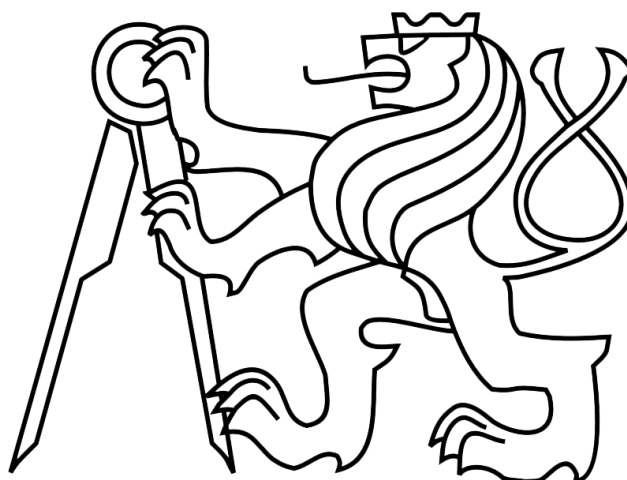


ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
Fakulta strojní



**Program pro sběr dat z vozidla s využitím diagnostického
rozhraní**

DIPLOMOVÁ PRÁCA

DP 2015-MV 03

Bc. Martin Mikulič

Vysoká škola: **České vysoké učení technické v Praze**
Fakulta : **strojní**
Ústav: **12120 Ústav automobilů, spalovacích motorů a kolejových vozidel**
Akademický rok: **2014/2015**



ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

student(ka): **Bc. Martin Mikulič**

studijní program: **N 2301 Strojní inženýrství**
studijní obor: **2301T047 Dopravní, letadlová a transportní technika**

Název tématu: **Program pro sběr dat z vozidla s využitím diagnostického rozhraní**

Název tématu anglicky: **Tool for Acquiring Vehicle Test Data Using Diagnostic Interface**

Označení diplomové práce: **DP 2015 – MV 03**

Pokyny pro vypracování:

Proveďte rešerši v současné době používaných diagnostických protokolů, včetně popisu jejich fyzické realizace. Ve zvoleném vývojovém prostředí sestavte program, který umožní vyčítání a ukládání veličin dostupných přes diagnostické rozhraní. Sestavená rutina musí umožňovat volbu jednotlivých veličin, frekvenci vzorkování a způsob ukládání. Vytvářený program dále doplňte o možnost popisu testovací tratě s využitím GPS souřadnic. Na vhodných příkladech ověřte správnou funkci vytvořeného programu.

Rozsah průvodní zprávy: min. 55 stran textu (včetně obrázků, grafů a tabulek v textu)

Rozsah grafických prací:

Doporučené podklady:

Vedoucí diplomové práce: Ing. Vojtěch Klír, Ph.D.

Odborný konzultant: Ing. Michal Strapko


Datum zadání diplomové práce: 10.4.2015

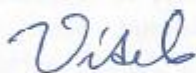
Datum odevzdání diplomové práce: 19.6.2015

Studijní a zkušební řád ČVUT v Praze, čl. 21, odst. 4: „Pokud student neodevzdal bakalářskou nebo diplomovou práci v určeném termínu, tuto skutečnost předem písemně zdůvodnil a omluva byla děkanem uznána, stanoví děkan studentovi náhradní termín odevzdání bakalářské nebo diplomové práce. Pokud se však student řádně neomluvil nebo omluva nebyla děkanem uznána, může si student zapsat bakalářskou nebo diplomovou práci podruhé.“

Diplomant bere na vědomí, že je povinen vypracovat diplomovou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je třeba uvést v diplomové práci.

Zadání diplomové práce převzal dne:

13.4.2015 
.....
podpis diplomanta



Doc. Ing. Oldřich VÍTEK, Ph.D.
vedoucí ústavu 12120





Prof. Ing. Michael VALÁŠEK, DrSc.
děkan fakulty strojní

Mikulič Martin: Program pro sběr dat z vozidla s využitím diagnostického rozhraní

České vysoké učení technické v Praze, Fakulta strojní, 19. června 2015.

Klíčová slova: Diagnostika, komunikačný protokol, CAN-BUS, zápis dát do súboru, GPS.

ABSTRAKT [CZ]

Táto práca sa zaoberá problematikou získavania dát s využitím diagnostického rozhrania. Hlavným výstupom je program umožňujúci vyčítanie a ukladanie veličín, popisujúcich chovanie pohonného reťazca, s využitím palubnej diagnostiky a príslušného diagnostického rozhrania. Súčasťou programu je tiež možnosť záznamu trasy pomocou externého GPS modulu. Testovanie programu a meranie prebiehalo na rôznych typoch automobilov, v prevažnej väčšine značky Škoda.

Teoretickú časť tvorí niekoľko kapitol zaoberajúcich sa v súčasnej dobe používanými diagnostickými protokolmi, družicovým navigačným systémom GPS a zápisom týchto dát do súboru.

Praktickú časť tvorí popis zostavenia programu pre zber dát z vozidla a GPS a zápis týchto dát do súboru vo vývojovom prostredí LabVIEW.

Mikulič Martin: Tool for Acquiring Vehicle Test Data Using Diagnostic Interface.

Czech technical university in Prague, Faculty of mechanical engineering, June 19th 2015.

Key words: Diagnostics, communication protocol, CAN-BUS, write data to a file, GPS.

ABSTRACT [EN]

This work deals with data acquisition from the use of diagnostic interface. The main output is a program that allows reading and storing parameters describing the behavior of powertrain using on-board diagnostics and appropriate diagnostic interface. The program is also able to record the route using an external GPS module. Testing program and measurement has been applied on various types of cars, the vast majority of the Škoda brand.

The theoretical part consists of several chapters dealing with currently used diagnostic protocols, satellite navigation systems GPS and writes data to the file.

The practical part creates the description of preparing program for data acquisition from the vehicle and GPS and write these data to the file in LabVIEW.

Prehlásenie o autorstve:

Prehlasujem, že som diplomovú prácu s názvom: „Program pro sběr dat z vozidla s využitím diagnostického rozhraní“ vypracoval samostatne pod vedením Ing. Vojtecha Klíra, Ph.D., s použitím odbornej literatúry a ďalších informačných zdrojov, ktoré sú uvedené na konci tejto práce.

Ako autor uvedenej diplomovej práce ďalej prehlasujem, že v súvislosti s vytvorením tejto diplomovej práce som neporušil autorské práva tretích osôb, najmä som nezasiahol nedovoleným spôsobom do cudích osobnostných autorských práv a som si plne vedomý následkov porušenia ustanovení § 11 a nasledujúcich autorského zákona č. 121/2000 Sb., vrátane možných trestnoprávných dôsledkov vyplývajúcich z ustanovenia § 152 trestného zákona č. 140/1961 Sb.

V Praze dne 19. 6. 2015

Martin Mikulič

Pod'akovanie:

Ďakujem svojmu vedúcemu práce Ing. Vojtechovi Klírovi, Ph.D. za odbornú pomoc pri spracovaní tejto diplomovej práce.

Obsah:

1	ÚVOD	9
2	CIEĽ DIPLOMOVEJ PRÁCE.....	10
3	AUTOMOBILOVÁ DIAGNOSTIKA.....	11
3.1	SÉRIOVÁ DIAGNOSTIKA - KOMUNIKÁCIA S RIADIACIMI JEDNOTKAMI	11
3.2	PARALELNÁ DIAGNOSTIKA - MERANIE PRIEBEHU NAPÄTIA NA JEDNOTLIVÝCH SENZOROCH ALEBO AKČNÝCH ČLENOCH	13
4	KOMUNIKAČNÉ PROTOKOLY	15
4.1	OBD2 PROTOKOLY.....	16
4.2	ZHRNUTIE OBD2 PROTOKOLOV:	20
4.3	INÉ NEŽ OBD2 PROTOKOLY.....	20
5	HARDWARE	21
5.1	OBD2 KONEKTOR DLC	21
5.2	ELM327 USB	22
5.3	NI USB 8473.....	22
5.4	BLUETOOTH GPS RECEIVER GT-750FL	22
6	SOFTWARE.....	23
6.1	TOUCHSCAN	23
6.2	SCANMASTER	25
6.3	LABVIEW	26
6.3.1	<i>National Instrument Automotive Diagnostics Command Set</i>	<i>27</i>
7	ŠTRUKTÚRA PROGRAMU	28
8	CAN-BUS	29
8.1	OBECNÉ ZNALOSTI O DÁTOVEJ ZBERNICI CAN-BUS:.....	29
8.2	POPIS REALIZÁCIE KOMUNIKÁCIE V ZOSTAVOVANOM PROGRAME	34
	<i>Popis možnosti volby zaznamenávaných veličín.....</i>	<i>35</i>
	<i>Volba vyčítania je nastavená dynamicky, dá sa teda meniť v priebehu programu a umožňuje ju tlačítka „Meas?“</i>	<i>35</i>
8.2.1	<i>Front panel – užívateľské ovládanie.....</i>	<i>36</i>
8.2.2	<i>Block diagraml – zdrojový kód v mojom programe.....</i>	<i>37</i>
9	ZÁPIS DO SÚBORU	38
9.1	OBECNÉ ZNALOSTI O ZÁPISE DÁT DO SÚBOROV [8].....	38
9.2	ZÁPIS DO SÚBORU.....	39
9.2.1	<i>Front panel – užívateľské ovládanie.....</i>	<i>40</i>
9.2.2	<i>Programový diagram zapisovacej slučky.....</i>	<i>41</i>
9.2.3	<i>Block diagram – zdrojový kód v mojom programe.....</i>	<i>42</i>
10	GPS.....	43
10.1	GPS PROTOKOL NMEA 0183.....	44
10.2	GPS V MOJOM PROGRAME	45
10.2.1	<i>Front panel – užívateľské ovládanie.....</i>	<i>46</i>
10.2.2	<i>Block diagraml – zdrojový kód v mojom programe</i>	<i>47</i>
11	MERANIE.....	48
12	NÁMETY PRE ĎALŠIU PRÁCU.....	49
13	ZÁVER.....	50
14	ZDROJE LITERATÚRY	51
15	ZOZNAM PRÍLOH.....	52

1 Úvod

V súčasnej dobe je už každé motorové vozidlo vybavené systémom riadenia prevádzky motora elektrickou riadiacou jednotkou (ECU - Electronic Control Unit). Koncom 80. rokov 20. storočia vznikla potreba diagnostiky týchto systémov. Automobilová diagnostika je diagnostika digitálne pracujúcich riadiacich jednotiek (ECU) v automobiloch. Riadiaca jednotka je pripojená na snímače na vstupnej strane a aktuátory na výstupnej strane. Zároveň je každá riadiaca jednotka vybavená komunikačným rozhraním pre komunikáciu s ďalšími riadiacimi jednotkami a pre pripojenie diagnostického prístroja.

Diagnostika ECU prebieha po pripojení diagnostického prístroja k vozidlu prostredníctvom diagnostickej zásuvky. Táto zásuvka býva umiestnená väčšinou v blízkosti sedadla vodiča alebo v motorovom priestore. Do roku 1996 používali jednotliví výrobcovia vlastné zásuvky, po roku 1996 došlo v USA a následne po celom svete k zjednoteniu, a vozidlá boli vybavované zásuvkou OBD-II - CARB (California Air Resources Board). [1]

Prenos dát sa uskutočňuje prostredníctvom konektoru DLC (Data Link Connector). Pre prenos dát sa používa niekoľko typov fyzických vrstiev. Spočiatku sa jednalo o tzv. ISO9141 K-Line a L-Line, zbernicu SAE J1850 VPW a PWM. Od roku 2000 dochádza k postupnému nahradzovaniu zbernicou CAN (Controller Area Network). Zbernica CAN je štandardná komunikačná zbernica vozidla, navrhnutá pre umožnenie komunikácie riadiacim jednotkám medzi sebou vo vozidle. Bezdrôtová komunikácia nieje využitá.

V tejto práci som vypracoval softvér na akvizíciu a zber dát z automobilu prostredníctvom zbernice CAN.

Rozbor nameraných dát bol vykonaný pomocou programu Microsoft Office Excel.

2 Cieľ diplomovej práce

Cieľom tejto práce bolo vytvoriť program, ktorý umožní vyčítanie a ukladanie veličín dostupných cez diagnostické rozhranie. Využitie už zabudovaných snímačov vo vozidle tvorí najjednoduchší spôsob pre akvizíciu a vyhodnocovanie (diagnostiku) dát aktuálneho stavu vozidla a následný zber dát umožní ich prípadné ďalšie spracovanie.

Častokrát je vhodné zaznamenať aj popis meranej trate. Preto bolo ďalším cieľom mojej práce doplniť program o vyčítanie dát z globálneho polohovacieho systému GPS a ich zápis do spoločného súboru.

3 Automobilová diagnostika

Automobilová diagnostika je cieleňý postup, ktorý vedie k odhaleniu závady na vozidle alebo k nastaveniu či zmenám konfigurácií jednotlivých zariadení. Dáta sa získavajú prostredníctvom diagnostického rozhrania, ktoré je štandardizované normou SAE J1979. Norma definuje jednak pripojenie štandardizovaným konektorom, jednak komunikačný protokol. Po jej zavedení začali výrobcovia automobilov postupne rozširovať parametre vyčítateľné diagnostickým rozhraním až sa postupom času na jej základe vybuďoval univerzálny systém komunikácie riadiacich jednotiek.

Súčasná diagnostika elektroniky motoru sa dá rozdeliť na dve časti: sériová a paralelná diagnostika. Sériová diagnostika využíva schopnosti riadiacej jednotky diagnostikovať chyby v rôznych okruhoch vstupnej a výstupnej časti, ďalej využíva možnosti testovania a diagnózy akčných členov pomocou funkcie implementovanej v programe riadiacej jednotky. Pre použitie sériovej diagnostiky je treba, aby túto funkciu podporovala samotná riadiaca jednotka a navyše prístroj komunikujúci s riadiacou jednotkou. Oproti tomu paralelná diagnostika je nezávislá na samotnej riadiacej jednotke a využíva tradičný spôsob merania fyzikálnych a elektrických veličín a veľkou výhodou je možnosť testovať samotné akčné členy. Kombinácia paralelnej a sériovej diagnostiky je cesta k najefektívnejšiemu vyriešeniu závady. [1]

3.1 Sériová diagnostika - komunikácia s riadiacimi jednotkami

Základné funkcie sériovej diagnostiky:

- Identifikačné služby – Zobrazenie informácií o ECU, najmä objednávacie číslo, výrobca, dátum programovania, a pod.
- Výpis pamäti chýb – Zoznam chýb, ktoré od poslednej diagnostiky systému boli prítomné s rozlíšením druhu chyby (statická, sporadická, atď.).
- Čítanie meraných hodnôt – Zobrazenie jednotlivých veličín meraných ECU, prípadne zobrazenie dát prijatých od ďalších systémov.
- Test akčných členov – Testovanie akčných členov pripojených k ECU.
- Nastavenie parametrov ECU – Reset servisných intervalov, vykonanie základného nastavenia, prispôsobenie rôznych parametrov, korekcie meraných hodnôt.

- Bezpečnostné funkcie – Odomknutie prístupu do ECU (zadanie PIN kódu, RSA autorizácia).
- Aktualizácia firmware – Výmena kalibračných dát alebo programového vybavenia.

Pamäť chýb:

V priebehu behu motora sú dáta zo vstupných senzorov zaznamenávané a vyhodnocované a akákoľvek odchýlka od predpokladaných hodnôt je vyhodnotená ako chyba a je jej priradený chybový kód. Charakter chybového kódu môže byť statický alebo sporadický, podľa doby a počtu výskytu rovnakej chyby. Takto môžu byť vyhodnocované poruchy na elektrickej časti (prerušenie, skrat na plus, skrat na kostru, signál mimo rozsah, signál príliš malý, signál príliš veľký, atď.) alebo dokonca mechanické chyby odhalené pomocou istých algoritmov (vynechanie zapalovania, netesnosť nasávania, netesnosť výfukového potrubia, nepravidelný chod motora, preplňovanie-dosiahnutie hornej alebo spodnej medze, zaseknutie servoklapky a podobne).

Namerané dáta:

Väčšina nameraných údajov sa dá zobrazit' aj na diagnostickom prístroji. Potom je možné porovnať namerané hodnoty s referenčnými alebo určitými súvislosťami odhaliť závalu na motore alebo na snímačoch, napriek tomu že riadiaca jednotka túto skutočnosť nevyhodnotí ako chybu.

Diagnóza akčných členov:

Umožňuje v určitej miere testovať niektoré akčné členy samostatne. Sekvenciou zapnuté/vypnuté testuje napríklad magnetické ventily, podtlakové ventily, relé, voľnobežné ventily a ďalšie akčné členy. Priebeh testu je presne daný samotnou riadiacou jednotkou a nie je možné ho meniť.

Uvedenie do základného nastavenia:

Je funkcia umožňujúca prispôsobenie novo-namontovaných dielov (napr. škrtiacej klapky, lambda sondy, voľnobežného ventilu a podobne); alebo test určitých okruhov za behu motora (test turbodúchadla pri zvýšených voľnobežných otáčkach, predvstrek paliva v naftových motoroch, kontrolný test katalyzátorov, lambda sondy, recirkulácie výfukových plynov, sekundárneho vŕhania vzduchu a podobne).

Kódovanie riadiacej jednotky:

Špeciálna funkcia umožňujúca riadiacej jednotke špeciálne operácie (doladenie niektorých hodnôt, prispôsobenie kľúča imobilizéru, zmena konfigurácie atď.).

Zhrnutie sériovej diagnostiky:

Výhodou sériovej diagnostiky je možnosť využitia funkcií poskytovaných riadiacou jednotkou, pripojenie býva obvykle v priestore pre pasažierov a umožňuje pomerne rýchlu zbežnú kontrolu. Nevýhodou je nutnosť komunikácie cez diagnostický prístroj, problémy s jeho kompatibilitou a v neposlednej rade cena tohto prístroja. [1]

3.2 Paralelná diagnostika - meranie priebehu napätia na jednotlivých senzoroch alebo akčných členoch

Paralelnou diagnostikou sa dá nazvať spôsob kontroly a skúšky bez použitia riadiacej jednotky ako diagnostického nástroja. Riadiaca jednotka teda plní bežnú funkciu alebo dokonca testovaný snímač/akčný člen nemusí byť pripojený k ECU. Základné metódy paralelnej diagnostiky sú nasledujúce:

- meranie napätia/prúdu napájania pomocou voltmetra/ampérmetra
- meranie odporu snímačov a aktuátorov pomocou ohmmetra
- meranie priebehu napätia/prúdu pomocou osciloskopu a prúdových klieští/bočníka
- skúška úplnej funkcie akčného člena elektricky i mechanicky

Meranie napätia/prúdu napájania:

Je základné meranie a malo by sa vykonávať ako prvé v prípade nejasnej poruchy. Napätie na napájacej vetve môže byť prerušené, rušené alebo zotrvať mimo požadované hodnoty a potom bez zjavných príčin zlyhávajú aj ostatné okruhy (snímače, aktuátory i ECU). Zmeranie napájacieho napätia prípadne prúdového zaťaženia napájacej vetvy odhalí problém v dobíjaní, prechodové odpory v konektoroch, kostrách a podobne.

Meranie odporu snímačov a aktuátorov:

Pomocou ohmmetra umožňuje vyskúšať odporové snímače (napr. snímače teploty, polohy škrtiacej klapky) ďalej odpor cievok akčných členov a podobne. Touto metódou je možné odhaliť nepresnosť snímačov, keď sú známe požadované hodnoty.

Meranie priebehu napätia/prúdu:

Umožní vysledovať nežiaduce prechodné deje, tvarové skreslenie a prípadne ďalšie informácie o mechanickom stave motora, zapalovania alebo riadenia zmesi. Mnohé poruchy zaznamenateľné osciloskopom sériová diagnostika neodhalí.

Skúška úplnej funkcie akčných členov:

Je metóda diagnostiky jednotlivých akčných členov ako samostatného prvku. Pri skúške samotného akčného člena sa dajú odhaliť aj drobné odchýlky parametrov, ktoré neodhalí sériová diagnostika, ale majú fatálny vplyv na chod motora. Diagnostický prístroj musí byť priamo určený pre úplnú skúšku akčných členov bez potreby pripojenia sa k riadiacej jednotke.

