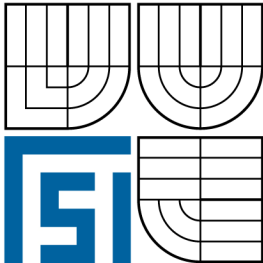


VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ
ÚSTAV KONSTRUOVÁNÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING
INSTITUTE OF MACHINE AND INDUSTRIAL DESIGN

VÝVOJ A MOŽNOSTI SOUČASNÝCH OBD SYSTÉMŮ U OSOBNÍCH AUTOMOBILŮ A MOTOCYKLŮ

DEVELOPMENT AND POTENTIAL OF PRESENT CAR AND MOTORCYCLES OBD
SYSTEM

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

ZDENĚK NEUWIRTH

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

DOC. ING. IVAN MAZŮREK, CSC.

BRNO 2007

Anotace:

V úvodu je krátce vysvětlen pojem OBD, postupně jsou v kapitolách uvedeny základní informace k problematice vnitřní diagnostiky, rozdělení na OBD I a OBD II a popis těchto stupňů. Dále je zde základní seznámení s nejdůležitějšími částmi systému, největší důraz je kladen na problematiku sítí ve vozidle. Postupně jsou uvedeny důvody pro použití sběrníkových systému ve vozidle, dělení těchto systémů a jejich stručný popis. Pro sběrníkový systém CAN-Bus je vyhrazena největší část, protože je stále ještě nejvíce používán. V další části jsou používané komunikační systémy porovnány, pro názornost je zde uvedena tabulka s přehledem důležitých vlastností sběrníkových systémů. Příklady propojení několika sítí v jednom automobilu a návaznost sběrníkových systému na diagnostickou zásuvku je znázorněno graficky. V krátké části jsou představeny některé diagnostické přístroje. Další kapitola je věnována chronologickému uspořádání vývoje systémů vnitřní diagnostiky, možnostem a příkladům využití těchto systémů, stručně jsou popsány některé případy využití v současnosti a v budoucnosti.

Annotation:

In entrance is briefly explained concept OBD, by degrees there're adduced at chapters basic informations about problems on board diagnostic, division into OBD I and OBD II and description of these degrees. Again there are basic introduction with all important parts of the system, the biggest accent is on problems of nets in vehicle. By degrees are adduced reasons for use bus's systems at vehicle, dealing of these arrangements and their brief description. For bus system CAN- Bus 's reserved the largest part, because it is used always any more mostly. In next parts are compared used communication systems, account on clearness there is adduced bar with abstract of important adjuncts bus systems. Examples of connection of several nets in some automobile and sequence of bus systems around diagnostic connector are typified graphically. In short part are introduced some diagnostic devices. The next chapter is address to a chronological order of advancement on board diagnostics systems, possibilities and examples taking advantage these systems, briefly are described some cases taking advantage now and in the future.

Klíčová slova:

Diagnostika, OBD, CAN, sběrnice, LIN, vývoj

Keywords:

Diagnostic, OBD, CAN, bus, LIN, advancement

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem svou bakalářskou práci vypracoval samostatně a používal jsem pouze zdroje uvedené v příloženém seznamu použitých zdrojů.

V Brně dne: 18.5.2007

Podpis: Zdeněk Neuwirth v.r.

Poděkování

Děkuji doc. Ing. Ivanu Mazůrkovi CSc. vedoucímu bakalářské práce za pomoc a vedení při vytváření této práce a za rady, náměty a připomínky.

Děkuji také Ing. Petru Dvořáčkovi za cenné rady v počátcích tvorby této práce.

Rád bych také poděkoval všem, kteří mě jakýmkoliv způsobem podpořili.

OBSAH

OBSAH	7
Seznam obrázků	10
Seznam tabulek	10
ÚVOD	11
1 VNITŘNÍ DIAGNOSTIKA	12
1.1 Palubní diagnostika motorových vozidel	12
1.1.1 OBD I	12
1.1.2 OBD II a EOBD	13
1.1.3 Diagnostické přístroje	14
1.2 Hlavní části vnitřní diagnostiky	15
1.2.1 Řídící jednotky	15
1.2.2 Akční členy, snímače a spínače	15
1.2.3 Síťové systémy	16
1.2.4 Sběrníkové systémy	16
2 AUTOMOBILOVÉ SBĚRNICE	18
2.1 CAN-Bus	18
2.1.1 Základní popis CAN-Bus	18
2.1.2 Komunikace a komunikační (datový) protokol	19
2.1.3 Některé druhy CAN-Bus	20
2.2 LIN	20
2.2.1 Přenos dat	21
2.3 FlexRay	21
2.3.1 Realizace FlexRay	21
2.3.2 Přenos dat	21
2.4 MOST	22
2.4.1 Fyzické zařízení	22
2.5 SAE J1850	22
2.6 Některé méně používané sběrnice	22
2.6.1 TTP	22
2.6.2 Byteight	22
2.6.3 TTCAN	22
2.6.4 J1939	22
2.7 Porovnání sběrníkových systémů	23
2.7.1 CAN- spolehlivý	23
2.7.2 LIN - finančně nenáročný	23
2.7.3 FlexRay – rychlý a bezpečný	23
2.7.4 MOST – multimédia	23
2.8 Použití sběrníkových systémů	24
3 VÝVOJ A MOŽNOSTI	27
3.1 Vývoj On Board Diagnostických systémů	27
3.2 Možnosti a příklady využití systémů v budoucnosti	27
3.2.1 Bezpečnost provozu na pozemních komunikacích	28
4 ZÁVĚR	30
SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	31

Seznam obrázků

Obr. 1-1	Diagnostický konektor a jeho zapojení	13
Obr. 1-2	Příklady diagnostických přístrojů	14
Obr. 1-3	Příklady novějších diagnostických přístrojů	15
Obr. 1-4	Procentuální podíl poruch	16
Obr. 1-5	Rozdělení sběrnice systémů	17
Obr. 2-6	Schématické znázornění uspořádání	18
Obr. 2-7	Datová zpráva specifikace 2.0A	19
Obr. 2-8	Použití LIN ve vozidle	20
Obr. 2-9	Celkový formát zprávy LIN	21
Obr. 2-10	Komunikační cyklus FlexRay	21
Obr. 2-11	Struktura sběrnice MOST	22
Obr. 2-12	Vývoj podílu jednotlivých sběrnic	23
Obr. 2-13	Propojení tří sběrnic	24
Obr. 2-14	Kompletní zasíťování vozidla	25
Obr. 2-15	Návaznost na diagnostickou zásuvku	26

Seznam tabulek

Tab. 2-1	Popis datové zprávy	19
Tab. 2-2	Přehled sběrnice systémů	24
Tab. 2-3	Legenda k obr. 14	25

ÚVOD

On Board Diagnostické systémy, označovány zkratkou OBD, jsou v České republice známy jako systémy palubní diagnostiky, nebo lépe vnitřní diagnostiky. Pod názvem OBD se v dnešní době stále častěji skrývá veškerá problematika elektronických systémů ve vozidle. Označení vzniklo pro systémy, které dokázaly za jízdy uvnitř vozidla kontrolovat a měnit parametry ovlivňující správnou funkci motoru, především spalování. Jak se zvětšovaly nároky na emisní limity a přibývaly zákonem stanovené oblasti (např. bezpečnost), tak bylo nutné do systémů vnitřní diagnostiky zahrnovat stále další systémy a podsystémy.

Cílem této práce je rešeršní zpracování problematiky On Board Diagnostických systémů. První část se zabývá základním seznámením s vnitřní diagnostikou, jejími jednotlivými stupni a s hlavními částmi, krátce představuje příklady přístrojů používaných k diagnostice. Stěžejní část práce je zaměřená na stručný popis nejčastěji používaných sběrných systémů a jejich vzájemné porovnání. Dále se tato část zabývá propojení různých sběrných systémů v jednom vozidle. Součástí třetí části této práce je chronologické uspořádání událostí ovlivňující vývoj OBD, představení některých možností dalšího využití a vývoje systémů palubní diagnostiky.

Důvodem pro volbu tohoto tématu je to, že jsem se elektrice a elektronice v osobních automobilech věnoval již několik let. Na odborném učilišti, kde jsem se vyučil autoelektrikářem a poté dva roky při nástavbovém studiu autoelektronika.

