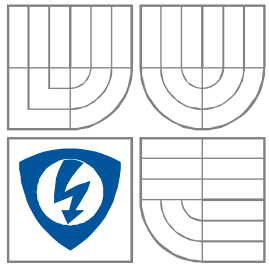


VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A KOMUNIKAČNÍCH
TECHNOLOGIÍ

ÚSTAV MIKROELEKTRONIKY

ÚSTAV ELEKTROTECHNOLOGIE

FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND
COMMUNICATION

DEPARTMENT OF MICROELECTRONICS

DEPARTMENT OF ELECTRICAL AND ELECTRONIC
TECHNOLOGY

JÍZDNÍ ASISTENT PRO OSOBNÍ AUTOMOBILY

DRIVE ASSISTANT FOR PASSENGER VEHICLES

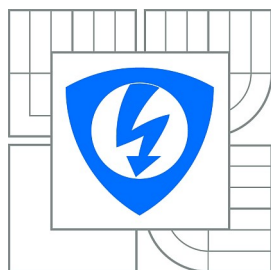
BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

Tomáš Trýska

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. Michal Pavlík, Ph.D.



VYSOKÉ UČENÍ
TECHNICKÉ V BRNĚ

Fakulta elektrotechniky
a komunikačních technologií

Ústav mikroelektroniky

Bakalářská práce

bakalářský studijní obor
Mikroelektronika a technologie

Student: Tomáš Trýska
Ročník: 3

ID: 119650
Akademický rok: 2011/2012

NÁZEV TÉMATU:

Jízdní asistent pro osobní automobily

POKYNY PRO VYPRACOVÁNÍ:

Navrhněte a realizujte obvodové řešení systému jízdního asistenta pro osobní automobil. Systém bude zpracovávat a vyhodnocovat údaje z čidel, které jsou součástí pohonného ústrojí osobního automobilu a dalších dodatečně instalovaných. Naměřené hodnoty se budou vypisovat na grafický displej.

DOPORUČENÁ LITERATURA:

Podle pokynu vedoucího práce

Termín zadání: 7.2.2012

Termín odevzdání: 31.5.2012

Vedoucí práce: Ing. Michal Pavlík, Ph.D.

Doc. Ing. Jiří Háze, Ph.D.

Předseda oborové rady

UPOZORNĚNÍ:

AUTOR SEMESTRÁLNÍ PRÁCE NESMÍ PŘI VYTVÁŘENÍ SEMESTRÁLNÍ PRÁCE PORUŠIT AUTORSKÁ PRÁVA TŘETÍCH OSOB, ZEJMÉNA NESMÍ ZASAHOVAT NEDOVOLENÝM ZPŮSOBEM DO CIZÍCH AUTORSKÝCH PRÁV OSOBNOSTNÍCH A MUSÍ SI BÝT PLNĚ VĚDOM NÁSLEDKU PORUŠENÍ USTANOVENÍ § 11 A NÁSLEDUJÍCÍCH AUTORSKÉHO ZÁKONA Č. 121/2000 SB., VČETNĚ MOŽNÝCH TRESTNĚPRÁVNÍCH DŮSLEDKU VYPLÝVAJÍCÍCH Z USTANOVENÍ ČÁSTI DRUHÉ, HLAVY VI. DÍL 4 TRESTNÍHO ZÁKONÍKU C.40/2009 SB.

Abstrakt

Jízdní asistent je zařízení určené pro sportovní vozidla, která nejsou vybavena dostatečným počtem ukazatelů stavu jednotlivých částí pohonného ústrojí. Jedná se především o tlaky, teploty, napětí a další veličiny. Stavové hodnoty jsou na displeji zobrazeny prostřednictvím dvou ručičkových ukazatelů. Ovládání zařízení probíhá přes dotykovou fólii. Zařízení je dále vybaveno čtyřmi ultrazvukovými čidly, která jsou použita pro parkovací asistent a varování před vozidlem v mrtvém úhlu.

Abstract

The drive assistant is a device designed for application in sportscars not provided with a sufficient amount of gauges showing the state of engine and drivetrain. These gauges usually show pressures, temperatures, voltage, and other quantities. The values are shown on a graphic display as two analog indicators. The states are selected using a touch panel. The device is equipped with four ultrasonic detectors, which are used for parking assist and warning against collision with a vehicle in blind angle.

Klíčová slova

měření, tlak, teplota, napětí, stav paliva, Atmel, grafický displej, dotykový panel, ultrazvuková čidla

Keywords

measurement, pressure, temperature, fuel amount, Atmel, graphics display, touch panel, ultrasonic detectors

Bibliografická citace

TRÝSKA, T. *Jízdní asistent pro osobní automobily*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, 2012. 29 stran, 1 příloha. Vedoucí bakalářské práce Ing. Michal Pavlík, Ph.D..

Prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci na téma **Jízdní asistent pro osobní automobily** jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou všechny citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce.