Zhrnutie paralelnej diagnostiky:

Nespornou výhodou paralelnej diagnostiky je priame meranie elektrických signálov a skúška samotného snímača alebo aktuátora ako jednotlivca bez ohľadu na celok. Ďalšia výhoda je nezávislosť na systéme riadenia motora a teda nie je nutné používať diagnostické prístroje komunikujúce cez diagnostické rozhranie. Nevýhodou je časová náročnosť a požiadavka na väčšiu znalosť princípov jednotlivých dielov a dát k týmto meraným súčastiam. [1]

4 Komunikačné protokoly

Aby komunikácia s riadiacou jednotkou automobilu bola jednoznačná, boli pre diagnostiku určené komunikačné protokoly (popis signálov, rýchlostí komunikácie..). Je ale potrebné si uvedomiť, že spájať podporu niektorého komunikačného protokolu a podporu OBD2 normy nieje správne. Pri dvoch rôznych vozidlách, ktoré komunikujú rovnakým komunikačným protokolom jedno môže podporovať OBD2 normu (emisnú diagnostiku), druhé nemusí.

Postupom času bol vyvinutý rad diagnostických protokolov. Spočiatku boli tieto protokoly lokálne, uzatvorené. V polovici 90. rokov došlo k vytvoreniu niekoľkých protokolov, z ktorých vznikli ďalšie odnože. Tieto protokoly sú využívané v rôznej podobe až do dnešnej doby. Koncom 90. rokov 20. storočia boli ďalej štandardizované protokoly, ktoré si kládli za cieľ zjednotiť formu diagnostiky a jednotlivých príkazov a tým znížiť náklady na vývoj ECU. [2]

Štandardy:

V počiatkoch mala každá automobilka svoj vlastný štandard a normy, čo bolo veľkým problémom hlavne pre multiznačkové servisy, nakoľko museli obstarávať viacero diagnostických prístrojov. Od roku 2000 sa už výstupy z riadiacich jednotiek viacej-menej štandardizujú. Vznikol tak jednotný súbor noriem OBD2 (On Board Diagnostic), ktorý zjednocuje normy ISO 9142, ISO 14230, SAE J 1979, SAE J1850. Toto zjednotenie začalo platiť v USA od roku 1996, v Európe potom od roku 2000. OBD-II je všeobecná diagnostika emisných systémov (motor, prevodovka, apod.). Tento súbor noriem OBD sa ešte delí na EOBD (Európske OBD), a JOBD (Japonské OBD). [2]

Vozidlá podporujúce tieto zjednotené normy disponujú vo väčšine prípadov 16 pólovou obdĺžnikovou zásuvkou pre pripojenie diagnostiky, ktorá je u všetkých súčasných vozidiel umiestnená v kabíne, v dosahu vodiča. Norma EOBD využíva pre komunikáciu s vozidlom vedenie K-LINE (v zásuvke pin 7), niektoré nové vozy od roku 2004 využívajú zbernicu CAN (v zásuvke pin 6 a 14). Americké vozidlá z produkcie General Motors využívajú J1850 VPW (pin 2), vozidlá Ford do roku 2003 K-Line alebo J1850 PWM (piny v zásuvke č. 2 a 10). Nástroj pre diagnostiku OBD sa teda pomocou niektorej z noriem spojí s riadiacou jednotkou motora a umožní tak kompletnú diagnostiku. Problémom samozrejme zostáva vyhotovenie samotnej zásuvky. Aj keď normy boli zjednotené, niektorí výrobcovia udržiavajú svoj vlastný tvar zásuvky, čo je nutné riešiť redukciami. [2]

4.1 OBD2 Protokoly

Na OBD2 kompatibilné vozidlo môže byť použitý niektorý z piatich komunikačných protokolov:

- SAE J1850 PWM
- SAE J1850 VPW
- ISO9141-2
- ISO14230-4 (KWP2000)
- ISO 15765-4 CAN / SAE J2248 CAN

Každý z protokolov má špecifickú formu komunikácie (napr. rôzna rýchlosť, rôzne napätie logickej jednotky a nuly..).

Niektoré zdroje hovoria, že podporujú 9 alebo aj viac protokolov. To je preto, že mylne považujú varianty protokolov ako samostatné komunikačné protokoly. Pridaním štyroch variantů CAN-BUS do zoznamu vznikne taktiež deväť možností. [3]

Niektoré modely sú vybavené konektorom SAE J1962, ale tieto vozidlá nesú OBD2 kompatibilné. Typickým príkladom týchto automobilov sú niektoré VW / Škoda / Seat modely (Európska verzia), Ford vozidlá s EEC-IV s využitím Ford DCL protokolu (napr. Ford Escort), Nissan EU / ázijské modely (pomocou protokolu Nissan DDL); alebo niektoré Európske Hyundai modely. [3]

Norma OBD-II má navyše tri rôzne komunikačné protokoly:

PWM - Pulse Width Modulation (s pulznou šírkovou moduláciou)

VPW - Variable Pulse Width (s premenlivou šírkou pulzu)

ISO 9141/14230 - európska norma ISO, pričom ISO 14230 je taktiež známa pod označením KWP2000.

Existuje päť signalizačných protokolov, ktoré sú povolené OBD-II rozhraním. Väčšina vozidiel používa iba jeden z protokolov. Často je možné odvodiť používaný protokol na základe toho, ktoré piny sú na J1962 konektore: [3]

a) SAE J1850 PWM

Protokol rozšírený hlavne vo vozidlách s motorom Ford. Na prenos informácií sa využíva PWM (pulzne šírková modulácia) s frekvenciou prenosu 41,6 kHz. Komunikačný

signál je diferenciálny a jeho rýchlosť je 41.6 kB/s. Komunikačná linka je symetrická a sú pre ňu určené signály s označením Bus+ a Bus-.

Využíva nasledovné piny:

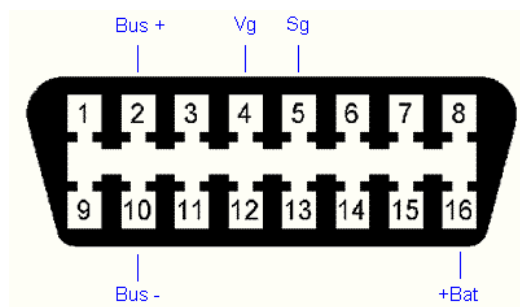
pin 2: komunikačný signál Bus+ (+5V)

pin 4: kostra

pin 5: komunikačná kostra

pin 10: komunikačný signál Bus-

pin 16: kladný pól akumulátora (+12V)



Obrázok 1 - Zásuvka SAE J1850 PWM

Dĺžka správy je obmedzená na 12 B, vrátane CRC (cyclic redundancy check - cyklická redundantná kontrola – chybová detekcia kódu)

b) SAE J1850 VPW

Protokol rozšírený hlavne vo vozidlách s motorom General Motors, prípadne Daimler Chrysler. VPW resp. VPWM je tiež pulzne šírková modulácia, avšak s premennou šírkou impulzu. Základná frekvencia prenosu je 10,4 kHz. Komunikačná rýchlosť je 10,4/41,6 kB/s. Komunikačnú linku predstavuje len jeden komunikačný signál označený Bus+ obdobne ako pri PWM.

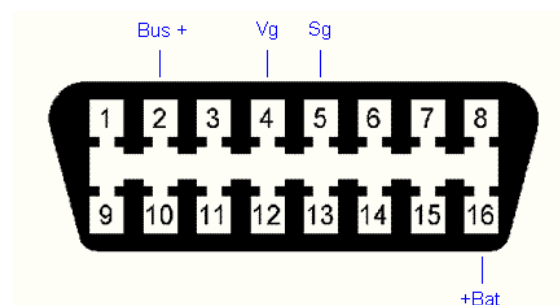
Využíva nasledovné piny:

pin 2: komunikačný signál Bus+

pin 4: kostra

pin 5: komunikačná kostra

pin 16: kladný pól akumulátora (+12V)



Obrázok 2 – Zásuvka SAE J1850 VPW

Dĺžka správy je obmedzená na 12 B, vrátane CRC

c) ISO9141-2

Je to najrozšírenejší protokol pre automobily vyrábané v Európe. Tento protokol má asynchrónny sériový prenos dát, rýchlosť 10,4 kBaud. Je trochu podobný ako telekomunikačný protokol RS-232, ale úrovne signálu sú rôzne; a komunikácia sa deje na jednom obojsmernom vedení bez ďalších prídavných signálov.

Na komunikáciu sú určené 2 signály (linky): K a L (K-line a L-line). Komunikácia je sériová s rýchlosťou 9600 b/s. L-line je jednosmerná a aktívna je len pri inicializácii komunikácie. Pre komunikáciu nemá praktický význam, preto môžeme nájsť vozidlá, ktoré linku L nemajú. K-line komunikuje obojsmerne a je hlavnou komunikačnou linkou. Nevýhodou protokolu je pomalá inicializácia komunikácie (Handshake) 5 b/s.

Využíva nasledovné piny:

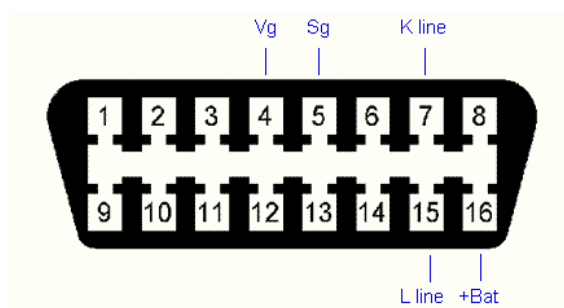
pin 4: kostra

pin 5: komunikačná kostra

pin 7: K-linka

pin 15: L-linka – voliteľné

pin 16: kladný pól akumulátora (+12V)



Obrázok 3 - Zásuvka ISO9141-2

Dĺžka správy je obmedzená na 12 B, vrátane CRC

d) ISO14230-4 (KWP2000 - Keyword Protocol 2000)

Často sa vyskytujúci protokol pre vozidlá vyrobené v roku 2003+ využívajúci ISO9141 K-Line. Jedná sa v podstate o vylepšenú verziu protokolu ISO9141-2. Jednou z vlastností je rýchlejšia inicializácia komunikácie. Komunikácia je realizovaná linkami K a L ako pri ISO9141-2. [3]

Existujú dve varianty ISO14230-4:

- ISO 14230-4 KWP (5 baud init, 10,4 kb/s)
- ISO 14230-4 KWP (rýchle init, 10,4 kb/s)

Líšia sa iba v spôsobe inicializácie komunikácie. Všetky používajú 10400 bitov za sekundu.

Využíva nasledovné piny:

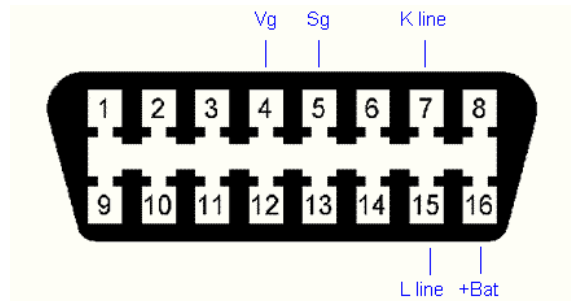
pin 4: kostra

pin 5: komunikačná kostra

pin 7: K-linka

pin 15: L-linka – voliteľné

pin 16: kladný pól akumulátora (+12V)



Obrázok 4 - Zásuvka ISO14230-4

Fyzická vrstva zhodná s ISO 9141-2.

Rýchlosť prenosu dát 1.2 až 10.4 kBaud.

Správa môže obsahovať až 255 bajtov v dátovom poli.

e) **ISO15765-4/ SAE J2248 (CAN-BUS)**

Protokoly pracujú na bázi zbernice CAN-BUS. Protokol CAN bol vyvinutý firmou Bosch pre automobilový priemysel a priemyslové kontroly. Na rozdiel od iných protokolov OBD, sú jeho varianty hojne využívané aj mimo automobilový priemysel. Aj keď nesplňoval OBD-II požiadavky na vozidlá v USA pred rokom 2003, od roku 2008 sú všetky vozidlá predávané v USA povinné zaviesť CAN ako jeden zo svojich signalizačných protokolov. Komunikácia je diferenciálna (rozdiel dvoch napätí). Komunikačná linka CAN je symetrická. Signály majú označenie CAN-H a CAN-L. Ich výhodou je vyššia prenosová rýchlosť a imunita voči rušeniu.

Existujú štyri varianty ISO15765:

- ISO 15765-4 CAN (11 bit ID, 500 Kbps)
- ISO 15765-4 CAN (29 bit ID, 500 Kbps)
- ISO 15765-4 CAN (11 bit ID, 250 Kbps)
- ISO 15765-4 CAN (29 bit ID, 250 Kbps)

Líšia sa len v dĺžke identifikátoru a rýchlosti zbernice.

Využíva nasledovné piny:

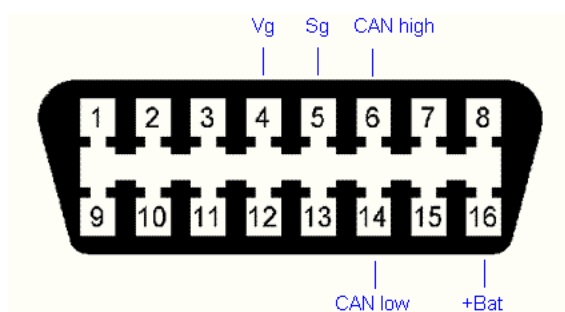
pin 4: kostra

pin 5: komunikačná kostra

pin 6: CAN high

pin 15: CAN low

pin 16: kladný pól akumulátora (+12V)



Obrázok 5 - Zásuvka ISO15765-4

Všetky OBD-II vývody používajú rovnaký konektor, ale sú použité rôzne kolíky s výnimkou pinu 4 (uzemnenie) a pinu 16 (kladný pól akumulátora).

4.2 Zhrnutie OBD2 protokolov:

Zapojenie pinov v zásuvke podľa komunikačného štandardu má nasledovnú fyzickú realizáciu:

J1850 PWM	2)Bus+, 4)kostra, 5)komunikačná kostra, 10)Bus- 16)+12V
J1850 VPW	2)Bus+, 4)kostra, 5)komunikačná kostra, 16)+12V (pin 10 nieje zapojený)
ISO9141-2	4)kostra, 5)komunikačná kostra, 7)K-Line, 15)L-Line, 16)+12V
ISO14230	4)kostra, 5)komunikačná kostra, 7)K-Line, 15)L-Line, 16)+12V
CAN BUS (J2284)	4)kostra, 5)komunikačná kostra, 6)CAN High, 15)CAN Low, 16)+12V

Na neobsadené piny si môžu výrobcovia automobilov umiestniť vedenie rôznych riadiacich jednotiek, napríklad ABS, airbagy, ESP atď.

4.3 Iné než OBD2 protokoly

Takmer každé auto využíva tiež diagnostické protokoly špecifické pre dodávateľa, ako napríklad KWP2000, KW1281, VWTP, KW72, KW82. [3]

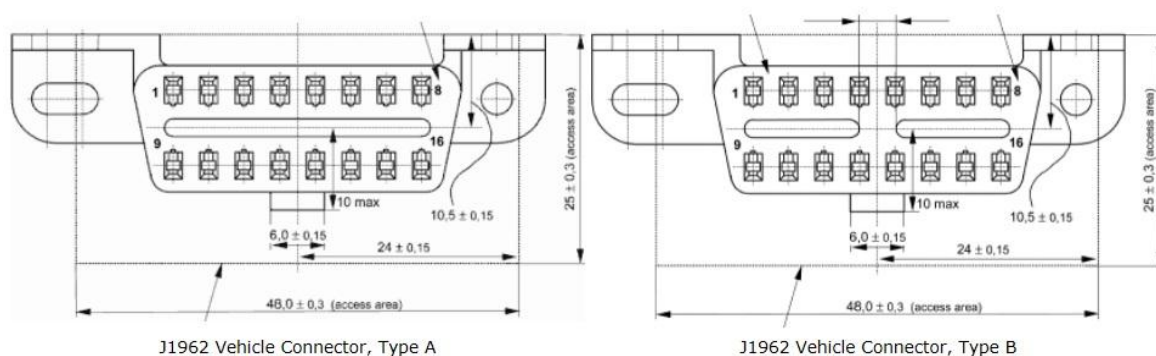
5 Hardware

Základ sériovej diagnostiky je diagnostický prístroj pripojený cez dátovú zbernicu a komunikujúci s riadiacou jednotkou. V súčasnej dobe je v ponuke mnoho prístrojov a prevodníkov pre komunikáciu s riadiacou jednotkou. Autorizované servisy pre jednotlivé značky majú k dispozícii od výrobcu vozidla diagnostické prístroje. Väčšinou je takéto zariadenie prístupné len a jedine autorizovaným spoločnostiam, domáce dielne a neznačkové servisy sa musia uspokojiť s alternatívnymi produktami od tretích strán. [2]

V súvislosti s hlavným cieľom práce, ktorým bolo zostavenie programu pre zber dát s využitím diagnostického rozhrania, bol v prvej etape zároveň vykonaný priezrkum niekoľkých verejne dostupných programov.

5.1 OBD2 konektor DLC

Existujú dva typy diagnostických DLC konektorov, definované podľa SAE J1962 - typ A a typ B. Hlavný rozdiel medzi týmito dvoma konektormi je v tvare zarovnaní.



Obrázok 6 - OBD2 Data Link Connector

Podľa SAE J1962, konektor DLC typu A musí byť umiestnený v priestore pre cestujúcich alebo vodiča v oblasti ohraničenej vodičovým koncom prístrojovej dosky až 300 mm (~ 1 ft) za centrálnou osou vozidla, musí byť pripojený k prístrojovej doske s ľahkým prístupom zo sedadla vodiča. Prednostné umiestnenie je medzi stĺpikom riadenia a stredovou osou vozidla. [3]

Typ B DLC musí byť umiestnený v priestore pre cestujúcich alebo vodiča v oblasti ohraničenej vodičovým koncom prístrojovej dosky, vrátane vonkajšej strany a až 750 mm (~ 2,5 ft) za centrálnou osou vozidla. Musí byť pripojený k prístrojovej doske s ľahkým prístupom zo sedadla vodiča, zo sedadla spolujazdca alebo zvonku. [3]

Vozidlový konektor musí byť upevnený na uľahčenie spojenia a rozpojenia.

5.2 ELM327 USB

Prvé merania som uskutočňoval pomocou kábla pre univerzálnu diagnostiku ELM327 USB, ktorý je kompatibilný s OBD-II diagnostickým rozhraním. Podporuje všetky OBD-II protokoly (vrátane CAN-BUS) a je kompatibilný s celým radom voľne získateľných programov [4], ktoré sú však uzamknuté pre ďalšie rozširovanie.



Obrázok 7 - ELM327 USB

ELM327 USB rozhranie je pripojené k počítaču pomocou USB portu a javí sa ako COM port pod Windowsom.

5.3 NI USB 8473

Je to profesionálny vysoko-rýchlostný USB-kompatibilný nástroj napájaný zo zbernice, používa sa CAN-BUS. Podporuje CAN 2.0A (11-bit) a rozšírený identifikátor 2.0B CAN (29-bit). [5]

Obsahuje:

- Philips SJA1000 CAN radič pracuje podľa normy ISO 11898 (definuje parametre fyzického prenosu),
 - Philips TJA1041 vysoko-rýchlostný CAN vysielateľ,
 - Prijímač zachytí 100% zaťaženia zbernice pri 1 Mb/s bez poškodenia vzoriek, timestamp pri rozlíšení vzorkovania 1 μ s.