1 VNITŘNÍ DIAGNOSTIKA

Vlády některých zemí reagovaly na stále se zvětšující počet motorových vozidel stanovením podmínek pro nově vyráběná vozidla (homologace). První podmínky se týkaly obsahu škodlivin ve výfukových plynech, dále se limity zpřísnily a také vznikaly normy pro další oblasti, např. aktivní a pasivní bezpečnost, hlučnost, zabezpečení vozidla, atd.. Pro značnou setrvačnost klasicky používaného (mechanického) ovládání byly jednotlivé systémy postupně nahrazovány systémy s elektronickými metodami regulace. Velkou výhodou je možnost provádět regulaci v závislosti na více parametrech z různých snímačů, výsledná hodnota (elektrický signál) je stanovena numerickým zpracováním jednotlivých elektrických signálů. Diagnostika systému elektronické regulace je prováděna jako ohmické (statické) proměření jednotlivých komponentů soustavy (snímačů, výkonných prvků, kabeláže atd.), dále jako dynamická kontrola, měření změny elektrických signálů. Množství prvků ve vozidle ovlivňuje složitost elektronické soustavy, tím vzniká nutnost zlepšení diagnostických metod a přístrojů.

1.1 Palubní diagnostika motorových vozidel

Palubní nebo vnitřní diagnostika označovaná také jako OBD (On Board Diagnostic) provádí za provozu vozidla samokontrolu (vnitřní kontrolu), kontrolu předdefinované funkce. Tato diagnostika, nazývaná také palubní, je od roku 2000 povinnou součástí řízení motoru, systému pro přenos kroutícího momentu, aktivní a pasivní bezpečnosti. Diagnostika je vybavena kontrolkou umístěnou na palubní desce. Závada je v numerickém nebo alfanumerickém kódu uložena do paměti závad, která je součástí řídicí jednotky. Vznikne-li na některém prvku trvalá závada, je jeho signál nahrazen nouzovým, přeprogramovaným signálem. Vyčítání paměti závad se provádí po diagnostickém vedení různými způsoby, v závislosti na použitém stupni vnitřní diagnostiky. Stupně se označují OBD I a OBD II nebo EOBD. EOBD je vnitřní diagnostika upravená pro evropské normy.

1.1.1 OBD I

Vyčítání paměti závad je aktivováno připojením „kostry“, nejčastěji na vedení L (u některých vozidel na vedení K) a zapnutím zapalování. Vyčtení pak probíhá pomocí blikacího kódu, buď tento kód zobrazí blikání kontrolky na palubní desce, anebo je přiveden na diagnostickou zásuvku vedením K. Kód je dán sledem impulzů v čase, kód určuje druh a místo závady. Pro diagnostiku se nejčastěji používá diagnostický přístroj („tester“), který se připojuje k diagnostické zásuvce (není jednotná). Závada je zobrazena na displeji (nebo externí obrazovce) přístroje v číselném kódu nebo je slovně vypsána. Diagnostika byla dále rozšířena o test akčních členů při nenastartovaném motoru a v některých případech o test signálů ze snímačů při chodu motoru.

Záznam závad

Je-li v systému zaznamenána trvalá závada, rozsvítí se kontrolka a zůstane rozsvícená. Dále se může vyskytnout sporadická závada (vyskytuje se pouze za určitých podmínek), kontrolka svítí pouze v okamžiku, kdy je závada vyhodnocena.

Oba druhy závad jsou ukládány do paměti a mohou být vyčteny. Norma dále neurčuje jaký kód má být přiřazen jaké závadě.

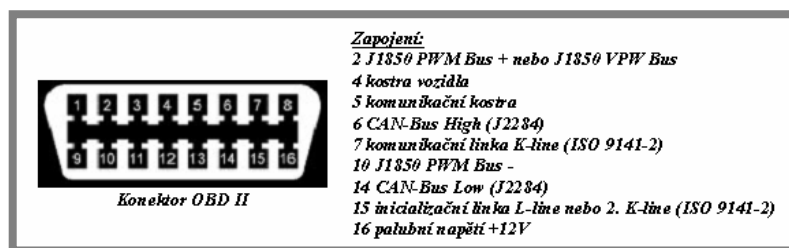
1.1.2 OBD II a EOBD

1.1.2

Norma určená pro osobní a lehká užitková vozidla se zážehovými a vznětovými motory. Definuje sledování bezchybné funkce prvků a dodržování emisních limitů, diagnostika se provádí testovacím přístrojem. Kontrolka na palubní desce může být ve stavech svítí, nesvítí a bliká. Kontrolka svítí, nastanou-li závady nebo závada ovlivňující emise o více jak 1,5 násobek limitní hodnoty. Kontrolka bliká, jestliže se vyskytuje závada, která může poškodit katalyzátor. Pokud je vše v pořádku, nebo vyskytne-li se sporadická závada, která se zapíše do paměti závad a dále se nevyskytuje, kontrolka po nastartování zhasne a nesvítí.

Základ OBD II a EOBD

Součásti, které správně nefungují, mohou být příčinou zvýšení škodlivin ve výfukových plynech (CO – oxid uhličitý, HC – uhlovodíky, NOx – oxidy dusíku). Úkolem je sledovat a kontrolovat všechny díly podílející se na složení výfukových plynů, používat předepsanou diagnostickou zásuvku (přístup od sedačky řidiče), varovat řidiče při výskytu závady (kontrolka), chránit katalyzátor, ukládat závady, komunikovat s diagnostickým přístrojem pouze standardními kódy, podporovat běžné diagnostické přístroje, na požádání poskytovat informace o podmínkách při kterých došlo k závadě a označovat součásti, systémy a závady podle standardu. Propojovací konektor je označován CARB (pro OBD II) a ISO 9141-2 (pro EOBD).



Obr. 1-1 Diagnostický konektor a jeho zapojení

Je dán tvar a obsazení pinů (kolíků), příklad ukazuje obrázek 1, v závorkách jsou uvedeny normy pro jednotlivá zapojení.

Sledované děje:

- Katalyzátor (funkčnost) – porovnáním signálu z lambda sond (před a za).
- Lambda-sondy – hodnotí se průběh signálu při provozu a rychlost začátku regulace.
- Spalování – bezchybnost hodnocena z četnosti výpadků
- Systém sekundárního vzduchu
- Zpětné vedení výfukových plynů (recirkulace spalin)
- Odvzdušňování palivové nádrže (funkčnost, těsnost)
- Systém rozdělování paliva

- Sběrnice
- Vlivy automatické převodovky na motor
- Elektrický pedál akcelerace

Akční členy se dají hodnotit také při nenastartovaném motoru a to poslechovou a sledovací metodou.

Diagnostický test

Zcela automaticky při budování komunikace (tester – jednotka) se provádí určení typu přenosu, řídicí jednotka vysílá záhlaví, které se skládá ze vzorku rychlosti přenosu sloužícího k synchronizaci a z klíčových slov, které testují správnou komunikaci. Samostatnou částí je vymazání závad, provede se po odstranění závady nebo po jejím vymizení – nevyskytne-li se závada po určitý počet cyklů. Při vymazání paměti se vymažou všechny data najednou. Prakticky se diagnostický test skládá z těchto částí:

- Čtení paměti závad s určením, zda jde o statickou či sporadickou a postupně zobrazení pokynů k odstranění závady.
- Test akčních členů, je možné zvolit kompletní test, nebo jen test některých členů.
- Ověření věrohodnosti signálů, srovnání naměřené a prahové hodnoty pro všechny nebo jen některý člen.
- Vymazání paměti závad.

1.1.3 Diagnostické přístroje

Na českém trhu je velké množství diagnostických přístrojů. Jsou to přístroje určené pro malou skupinu značek vozidel, které na trh dodávají výrobci vozidel (např. koncern VW), přístroje určené pro vozidla vybavená určitou značkou komponentů, které dodávají výrobci těchto komponentů (např. BOSCH). I tito výrobci se snaží o univerzalitu svých produktů. Jako příklad jsou zde uvedeny některé přístroje používané v diagnostice, jedná se o přístroje, se kterými jsem si vyzkoušel diagnostiku na učilišti nebo v nastavbovém studiu – obrázek 2, nebo přístroje novější – obrázek 3.



