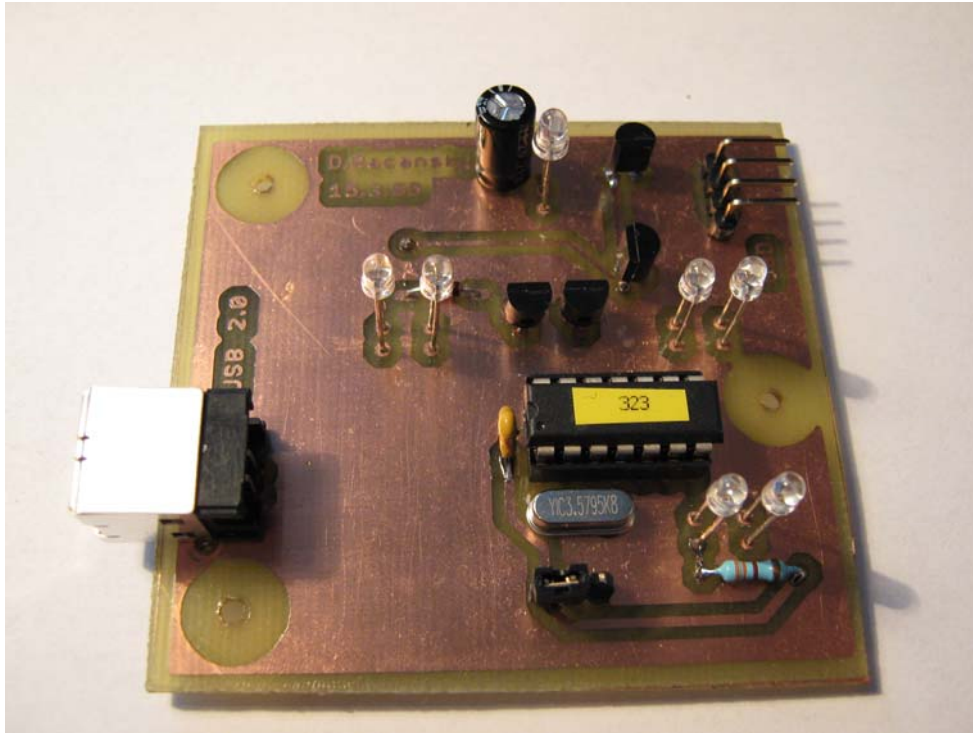
SEZNAM ZKRATEK

ABS	Anti-lock Brake Systém, protiblokovací systém
ASR	Anti Skid Regulation, systém regulace prokluzu kol
OBD	On Board Diagnostics, palubní diagnostika
ISO	International Standard Organization, mezinárodní organizace pro tvorbu norem
SAE	Institute (School of Audio Engineering), Soukromá americká instituce zabývající se studií akustiky, 3D animací a simulací
COM	Component Object Model,
VW	VolksWagen, název automobilového koncernu
VPW	Variable Pulse Width, proměnná šířka pulsu
PWM	Pulse Width Modulation, pulzně šířková modulace
CAN	Controller Area Network, datové sběrnice místní sítě
VAG	V.A.G. automobile koncern, zkratka koncernu (Volkswagen, Škoda, Audi, Seat)
USB	Universal Serial Bus, univerzální sériová sběrnice
SCP	Standard Corporate Protocol, standardní společný protokol
ACP	Audio Corporate Protocol, společný audio protokol
BC	Board Computer, palubní počítač
PAS	Parking Assistance Service, parkovací asistent
UTP	Unshilded Twisted Pair, kroucená dvojlinka
PC	Personal Compputer, stolní počítač
FTDI	Future Technology Devices International Ltd., označení převodníku RS232->USB podle výrobce.
API	Application Programming Interface, rozhraní pro programování aplikací
EEPROM	Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory, elektronicky mazatelná programovatelná paměť pouze ke čtení

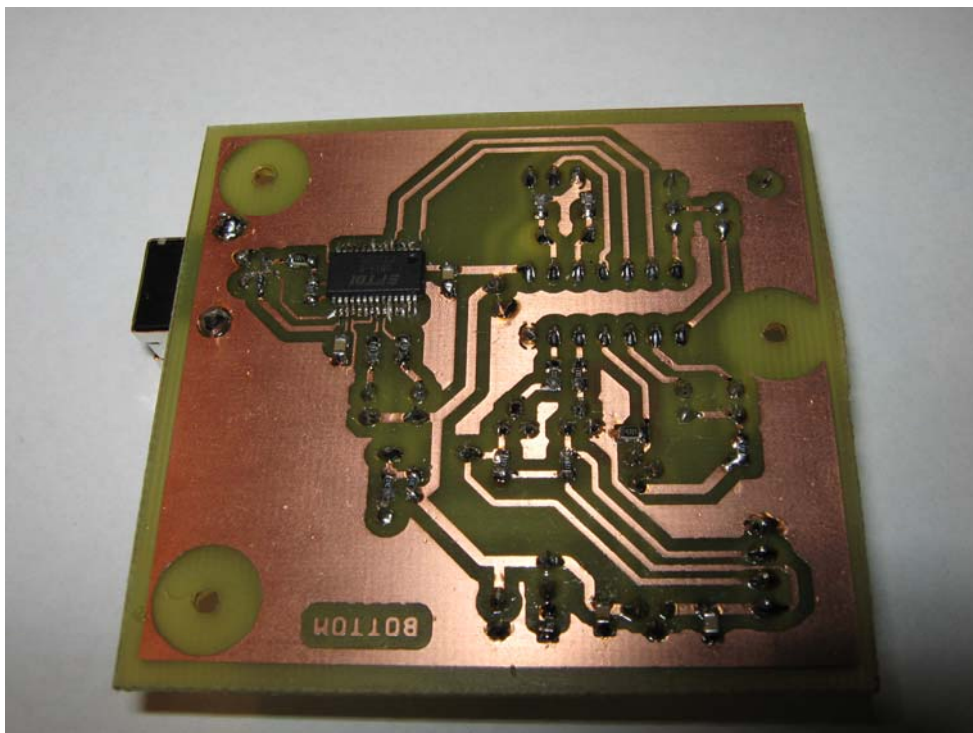
SEZNAM PŘÍLOH

A	fotodokumentace.....	48
---	----------------------	----

A FOTODOKUMENTACE



Obr. A1: Finální podoba “OBD” – pohled zhora.



Obr. A2: Finální podoba “OBD” – pohled zdola.