Obrázok 8 - NI USB 8473

5.4 Bluetooth GPS Receiver GT-750FL

Pre popis testovanej trate s využitím GPS súradníc som použil GPS prijímač komunikujúci prostredníctvom Bluetooth. Tento modul komunikuje pomocou protokolu NMEA-0183



Obrázok 9 - GPS Receiver GT-750FL

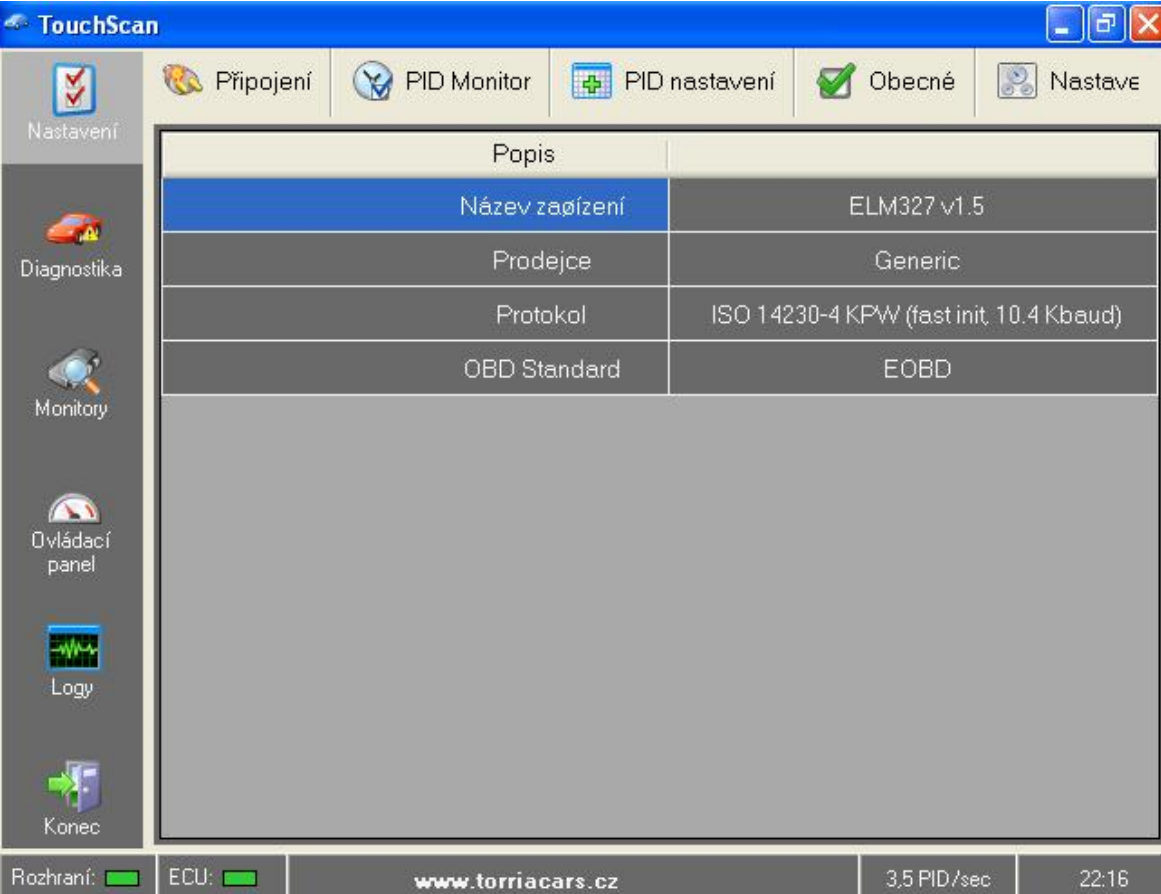
6 Software

6.1 TouchScan

Na stránkach výrobcu sa píše, že Touchscan CZ je plnohodnotný program pre získanie chybových kódov, prezeranie emisných hodnôt alebo čítanie live dát. Malo by sa jednať o diagnostický software, ktorý podporuje takmer všetky módy OBD2. Ako hlavné funkcie sa uvádza čítanie a mazanie chybových kódov a live dáta - aktuálne hodnoty vozidla ako otáčky, rýchlosť, časovanie vstrekovania, tlak v palivovej sústava, teplota chladiacej kvapaliny, napätie na lambda sonda, pozíciu plynového pedálu, natočenie škrtiacej klapky, teplota nasávaného vzduchu, tlak v turbodúchadle, množstvo nasávaného vzduchu, atmosférický tlak, napätie na batérii a ďalšie. [6]

Avšak mne sa nepodarilo získať ani zlomok spomínaných dát. Navyše nevýhodou programu je, že nie je možné jednoducho implementovať ďalšie funkcie do programu a neumožňuje zápis dát do súboru.

Mnou získané dáta:



The screenshot shows the TouchScan software interface. The title bar reads "TouchScan". The main menu includes "Připojení", "PID Monitor", "PID nastavení", "Obecné", and "Nastave". The "Nastavení" (Settings) menu is open, displaying a table with the following data:

Popis	
Název zařízení	ELM327 v1.5
Prodejce	Generic
Protokol	ISO 14230-4 KPW (fast init, 10.4 Kbaud)
OBD Standard	EOBD

The interface also features a sidebar with icons for "Nastavení", "Diagnostika", "Monitory", "Ovládací panel", "Logy", and "Konec". The status bar at the bottom shows "Rozhraní: [green bar]", "ECU: [green bar]", "www.torriacars.cz", "3,5 PID/sec", and "22:16".

Obrázok 10 – Náhl'ad programu TouchScan

Mnou získané dáta:

The screenshot displays the TouchScan software interface. The title bar reads "TouchScan". The top menu bar includes "Chybové kódy" (Error codes), "Uzavřený rámec" (Closed frame), and "PID hodnoty" (PID values). Below this is a toolbar with "Nový" (New), "Uložit" (Save), "Pozastavit" (Pause), and "Vždy sbírat" (Always collect). The main area shows a list of diagnostic data points, each consisting of a PID address followed by its hexadecimal value in brackets. The data is organized into four columns based on the first two hex digits of the PID address: 0C, 04, 0D, and 00. The status bar at the bottom shows "Rozhraní: [green bar]" and "ECU: [green bar]".

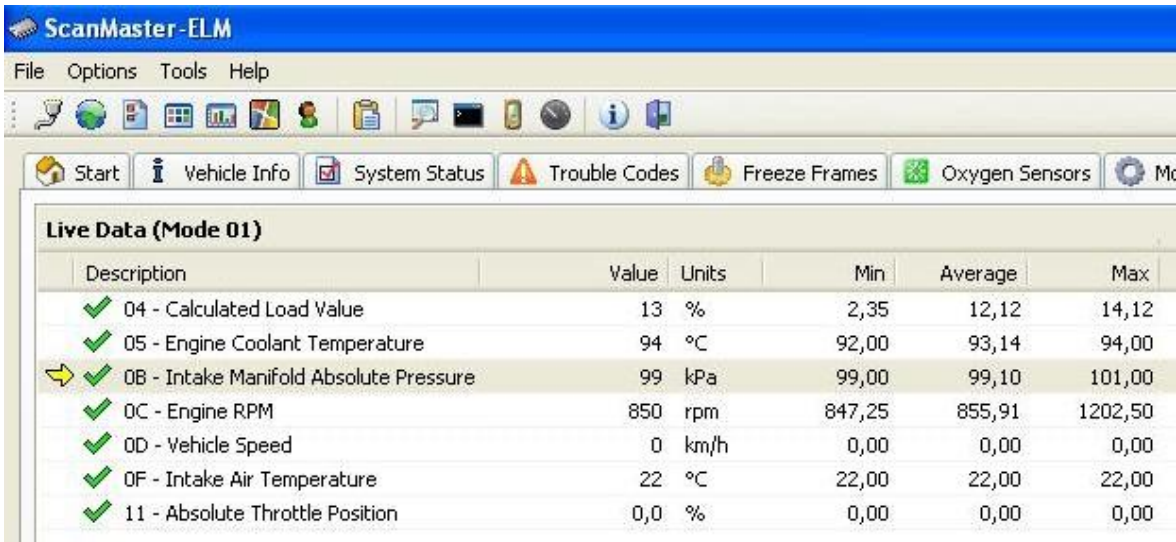
Address	Value
01 0C	[84 F1 7A 41 0C 0D 47 90]
01 04	[83 F1 7A 41 04 2B 5E]
01 0D	[83 F1 7A 41 0D 00 3C]
01 0C	[84 F1 7A 41 0C 0D 52 9B]
01 04	[83 F1 7A 41 04 2A 5D]
01 00	[86 F1 7A 41 00 98 3A 80 10 94]
01 0D	[83 F1 7A 41 0D 00 3C]
01 0C	[84 F1 7A 41 0C 0D 5A A3]
01 04	[83 F1 7A 41 04 27 5A]
01 00	[86 F1 7A 41 00 98 3A 80 10 94]
01 0D	[83 F1 7A 41 0D 00 3C]
01 0C	[84 F1 7A 41 0C 0D 45 8E]
01 04	[83 F1 7A 41 04 29 5C]
01 00	[86 F1 7A 41 00 98 3A 80 10 94]
01 0D	[83 F1 7A 41 0D 00 3C]
01 0C	[84 F1 7A 41 0C 0D 45 8E]
01 04	[83 F1 7A 41 04 2A 5D]
01 00	[86 F1 7A 41 00 98 3A 80 10 94]
01 0D	[83 F1 7A 41 0D 00 3C]
01 0C	[84 F1 7A 41 0C 0D 52 9B]
01 04	[83 F1 7A 41 04 26 59]
01 00	[86 F1 7A 41 00 98 3A 80 10 94]
01 0D	[83 F1 7A 41 0D 00 3C]
01 0C	[84 F1 7A 41 0C 0D 30 79]
01 04	[83 F1 7A 41 04 2E 61]
01 00	[86 F1 7A 41 00 98 3A 80 10 94]
01 0D	[83 F1 7A 41 0D 00 3C]
01 0C	[84 F1 7A 41 0C 0D 52 9B]
01 04	[83 F1 7A 41 04 2E 61]
01 00	[86 F1 7A 41 00 98 3A 80 10 94]
01 0D	[83 F1 7A 41 0D 00 3C]
01 0C	[84 F1 7A 41 0C 0D 52 9B]
01 04	[83 F1 7A 41 04 29 5C]

Obrázok 11 - Náhl'ad programu TouchScan

6.2 ScanMaster

ScanMaster je multiznačkový diagnostický software vyžadujúci pre pripojenie k vozidlu diagnostický adaptér na báze čipu ELM 327. ScanMaster je určený pre diagnostiku všetkých vozidiel podporujúcich štandard OBD2/EOBD a je rozšírený tiež o podporu starších vozidiel i pred zavedením tejto normy. Program podporuje v rámci OBD2/EOBD prakticky všetky komunikačné protokoly zavedené rôznymi výrobcami automobilov. [7]

Mal by umožňovať v podsate rovnaké funkcie ako program TouchScan, avšak navyše by mal obsahovať možnosť vyhodnocovania dát pomocou grafov. Tentokrát sa mi podarilo získať viac dát, avšak stále bez možnosti ďalšieho rozšírenia programu a opäť bez zápisu dát do súboru.



The screenshot shows the ScanMaster-ELM software interface. The title bar reads "ScanMaster-ELM". Below it is a menu bar with "File", "Options", "Tools", and "Help". A toolbar contains various icons for navigation and data viewing. Below the toolbar is a tabbed interface with tabs for "Start", "Vehicle Info", "System Status", "Trouble Codes", "Freeze Frames", "Oxygen Sensors", and "Mc". The "Live Data (Mode 01)" window is active, displaying a table of vehicle parameters.

Description	Value	Units	Min	Average	Max
✓ 04 - Calculated Load Value	13	%	2,35	12,12	14,12
✓ 05 - Engine Coolant Temperature	94	°C	92,00	93,14	94,00
➔ ✓ 0B - Intake Manifold Absolute Pressure	99	kPa	99,00	99,10	101,00
✓ 0C - Engine RPM	850	rpm	847,25	855,91	1202,50
✓ 0D - Vehicle Speed	0	km/h	0,00	0,00	0,00
✓ 0F - Intake Air Temperature	22	°C	22,00	22,00	22,00
✓ 11 - Absolute Throttle Position	0,0	%	0,00	0,00	0,00

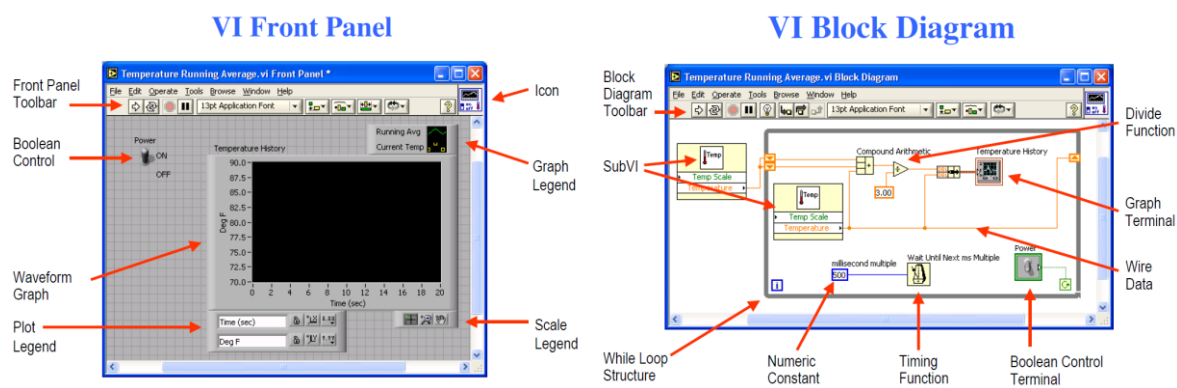
Obrázok 12 - Náhl'ad programu ScanMaster

6.3 LabVIEW

Na základe poznatkov získaných predchádzajúcim prieskumom bolo možné konštatovať, že pre ďalší postup bude najvýhodnejšie zostaviť požadovaný program vo vývojovom prostredí LabVIEW s využitím modulu NI USB 8473 popísaného v kapitole 5.3, pre ktorý zároveň výrobca ponúka SW balíček určený pre komunikáciu cez diagnostické rozhranie.

LabVIEW je zkratkou pre Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench. Jedná sa o moderný výkonný systém špeciálne vhodný pre programovanie komunikácie osobného počítača s rôznymi periférnymi zariadeniami, najmä s meracími prístrojmi.

Programy v LabVIEW sa nazývajú virtuálne prístroje alebo VI, pretože svojím vzhľadom a činnosťou sú obdobou skutočných prístrojov, ako sú napr. osciloskopy a multimetre. Termín VI je teda obdobou termínu program alebo funkcia v iných programovacích jazykoch. K vytváraniu takýchto programov obsahuje LabVIEW širokú sadu nástrojov pre zber, analýzu, zobrazenie a ukladanie dát a tiež nástroje pre hľadanie a odstraňovanie chýb v programe. V LabVIEW vytvárame užívateľské rozhranie programu pomocou ovládacích prvkov a indikátorov – k tomu slúži tzv. čelný panel (Front Panel). Ovládacie prvky (Controls) sú otočné gombíky, tlačítka, stupnice a ďalšie vstupné zariadenia. Indikátormi (Indicators) sa rozumejú grafy, LED diódy a iné zobrazovače. Po vytvorení čelného panelu pridáme programový kód, ktorý čelný panel ovláda. Programový kód sa vytvára (resp. kreslí) do okna blokového diagramu. LabVIEW je možné využiť aj pri komunikácii so zariadeniami pre zber dát, spracovanie obrazu, vizuálnu kontrolu, riadenie pohybu, PXI, VXI, cez zbernice GPIB, RS-232 a RS-485. [8]

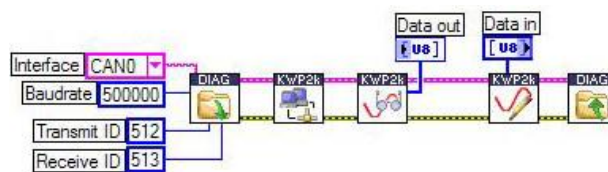


Obrázok 13 - Užívateľské rozhranie programu LabVIEW

6.3.1 National Instrument Automotive Diagnostics Command Set

Pomáha vývojárom navrhnuť a implementovať mnoho automobilových diagnostických aplikácií pre elektronickú riadiacu jednotku (ECU).

Set je vhodný pre celý rad automobilových diagnostických aplikácií, ktoré typicky zahŕňajú čítanie a písanie parametrov, sprístupňovanie diagnostických poruchových kódov



```
long ndReadStatusOfDTC(  
    TD1 *diagRef,  
    unsigned s  
    TD3 *DTCID  
    TD4 DTCs [  
    long *len,  
    LVBoolean *success7,
```



Obrázok 14 - Automotive Diagnostics Command Set

(DTC) a diagnostické testovacie režimy ECU. [9]

Balíček obsahuje:

- Software rozširujúci Labview o komunikačný kanál CAN.
- Kábel s DLC konektorom pre rozhranie CAN a modulom pripojeným cez USB k PC.

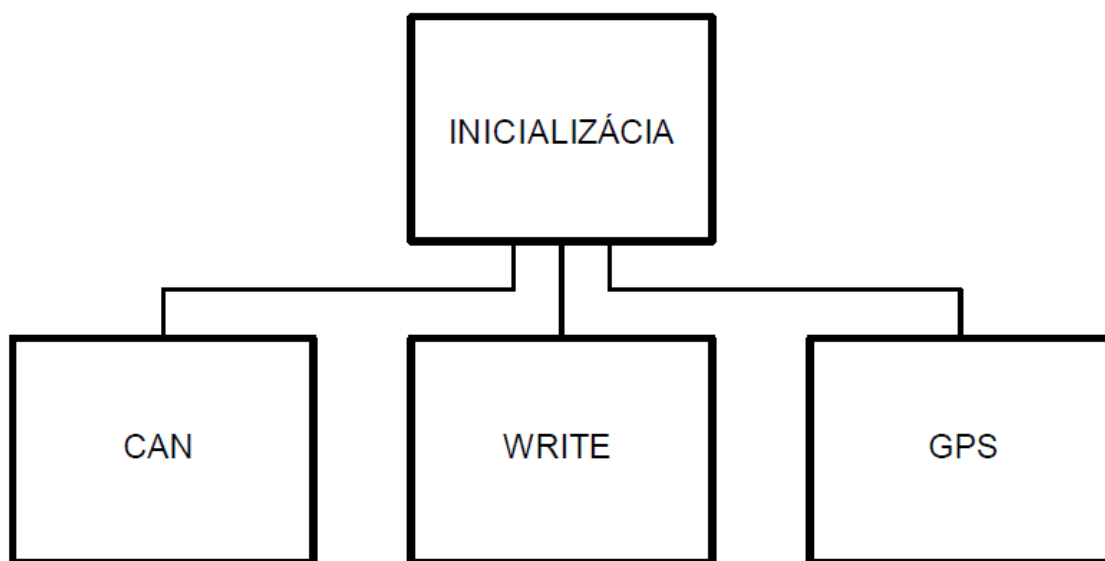


Obrázok 15 - Obsah balíčka Automotive Diagnostics Command Set

7 Štruktúra programu

Pretože prostredie LabVIEW a definícia PID-ov je v anglickom jazyku, rozhodol som sa svoj program (všetky kontrolky, popisky a definície) zrealizovať tiež v angličtine.

Samotná štruktúra programu sú 3 vzájomne nezávislé slučky, t.j. obdoba 3 nezávislých nástrojov (VI). Rovnako som mohol vytvoriť 3 samostatné súbory, avšak z užívateľského pohľadu je jednoduchšie ovládanie iba jedného spusteného programu. Tieto slučky vzájomne komunikujú po štruktúre Global Variable, kde slučka CAN a slučka GPS posielajú dáta do slučky Write..