Obr. 1-2 Příklady diagnostických přístrojů

Na obrázku 2 je zleva:

FSA 560 – výrobce Bosch, univerzální měřicí a diagnostický přístroj.

KTS 650 – Bosch, univerzální diagnostický přístroj.

V.A.G 1552 – výrobce VW, diagnostický tester.



Obr. 1-3 Příklady novějších diagnostických přístrojů

Na obrázku 3 zleva:

VAS 5051(B) –VW, univerzální diagnostika.

VAS 5053 – nástupce V.A.G 1551.

CP9125 – výrobce Actron, diagnostický tester OBDII a EOBD, (cena 3510,50 Kč).

FINEST 1006 – výrobce Blue Panther Instrumens, automobilový analyzátor.

FSA 750 – Bosch, univerzální diagnostická stanice.

V současnosti je hodně rozšířené diagnostikování pomocí PC (osobní počítač), na který je nainstalován některý diagnostický program (VAG COM, SuperVAG, AUTOCOM, PP2CAN, atd.) a je použito vhodné propojení s diagnostickou zásuvkou. Tyto formy komunikace s vozidlem umožňují nejen diagnostiku v rozsahu nainstalovaného programu, ale některé také např. i vyčtení PIN vozu a chipování.

1.2 Hlavní části vnitřní diagnostiky

1.2

1.2.1 Řídící jednotky

1.2.1

Řídící jednotka je vlastně mikropočítač s procesorem a paměťovými obvody. Přijímané hodnoty jednotka porovnává s teoretickými vypočítanými hodnotami, nebo s hodnotami přeprogramovanými, které jsou uloženy v paměti. Na základě tohoto porovnání vysílá jednotka řídicí signály pro jednotlivé prvky.

Paměti v řídicí jednotce:

Programová paměť – EPROM a FEPRM (Flash EPROM) – V paměti typu EPROM jsou uloženy kódy jednotlivých závad, referenční a výrobní hodnoty, atd. V FEPRM se nacházejí různá pole charakteristik.

Datová paměť (RAM) – slouží k dočasnému uložení a opětovnému vyvolání proměnných hodnot, musí být na rozdíl od pamětí EPROM stále napájena.

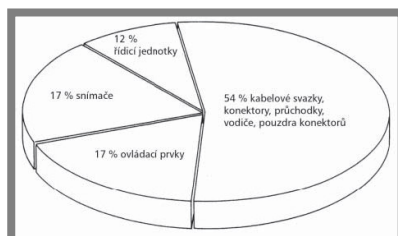
1.2.2 Akční členy, snímače a spínače

1.2.2

Ve vozidle je použito velké množství jednotlivých prvků, v rozličných aplikacích a systémech. Například snímače: počínaje jednoduchým kontaktním snímačem, až po komplikované snímače (Lambda sonda). Mezi akční členy počítáme všechny prvky, které zajišťují nějakou činnost (natáčení škrtkové klapky, atd.)

1.2.3 Síťové systémy

Současný automobil vyšší třídy může obsahovat až 60 řídicích jednotek a několik stovek snímačů, spínačů, elektromotorů, atd. Celková délka kabeláže v tomto případě může být větší než 3000 metrů. Toto zapojení je velmi nákladné, nespolehlivé a značně zvyšuje hmotnost. Jak ukazuje obrázek 4 je více jak 50% příčin poruch v systému způsobeno závadami na elektroinstalaci.



Obr. 1-4 Procentuální podíl poruch

1.2.4 Sběrníkové systémy

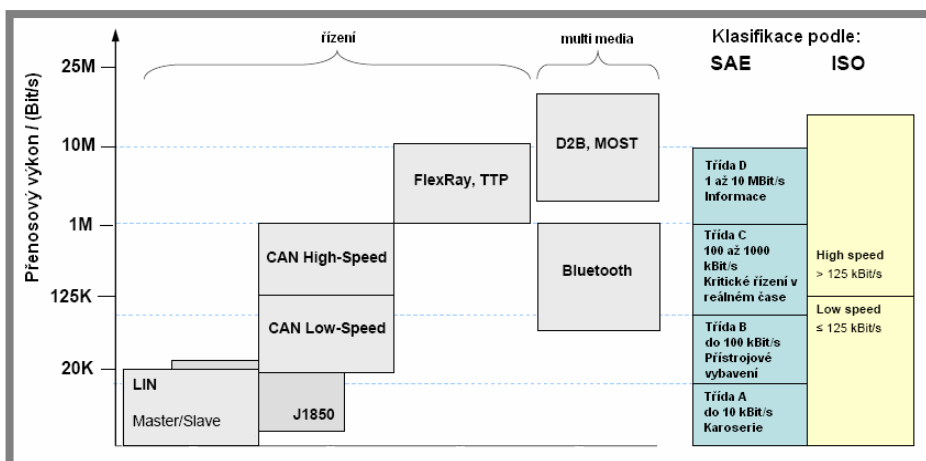
Ze skutečností uvedených v předchozích odstavcích vyplývá snaha o vytvoření nových systémů pro výměnu dat a pro komunikaci. Vývoj komunikačních cest pro použití v automobilech se nechal inspirovat sběrníkovými systémy používanými v počítačích.

Obecně přináší sběrníkové systémy několik výhod:

- snížení počtu kabelů a vodičů – z toho plyne snížení hmotnosti, lepší odolnost vůči poruchám, jednodušší konstrukční uspořádání, menší náklady, částečná eliminace nepříznivých elektromagnetických vlivů,
- vznikají možnosti propojení – spolupráce různých systémů, využití jednoho snímače pro více systémů současně, změny nastavení použitím nových programů,
- vylepšení diagnostiky – vzájemná kontrola systémů, identifikace závad při zpracování a posílání dat,
- odlehčení výpočtových členů – data jsou po sběrnících přenášena digitálně, zpravidla vysokofrekvenčními pulzy.

Dělení sběrníkových systémů

Sběrníkové systémy v automobilech můžeme dělit podle typu zapojení do série nebo do hvězdy. Ve většině aplikací ve vozidle se používá zapojení do série (např. CAN-Bus). Dalším dělením je dělení podle rychlosti přenášených informací (dat), počet bitů přenesených za sekundu (Bit - nejmenší jednotka informace). Klasifikace a uspořádání podle rychlostí přenosu dat ukazuje obrázek 5.



Obr. 1-5 Rozdělení sběrnice systémů

2 AUTOMOBILOVÉ SBĚRNICE

2.1 CAN-Bus

Bus – Bussystém znamená v překladu sběrnice, nebo lépe datová sběrnice; CAN je spojením prvních písmen z anglických slov Controller Area Network, což volně přeloženo znamená Lokální síť řídicích jednotek. CAN sběrnice byla vyvinuta už v 80. letech minulého století firmou Robert Bosch. Poprvé byla základní verze sběrnice CAN nasazena ve vozidle Mercedes Benz v roce 1991. V roce 1993 byl pro CAN-Bus vytvořen mezinárodní standart ISO 11898. V roce 1996 byla sběrnice použita poprvé ve vozidlech koncernu VW (VW Passat a Škoda Octavia). Dalším vývojem vznikly dvě modifikace, navzájem kompatibilní systémy 2.0A a 2.0B.

2.1.1 Základní popis CAN-Bus

CAN-Bus vedení

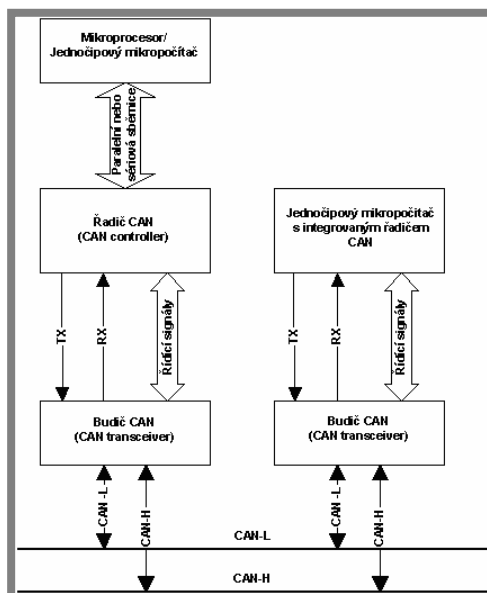
Prostředkem pro přenos signálu jsou dva vodiče označeny CAN H a CAN L a jsou vzájemně propojeny přes rezistory, na vedení jsou připojeny tzv. komunikační uzly. Norma udává maximální délku vedení a maximální počet uzlů.

Základní řešení obvodu CAN

Každý prvek (řídicí jednotky, čidla, atd.) napojen na sběrnici CAN je realizován pomocí následujících obvodů:

- Mikroprocesor
- Řadič CAN (CAN controller)
- Budič CAN (CAN transceiver)

Příklad typického zapojení je uveden na obrázku 6.



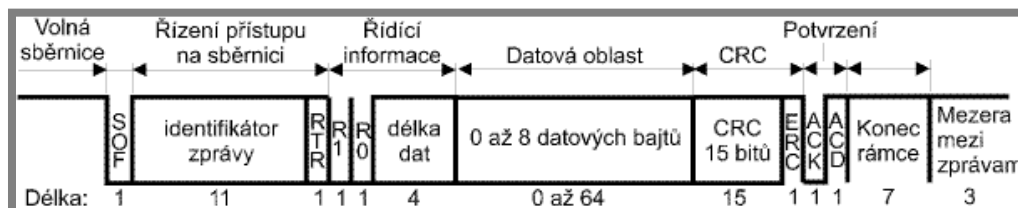
Obr. 2-6 Schématické znázornění uspořádání

2.1.2 Komunikace a komunikační (datový) protokol

Režim multi-master: Jakýkoliv uzel může být master a řídit tak chování ostatních uzlů. Poruší-li se některý z uzlů, může síť komunikovat dál. Zprávy neobsahují žádná data informující o uzlu, pro který jsou určeny, ale jsou přijímány všemi uzly. Specifikace protokolu CAN 2.0 rozeznává čtyři druhy zpráv:

- Datová zpráva (Data Frame)

Datová zpráva, nebo také datový blok, je v protokolu CAN používána ve dvou specifikacích. Typ 2.0A - délka identifikátoru 11 bitů a typ 2.0B - 29 bitů. Obrázek 7 ukazuje rozsah datové zprávy typu 2.0A.



Obr. 2-7 Datová zpráva specifikace 2.0A

Tab. 2-1 Popis datové zprávy

popisek	vysvětlení	popisek	vysvětlení
SOF (Start Of Frame)	začátek zprávy	CRC kód	kontrola
Identifikátor zprávy	určuje význam zprávy	ERC	oddělovač CRC kódu
RTR (Repote Request)	určuje jde-li o datovou zprávu nebo o žádost o data	AKC	bit určen k potvrzení o přijetí
R1, R0	rezervované bity	ACD	oddělovač potvrzení
Délka dat	udává velikost datové oblasti	Konec rámce	konec zprávy
Datová oblast	datové bajty	Mezera mezi zprávami	odděluje zprávy

- Žádost o data (Remote Frame)

Struktura zprávy žádost o data je v zásadě shodná se strukturou datové zprávy. Rozdíl je dán bitem RTR a tím, že úplně chybí oblast dat.

- Chybová zpráva (Error Frame)

Chybová zpráva je vysílána po zjištění některé z chyb (chyba Monitoring, chyba CRC kódu, atd.).

- Zpráva o přetížení (Overload Frame)

Pokud některý uzel (zařízení) je natolik zaneprázdněn, že by nemohl operovat (přijímat, zpracovávat) s dalšími zprávami, odešle na vedení zprávu o přetížení.

Bezpečnost dat a zjištění chyb

- Monitoring, určení přístupu na sběrnici (priority).
- CRC kód (Cyclic Redundancy Check - kontrola cyklickým kódem)
- Vkládání bitů
- Kontrola zprávy (porovnání)
- Potvrzení přijetí zprávy

Podle počtů zaznamenaných chyb může uzel být aktivní, pasivní nebo automaticky odpojený.

2.1.3 Některé druhy CAN-Bus

V průběhu doby vznikají některé modifikace CAN sběrnice (vývoj elektroniky, reakce na nové požadavky). Dělení dle rychlosti přenosu dat:

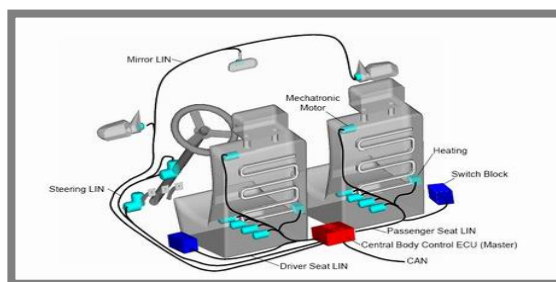
- Vysokorychlostní sběrnice – rychlost 500 kbit/s, u jiných výrobců např. 250 kbit/s. Použití – řízení motoru, převodovky, ABS, ESP.
- Nízkorychlostní sběrnice – rychlost 62,5 kbit/s, využití v oblasti komfortu a vnější a vnitřní diagnostiky.
- Optická sběrnice – D2B (Domestic Digital Bus) sběrnice s rychlostí 5,6Mbit/s, tvořena optickými (světlovodnými) kabely. Použití – v komunikační a navigační technice a v audiotechnice.

Příklady používaných protokolů:

- SAE J1939 – použití pro autobusy a nákladní automobily,
- OSEK – vyšší vrstva protokolu (operační systém), používaná nejen pro sběrnice CAN.
- DeviceNet – popis dat pomocí objektového modelu.
- CAL (CAN Application Layer) – základem 4 skupiny servisních služeb, 8 tříd priorit, 272 předdefinovaných identifikátorů.
- CAN Open – vylepšení CAL.

2.2 LIN

(Local Interconnect Network) – propojení lokálních sítí. V roce 2000 představen jako výsledek spolupráce firem Audi, BMW, Chrysler, Volvo, Volkswagen, Motorola a VCT. Sběrnice LIN je navržena jako náhrada CAN v oblastech nevyžadujících takovou rychlost a bezpečnost přenosu. LIN se používá v řízení dveřních systémů, řízení nastavování sedaček, stěračů, klimatizace a dalších aplikací. Tyto sběrnice jsou používány především pro jejich nízkou cenu a použitý formát. Typické použití v řízení komfortní elektroniky ukazuje obrázek 8.



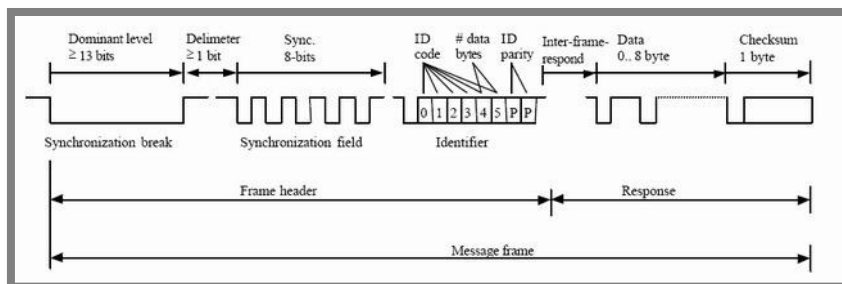
Obr. 2-8 Použití LIN ve vozidle

Základními charakteristikami LIN jsou:

- sériový přenos dat formátu UART po jednom vodiči,
- typ komunikace master-slave,
- přenosová rychlost 2400 až 19200 bit/s
- délka přenášených dat 2, 4 a 8 bajtů
- časová synchronizace bez stabilizované časové základny
- kontrola součtem dat
- zjišťování špatných uzlů

2.2.1 Přenos dat

Formát dat UART kóduje zprávy po jednotlivých bajtech. Rámec zprávy (LIN Message Frame) je složen z rámce Header frame, který je vyslán jednotkou master a dále se dělí na Synchronization break – synchronizační pauza, Synchronization field – synchronizační pole, Identifier – identifikátor. A rámce Response frame – rámec odpovědi, 0 až 8 bajtů, vyslaným buď jednotkou master nebo slave. Tyto rámce jsou navzájem odděleny mezerou tzv. inter-frame, která je daná časovou prodlevou mezi přijetím žádosti jednotkou slave od master a vysláním odpovědi. Formát celé zprávy je znázorněn na obrázku 9.