Obrázok 16 - Štruktúra programu

8 CAN-BUS

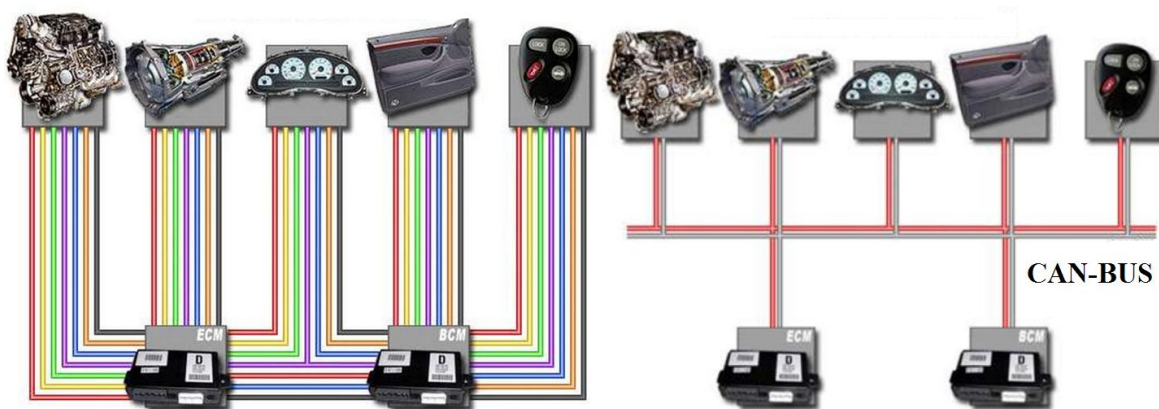
8.1 Obecné znalosti o dátovej zbernici CAN-BUS:

Riadiaca jednotka - Electronic Control Unit (ECU):

Je vstavaný počítač pre riadenie automobilových systémov (motor, brzdový systém,..). Riadiaca jednotka sleduje činnosť systému pomocou elektrických vstupov, ku ktorým sú pripojené senzory. Regulačné zásahy vykonáva riadiaca jednotka pomocou elektrických výstupov, ktorými riadi akčné členy (žiarovka, servopohon, elektromagnetický ventil apod.). Pre vzájomnú komunikáciu riadiacich jednotiek slúži jej sieťové rozhranie. Každý systém má spravidla vlastnú riadiacu jednotku. [10]

Možnosti prenosu dát medzi riadiacimi jednotkami:

- Každá informácia je prenášaná po vlastnom vedení.
- Všetky informácie zo všetkých riadiacich jednotek sú vedené po spoločnom vedení po dvoch vodičoch – tam (CAN-Low) a späť (CAN-High) - po zbernici CAN.



Obrázok 17 - Kabeláž auta s a bez CAN-BUS [11]

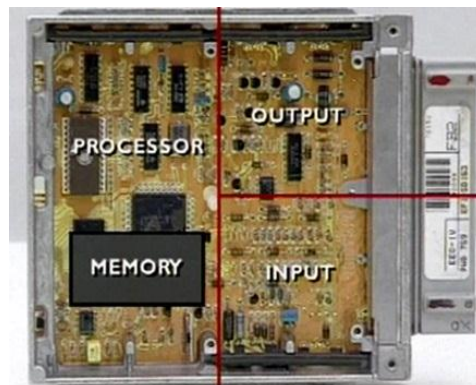
Dátová zbernica CAN-BUS:

Je sériový komunikačný prostriedok pre prenos dát medzi riadiacimi jednotkami. Spája jednotlivé riadiace jednotky do uceleného systému. Čím viac informácií má riadiaca jednotka o stave celého systému, tým lepšie môže vyhodnocovať jednotlivé funkcie. [11]

Dátová zbernica prenáša po veľmi krátkych časových intervaloch dátový protokol nazývaný správa.

Použité CAN systémy vo vozidlách Škoda:

- CAN-Pohon 500 kBit/s
- CAN-Komfort 100 kBit/s
- CAN-Infotainment 100 kBit/s
- CAN-Panel prístrojov 500 kBit/s
- CAN-Diagnostika 500 kBit/s



Obrázok 18 – Náhľad riadiacej jednotky

Prednosti dátovej zbernice CAN:

- značné zjednodušenie prepojenia,
- úspora miesta,
- zníženie počtu porúch – porucha jednej riadiacej jednotky nenaruší funkciu ostatných riadiacich jednotiek,
- prehľadnosť,
- prenosový protokol je možné dodatočne rozšíriť o ďalšie informácie,
- unifikácia – je možné vykonávať výmenu dát aj medzi jednotkami rôznych výrobcov

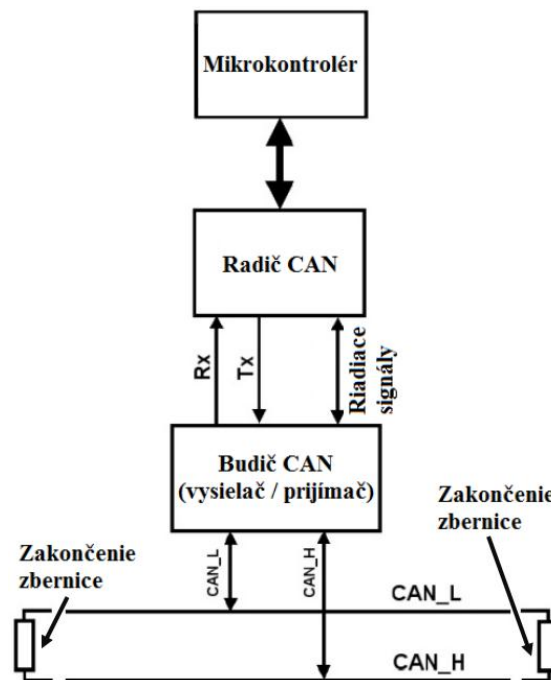
Rozdelenie do vrstiev podľa normy ISO: [11]

- **Objektová vrstva** má za úlohu nájsť správu, ktorá má byť vyslaná. Ďalej rozhoduje o tom, ktoré správy, prijaté transportnou vrstvou, majú byť použité (filtrovanie správ). Poskytuje rozhranie aplikačnej vrstve.
- **Transportná vrstva** má na starosti predovšetkým prenosový protokol. Jedná sa o riadenie rámcov, kontrolu chýb, signalizáciu chýb apod. Vo vnútri transportnej vrstvy je rozhodnuté, či je zbernica voľná pre nový prenos dát či naopak pre ich príjem.
- Objektová a transportná vrstva tvoria dohromady tzv. **linkovú vrstvu**.
- Úlohou **fyzickej vrstvy** je prenos bitov medzi uzlami s rešpektovaním všetkých elektrických vlastností. Fyzická vrstva vo vnútri jednej siete musí byť rovnaká pre všetky uzly, ktoré sa v nej vyskytujú. Je avšak možné voliť typ či parametre fyzickej vrstvy s ohľadom na požiadavky danej aplikácie.

Základné časti: [11]

- Mikrokontrolér
- Radič CAN
- Vysielač a prijímač CAN tvorí budič CAN
- Ukončenie
- Vedenie dátovej zbernice

Mikrokontrolér je srdcom riadiacej jednotky. Obsluhuje udalosti, dáva povel k vysieleniu dát a zpracováva prijímané dáta. Vedenie dátové zbernice je vykonané krútenou dvojlinkou, aby sa zabránilo prieniku rušenia z okolia a tým k porušeniu prenášaných dát.



Obrázok 19 - Schéma riadiacej jednotky

Radič CAN obdrží z mikrokontroléra dáta, ktoré majú byť odoslané. Radič ich pripravuje a predáva na vysielač CAN. Súčasne od vysielača dostáva radič prijímané dáta snímané z vedenia dátovej zbernice, ktoré pripravuje pre mikrokontrolér. Radič CAN realizuje linkovú vrstvu protokolu CAN.

Vysielač a prijímač CAN tvoria budič CAN. Ten prevádza dáta radiča CAN na elektrické signály zbernice a naopak prijíma signály, ktoré mení na dáta radiča. Realizuje tak fyzickú vrstvu protokolu CAN.

Ukončenie dátovej zbernice je vykonané pomocou rezistorov, ktoré zabraňujú odrazom elektrických signálov (aby sa raz poslané dáta nevracali späť z koncov zbernice a tým zkrasovali nové dáta).

Priebeh dátového prenosu: [11]

- **Príprava dát** – správy vychádzajú vždy z riadiacej jednotky. Riadiaca jednotka predáva svojmu vysielaču dáta, ktoré majú byť poslané.
- **Vysielanie dát** – vysielač dostáva tieto dáta od radiča, premení ich na sériové elektrické signály a pošle ich ďalej.
- **Prijatie dát** – ostatné riadiace jednotky zapojené do siete dátovej zbernice poslané dáta prijímú.

- **Kontrola dát** – riadiace jednotky preverujú, či sú prijaté dáta potrebné pre ich činnosť.
- **Prevzatie dát** – ak sú dáta pre riadiacu jednotku potrebné, prevezme ich a ďalej spracuje. Keď nie sú prijaté dáta pre činnosť riadiacej jednotky potrebné, tak na ne nereaguje.

Základná vlastnosť:

Správy vysielané po zbernici protokolom CAN neobsahujú žiadnu informáciu o cieľovom uzle, ktorému sú určené, a sú prijímané všetkými ostatnými uzlami pripojenými k zbernici. [12]

Každá správa obsahuje identifikátor, ktorý určuje význam správy a jej prioritu. Každý uzol, ktorý prijme správu, sa podľa jejho identifikátora rozhodne či na správu bude reagovať alebo nie.

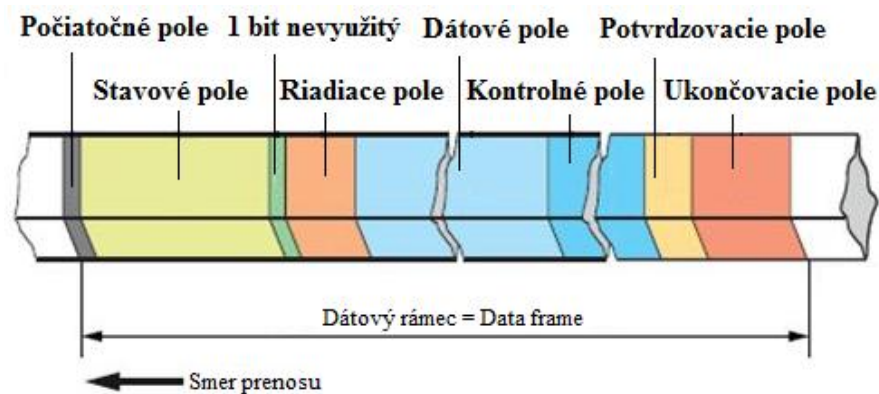
Logika CAN:

Špecifikácia CAN-BUS je založená na negatívnej logike. V tomto druhu logiky bereme v úvahu, že logická 0 je napätovo kladnejšia než logická 1

- Dominantný signál – odpovedá hodnote logickej 0
- Recesívny signál – odpovedá hodnote logickej 1

Prenos dát po zbernici CAN: [11]

Protokol CAN sa skladá z množstva po sebe preposielaných bitov, tento počet je závislý na veľkosti dátového poľa (dátového protokolu). Dátový protokol je zakaždým tvorený podľa zhodného dátového rámca (data-frame). Tento rámec je tvorený siedmimi po sebe idúcimi poľami. [11]



Obrázok 20 - Prenos dát po zbernici CAN

Prenos dát po zbernici CAN: [11]

1. Počiatkové pole (Start of frame) označuje počiatok správy (bit SOF - Start of Frame, úroveň dominant). Má dĺžku 1 b.

2. Stavové pole (Arbitration Field) určuje prioritu správy. Prednosť má správa s vyššou prioritou, teda s nižším identifikátorom. Má dĺžku 11 b.

3. Riadiace pole (Control Field) udáva dĺžku dátového poľa. Slúži pre kontrolu prijemcovi, či mu prišla celá správa. Má dĺžku 6 b.

4. Dátové pole (Data Field) obsahuje dátové bajty správy – vlastnú prenášanú informáciu. Maximálne sa môže prenášať 8 B.

5. Kontrolné pole (CRC Field) slúži k zisťovaniu chýb v prenose. Má dĺžku 16 b.

6. Potvrdzovacie pole (ACK Field) 2 b informujú, či bola správa správne prijatá.

7. Ukončovacie pole (End of Frame) uzatvára prenášanú správu pomocou 7 b v úrovni recessive.

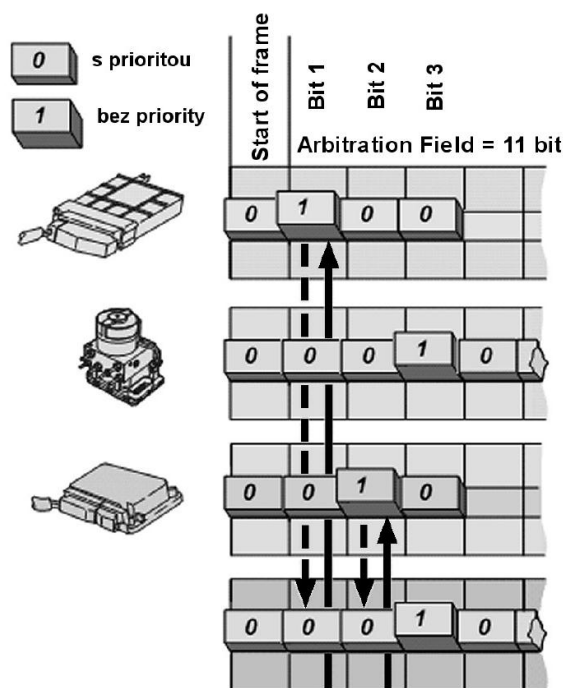
Riadenie prístupu k médiu - prirad'ovanie dátovej zbernice CAN:

Ak chce viac riadiacich jednotiek vyslať svoj dátový protokol súčasne, je potreba rozhodnúť, ktorému bude daná prednosť. Prednosť bude mať protokol s najvyššou prioritou.

Typy správ: [11]

Špecifikácia protokolu CAN definuje štyri typy správ:

- Dátová správa
- Žiadosť o dáta
- Chybová správa - slúži k signalizácii chýb na zbernici CAN.
- Správa o preťažení - slúži k oddialeniu vysielania ďalšej dátovej správy alebo žiadosti o dáta. Spravidla tento spôsob využívajú zariadenia, ktoré nie sú schopné kvôli svojmu vyťaženiu prijímať a spracovávať ďalšie správy.

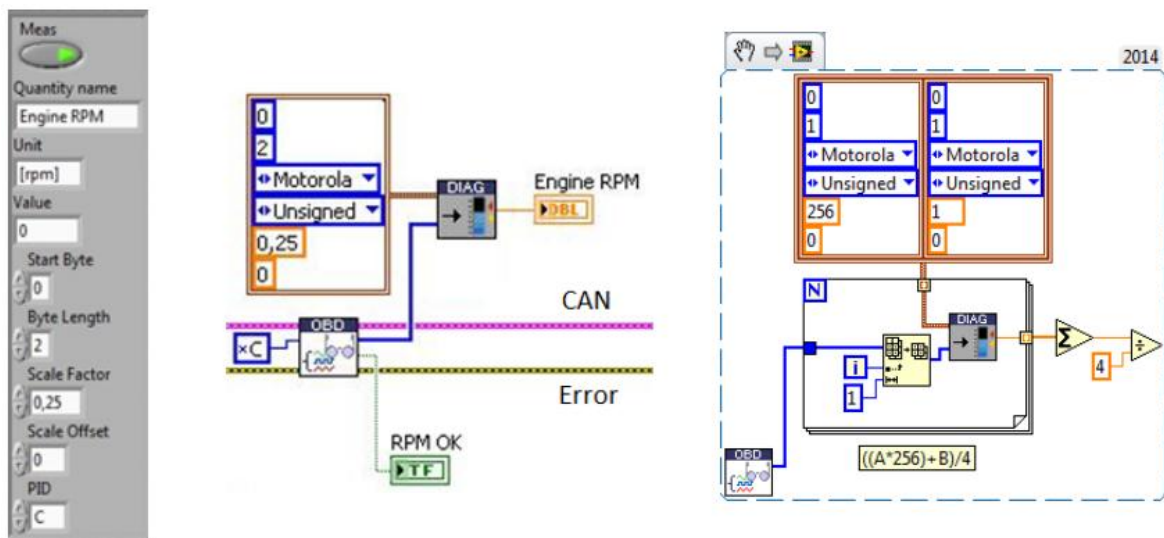


Obrázok 21 - Riadenie prístupu k médiu:

8.2 Popis realizácie komunikácie v zostavovanom programe

Vyčítateľné parametre sú posielané po zbernici CAN-BUS ako štruktúrované správy. Každá správa má podľa štruktúry svoj identifikátor, tzv. PID (Parameter ID – zoznam vid' Príloha 1). Má formu hexadecimálneho zápisu čísla. Po zadaní hodnoty PID-u je ďalej potrebné previesť vyčítané dáta z binárnej formy do jej fyzikálnej hodnoty pomocou deskriptora. Tento deskriptor obsahuje:

- začiatkový bite
- počet bitov
- poradie bitov
- typ dát
- faktor merítka
- posunutie merítka



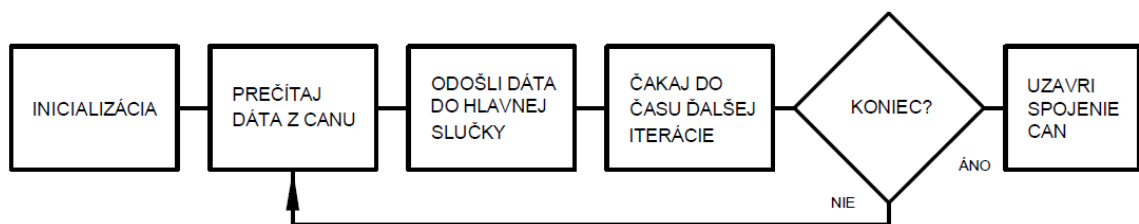
Obrázok 22 - Prevod z binárnej do fyzikálnej formy

Popis možností volby zaznamenávaných veličín

V súčasnej konfigurácii je software schopný po zvolení vyčítať:

- zaťaženie motora [%]
- teplotu chladiacej kvapaliny [°C]
- absolútny tlak v sacom potrubí [kPa]
- otáčky motora [rpm]
- rýchlosť vozidla [km/h]
- teplotu nasávaného vzduchu [°C]
- hmotnostný prietok vzduchu v sacom potrubí [grams/sec]
- poloha plynového pedálu [%]
- tlak v raile [kPa]
- stav ventilu recirkulácie výfukových plynov EGR (Exhaust gas recirculation) [%]
- teplotu okolitého vzduchu [°C]
- pozícia škrtiacej klapky [%]

Voľba vyčítania je nastavená dynamicky, dá sa teda meniť v priebehu programu a umožňuje ju tlačítko „Meas?“



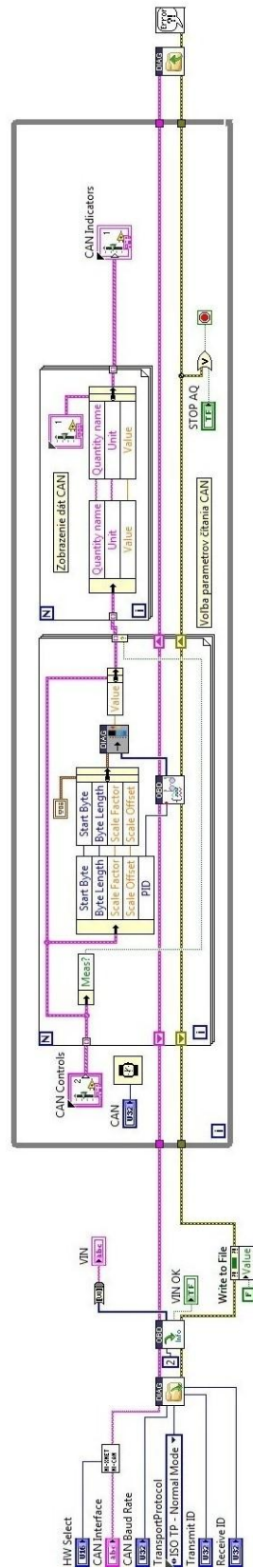
Obrázok 23 - Programový diagram slučky CAN

8.2.1 Front panel – užívateľské ovládanie



Obrázek 24 - Front panel slučky CAN

8.2.2 Block diagraml – zdrojový kód v mojom programe



Obrázok 25 - Front panes slučky CAN

9 Zápis do súboru

9.1 Obecné znalosti o zápise dát do súborov [8]

Zápisom a ukladaním dát do súborov je možno docieľiť rozdielne formáty získaných súborov. Pre organizáciu a reprezentáciu zapísaných dát v LabVIEW sú k dispozícii formáty typu:

a) Binárny formát

Základný formát pre všetky ostatné formáty súborov; čitateľný iba strojovo; najviac kompaktný a najrýchlejší formát pre strojové užívanie číselných dát; zaberá menej miesta, pretože nie je potreba prevodu dát z textového zastúpenia pri ukladaní získaných dát. Používa sa najmä pre ukládanie a sprístupňovanie číselných dát; Zaisťuje to funkcia "Write to Binary File" (prípona .lvm).

b) Textový (ASCII) formát

Je štandardne používaný u väčšiny textových editorov; čitateľný pre človeka; je najjednoduchší pre užívanie a zdieľanie človekom. Používa sa najmä:

pri sprístupňovaní dát iným užívateľom alebo aplikáciám,

pokiaľ zabrané miesto na disku a rýchlosť práce so súbormi nie je rozhodujúci, pokiaľ nie je potreba vykonávať zápis do-alebo čítanie zo súboru,

pokiaľ numerická presnosť nie je dôležitá.