Obr. 2-9 Celkový formát zprávy LIN

2.3 FlexRay

FlexRay se začíná vyvíjet v roce 1999 ve spolupráci BMW, Chrysler, Motorola a Philips. Je to vysokorychlostní sériový sdělovací systém pro vnitřní sítě, která je tvořena párem stočených vodičů. Propojení uzlů (jednotek) je do hvězdy, na cestě mezi každými dvěma uzly smí být tři hvězdy.

2.3.1 Realizace FlexRay

Systém FlexRay definuje fyzickou vrstvu a protokol, podle kterého jsou data přenášena. Fyzická vrstva (přenosové medium) může být buď elektrický vodič, nebo optický kabel. FlexRay je časově říditelná sběrnice odolná proti poruchám a poskytuje deterministický (předvídatelný) přenos dat rychlostí od 500 kBit/s do 10 MBit/s s 24 bitovým CRC kódem. Určující hodnota na sběrnici je změna signálu (skok).

2.3.2 Přenos dat

Každý komunikační cyklus se dělí na statický a dynamický segment s nastavitelnou délkou. Data se nemusí přenášet v každém komunikačním cyklu, je možný čistě statický nebo čistě dynamický provoz. Na obrázku 10 je zobrazen rámec komunikačního cyklu.

Ukazatel	Rámec identifikátoru	Délka	Hlavička CRC kódu	Číslo cyklu	Data	Rámec CRC kódu
3 Bits	12 Bits	7 Bits	11 Bits	6 Bits	0 - 254 Bytes	24 Bits

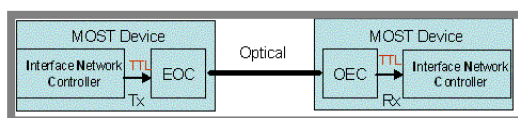
Obr. 2-10 Komunikační cyklus FlexRay

2.4 MOST

MOST (Media Oriented Systems Transport) je dvou vodičová sběrnice, realizovaná topologicky do prstenu, hvězdy nebo věnečku přes plastové optické vlákno. MOST bus specifikace definuje fyzickou (elektrickou a optickou) vrstvu stejně jako aplikační vrstvu, síťovou vrstvu a řízení přístupu. Poskytuje optické řešení pro mediální sítě v automobilu (audio, video, CD, ..).

2.4.1 Fyzické zařízení

Zařízení MOST jsou propojeny optickým kabelem mezi EOC (elektricko – optický konvertor) a OEC (opticko – elektrický konvertor). Uspořádání ukazuje obrázek 11.



Obr. 2-11 Struktura sběrnice MOST

2.5 SAE J1850

Sběrnice SAE J1850 je užívána pro diagnostiku a sdílení dat ve vozidle. Rozlišuje dvě formy:

- Modulovaná šířka impulzu s rychlostí 41,6 kBit/s po dvou vodičích.
- Proměnná šířka impulzu s rychlostí 10,4 kBit/s po jednom vodiči.

J1850 (v obou verzích) užívá CSMA/CR protokol, který posuzuje prioritu zprávy podobně jako protokol CAN. Zpráva má délku datové části 8 až 64 bitů a používá cyklickou kontrolu nadbytečnosti (CRC).

2.6 Některé méně používané sběrnice

2.6.1 TTP

Sběrnice TTP používá deterministický protokol s časovou synchronizací dat. Byla vytvořena na technické univerzitě ve Vídni a je používána v některých aplikacích značek Audi a VW. Pro nižší cenu byla vytvořena modifikace TTP/A, tato verze používá strukturu master/slave a 8 bitový řadič.

2.6.2 Byteight

Vysokorychlostní sběrnice s deterministickým protokolem, vyvinutá firmou BMW a několika výrobci polovodičů, pro bezpečnostní a kritické automobilové aplikace rychlostí až 10MBit/s. Propojení do hvězdy, optické vlákno. Protokol kombinuje časové a přednostní řízení přístupu na sběrnici.

2.6.3 TTCAN

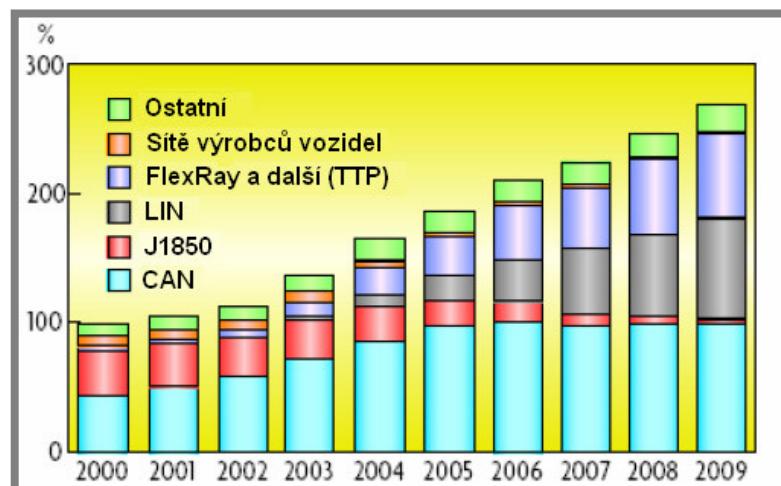
Jedná se o modifikaci CAN-Bus, která umožňuje CAN používat pro časově synchronizovaná data, rostoucí determinismus a spolehlivost.

2.6.4 J1939

Vysokorychlostní síť podporující řízení v reálném čase. Formát zpráv a přístup na síť je shodný s CAN-Bus. Rozsah použitelnosti je ale širší než u CAN.

2.7 Porovnání sběrnice systémů

Stále nejvíce využívaná sběrnice v automobilech je CAN-Bus, od roku 2006 se podíl této sběrnice zmenšuje. Obrázek 12 ukazuje zkoumání firmy Strategy Analytics.



Obr. 2-12 Vývoj podílu jednotlivých sběrnice

Množství sběrnice systémů používaných v automobilech stále roste a výrobci se už nespolehnají pouze na jeden typ sběrnice.

2.7.1

2.7.1 CAN- spolehlivý

Výhodou je dobrá úroveň zabezpečení přenosu, vysoká provozní spolehlivost, řízení priority zpráv. Mezi značné nevýhody patří omezené množství dat v jedné zprávě (max. 8 bajtů), náročné první nastavení registrů.

2.7.2

2.7.2 LIN - finančně nenáročný

Finanční hledisko je jeden ze základních důvodů stále častějšího používání sběrnice LIN. V roce 2005 bylo poprvé použito ve vozidle více sběrnice LIN než CAN. Výhodou je jednoduchý komunikační protokol, snadná diagnostika.

2.7.3

2.7.3 FlexRay – rychlý a bezpečný

Pro datově objemnější informace s nárokem na bezpečnost a pro rychlejší přenos se používají sběrnice FlexRay. Tato sběrnice je sériově používána jako ústřední sběrnice v nových vozech firmy BMW.

2.7.4

2.7.4 MOST – multimédia

Sběrnice MOST používaná skoro výhradně pro multimédia, je vysokorychlostní sběrnice s jednoduchými konektory (připojení) a systémem samorozpoznání nově připojeného přístroje.

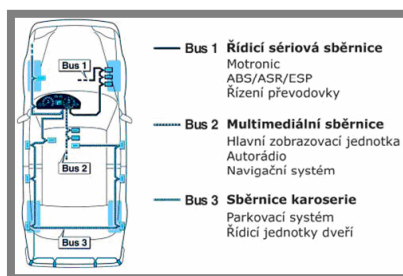
Názornější přehled technických vlastností sběrnicevých systémů je uveden v tabulce 2, která je převzata (přeložena) z učebního textu TU Braunschweig.

Tab. 2-2 Přehled sběrnicevých systémů

	LIN	CAN-B	CAN-C	byteflight	TTP	Flexray	D2B	MOST
Oblast použití	Čidlo/výkonný prvek-přizpůsobení	Komfo. systém	Pohon	Vložené ovládání	Bezpeč. systémy	X-by-wire		Multimédia
Protokol řízení	Čas	Událost				Čas		Synchron. Asynchron.
Fyzická vrstva	Jeden vodič, měď	Dva vodiče, měď		Optický kabel		Dva vodiče, kontrol., optický nebo měď		Optický kabel
Přenos. výkon [Bit/s] přibližně	20k	125k	500k			10M		23M
Odolnost proti poruchám	Kontrola součtem		CRC			CRC, kontrola nadbytečnosti		
Náklady na uzel [Euro]	~0,50	~1,50	~2	~3	~5	~5	~10	~12

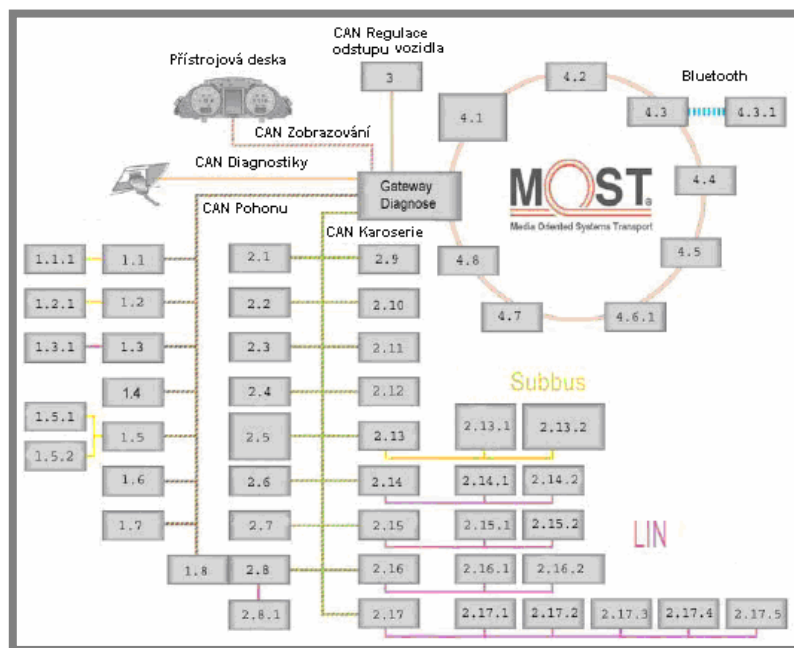
2.8 Použití sběrnicevých systémů

Jednotlivé sběrnice jsou užity tam, kde je jejich použití nejvhodnější a kde jsou nejlépe využity. Obrázek 13 ukazuje obecný příklad propojení tří sběrnic.



Obr. 2-13 Propojení tří sběrnic

Příkladem zapojení může být: Bus 1 – CAN-Bus, Bus 2 – MOST a Bus 3 – LIN. V novějších vozech je běžný ještě větší počet sběrnicevých systémů a subsystémů, což ukazuje následující obrázek 14.



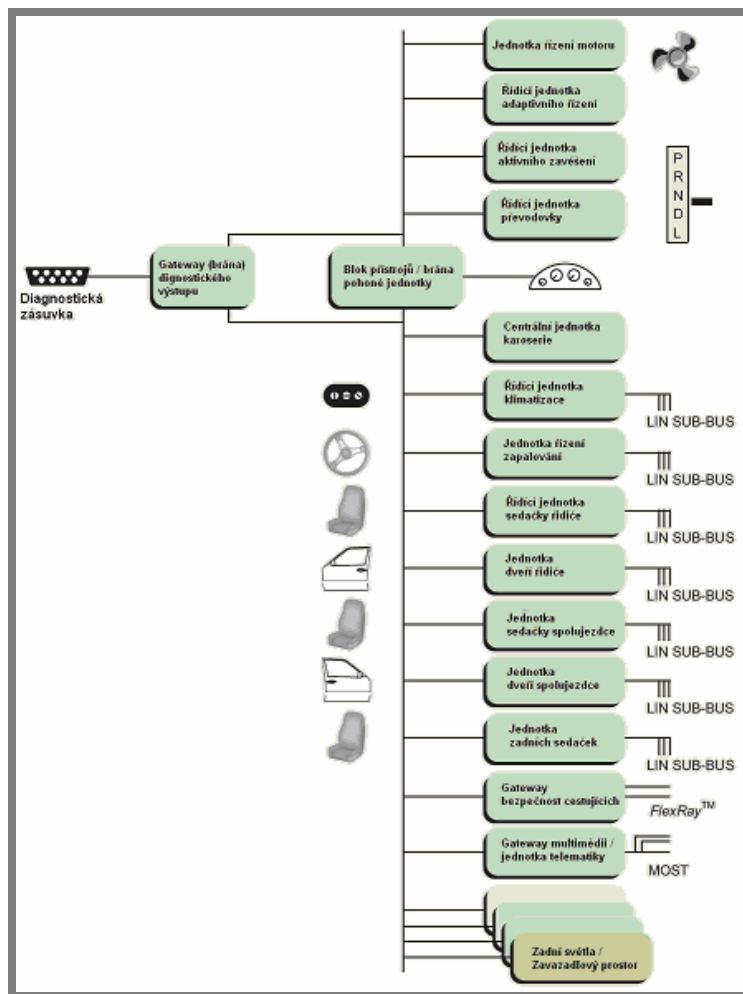
Obr. 2-14 Kompletní zasíťování vozidla

Tab. 2-3 Legenda k obr. 14

1.1	Elektronika motoru	2.7	Rozpoznání přívěsu	2.17	Tlak v pneumatikách
1.1.1	Lambda sonda	2.8	Elektronika sloupku řízení	2.17.1	Vysílač přední levá
1.2	ABS a další			2.17.2	Vysílač přední pravá
1.2.1	Snímač otáček	2.8.1	Funkce volantu	2.17.3	Vysílač zadní levá
1.3	Airbag	2.9	Řízení energie	2.17.4	Vysílač zadní pravá
1.3.1	Rozpoznání obsazení sedadel	2.10	Pomocné topení	2.17.5	Anténa zadní
1.4	Automatická převodovka	2.11	Parkovací zařízení	3	Regulace odstupů vozidla
1.5	Regulace sklonu světlometů	2.12	Elektrická síť vozidla	4.1	Zpráva a ovládací prvky
1.5.1	Výkon levého světlometu	2.13	Zabezpečení vozidla	4.2	Telefon (vysílání, příjem)
1.5.2	Výkon pravého světlometu	2.13.1	Vypínač pro zab. voz.	4.3	Jednotka telematiky
1.6	Elektronika park. a ruční brzda	2.13.2	Anténa zabezpečení	4.3.1	Jednotka Bluetooth
1.7	Regulace světél výšky	2.14	Elektrická síť vozidla	4.4	Navigace
1.8	Snímač natočení kol (rejdu)	2.14.1	Motorek stěračů	4.5	TV-tuner
		2.14.2	Dešťový snímač	4.6	Modul rádia
2.1	Elektronika dveří řidiče	2.15	Centrální řízení komfortu	4.7	Repro soustava
2.2	El. dveří spolujezdce	2.15.1	Snímače vnitřního prostoru	4.8	CD-měníč
2.3	El. zadních dveří vlevo	2.15.2	Alarm		
2.4	El. zadních dveří vpravo	2.16	Klimatizace		
2.5	Nastavení sedačky s pamětí	2.16.1	Ventilátor čist. vzduchu		
2.6	Nast. sed. s pamětí (spolujezdec)	2.16.2	Tlak chladiwa a teplota		

Tabulka 3 vysvětluje číselné kódy uvedené v obr. 14. Jednotlivé sběrnice jsou spojeny přes Gateway (bránu), která převádí data protokolu používaného na jedné sběrnici na data protokolu na druhé sběrnici.

Příklad vnitřního uspořádání a návaznost na diagnostickou zásuvku ukazuje obrázek 15.



Obr. 2-15 Návaznost na diagnostickou zásuvku

3 VÝVOJ A MOŽNOSTI

3

3.1 Vývoj On Board Diagnostických systémů

3.1

Vývoj vnitřní diagnostiky a komunikačních sítí je výrazně ovlivňován emisními limity, požadavkem na bezpečnost pasažérů a na snižování spotřeby.