Hodnoty sú oddelované tabulátorom funkciou "Write to Text File" (prípona .lvm).

c) TDM Stortorage (Test Data Exchange Storage) formát

Používaný u NI produktov; je určený pre meranie dát. Jeho zmiešaný formát kombinuje výhody binárneho formátu; skladá sa z dvoch samostatných častí:

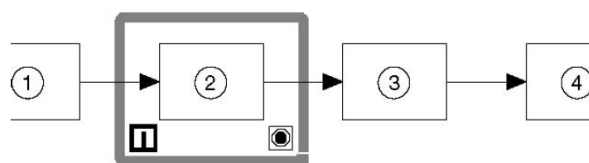
- ASCII/XML časť dát (prípona .tdx) - obsahuje štruktúru dát a informácie o dátach.
- Binárna časť dát (prípona .tdm) - ukladá získané dáta v binárnom formáte.

Umožňuje vytvorenie štruktúry zoskupovaním dát do kanálov alebo skupín kanálov. Dobre zoskupené dáta sú organizované pre jednoduché prehliadanie, analýzu, vyhľadávanie a sprístupňovanie. Zaisťuje funkcia "TDMS Write".

Každý formát dát má svoje výhody, preto je najvhodnejšia voľba formátu pre organizáciu a reprezentáciu viazaná na konkrétny typ dát.

Funkcia Input/Output (vstup/výstup) dáta zaznamenáva do alebo číta zo súboru. Pribeh zahŕňa nasledujúci proces:

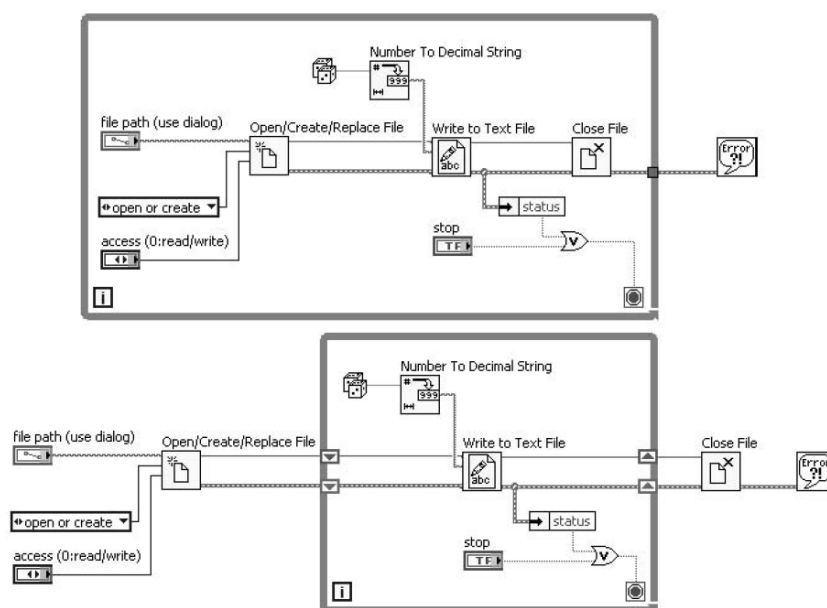
1. Vytvorenie alebo otvorenie súboru so zadaním cesty umiestnenia,
2. čítanie alebo zapisovanie do súboru,
3. Zatvorenie súboru,
4. Kontrola chýb.



Obrázok 26 - Pribeh procesu zapisovania do súboru / čítania zo súboru

9.2 Zápís do súboru

Na začiatku svojej práce som uvažoval že použijem Expresnú funkciu „Write To Measurement File“, nakoľko obsahuje voľbu dátového typu ukladania do súboru. Nakoniec som však zistil, že používanie Expresných VI spomaľuje chod programu, nakoľko je zapisovací súbor po každej iterácii otváraný a zatváraný. Preto som nakoniec rozhodol použiť základnú architektúru.



Obrázok 27 - Príklad zapisovacej slučky

9.2.1 Front panel – užívateľské ovládanie

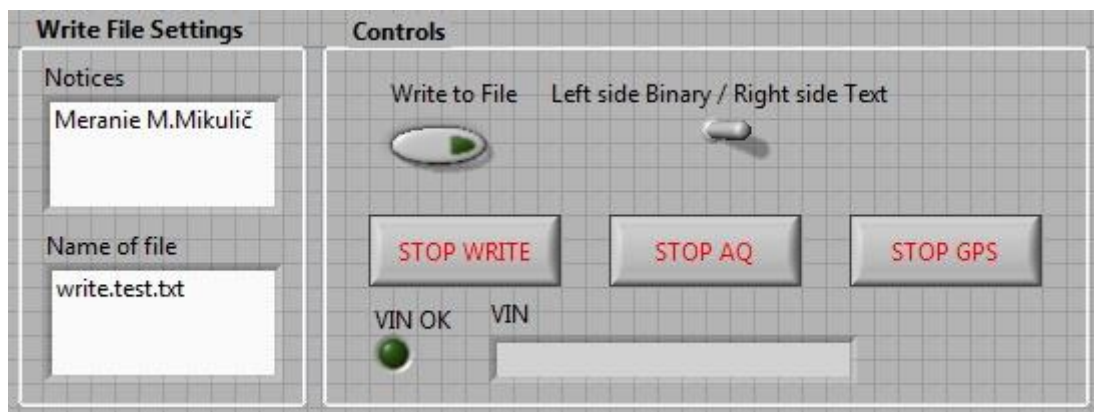
Po stlačení tlačítka „Write to File“ sa vytvorí nový súbor, do ktorého sa následne začnú zapisovať zvolené dáta. Názov súboru sa dá s častí určiť zadaním textu do okna „Name of file“, pred ktorý sa však dynamicky doplní dátum a čas aktuálny v dobe stisknutia tlačítka, Tým som chcel zaručiť, že nemôže dôjsť k prepísaniu súboru z predchádzajúceho merania. Miesto ukladania súbora som pre jednoduchosť nastavil v domovskej zložke programu.

Voľbu typu ukladania dát sa prepína horizontálnym tlačítkom; voľba vpravo znamená ukladanie do textového súboru, voľba vľavo znamená ukladanie do binárneho súboru.

Zápis do súboru je ďalej možné doplniť akoukoľvek poznámkou, ktorá sa zapíše do hlavičky súboru.

Ďalej potom slučka obsahuje dynamickú tvorbu hlavičky v zapisovanom súbore. Po stlačení zapisovacieho tlačítka sa ako prvá v poradí zapíše poznámka k meraniu, ďalej ju nasleduje dátum merania, VIN kód auta a nakoniec názvy zvolených meraných veličín. V tejto fázi tvorba hlavičky končí a ďalej sa do jednotlivých stĺpcov zapisujú pod seba zvolené merané dáta.

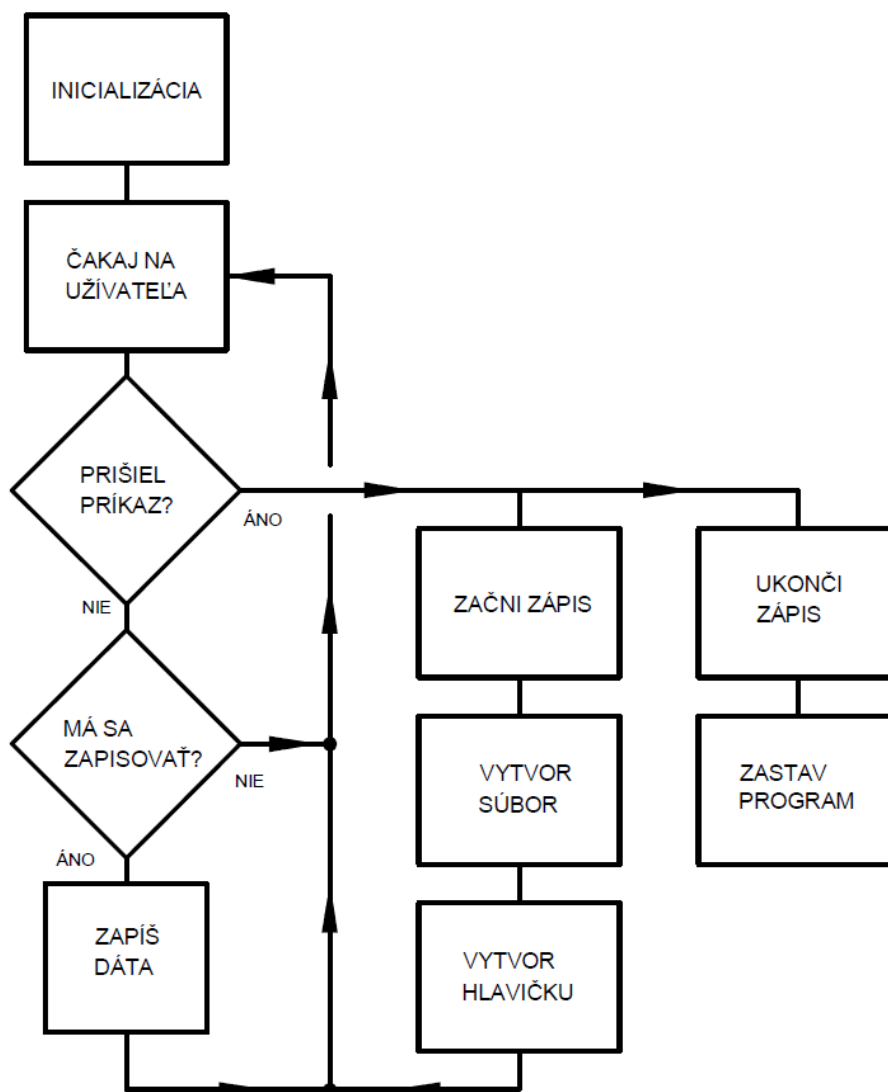
Súbor má príponu .txt, pretože som ju definoval v názve súboru. Bez takéhoto mena je súbor pre Windows neznámy. Otvoriť je ho síce možné aj bez prípony, avšak až po zvolení východiskového programu. Súbor je možné editovať ako v textovom editore, tak i v MS Excel.



Obrázok 28 - Front panel zapisovacej slučky

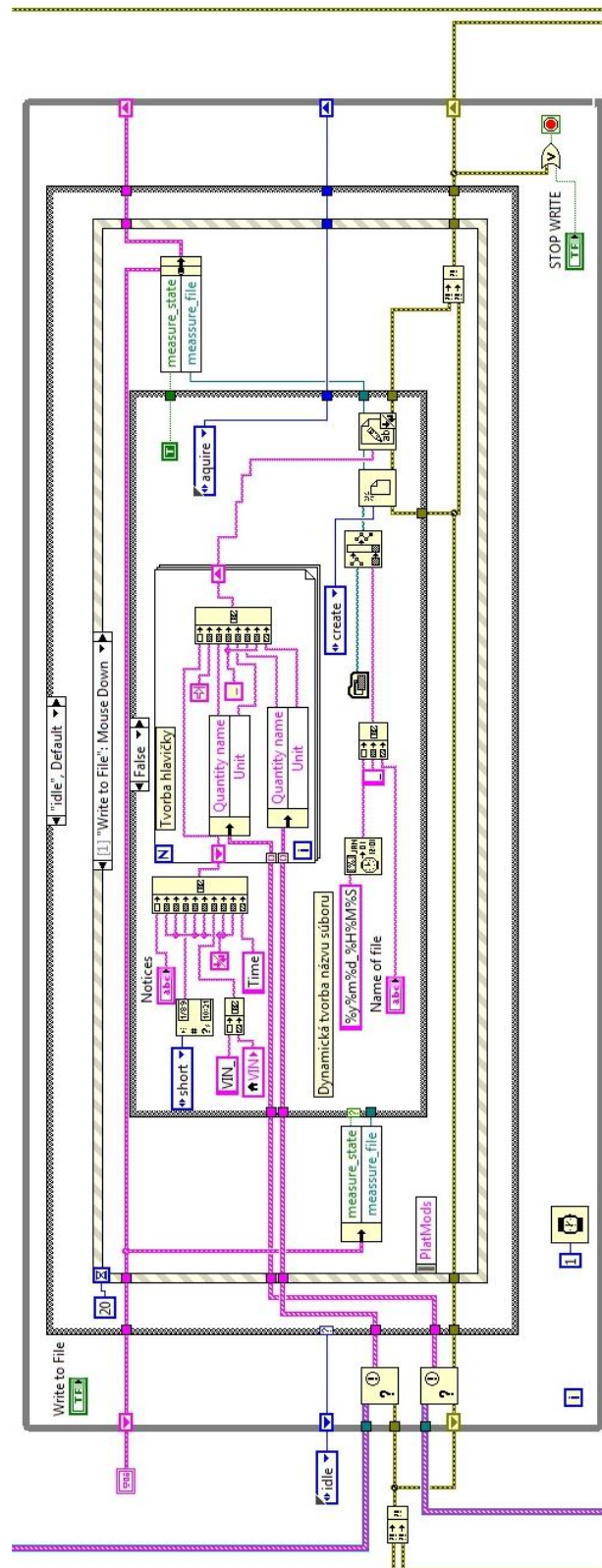
9.2.2 Programový diagram zapisovacej slučky

Po stlačení tlačítka „Write to File“ sa vytvorí v domovskom priečinku VI súbor s príponou .txt. Je možné zadať názov súboru, ktorý sa dynamicky doplní o aktuálny dátum a čas, takže nemôže dôjsť k prepísaniu súboru z predchádzajúceho merania. Ďalej potom slučka obsahuje dynamickú tvorbu hlavičky v zapisovanom súbore, pod ktorú sa ďalej zapisujú merané dáta.



Obrázok 29 - Programový diagram zapisovacej slučky

9.2.3 Block diagram – zdrojový kód v mojom programe



Obrázok 30 - Zdrojový kód zapisovacej slučky

10 GPS

Navigačný systém GPS (Global Positioning System) na základe družicového rádiového systému poskytuje presné informácie o polohe a rýchlosti vozidla v reálnom čase. Systém GPS sa skladá z nasledujúcich súčastí:

- Družice vo vesmíre
- Monitorovacia stanica na Zemi
- Prijímač GPS



Obrázok 31 - Navigačný systém GPS

Okolo planéty krúži 24 družíc, na 6 obežných dráhach, sklonených voči sebe o 60° . V každej obežnej dráhe sa teda nachádzajú štyri družice. Z každého miesta na Zemi je tak v ideálnom prípade vidieť 12 družíc. Družice vysielajú z výšky 20.200 km rádiové signály. Každá z družíc pokrýva určitú oblasť zemského povrchu. Obežná doba GPS družíc vychádza približne na 11 hodín, 58 minút a 2 sekundy. V rámci projektu GPS bol vykonaný výpočet dostupnosti signálu v priebehu 24 hodín. Ukázalo sa, že zvolená koncepcia zaručuje 99,9% spoľahlivosť aj napriek tomu, že vezmeme v úvahu možné odchýlenie družíc z ich nominálnych dráh. Pre niekoľko málo miest na Zemi môže v najhoršom možnom prípade klesnúť spoľahlivosť na 96,9%. Pre určenie polohy je potrebné, aby GPS prijímač prijímal signál najmenej zo 4 vhodne rozmiestnených družíc v jednom okamihu. Vďaka nim je možné stanoviť všetky tri súradnice bodu v priestore, teda zemepisnú dĺžku, zemepisnú šírku a nadmorskú výšku. Ostatné družice výpočet spresňujú. Všetky družice vysielajú na rovnakej frekvencii; a tak musel byť nájdený spôsob, ako môže prijímač získať signál od všetkých družíc súčasne a zároveň odlíšiť, od ktorej družice danú informáciu získal. Každá družica teda k signálu pridáva ešte tzv. pseudonáhodný šum (PRN, Pseudo Random Noise), čo je sekvencia núl a jednotiek, ktorá sa po každých 1023 bitoch stále opakuje. Na prvý pohľad sekvencia vyzerá ako náhodný šum (z čoho bol odvodený i názov), avšak ide o vopred známu postupnosť, ktorá je rôzna pre každú družicu. Tento rad bitov nieje ľubovoľný, ale musí spĺňať mnohé matematické kritériá, aby ju prijímač dokázal bezpečne rozoznať. Monitorovacie stanice zaisťujú bezproblémový chod systému. Stanice prijímajú dáta z družíc a tu dochádza ku korekcii dát (čas a trajektória družíc). Upravené dáta sú odosielané späť družiciam GPS. Prijímač GPS umiestnený na Zemi vypočítava svoju pozíciu a

rýchlosť na základe toho, s akým oneskorením prijme signál z jednotlivých družíc. Keď GPS prijímač prijme GPS signál, tak nevie, ako dlho mu trvalo, než k nemu dorazil. Pozná len časové rozdiely. Táto koncepcia sa často označuje zkratkou TDOA (Time Difference of Arrival). Signál je prijímaný v tzv. „priamej viditeľnosti“ (line of sight). Čo znamená, že preniká mrakmi, plastom, sklom, ale väčšinou neprechádza pevnými objektami, ako môžu byť budovy.

10.1 GPS protokol NMEA 0183

NMEA 0183 je štandard, pôvodne určený pre automatizovaný prenos dát medzi jednotlivými zariadeniami elektroniky lodí. Stanovilo a udržuje ho americké Národné združenie pre lodnú elektroniku (NMEA - National Marine Electronics Association). Štandard vznikol na prelome 80. a 90. rokov 20. storočia kedy nahradil staršie štandardy NMEA 0180 a NMEA 0182. Štandard popisuje elektrické charakteristiky a prenosový protokol, kódujúci informácie pomocou ASCII znakov. Jedným z hlavných využití v súčasnosti je prenos dát medzi prijímačmi Globálnych družicových polohových systémov a elektronikou, ktorá ich informácie využíva. [13] Bližší popis je uvedený v prílohe 2.

Fyzická vrstva využíva štandardu sériovej komunikácie RS-232. Základné nastavenie definuje komunikačnú rýchlosť 4800 bit/s, jeden stop-bit, žiadna parita ani potvrdzovanie.

Dátová vrstva je potom tvorená ACSII reťazcami stanoveného formátu.

Formát správ:

Všetky správy majú stanovený formát podľa nasledujúcej schémy:

- Správu tvorí riadok ASCII znakov (písmen a číslíc), nasledovaný znakmi <CR> a <LF> (návrat vozíka a prechod na nový riadok)
- Každý riadok začína znakom \$ (alebo tiež !)
- Znak (obvykle 5 znakov), nasledujúce po znaku \$, identifikujú druh správy.
- Prvé dva znaky z tejto päťice určujú typ vysieláča (napríklad ..GP.. znamená GPS prijímač)
- Ďalšie tri znaky označujú konkrétny druh správy
- Potom nasledujú dátové polia. Tieto polia sú od úvodného reťazca i od seba navzájom oddelené čiarkami.
- Po poslednom dátovom poli nasleduje (už bez čiarky) znak *

- Za znakom * sú už len dva znaky kontrolného súčtu. Kontrolný súčet je tvorený hexadecimálnym zápisom bitu, ktorý vznikne ako XOR všetkých predchádzajúcich znakov správy medzi znakmi \$ a * (výnimka sú znaky \$ a *).

- Každá veta môže obsahovať najviac 80 znakov plus "\$" a <CR><LF>, celkom teda 83 bajtov.

Existujú tri základní druhy viet:

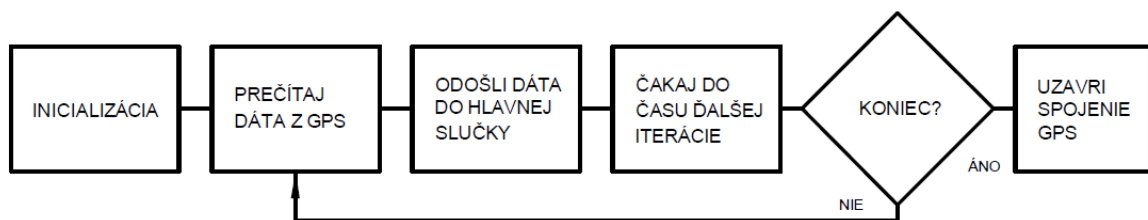
- vety zo strany hovorca (TALKER sentences)
- proprietárne vety (proprietary sentences)
- dopytovacie vety (query sentences)

Pokiaľ je prvý znak po \$ písmeno P, jedná sa o proprietárny protokol, ktorý môže mať svoje vlastné pravidlá. Potom nasleduje trojpísmenný identifikátor výrobcu; a ďalej nasledujú jednotlivé dátové položky v súlade s prianím výrobcu. Všeobecný formát vety musí byť zachovaný.

Dopytovacie vety predstavujú spôsob, ktorým môže poslucháč zažiadať hovorca o zaslanie konkrétnej vety. Prvé dva znaky za znakom dolár sú identifikátorom toho, kto podáva žiadosť. Nasledujúce dva znaky označujú respondenta - teda toho, komu je žiadosť posielaná. Piatym znakom je vždy písmeno "Q", ktoré označuje, že sa jedná o dopytovací typ vety. Nasleduje trojpísmenová dátová položka určujúca, o aký typ vety sa žiada.

10.2 GPS v mojom programe

GPS modul komunikuje prostredníctvom Bluetooth alebo cez USB kábel, čoho je možné s výhodou využiť napr. pri vybití batérie. Komunikačný port ostáva zhodný pri oboch spôsoboch komunikácie. Komunikácia je sériová.



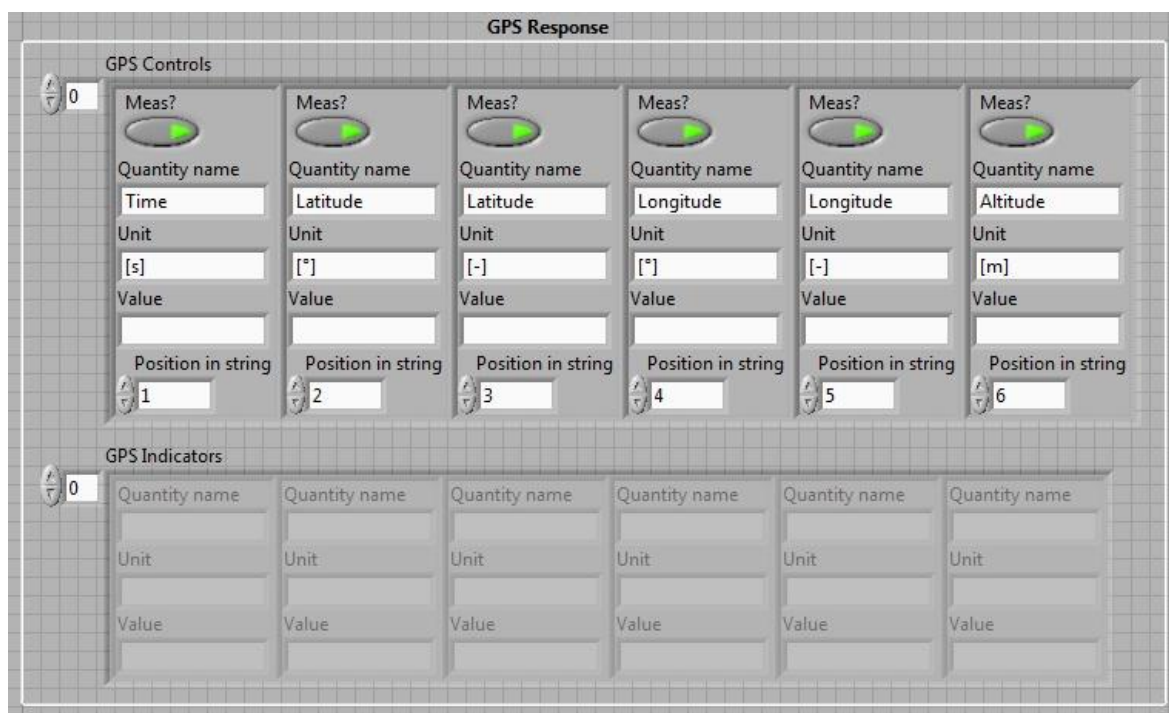
Obrázok 32 - Programový diagram GPS slučky

10.2.1 Front panel – užívateľské ovládanie

GPS modul prijíma viac druhov správ. V mojom programe som sa rozhodol pre čítanie informácií zo správy \$GPGGA pretože poskytuje všetky potrebné informácie k popisu testovanej trate. V súčasnej konfigurácii je software schopný po zvolení vyčítať zemepisné súradnice

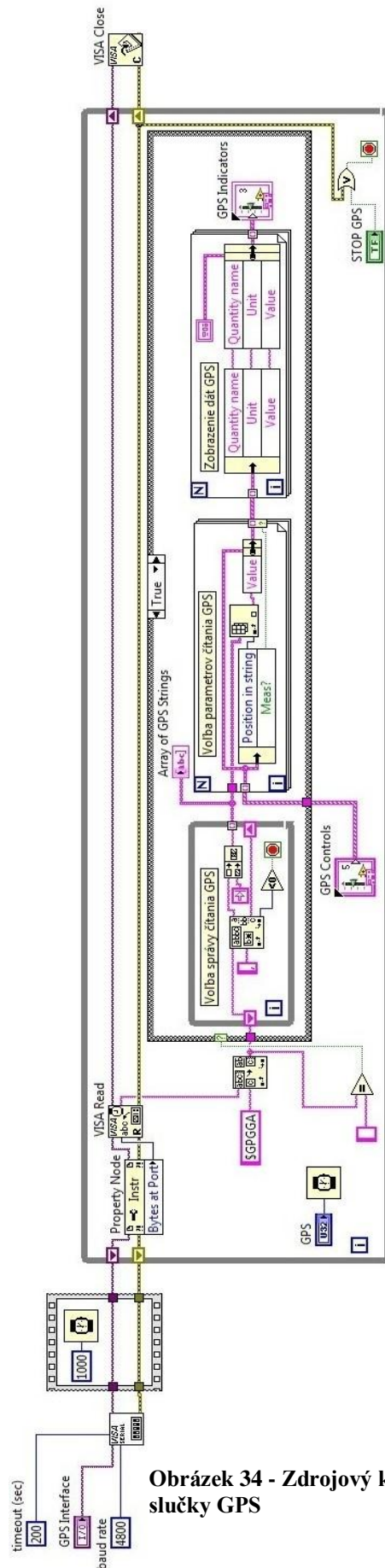
- zemepisnú dĺžku
- zemepisnú šírku
- nadmorskú výšku
- aktuálny čas poskytovaný GPS systémom

Voľba žiadaných parametrov nastáva po stlačení tlačítka „Meas?“. Program je prednastavený, aby po každom spustení ukazoval všetky nakonfigurované veličiny.



Obrázok 33 - Front panel GPS slučky

10.2.2 Block diagraml – zdrojový kód v mojom programe



Obrázek 34 - Zdrojový kód slučky GPS

11 Meranie

Meranie som uskutočnil na niekoľkých autách značky škoda. Po počiatočných hardvérových problémoch sa mi nakoniec podarilo úspešne naviazať komunikáciu ako s autom, tak aj s modulom GPS.

12 Námety pre ďalšiu prácu

Software (po vhodnej konfigurácii) a hardware od firmy National Instruments poskytuje široké možnosti merania a zberu dát, je užívateľsky otvorený, umožňuje ďalšie rozširovanie a implementovanie ďalších meračov.

Ďalej by bolo vhodné kompletne doplniť software o chýbajúce PID-y OBD2 protokolu a tiež o ďalšie podporované módy.

13 Záver

Meranie a zber dát volne dostupným softwarom a cenovo dostupným hardwarom je nedostatočné.

Profesionálne diagnostické produkty sa pohybujú k tomu odpovedajúcej vysokej cenovej hladine. Tieto produkty ale nie sú primárne určené pre zber dát - spravidla nie je možné ukladať väčšie množstvo meraných dát.

Software (po vhodnej konfigurácii) a hardware od firmy National Instruments poskytuje široké možnosti merania a zberu dát, je užívateľsky otvorený, umožňuje ďalšie rozširovanie a implementovanie ďalších meračov; a preto som v tejto práci vypracoval softvér pre v súčasnej dobe štandardný komunikačný protokol práve za pomoci pre tento účel zakúpenej softvérovej a hardvérovej časti balíčka.

Získané dáta sú zapisované do textového súboru, ktorý je následne možné otvoriť v tabuľkovom editore MS Excel.

14 Zdroje literatury

- [1] http://www.jb-elektronik.cz/automobilova_diagnostika_uvod.php
- [2] http://cs.wikipedia.org/wiki/Automobilov%C3%A1_diagnostika
- [3] http://www.obdtester.com/obd2_protocols
http://www.obdtester.com/obd2_connector
- [4] <http://www.projekt-tech.cz/?72,elm-327-usb-kabel-obd-ii-v15a>
- [5] <http://sine.ni.com/nips/cds/view/p/lang/en/nid/203384>
- [6] <http://www.vseproauto.eu/autodiagnostika-c25/touchscan-profesional-na-cd-i825/>
- [7] <http://www.motordiag.cz/produkt/scanmaster>
- [8] Kříž, J. Výukové materiály certifikácie CLAD. 2015
- [9] <http://sine.ni.com/nips/cds/view/p/lang/en/nid/203554>
- [10] https://cs.wikipedia.org/wiki/Electronic_Control_Unit
- [11] BERAN, M. Datové sběrnice CAN - Prezentace Ústavu automobilního a dopravního inženýrství.
- [12] <http://www.elektrorevue.cz/clanky/03021/index.html>
- [13] https://cs.wikipedia.org/wiki/NMEA_0183
- [14] SAE J1979: E/E Diagnostic Test Modes
SAE J1979 _ 2006 edition – Ballot

15 Zoznam príloh

PRÍLOHA 1 - OBD-II PIDS	53
PRÍLOHA 2 - NMEA ŠTANDARD	62
<i>\$GPGGA</i>	62
<i>\$GPGSA</i>	63
<i>\$GPGSV</i>	64
<i>\$GPRMC</i>	65
PRÍLOHA 3 - KATALÓGOVÝ LIST USB 8473	66
PRÍLOHA 4 - KATALÓGOVÝ LIST GT-750F(L) DATASHEET V6	70
PRÍLOHA 5	73
<i>Front panel – užívateľské rozhranie</i>	73
<i>Block diagram – štruktúra zdrojového kódu</i>	74
PRÍLOHA 6 - GRAFICKÉ VYHODNOTENIE NAMERANÝCH DÁT CAN	76
PRÍLOHA 7 - GRAFICKÉ VYHODNOTENIE NAMERANÝCH DÁT GPS	77

Príloha 1 - OBD-II PIDs

PID (hex)	Data bytes returned	Description	Min value	Max value	Units	Formula[a]
0	4	PIDs supported [01 - 20]				Bit encoded [A7..D0] == [PID \$01..PID \$20] See below
1	4	Monitor status since DTCs cleared. (Includes malfunction indicator lamp (MIL) status and number of DTCs.)				Bit encoded. See below
2	2	Freeze DTC				
3	2	Fuel system status				Bit encoded. See below
4	1	Calculated engine load value	0	100	%	$A * 100 / 255$
5	1	Engine coolant temperature	-40	215	°C	$A - 40$
6	1	Short term fuel % trim—Bank 1	-100 Subtracting Fuel (Rich Condition)	99.22 Adding Fuel (Lean Condition)	%	$(A - 128) * 100 / 128$
7	1	Long term fuel % trim—Bank 1	-100 Subtracting Fuel (Rich Condition)	99.22 Adding Fuel (Lean Condition)	%	$(A - 128) * 100 / 128$
8	1	Short term fuel % trim—Bank 2	-100 Subtracting Fuel (Rich Condition)	99.22 Adding Fuel (Lean Condition)	%	$(A - 128) * 100 / 128$
9	1	Long term fuel % trim—Bank 2	-100 Subtracting Fuel (Rich Condition)	99.22 Adding Fuel (Lean Condition)	%	$(A - 128) * 100 / 128$
0A	1	Fuel pressure	0	765	kPa (gauge)	$A * 3$

0B	1	Intake manifold absolute pressure	0	255	kPa (absolute)	A
0C	2	Engine RPM	0	16,383.75	rpm	$((A*256)+B)/4$
0D	1	Vehicle speed	0	255	km/h	A
0E	1	Timing advance	-64	63.5	° relative to #1 cylinder	$(A-128)/2$
0F	1	Intake air temperature	-40	215	°C	A-40
10	2	MAF air flow rate	0	655.35	grams/sec	$((A*256)+B) / 100$
11	1	Throttle position	0	100	%	$A*100/255$
12	1	Commanded secondary air status				Bit encoded. See below
13	1	Oxygen sensors present				[A0..A3] == Bank 1, Sensors 1-4. [A4..A7] == Bank 2...
14	2	Bank 1, Sensor 1:			Volts	A/200
		Oxygen sensor voltage,	0	1.275	%	$(B-128) * 100/128$ (if B==\$FF, sensor is not used in trim calc)
		Short term fuel trim	-100(lean)	99.2(rich)		
15	2	Bank 1, Sensor 2:			Volts	A/200
		Oxygen sensor voltage,	0	1.275	%	$(B-128) * 100/128$ (if B==\$FF, sensor is not used in trim calc)
		Short term fuel trim	-100(lean)	99.2(rich)		
16	2	Bank 1, Sensor 3:			Volts	A/200
		Oxygen sensor voltage,	0	1.275	%	$(B-128) * 100/128$ (if B==\$FF, sensor is not used in trim calc)
		Short term fuel trim	-100(lean)	99.2(rich)		
17	2	Bank 1, Sensor 4:			Volts	A/200
		Oxygen sensor voltage,	0	1.275	%	$(B-128) * 100/128$ (if B==\$FF, sensor is not used in trim calc)
		Short term fuel trim	-100(lean)	99.2(rich)		
18	2	Bank 2, Sensor 1:			Volts	A/200
		Oxygen sensor voltage,	0	1.275	%	$(B-128) * 100/128$ (if B==\$FF, sensor is not used in trim calc)
		Short term fuel trim	-100(lean)	99.2(rich)		

19	2	Bank 2, Sensor 2:			Volts	A/200
		Oxygen sensor voltage,	0	1.275	%	(B-128) * 100/128 (if B==\$FF, sensor is not used in trim calc)
		Short term fuel trim	-100(lean)	99.2(rich)		
1A	2	Bank 2, Sensor 3:			Volts	A/200
		Oxygen sensor voltage,	0	1.275	%	(B-128) * 100/128 (if B==\$FF, sensor is not used in trim calc)
		Short term fuel trim	-100(lean)	99.2(rich)		
1B	2	Bank 2, Sensor 4:			Volts	A/200
		Oxygen sensor voltage,	0	1.275	%	(B-128) * 100/128 (if B==\$FF, sensor is not used in trim calc)
		Short term fuel trim	-100(lean)	99.2(rich)		
1C	1	OBD standards this vehicle conforms to				Bit encoded. See below
1D	1	Oxygen sensors present				Similar to PID 13, but [A0..A7] == [B1S1, B1S2, B2S1, B2S2, B3S1, B3S2, B4S1, B4S2]
1E	1	Auxiliary input status				A0 == Power Take Off (PTO) status (1 == active) [A1..A7] not used
1F	2	Run time since engine start	0	65,535	seconds	(A*256)+B
20	4	PIDs supported [21 - 40]				Bit encoded [A7..D0] == [PID \$21..PID \$40] See below
21	2	Distance traveled with malfunction indicator lamp (MIL) on	0	65,535	km	(A*256)+B
22	2	Fuel Rail Pressure (relative to manifold vacuum)	0	5177.265	kPa	((A*256)+B) * 0.079
23	2	Fuel Rail Pressure (diesel, or gasoline direct inject)	0	655,35	kPa (gauge)	((A*256)+B) * 10
24	4	O2S1_WR_lambda(1):	0	1.999	N/A	((A*256)+B)*2/65535 or ((A*256)+B)/32768
		Equivalence Ratio	0	7.999	V	((C*256)+D)*8/65535 or ((C*256)+D)/8192
		Voltage				

25	4	O2S2_WR_lambda(1):	0	2	N/A	$((A*256)+B)*2/65535$
		Equivalence Ratio	0	8	V	$((C*256)+D)*8/65535$
		Voltage				
26	4	O2S3_WR_lambda(1):	0	2	N/A	$((A*256)+B)*2/65535$
		Equivalence Ratio	0	8	V	$((C*256)+D)*8/65535$
		Voltage				
27	4	O2S4_WR_lambda(1):	0	2	N/A	$((A*256)+B)*2/65535$
		Equivalence Ratio	0	8	V	$((C*256)+D)*8/65535$
		Voltage				
28	4	O2S5_WR_lambda(1):	0	2	N/A	$((A*256)+B)*2/65535$
		Equivalence Ratio	0	8	V	$((C*256)+D)*8/65535$
		Voltage				
29	4	O2S6_WR_lambda(1):	0	2	N/A	$((A*256)+B)*2/65535$
		Equivalence Ratio	0	8	V	$((C*256)+D)*8/65535$
		Voltage				
2A	4	O2S7_WR_lambda(1):	0	2	N/A	$((A*256)+B)*2/65535$
		Equivalence Ratio	0	8	V	$((C*256)+D)*8/65535$
		Voltage				
2B	4	O2S8_WR_lambda(1):	0	2	N/A	$((A*256)+B)*2/65535$
		Equivalence Ratio	0	8	V	$((C*256)+D)*8/65535$
		Voltage				
2C	1	Commanded EGR	0	100	%	$A*100/255$
2D	1	EGR Error	-100	99.22	%	$(A-128) * 100/128$
2E	1	Commanded evaporative purge	0	100	%	$A*100/255$
2F	1	Fuel Level Input	0	100	%	$A*100/255$
30	1	# of warm-ups since codes cleared	0	255	N/A	A
31	2	Distance traveled since codes cleared	0	65,535	km	$(A*256)+B$
32	2	Evap. System Vapor Pressure	-8,192	8,192	Pa	$((A*256)+B)/4$ (A and B are two's complement signed)
33	1	Barometric pressure	0	255	kPa (Absolute)	A
34	4	O2S1_WR_lambda(1):	0	1.999	N/A	$((A*256)+B)/32,768$
		Equivalence Ratio	-128	127.99	mA	$((C*256)+D)/256 - 128$
		Current				
35	4	O2S2_WR_lambda(1):	0	2	N/A	$((A*256)+B)/32,768$
		Equivalence Ratio	-128	128	mA	$((C*256)+D)/256 - 128$
		Current				

36	4	O2S3_WR_lambda(1):	0	2	N/A	$((A*256)+B)/32768$
		Equivalence Ratio	-128	128	mA	$((C*256)+D)/256 - 128$
		Current				
37	4	O2S4_WR_lambda(1):	0	2	N/A	$((A*256)+B)/32,768$
		Equivalence Ratio	-128	128	mA	$((C*256)+D)/256 - 128$
		Current				
38	4	O2S5_WR_lambda(1):	0	2	N/A	$((A*256)+B)/32,768$
		Equivalence Ratio	-128	128	mA	$((C*256)+D)/256 - 128$
		Current				
39	4	O2S6_WR_lambda(1):	0	2	N/A	$((A*256)+B)/32,768$
		Equivalence Ratio	-128	128	mA	$((C*256)+D)/256 - 128$
		Current				
3A	4	O2S7_WR_lambda(1):	0	2	N/A	$((A*256)+B)/32,768$
		Equivalence Ratio	-128	128	mA	$((C*256)+D)/256 - 128$
		Current				
3B	4	O2S8_WR_lambda(1):	0	2	N/A	$((A*256)+B)/32,768$
		Equivalence Ratio	-128	128	mA	$((C*256)+D)/256 - 128$
		Current				
3C	2	Catalyst Temperature Bank 1, Sensor 1	-40	6,513.5	°C	$((A*256)+B)/10 - 40$
3D	2	Catalyst Temperature Bank 2, Sensor 1	-40	6,513.5	°C	$((A*256)+B)/10 - 40$
3E	2	Catalyst Temperature Bank 1, Sensor 2	-40	6,513.5	°C	$((A*256)+B)/10 - 40$
3F	2	Catalyst Temperature Bank 2, Sensor 2	-40	6,513.5	°C	$((A*256)+B)/10 - 40$
40	4	PIDs supported [41 - 60]				Bit encoded [A7..D0] == [PID \$41..PID \$60] See below
41	4	Monitor status this drive cycle				Bit encoded. See below
42	2	Control module voltage	0	65.535	V	$((A*256)+B)/1000$
43	2	Absolute load value	0	25,7	%	$((A*256)+B)*100/255$
44	2	Fuel/Air commanded equivalence ratio	0	2	N/A	$((A*256)+B)/32768$
45	1	Relative throttle position	0	100	%	$A*100/255$
46	1	Ambient air temperature	-40	215	°C	A-40