Důležité mezníky ve vývoji OBD:

1970 – první snaha o snižování emisí a stanovení hraničních limitů

1980 – palubní počítače, jednoduché OBD

1983 – zrod sběrnice CAN

1986 – prezentace CAN-Bus

1988 – standard OBD I

1988 – doporučení SAE pro jednotný konektor a měřící signály

1991 – vznik verze CAN 2.0

1992 – sériové nasazení CAN-Bus v automobilech

1993 – CAN přenesen do mezinárodního standardu ISO 11898

1994 – standard OBD II

1996 – počátek platnosti OBD II v USA

1998 – přijetí směrnice pro EOBD

1998 – návrh sběrnice LIN

1998 – zrod sběrnice MOST

1999 – vznik verze MOST 1.1

2000 – začátek platnosti standardu OBD II (resp. EOBD) v Evropě

2000 – vznik verze LIN 1.0

2001 – sériové nasazení LIN

Vývoj jednotlivých, nejen bezpečnostních systémů je spojen s využíváním sdílení dat z jednotlivých snímačů, popřípadě celých snímačů. Na neustále se zvětšující takovou spolupráci musí být přizpůsobeny i síťové systémy, dalším vývojovým krokem by mělo být používání 32 bitových mikroprocesorů a to možná už v roce 2010.

3.2 Možnosti a příklady využití systémů v budoucnosti

3.2

Příkladem možnosti využití systému vnitřní diagnostiky je probíhající vývoj a testování propojení systému jízdní stability (ABS, ESP, atd.) při detekci smyku se systémem obsahujícím informace o venkovní teplotě. Tato spolupráce se projeví rozdílem v ovládní akčních členů systémů jízdní stability při teplotě nad nulou a pod nulou.

Dalším příkladem je využití dat ze sběrnice systému k vyhodnocení zátěžného spektra převodovky automobilu, problematika je popsána v práci: Mazůrek, I-Pražák, F-Dvořáček, P – Využití sítě CAN-Bus pro stanovení zatížení převodů automobilu; Ústav Konstruování FSI VUT v Brně. Základní informací, která se z palubní sítě vyčítá vysokou frekvencí, je rychlost vozidla a otáčky motoru, ze kterých se stanoví zrychlení, hnací síla na kolo a dále hnací moment. Jako výstup je závislost otáček motoru na hnacím momentu, stanovení přehledů využití převodových stupňů a spektra pro porovnání únavového zatížení hnacího ústrojí automobilu. Výsledky jsou využitelné například při dimenzování nových převodovek.

3.2.1 Bezpečnost provozu na pozemních komunikacích

Vývoj celé problematiky vnitřní diagnostiky a tím i vývoj zákonných norem pro tuto problematiku by neměl být orientován pouze na bezpečnost pasažérů, ale podle mého názoru také na bezpečnost provozu na pozemních komunikacích.

Záznamové zařízení dat při nehodě

Velkým přínosem pro policii, vyšetřovatele dopravních nehod a pojišťovny by byl systém zaznamenávající provozní data vozidla před, při a následně po dopravní nehodě. Tento systém se standardně používá v letadle pod názvem Černá skříňka, a jestli se jednou přeneseme tento název i do vozidel je otázkou, stejně tak jako standardní využití v provozu na pozemních komunikacích. První impuls pro využití „černé skříňky“ v automobilech dala americká firma General Motors, v současnosti probíhá i v České republice intenzivní studie a vývoj zabývající se touto problematikou. Záznamové zařízení pro řešení nehod u drážních vozidel je používáno a zákonem upraveno již od roku 1994. Avšak u osobních automobilů je nasazení mnohem obtížnější, a to nejen z důvodu nesjednocení komunikace a identifikátorů u jednotlivých značek a typů vozidel (nákladní automobily mají identifikátory sjednoceny), ale také proto, že automobily nemají zájem zařízení montovat do svých vozidel. Důvodem může být strach o zájem zákazníků o nová vozidla takto vybavená, nebo také obava o zveřejnění některých dat, která by mohla výrobce automobilů poškodit. Na národní úrovni se na tuto problematiku zaměřuje projekt Ministerstva dopravy ČR nesoucí název V&V, na řešení projektu se podílí i VUT Brno FAST UPKO. Navržené záznamové zařízení je určeno pro vozidla využívající sběrnici CAN, je přizpůsobeno pro záznam dat (např.: rychlost, potkávací světla, směrová světla, sešlápnutí brzdového pedálu, ABS, atd.) do kruhového bufferu, který se neustále přepisuje. To znamená, že od okamžiku vyhodnocení nehodového stavu se zaznamenávají data ještě 30s a pak se zapisování vypne, a tak vznikne záznam o celkové délce 90s (60s před nehodou), který se posléze dá jednoduše vyčíst a určit se z něho chování vozidla a reakce řidiče během nehody. Více o této problematice lze nalézt v článku Blackbox - projekt V&V (8.12.2006) na adrese itsrevue.cdv.cz.

Tísňový systém

Pravděpodobně už od roku 2010 by nové automobily pohybující se po komunikacích Evropské unie měly být vybaveny jakousi modifikací černé skříňky, tedy tísňovým systémem eCall. Palubní jednotka bude propojena s komunikační sítí vozidla a také s navigačním systémem GPS. Vyhodnotí-li jednotka nehodu, např. z „vystřelení“ airbagu, spojí se přes mobilní telefonní síť s linkou tísňového volání 112 (v ČR) a odešle údaje o poloze vozidla. Automaticky otevře komunikační kanál (telefonní hovor), přes který bude moci obsluha linky 112 s posádkou havarovaného vozidla komunikovat. Celý proces se bude dát aktivovat i manuálně při příjezdu k nehodě vozidel tímto systémem nevybavených.

Automatický tempomat

Další oblastí, která by pravděpodobně mohla zlepšit bezpečnost na pozemních komunikacích, by mohl být systém omezující maximální rychlost vozidla, něco jako automatický tempomat. Tento systém by spolupracoval s GPS a dalšími systémy, které by mu podávali informace o rychlostních limitech v místě, kde se právě nachází. Například při přejezdu hranic z Německa do ČR by systém ohlásil, hlasově

nebo informací na informačním displeji ve vozidle, že maximální povolená rychlost je mimo obec a dálnici 90km/h a tuto hodnotu by nastavil jako výchozí na tempomatu. Protože GPS navigace je poměrně přesná, mohl by systém stejně upozorňovat a nastavovat i limity při vjezdu do obce. Přenosné značky omezující rychlost (např. při práci na pozemní komunikaci) pak mohou být vybaveny vysílačem vysílajícím signál o maximální rychlosti, vozidlo vybavené tímto systémem by mělo navíc přijímač určený pro tyto „lokální“ informace. Řidič by si mohl sám zvolit, jestli chce pouze informovat a přednastavit hodnotu do jednotky tempomatu, nebo jestli má být tempomat tímto signálem aktivován a vozidlo má zpomalit na rychlostní limit. Zpomalování by muselo jít v případě nutnosti okamžitě vyřadit. Tímto stylem by šlo řešit policejní zastavování vozidel (motorek) při neuposlechnutí výzvy k zastavení, signál vyslaný policisty na vozidlo by nastavil výchozí rychlost na nulu, nebo by úplně odstavil motor, tento zásah by řidič vozidla nemohl zrušit. Podmínky pro zastavení vozidla by musel přesně specifikovat zákon, aby se předešlo nepřiměřenému zásahu do jízdy, například při předjíždění.

4 ZÁVĚR

Snahou bylo v této bakalářské práci vytvořit celistvý a co možná nejnázornější přehled vývoje systémů vnitřní diagnostiky, sběrných systémů a možností dalšího využití On Board Diagnostických systémů. Pro vytvoření názoru o této problematice jsou čtenáři postupně nabídnuty základní informace o vnitřní diagnostice a jejím dělení, o důležitých součástech, především pak o sběrných systémech. Jako základ pro tvorbu práce byly využity kusé informace sesbírané z internetových stránek, z odborných časopisů a z odborné literatury. Pro poměrně malou dostupnost informací na českých internetových stránkách bylo čerpáno také z cizojazyčných stránek (německých, anglických).

On Board Diagnostické systémy procházejí stejně jako počítače a počítačové systémy velmi rychlým vývojem, to co bylo před léty novinkou je dnes již běžně používané. Proto některé v této práci popsané skutečnosti mohou být za několik málo let jen minulostí a některé dnes vyvíjené a testované systémy či součásti systémů mohou být do automobilů montovány sériově. Mohou se například používat ke zvýšení bezpečnosti, k optimalizaci nákladů na výrobu některých součástí, nebo jen ke zlepšení pohodlí při jízdě. Jiné systémy mají před sebou ještě dlouhou cestu vývoje, testování a v mnoha případech i úprav legislativy.