47	1	Absolute throttle position B	0	100	%	A*100/255
48	1	Absolute throttle position C	0	100	%	A*100/255
49	1	Accelerator pedal position D	0	100	%	A*100/255
4A	1	Accelerator pedal position E	0	100	%	A*100/255
4B	1	Accelerator pedal position F	0	100	%	A*100/255
4C	1	Commanded throttle actuator	0	100	%	A*100/255
4D	2	Time run with MIL on	0	65,535	minutes	(A*256)+B
4E	2	Time since trouble codes cleared	0	65,535	minutes	(A*256)+B
4F	4	Maximum value for equivalence ratio, oxygen sensor voltage, oxygen sensor current, and intake manifold absolute pressure	0, 0, 0, 0	255, 255, 255, 2550	, V, mA, kPa	A, B, C, D*10
50	4	Maximum value for air flow rate from mass air flow sensor	0	2550	g/s	A*10, B, C, and D are reserved for future use
51	1	Fuel Type				From fuel type table see below
52	1	Ethanol fuel %	0	100	%	A*100/255
53	2	Absolute Evap system Vapor Pressure	0	327.675	kPa	((A*256)+B)/200
54	2	Evap system vapor pressure	-32,767	32,768	Pa	((A*256)+B)-32767
55	2	Short term secondary oxygen sensor trim bank 1 and bank 3	-100	99.22	%	(A-128)*100/128
						(B-128)*100/128
56	2	Long term secondary oxygen sensor trim bank 1 and bank 3	-100	99.22	%	(A-128)*100/128
						(B-128)*100/128
57	2	Short term secondary oxygen sensor trim bank 2 and bank 4	-100	99.22	%	(A-128)*100/128
						(B-128)*100/128
58	2	Long term secondary oxygen sensor trim bank 2 and bank 4	-100	99.22	%	(A-128)*100/128
						(B-128)*100/128

59	2	Fuel rail pressure (absolute)	0	655,35	kPa	$((A*256)+B) * 10$
5A	1	Relative accelerator pedal position	0	100	%	$A*100/255$
5B	1	Hybrid battery pack remaining life	0	100	%	$A*100/255$
5C	1	Engine oil temperature	-40	210	°C	$A - 40$
5D	2	Fuel injection timing	-210.00	301.992	°	$((A*256)+B)-26,880)/128$
5E	2	Engine fuel rate	0	3212.75	L/h	$((A*256)+B)*0.05$
5F	1	Emission requirements to which vehicle is designed				Bit Encoded
60	4	PIDs supported [61 - 80]				Bit encoded [A7..D0] == [PID \$61..PID \$80] See below
61	1	Driver's demand engine - percent torque	-125	125	%	A-125
62	1	Actual engine - percent torque	-125	125	%	A-125
63	2	Engine reference torque	0	65,535	Nm	$A*256+B$
64	5	Engine percent torque data	-125	125	%	A-125 Idle
						B-125 Engine point 1
						C-125 Engine point 2
						D-125 Engine point 3
						E-125 Engine point 4
65	2	Auxiliary input / output supported				Bit Encoded
66	5	Mass air flow sensor				
67	3	Engine coolant temperature				
68	7	Intake air temperature sensor				
69	7	Commanded EGR and EGR Error				
6A	5	Commanded Diesel intake air flow control and relative intake air flow position				
6B	5	Exhaust gas recirculation temperature				

6C	5	Commanded throttle actuator control and relative throttle position				
6D	6	Fuel pressure control system				
6E	5	Injection pressure control system				
6F	3	Turbocharger compressor inlet pressure				
70	9	Boost pressure control				
71	5	Variable Geometry turbo (VGT) control				
72	5	Wastegate control				
73	5	Exhaust pressure				
74	5	Turbocharger RPM				
75	7	Turbocharger temperature				
76	7	Turbocharger temperature				
77	5	Charge air cooler temperature (CACT)				
78	9	Exhaust Gas temperature (EGT) Bank 1				Special PID. See below
79	9	Exhaust Gas temperature (EGT) Bank 2				Special PID. See below
7A	7	Diesel particulate filter (DPF)				
7B	7	Diesel particulate filter (DPF)				
7C	9	Diesel Particulate filter (DPF) temperature				
7D	1	NOx NTE control area status				
7E	1	PM NTE control area status				
7F	13	Engine run time				
80	4	PIDs supported [81 - A0]				Bit encoded [A7..D0] == [PID \$81..PID \$A0] See below

81	21	Engine run time for Auxiliary Emissions Control Device(AECD)				
82	21	Engine run time for Auxiliary Emissions Control Device(AECD)				
83	5	NOx sensor				
84		Manifold surface temperature				
85		NOx reagent system				
86		Particulate matter (PM) sensor				
87		Intake manifold absolute pressure				
A0	4	PIDs supported [A1 - C0]				Bit encoded [A7..D0] == [PID \$A1..PID \$C0] See below
C0	4	PIDs supported [C1 - E0]				Bit encoded [A7..D0] == [PID \$C1..PID \$E0] See below

Príloha 2 - NMEA štandard

\$GPGGA

GGA - zemepisná dĺžka a šírka, geodetická výška, čas určenia súradníc

#	formát	príklad	komentár
1	hhmmss.sss	170139.615	Čas (UTC), pre ktorý platí údaje o vypočítanej pozícii
2	ddmm.mmmm	4912.2526	Zemepisná šírka
3	c	N	Indikátor severná/južná šírka (N=sever, S=juh)
4	dddmm.mmmm	01635.0378	Zemepisná dĺžka
5	c	E	Indikátor východnej/západnej dĺžky (E=východ, W=západ)
6	d	1	Indikátor kvality: 0 — nebolo možné určiť pozíciu 1 — pozícia úspešne určená 2 — pozícia úspešne určená (diferenční GPS)
7	dd	07	Počet viditeľných satelitov 00 — 12
8	d.d	1.0	Vplyv rozostavenia družíc na určenie polohy HDOP (<i>Horizontal Dilution of precision</i>)
9	d.d	357.5	Výška antény nad geoidom
10	c	M	Jednotka pre predchádzajúci údaj (č.9) (M=meter)
11	d.d	43.5	Geoidal separation, rozdiel medzi WGS-84 zemským elipsoidom a strednou úrovňou mora (geoid). Znamienko mínus znamená, že stredná úroveň Zeme je pod elipsoidom.
12	c	M	Jednotka vzdialenosti pre predchádzajúcu položku (č.11) (M=meter)
13	d.d	0.0	Čas od poslednej aktualizácie DGPS. Údaj je uvádzaný v sekundách. Ak údaj chýba, nepoužíva sa DGPS.
14	dddd	0000	Identifikačné číslo referenčnej stanice pre DGPS (0000 — 1023)
15	*xx	7D	Kontrolný súčet

\$GPGSA

GSA, aktívne satelity a DOP (Dilution Of Precision)

eg1. \$GPGSA,A,3,19,28,14,18,27,22,31,39,,,,,1.7,1.0,1.3*35

#	formát	príklad	komentár
1	c	A	Prepínanie medzi N-rozmernými módmi (A=automatické, M=manuálne)
2	d	3	Počet dimenzií N (1=?, 2=2D, 3=3D)
3	dd	29	ID prvého satelitu použiteľného pre výpočet
4	dd	26	ID druhého satelitu použiteľného pre výpočet
5	dd	22	ID tretieho satelitu použiteľného pre výpočet
6	dd	09	ID štvrtého satelitu použiteľného pre výpočet
7	dd	07	ID piateho satelitu použiteľného pre výpočet
8	dd	05	ID šiesteho satelitu použiteľného pre výpočet
9	dd	04	ID siedmeho satelitu použiteľného pre výpočet
10	dd	N.A.	ID ôsmeho satelitu použiteľného pre výpočet
11	dd	N.A.	ID deviateho satelitu použiteľného pre výpočet
12	dd	N.A.	ID desiateho satelitu použiteľného pre výpočet
13	dd	N.A.	ID jedenásteho satelitu použiteľného pre výpočet
14	dd	N.A.	ID dvanásteho satelitu použiteľného pre výpočet
15	d.d	1.7	PDOP (Position Dilution Of Precision) v metroch
16	d.d	1.0	HDOP (Horizontal Dilution Of Precision) v metroch
17	d.d	1.4	VDOP (Vertical Dilution Of Precision) v metroch
18	*xx	30	Kontrolný súčet

\$GPGSV

GSV (Satellites in View) - Informácie o družiciach

eg. \$GPGSV,3,1,11,03,03,111,00,04,15,270,00,06,01,010,00,13,06,292,00*74

#	formát	príklad	komentár
1	d	3	Celkový počet viet (číslujú sa od 1)
2	d	1	Číslo aktuálnej vety (taktiež sa čísluje od 1)
3	dd	11	Počet viditeľných družíc
4	dd	09	Identifikačné číslo družice
5	dd	84	Uhlová výška, kde sa daná družice nachádza
6	ddd	297	Azimut, kde sa daná družica nachádza
7	dd	41	Odstup signálu od šumu (SNR - Signal to Noise Ratio). Ak je tento údaj rovný nule, nemožno daný satelit využiť pre výpočet polohy. Najčastejšie preto, že je zatienený.
...	Podľa počtu viditeľných družíc môžu nasledovať ďalšie štvorice údajov (4-7)
n	*xx	74	Kontrolný súčet

\$GPRMC

RMC (Recommended Minimum Navigation Information) - Minimálna doporučená informácia pre navigáciu

eg1. \$GPRMC,225446,A,4916.45,N,12311.12,W,000.5,054.7,191194,020.3,E*68

#	formát	príklad	komentár
1	hhmmss.sss	170138.615	Čas (UTC)
2	c	A	Status (A=OK, V=varovanie)
3	ddmm.mmmm	4912.2525	Zemepisná šírka
4	c	N	Indikátor sever/juh (N=sever, S=juh)
5	ddmm.mmmm	01635.0378	Zemepisná dĺžka
6	c	E	Indikátor východ/západ (E=východ, W=západ)
7	d.d	0.04	Vodorovná rýchlosť (Speed Over Ground, v uzloch)
8	d.d	16.43	Kurz pohybu v stupňoch
9	ddmmyy	280705	Dátum ddmmyy
10	d.d	N.A.	Magnetická deklinácia v stupňoch
11	c	N.A.	Indikátor východ/západ (E=východ, W=západ)
12	*xx	32	Kontrolný súčet

Príloha 3 - Katalógový list USB 8473



Technical Sales

(866) 531-6285
orders@ni.com

Ordering Information

For user manuals and dimensional drawings, visit the product page resources tab on ni.com.

Last Revised: 2014-11-06 07:14:51.0

1-Port USB CAN and LIN Interfaces

NI USB-8476, NI USB-8476s, NI USB-8473, NI USB-8473s, NI USB-8472, NI USB-8472s



- 1-port high-speed CAN, low-speed/fault-tolerant CAN, and LIN interfaces
- Hi-Speed USB compliant, bus-powered
- Interfaces available with optional hardware synchronization and 1 μ s timestamping resolution
- Integrated USB cable and CAN or LIN bus transceiver
- Support for CAN 2.0A (11-bit) and extended CAN 2.0B (29-bit) arbitration ID
- LIN 1.3, 2.0, and J2602 compliance
- Powerful, frame-based API with NI-CAN driver software
- 500 V digital isolation

Overview

NI USB-847x CAN and LIN interfaces provide Hi-Speed USB interfaces for connecting your PC to controller area network (CAN) or local interconnect network (LIN) networks and devices. With the optional hardware synchronization versions that feature a 3-pin COMBICON synchronization connector, you can use 1 MHz, 10 MHz, or 20 MHz clocks to synchronize the internal hardware timebase with other devices such as USB CAN; USB LIN; and NI data acquisition, motion, and vision hardware. Synchronization eliminates clock drift between devices and enables triggering between devices for correlating CAN data with data from other devices.

[Back to Top](#)

Comparison Tables

Model	Physical Layer	Transceiver	Max Transfer Rate (kbit/s)	Hardware Sync	Software Termination
USB-8473	High-Speed CAN	TJA1041	1,000	no	no
USB-8473s	High-Speed CAN	TJA1041	1,000	yes	no
USB-8472	Low-Speed/Fault-Tolerant CAN	TJA1054AT	125	no	yes
USB-8472s	Low-Speed/Fault-Tolerant CAN	TJA1054AT	125	yes	yes
USB-8476	LIN	ATA6820	20	no	yes
USB-8476s	LIN	ATA6820	20	yes	yes

[Back to Top](#)

Application and Technology

NI USB-847x interfaces are ideal for a wide variety of applications, including monitoring and logging in-vehicle networks, bus load monitoring, device validation with synchronized data acquisition, CAN device development and test, and correlating CAN and LIN data with external measurements.

The convenient all-in-one design features a captive 2 m USB cable and built-in transceiver, requiring no extra cables or accessories to get applications running quickly. With hardware timestamping, you can log messages with microsecond-accurate timestamps for reconstructing network events and correlating data across synchronized devices.

All USB-847x interfaces use an industry-standard 9-pin male D-SUB (DB9) connector to interface to the CAN bus. Hi-Speed USB connectivity ensures no dropped frames, even under 100 percent bus loads. Hardware-based error checking helps identify bus-level message problems.

CAN Interfaces

USB-847x CAN interfaces feature the industry-standard Philips SJA1000 CAN controller, which implements ISO 11898 CAN functionality. The SJA1000 offers additional features

to aid in system development, including listen-only mode, sleep/wakeup mode, error counter access, and self-reception (echo) mode. USB-847x CAN interfaces recognize standard (11-bit) and extended (29-bit) arbitration IDs and are compatible with J1939 networks.

LIN Interfaces

NI USB-8478 LIN interfaces, featuring the Atmel ATA6820 LIN transceiver, are compliant with the LIN 1.3/2.0 and J2602 specifications and offer software-selectable master/slave termination. The ATA6820

features baud rates up to 20 kbit/s and offers advanced power management with a low-power sleep mode.

Hardware Synchronization

Many automotive applications demand tight integration of CAN, LIN, analog, and digital measurements. In applications such as CAN device development and validation, you need to synchronize different measurements to correlate data. You can program this synchronization in software, but OS latency and clock drift between the different onboard oscillators introduce unacceptable delays for certain automotive test applications. NI offers USB-847x CAN and LIN interfaces with an optional hardware synchronization feature, which the USB interfaces can use to share timing and triggering signals with other USB-847x interfaces as well as data acquisition, vision, and motion devices, to achieve true hardware synchronization. Determinism is maintained between the trigger signal and the desired response because timing and triggering signals are handled in hardware. The host PC software interacts only to retrieve the data once it is acquired or to write new data.

NI-CAN Software

National Instruments provides NI-CAN driver software for Windows 7/Vista/XP/2000. NI-CAN includes a detailed API and examples for NI LabVIEW and LabWindows™/CVI, Microsoft Visual C/C++ 6.0 and Visual Basic 6.0, and Borland C/C++. USB-847x interfaces use the NI-CAN Frame API for frame-level access to messages on CAN and LIN networks. The NI-CAN driver software also includes the Bus Monitor and NI I/O Trace utilities to aid in application development.

NI-CAN Frame API

The NI-CAN Frame API offers a powerful interface for accessing NI CAN and LIN hardware. The API enables full access to all traffic on CAN and LIN buses. It is a powerful tool for implementing a variety of applications, including CAN and LIN frame-level access, challenge response protocols, remote frame handling, and advanced synchronization.

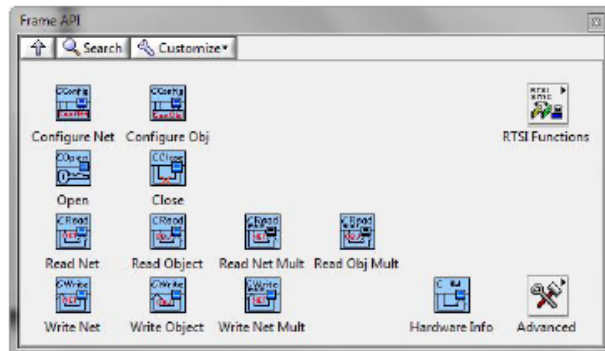


Figure 1. Customize your CAN communication projects with the NI-CAN Frame API.

NI-CAN Bus Monitor

To quickly monitor all CAN and LIN bus traffic, use the NI-CAN Bus Monitor, a utility that offers an easy-to-use interface that displays all CAN and LIN frames on the network, and log the traffic to disk. The NI-CAN Bus Monitor provides options to control, display, and view bus statistics.

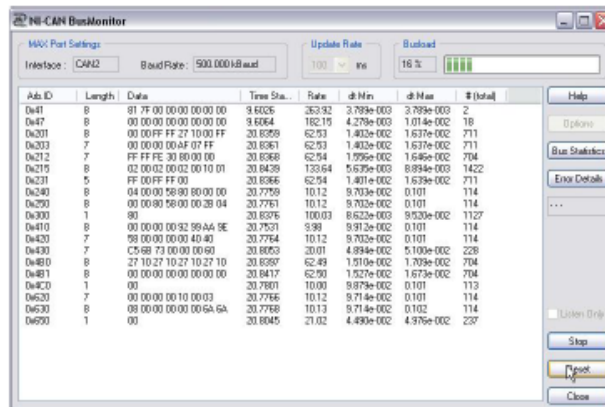


Figure 2. Use the NI-CAN Bus Monitor to view and log traffic easily.

[Back to Top](#)

Ordering Information

For a complete list of accessories, visit the product page on ni.com.

Products	Part Number	Recommended Accessories	Part Number
NI USB-8473 Accessories			
NI CAN Single Termination, High-Speed Cable, 2m	192017-02	No accessories required.	

NI CAN Breakout Box 7-Port for CAN, DeviceNet, and CANOpen	780041-01	No accessories required.
NI USB-8473s Accessories		
NI CAN Single Termination, High-Speed Cable, 2m	192017-02	No accessories required.
NI CAN Breakout Box 7-Port for CAN, DeviceNet, and CANOpen	780041-01	No accessories required.
NI USB-8476s Accessories		
NI CAN Breakout Box 7-Port for CAN, DeviceNet, and CANOpen	780041-01	No accessories required.
NI CAN/LIN Cable, No Term, High-Speed/Low-Speed, Dsub 9-pin F, 2m	193128-02	No accessories required.
NI USB-8472s Accessories		
NI CAN Breakout Box 7-Port for CAN, DeviceNet, and CANOpen	780041-01	No accessories required.
NI CAN/LIN Cable, No Term, High-Speed/Low-Speed, Dsub 9-pin F, 2m	193128-02	No accessories required.
NI USB-8476 Accessories		
NI CAN/LIN Cable, No Term, High-Speed/Low-Speed, Dsub 9-pin F, 2m	193128-02	No accessories required.
NI CAN Breakout Box 7-Port for CAN, DeviceNet, and CANOpen	780041-01	No accessories required.
NI USB-8472 Accessories		
NI CAN/LIN Cable, No Term, High-Speed/Low-Speed, Dsub 9-pin F, 2m	193128-02	No accessories required.
NI CAN Breakout Box 7-Port for CAN, DeviceNet, and CANOpen	780041-01	No accessories required.

[Back to Top](#)

Support and Services

System Assurance Programs

NI system assurance programs are designed to make it even easier for you to own an NI system. These programs include configuration and deployment services for your NI PXI, CompactRIO, or Compact FieldPoint system. The NI Basic System Assurance Program provides a simple integration test and ensures that your system is delivered completely assembled in one box. When you configure your system with the NI Standard System Assurance Program, you can select from available NI system driver sets and application development environments to create customized, reorderable software configurations. Your system arrives fully assembled and tested in one box with your software preinstalled. When you order your system with the standard program, you also receive system-specific documentation including a bill of materials, an integration test report, a recommended maintenance plan, and frequently asked question documents. Finally, the standard program reduces the total cost of owning an NI system by providing three years of warranty coverage and calibration service. Use the online product advisors at ni.com/advisor to find a system assurance program to meet your needs.

Calibration

NI measurement hardware is calibrated to ensure measurement accuracy and verify that the device meets its published specifications. To ensure the ongoing accuracy of your measurement hardware, NI offers basic or detailed recalibration service that provides ongoing ISO 9001 audit compliance and confidence in your measurements. To learn more about NI calibration services or to locate a qualified service center near you, contact your local sales office or visit ni.com/calibration.

Technical Support

Get answers to your technical questions using the following National Instruments resources.

- **Support** - Visit ni.com/support to access the NI KnowledgeBase, example programs, and tutorials or to contact our applications engineers who are located in NI sales offices around the world and speak the local language.
- **Discussion Forums** - Visit forums.ni.com for a diverse set of discussion boards on topics you care about.
- **Online Community** - Visit community.ni.com to find, contribute, or collaborate on customer-contributed technical content with users like you.

Repair

While you may never need your hardware repaired, NI understands that unexpected events may lead to necessary repairs. NI offers repair services performed by highly trained technicians who quickly return your device with the guarantee that it will perform to factory specifications. For more information, visit ni.com/repair.

Training and Certifications

The NI training and certification program delivers the fastest, most certain route to increased proficiency and productivity using NI software and hardware. Training builds the skills to more efficiently develop robust, maintainable applications, while certification validates your knowledge and ability.

- **Classroom training in cities worldwide** - the most comprehensive hands-on training taught by engineers.
- **On-site training at your facility** - an excellent option to train multiple employees at the same time.
- **Online instructor-led training** - lower-cost, remote training if classroom or on-site courses are not possible.
- **Course kits** - lowest-cost, self-paced training that you can use as reference guides.
- **Training memberships and training credits** - to buy now and schedule training later.

Visit ni.com/training for more information.

Extended Warranty

NI offers options for extending the standard product warranty to meet the life-cycle requirements of your project. In addition, because NI understands that your requirements may change, the extended warranty is flexible in length and easily renewed. For more information, visit ni.com/warranty.

NI offers design-in consulting and product integration assistance if you need NI products for OEM applications. For information about special pricing and services for OEM customers, visit ni.com/oem.

Alliance

Our Professional Services Team is comprised of NI applications engineers, NI Consulting Services, and a worldwide National Instruments Alliance Partner program of more than 700 independent consultants and integrators. Services range from start-up assistance to turnkey system integration. Visit ni.com/alliance.

[Back to Top](#)

©2012 National Instruments. All rights reserved. CompactRIO, cVI, FieldPoint, LabVIEW, National Instruments, NI, and ni.com are trademarks of National Instruments. The mark LabWindows is used under a license from Microsoft Corporation. Windows is a registered trademark of Microsoft Corporation in the United States and other countries. Other product and company names listed are trademarks or trade names of their respective companies. A National Instruments Alliance Partner is a business entity independent from National Instruments and has no agency, partnership, or joint-venture relationship with National Instruments.

[My Profile](#) | [RSS](#) | [Privacy](#) | [Legal](#) | [Contact NI](#) © 2014 National Instruments Corporation. All rights reserved.

Príloha 4 - Katalógový list GT-750F(L) DataSheet v6



GT-750F(L) **Fast Acquisition high-Sensitivity** **48 Channels Bluetooth-GPS Receiver** **With Data Logger functionality**

The GT-750F(L) is a single board of Bluetooth-GPS receiver for customers who require easy system integration and minimal development risk.

FEATURES

- Acquire and track 48 satellites simultaneously
- SiRF-IV simultaneous time-frequency search bins
- Signal detection better than -163dBm
- Reacquisition sensitivity -155Bm
- Cold start < 30 seconds at -147dBm
- Hot start < 1sec under open sky
- 2.5m CEP accuracy
- SBAS (WAAS, EGNOS) support
- 2M Bytes flash memory for data logging, stores up to 250,000 data records
- Log data can be exported to mapping software such as Google Earth and TrackMaker
- Logging data interval programmable: by time or distance
- Bluetooth version 2.0 compliant
- Compatible with Bluetooth devices with Serial Port Profile (SPP)
- Support G-mouse function via USB cable
- Charger circuitry and battery socket for N3650 Li-ION battery
- More than 20 hours of operation
- Dimension:73x44x21 mm

The GT-750F(L) is optimized for good performance and low cost. Its 48 parallel channels and SiRF_IV search bins provide short start-up time and fast signal acquisition. Having fast time-to-first-fix and high sensitivity, the GT-750F(L) offers good navigation performance even in urban canyons.

The GT-750F(L) is capable of keeping up to 256,000 records or positions, including longitude, latitude, speed, UTC, and tag data. The location histories can be exported to mapping software such as Google Earth or TrackMaker.

Satellite-based augmentation systems, such as WAAS and EGNOS, are supported to yield improved accuracy.

The onboard patch antenna provides good signal reception. It provides fast satellite signal acquisition and short startup time. Acquisition sensitivity of -155dBm and tracking sensitivity of -180dBm offers good navigation performance even in urban canyons having limited sky view.

Class 2 Bluetooth offers up to 10 meters of wireless operation with Bluetooth-enabled devices such as PDA, Tablet-PC or Smart mobile phone.

CanMore Electronics Co., Ltd.

1

<http://www.canmore.com.tw>



TECHNICAL SPECIFICATIONS

Receiver Type	48 parallel channels, L1 C/A code
Accuracy	Position 2.5m CEP Velocity 0.1m/sec
Startup Time (average)	< 1sec hot start < 30sec cold start
Signal Reacquisition	1s
Sensitivity	-155dBm Re-acquisition -183dBm tracking -147dBm Cold Start
Update Rate	1Hz standard
Dynamics	4G (39.2m/sec ²)
Operational Limits	Altitude < 18,000m or velocity < 515m/s (COCOM limit, either may be exceeded but not both)
Protocol	NMEA-0183 V3.01 GPGGA, GPGLL, GPGSA, GPGSV, GPRMC, GPVTG, GPZDA 38400 baud, 8, N, 1
Datum	Default WGS-84 User definable
Bluetooth Interface of operation	SPP compatible, version 2.0 compliant, class-2 operation, 4dBm output level Up to 10m
LED Indicator	Blue - Bluetooth status Red - Battery low Green - Charging battery Yellow- GPS status
Switch	Tact switch ON / OFF
Battery	For battery socket Li-ION rechargeable battery (1000 mA)
Input Voltage	5V DC
Power Consumption	< 50mA (1Hz standard version)
Dimension	73mm L x 44mm W x 21mm H
Weight:	80g (In cluding Battery)
Operating Temperature	-40 °C ~ +85°C
Humidity	5% ~ 95%

CanMore Electronics Co., Ltd.

2

<http://www.canmore.com.tw>



Binary Messages

See *Binary Message Protocol User's Guide* for detailed descriptions.

CanMore Electronics Co., LTD.

4F., No. 30, Sec. 1, Jiafong 5th Rd., Jhubei City
Hsinchu County, 302, Taiwan

Phone +886 3 6586046

Fax +886 3 6583940

Email sales@canmore.com.tw

Website: [http:// www.canmore.com.tw](http://www.canmore.com.tw)

© 2000 CanMore Electronics Co., Ltd. All rights reserved.

Not to be reproduced in whole or part for any purpose without written permission of CanMore Electronics Co., Ltd. ("CMEC")
Information provided by CMEC is believed to be accurate and reliable. These materials are provided by CMEC as a service to its customers and may be used for informational purposes only. CMEC assumes no responsibility for errors or omissions in these materials, nor for its use. CMEC reserves the right to change specification at any time without notice.

These materials are provided "as is" without warranty of any kind, either expressed or implied, relating to sale and/or use of CMEC products including liability or warranties relating to fitness for a particular purpose, consequential or incidental damages, merchantability, or infringement of any patent, copyright or other intellectual property right. CMEC further does not warrant the accuracy or completeness of the information, text, graphics or other items contained within these materials. CMEC shall not be liable for any special, indirect, incidental, or consequential damages, including without limitation, lost revenues or lost profits, which may result from the use of these materials.

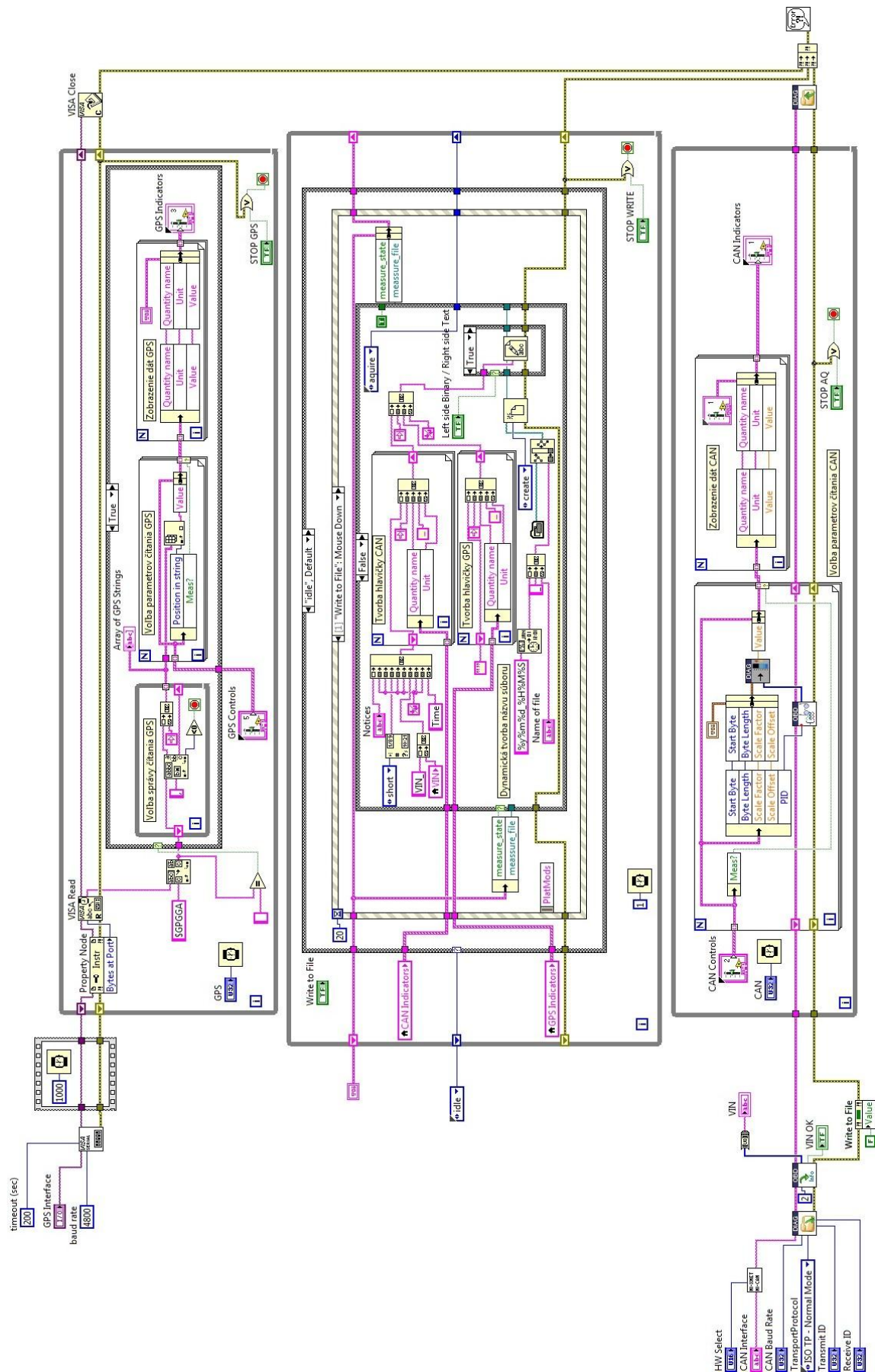
CMEC products are not intended for use in medical, life-support devices, or applications involving potential risk of death, personal injury, or severe property damage in case of failure of the product.

Príloha 5

Front panel – užívateľské rozhranie



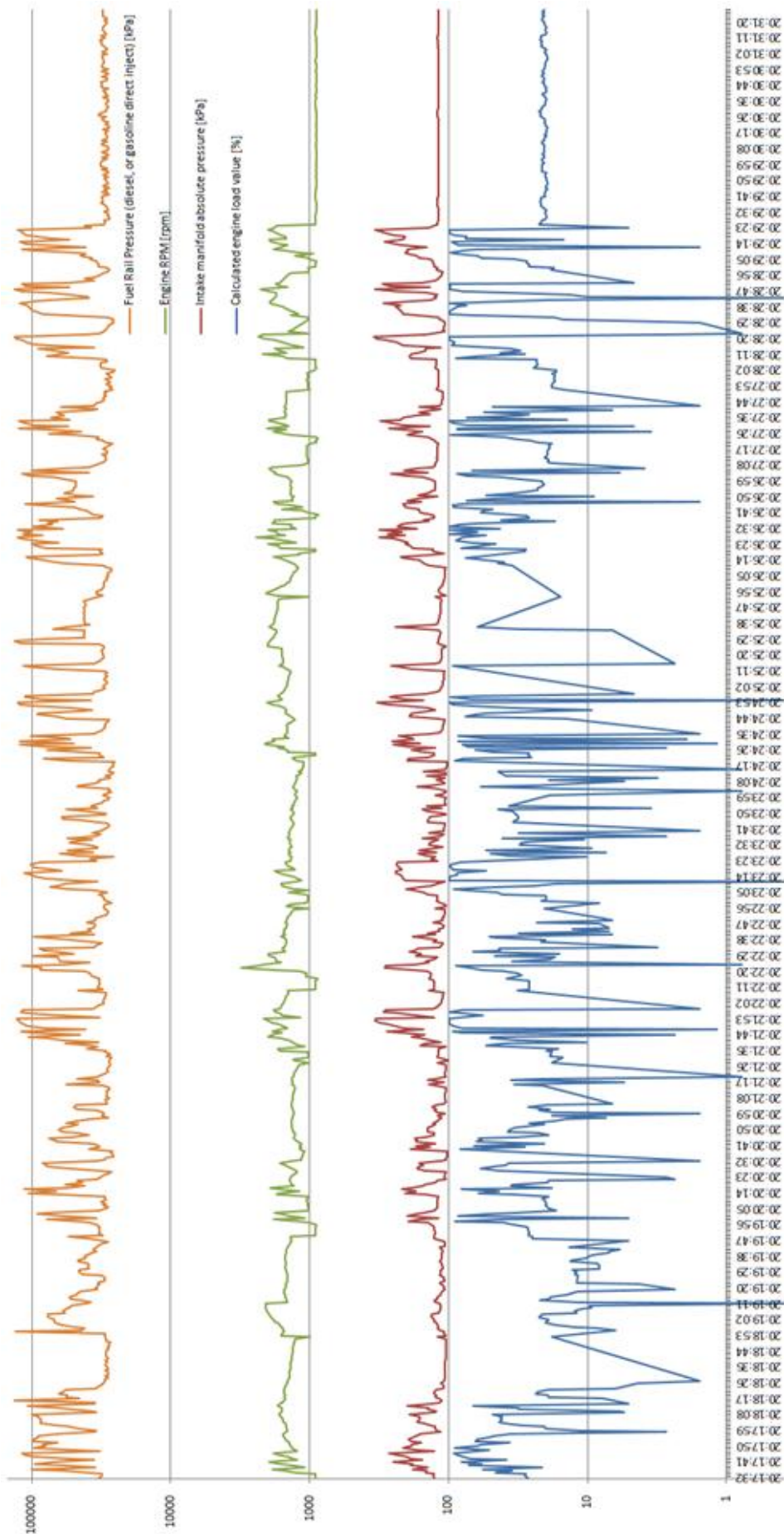
Block diagram – štruktúra zdrojového kódu:



Príloha 6 - Namerané hodnoty

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	W	
1	Měření M.Mikulič																			
2																				
3	31.5.2015																			
4																				
5	VIN_TMBEL6NH8F4542009																			
6																				
7	Time	Calculatex Engine Co	Intake ma Engine RP	Vehicle S _f Intake air	MAF air fil.	Throttle P	Fuel Rail F	Command Ambient t	Command GPS	Time	Latitude	Longitude	Altitude							
503	20:18:01	20,28	98	105	1338,75	54	30	13,4	88,14	44620	30,81	21	95,16	\$GPGGA	181730.00	4958.2486	N	01430.401	E	349.7
504	20:18:02	20,67	98	103	1341	54	30	12,7	88,14	52970	29,64	21	95,16	\$GPGGA	181731.00	4958.2504	N	01430.395	E	350.8
505	20:18:03	30,42	98	105	1344	54	29	15,32	88,14	65450	18,72	21	95,16	\$GPGGA	181732.00	4958.2528	N	01430.389	E	351.0
506	20:18:04	40,56	98	112	1350,5	54	29	18,51	88,14	85230	12,09	21	95,16	\$GPGGA	181732.00	4958.2528	N	01430.389	E	351.0
507	20:18:05	43,68	98	125	1370,75	55	29	19,15	88,14	85600	14,04	21	95,16	\$GPGGA	181733.00	4958.2554	N	01430.382	E	351.0
508	20:18:06	40,95	98	121	1389,25	56	29	18,73	88,14	82920	14,43	21	95,16	\$GPGGA	181734.00	4958.2582	N	01430.375	E	350.9
509	20:18:07	42,51	98	119	1417,25	57	29	20,32	88,14	86080	12,48	21	95,16	\$GPGGA	181734.00	4958.2582	N	01430.375	E	350.9
510	20:18:08	40,95	98	121	1444	58	29	21,12	88,14	87840	12,48	21	95,16	\$GPGGA	181735.00	4958.2613	N	01430.367	E	351.0
511	20:18:09	47,97	98	142	1486,75	60	29	24,7	88,14	98290	14,43	21	95,16	\$GPGGA	181735.00	4958.2613	N	01430.367	E	351.0
512	20:18:10	5,46	99	122	1485,75	60	28	21,65	88,14	32680	0	21	95,16	\$GPGGA	181736.00	4958.2646	N	01430.359	E	351.1
513	20:18:11	5,85	99	117	1450,5	58	28	9,69	88,14	35410	38,61	21	95,16	\$GPGGA	181736.00	4958.2646	N	01430.359	E	351.1
514	20:18:12	31,2	99	109	1445,5	58	28	18,16	88,14	51540	17,94	21	95,16	\$GPGGA	181737.00	4958.2681	N	01430.350	E	351.3
515	20:18:13	31,59	99	107	1450	58	28	17,47	88,14	61450	17,16	21	95,16	\$GPGGA	181738.00	4958.2716	N	01430.341	E	351.4
516	20:18:14	66,69	99	133	1484,5	60	28	29,01	87,75	106640	0	21	95,16	\$GPGGA	181738.00	4958.2716	N	01430.341	E	351.4
517	20:18:15	5,07	99	126	1493,5	60	28	21,1	88,14	33810	0	21	95,16	\$GPGGA	181739.00	4958.2753	N	01430.331	E	351.3
518	20:18:16	0	99	117	1455,25	59	28	19,5	88,14	33370	0	21	95,16	\$GPGGA	181740.00	4958.2790	N	01430.321	E	351.3
519	20:18:17	0	99	113	1415,5	57	28	17,5	88,14	130980	0	21	95,16	\$GPGGA	181740.00	4958.2790	N	01430.321	E	351.3
520	20:18:18	7,8	99	111	1388,5	56	28	16,81	88,14	44090	2,34	21	95,16	\$GPGGA	181740.00	4958.2790	N	01430.321	E	351.3
521	20:18:19	19,11	99	106	1386,5	56	28	17,32	88,14	54570	9,36	21	95,16	\$GPGGA	181741.00	4958.2826	N	01430.311	E	351.3
522	20:18:20	19,5	99	104	1380,5	56	28	16,04	88,14	53580	16,38	21	95,16	\$GPGGA	181741.00	4958.2826	N	01430.311	E	351.3

Príloha 6 - Grafické vyhodnotenie nameraných dát CAN



Príloha 7 - Grafické vyhodnotenie nameraných dát GPS