Téma vnitřní diagnostiky je pro mě velice zajímavé a to především ve spojení s oblastí využívání provozních dat, například v bezpečnosti provozu na pozemních komunikacích. Proto bych se i nadále chtěl těmto záležitostem věnovat a to i ve své budoucí diplomové práci, která by mohla být zaměřena na realizaci záznamového zařízení pro provozní data osobních automobilů.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] JAN, Z., KUBÁT, J., ŽĎÁNSKÝ, B. *Elektrotechnika motorových vozidel 2*. 2.vydání. Brno:Avid s.r.o., 2003. 155 s.
- [2] GSCHEIDLE, R. a kolektiv. *Příručka pro automechaniky*. 2. vydání. Praha: Sobofáles, 2002. 640 s. ISBN: 80-85920-83-2
- [3] MOTEJL, V., HOREJŠ, K. *Učebnice pro řidiče a opraváře automobilů*. 1. vydání. Brno: Litera, 1998. 504 s.
- [4] ELBAS CHOCEŇ, *Sběrnice CAN ve vozidle* [on-line]. Poslední revize 24.04.2002, [cit. 02.04.2007], Dostupné z: <http://www.elbas.cz/download/can_ve_vozidlech.pdf>.
- [5] ŠPANĚL, D. *Diagnostický SW PP2CAN* [on-line]. Verze dokumentu 0.90 CZ, [cit. 20.04.2007], Dostupné z: <<http://www.pp2can.wz.cz/pages/download/pp2can/Diagnosticky%20SW%20PP2CAN%20CZ.pdf>>.
- [6] *Xilinx Solutions for Automotive* [on-line]. c2007 [cit. 08.02.2007], Dostupné z: <http://www.xilinx.com/esp/automotive/collateral/xilinx_solutions_for_automotive.pdf>.
- [7] *LIN Bus: A Cost Effective Alternative to CAN?* [on-line]. c2004 [cit. 08.02.2007], Dostupné z: <<http://www.xilinx.com/esp/automotive/collateral/Presentations/XilinxVES2004.pdf>>
- [8] *Car Electronics Page* [on-line]. c1994-2007, [cit. 18.02.2007], Dostupné z: <<http://www.epanorama.net/links/car.html>>.
- [9] *Co je diagnostika* [on-line]. c2005 [cit. 04.01.2007], Dostupné z: <http://www.pc-autodiagnostika.cz/co_je_to_diagnostika.php>.
- [10] *O diagnostice* [on-line]. c2005 [cit. 05.01.2007], Dostupné z: <<http://auto-diagnostika.com/diag.htm>>.
- [11] *OBD-II Background* [on-line]. c2006 [cit. 08.04.2007], Dostupné z: <<http://www.obdii.com/background.html>>.
- [12] *Bosch - Katalog vybavení autoservisů 2006/2007.pdf* [on-line]. c2006 [cit. 02.05.2007], Dostupné z: <<http://aa.bosch.cz/Automobilova-diagnostika/Katalog-ke-stazeni.html>>.
- [13] *Co je to autodiagnostika?* [on-line]. c2005 [cit. 13.01.2007], Dostupné z: <<http://www.motorddiag.cz/motorddiag/motorddiag/uvod/>>.
- [14] *Univerzální diagnostika: šance, nutnost, nebo utopie?* [on-line]. Poslední revize 26.06.2003, [cit. 24.04.2007], Dostupné z: <<http://www.autobusiness.cz/view.php?cislocclanku=2003062603>>.
- [15] *EOBD* [on-line]. c2007 [cit. 18.03.2007], Dostupné z: <<http://www.carsoft.cz/eobd.html>>.
- [16] VOJÁČEK, A. *LIN - Local Interconnect Network* [on-line]. c2002 [cit. 17.04.2007], Dostupné z: <<http://automatizace.hw.cz/view.php?cislocclanku=2005101501>>.
- [17] ZÁVIDČÁK, M. *CAN – popis struktury* [on-line]. c2005, Poslední revize 04.06.2007, [cit. 05.02.2007], Dostupné z: <<http://hw.cz/Rozhrani/ART1111-CAN---popis-struktury.html>>.
- [18] TARABA, R. *Aplikování sběrnice CAN* [on-line]. c2005, Poslední revize 09.11.2004, [cit. 05.02.2007], Dostupné z: <<http://hw.cz/Rozhrani/ART1173-Aplikovani-sbernice-CAN.html>>.

- [19] VYSOKÝ, P. *Současné trendy v řízení automobilových systémů* [on-line]. c2004, Vydáno: duben 2006, [cit. 10.04.2007], Dostupné z: <<http://www.automatizace.cz/article.php?a=1183>>.
- [20] *Controller Area Network (CAN), an overview* [on-line]. c2006, Poslední revize 26.05.2004 [cit. 17.12.2006], Dostupné z: <<http://www.can-cia.org/can/>>.
- [21] Mazůrek, I., Pražák, F., Dvořáček, P. *Využití sítě CAN-Bus pro stanovení zatížení převodů automobilu*. Ústav Konstruování FSI VUT v Brně.
- [22] PUŽMANOVÁ, R. *Bezpečnost na silnicích a automobilová síť* [on-line]. Poslední revize 29.06.2006, [cit. 20.04.2007], Dostupné z: <<http://www.dsl.cz/clanky.php?clanek=458>>.
- [23] *Auswahlkriterien* [on-line]. c2002 [cit. 05.01.2007], Dostupné z: <<http://carbussystems.com/Auswahl.htm>>.
- [24] *Automotive Buses* [on-line]. c2007, Poslední revize 22.03.2007, [cit. 19.04.2007], Dostupné z: <http://www.interfacebus.com/Design_Connector_Automotive.html#top>.
- [25] *OBDII Bus* [on-line]. c2007, Poslední revize 29.03.2007, [cit. 19.04.2007], Dostupné z: <http://www.interfacebus.com/Design_Automotive_OBDII_Bus.html>.
- [26] *Automotive Buses* [on-line]. [cit. 08.03.2007], Dostupné z: <http://www.cvel.clemson.edu/auto/auto_buses01.html>.
- [27] *Diagnostic Solutions* [on-line]. c2007 [cit. 12.01.2007], Dostupné z: <<http://www.accutest.co.uk/diagnostics.htm>>.
- [28] *CAN - Controller Area Network* [on-line]. c2005 [cit. 12.01.2007], Dostupné z: <<http://pp2can.wz.cz/>>.
- [29] *CAN (Controller Area Network)* [on-line]. c2002 [cit. 14.12.2007], Dostupné z: <<http://www.ehl.cz/can.htm>>.
- [30] *Bussysteme* [on-line]. Poslední revize 27.04.2007, [cit. 05.01.2007], Dostupné: <http://www.ifr.ing.tubs.de/lehre/downloads/skripte/Folien_FE2_Teil14.pdf>.
- [31] *Automotive Controller Area Network (CAN) Applications* [on-line]. c2007 [cit. 02.05.2007], Dostupné z: <http://www.freescale.com/files/shared/doc/selector_guide/SG2032.pdf>.
- [32] *Diagnostika elektronického příslušenství* [on-line]. c2005 [cit. 21.03.2007], Dostupné z: <<http://autodiagnostika.unas.cz>>.
- [33] *Blackbox - projekt V&V* [on-line]. Poslední revize 08.12.2006, [cit. 03.05.2007], Dostupné z: <<http://itsrevue.cdv.cz/index.php?its=uvod/blackbox-projekt-vav>>.
- [34] *Černé skříňky v automobilech? Možná již brzy* [on-line]. Poslední revize 01.12.2006, [cit. 03.05.2007], Dostupné z: <<http://www.autorevue.cz>>.
- [35] *Od roku 2010 budou auta po nehodě sama volat záchranáře* [on-line]. Poslední revize 05.04.2007 [cit. 03.05.2007], Dostupné z: <http://auto.idnes.cz/od-roku-2010-budou-auta-po-nehodě-sama-volat-zachranáře-f9c/automoto.asp?c=A070405_194910_automoto_fdv>.
- [36] AutoEXPERT – časopis profesionálů v oboru autoopravenství. Autopress, s.r.o., 1995 – . Vychází měsíčně.
- [37] AUTOservis – odborný měsíčník Svazu prodejců a opravářů motorových vozidel v České republice. IBS expert, 1995 – . Vychází měsíčně.