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

V Brně dne 24. května 2012

.....
podpis autora

Poděkování

Děkuji Ing. Michalovi Pavlíkovi, Ph.D. a Martinovi Třískovi za účinnou odbornou pomoc a další cenné rady při zpracování projektu.

V Brně dne 24. května 2012

.....
podpis autora

Obsah

Seznam zkratk.....	6
Úvod.....	7
1 Cíl práce.....	8
2 Teoretický rozbor.....	9
2.1 Měření zrychlení.....	9
2.2 Měření teploty.....	10
2.3 Měření tlaku.....	11
2.4 Měření rychlosti.....	12
2.5 Ultrazvukové měření vzdálenosti.....	12
2.6 Porovnání s konkurencí.....	13
3 Navržené řešení.....	14
3.1 Blokové schéma zařízení.....	14
3.2 Hlavní řídicí jednotka.....	15
3.3 Modul displeje.....	17
3.4 Protikolizní systém.....	19
3.5 Parkovací asistent.....	20
4 Kalibrace použitých čidel fyzikálních veličin.....	21
4.1 Kalibrace teplotních čidel.....	21
4.2 Kalibrace čidla tlaku oleje.....	22
4.3 Měření množství paliva.....	23
4.4 Měření plicního tlaku.....	24
4.5 Ultrazvuková čidla.....	25
5 Popis uživatelského rozhraní.....	26
6 Závěr.....	28
7 Použité zdroje.....	29

Seznam zkratek

- A/D analogově – digitální (převodník)
- AFM Air Flow Meter, průtokový měřič množství vzduchu (tzv. váha vzduchu)
- AFR Air – Fuel Ratio, poměr vzduch – palivo
- DPS deska plošných spojů
- GPS Global Positioning systém
- I²C Inter-Integrated Circuit, sériová sběrnice vyvinutá firmou Philips
- LCD Liquid Crystal Display, displej z tekutých krystalů
- LED Light Emitting Diode, svítivá dioda
- MAP Manifold Absolute Pressure, čidlo absolutního tlaku v sacím potrubí

Úvod

Mnoho vozidel v současné době již není od výrobce vybaveno ukazateli, které řidiče informují o stavu pohonného ústrojí, teplotách, tlacích a řadě dalších provozních údajů, které mohou řidiče včas upozornit na hrozící nebezpečí nebo výskyt závady. Pokud má řidič zájem znát tyto údaje, je nucen si tyto ukazatele dokoupit.

Vzhledem k jejich ceně jde o nemalou investici, která ovšem v případě jakéhokoliv problému s pohonným ústrojí vozidla dokáže předejít výdajům mnohem vyšším. Například při nedostatečném tlaku oleje hrozí zadření motoru. Běžná čidla, která pouze rozsvěcují kontrolky bohužel často spínají příliš pozdě. Ukazatel za několik tisícikorun tak dokáže řidiče varovat ještě dříve, než k poškození dojde a řidič může včas odvrátit škodu mnohonásobně převyšující pořizovací cenu ukazatelů.

1 Cíl práce

Cílem této bakalářské práce je návrh a výroba jízdního asistenta pro vozidlo Ford Thunderbird Turbo Coupe z roku 1986. Zařízení má pomáhat řidiči udržovat si přehled o teplotách, tlacích a dalších provozních hodnotách naměřených na pohonném ústrojí osobního automobilu. Asistent je navržen tak, aby bylo možné jej použít i v jiných vozidlech za vynaložení minimálního úsilí a financí.



Obr. 1 – Ford Thunderbird Turbo Coupe

Dalším zásadním požadavkem je jednoduchost ovládání a přijatelná velikost, neboť zařízení je určeno pro umístění do prostoru nad palubní desku vozidla a tudíž nesmí překážet ve výhledu řidiči.

Mimo možnosti zobrazení provozních údajů by zařízení mělo též obsahovat sadu ultrazvukových čidel pro měření vzdáleností za vozidlem a kolem něj. Při zařazení zpětného chodu by se mělo zařízení automaticky přepnout do režimu parkovacího asistenta a vyhodnocovat údaje z čidel na zádi vozidla. Při zapnutí směrových ukazatelů by mělo zařízení za pomoci barevných LED diod signalizovat, zda-li se vedle vozidla nevyskytuje jiné vozidlo v mrtvém úhlu zpětných zrcátek.

Veškeré údaje by měly být zobrazeny v grafické podobě na barevném LCD displeji. Ovládání zařízení by mělo probíhat výhradně za pomoci dotykové fólie umístěné na LCD displeji. Jas displeje by měl být závislý na intenzitě okolního osvětlení, aby za šera řidiče neoslňoval a za jízdy na ostrém slunci byl čitelný.

2 Teoretický rozbor

V této kapitole budou popsány způsoby měření fyzikálních veličin, na nichž jsou založeny senzory použité v této práci.

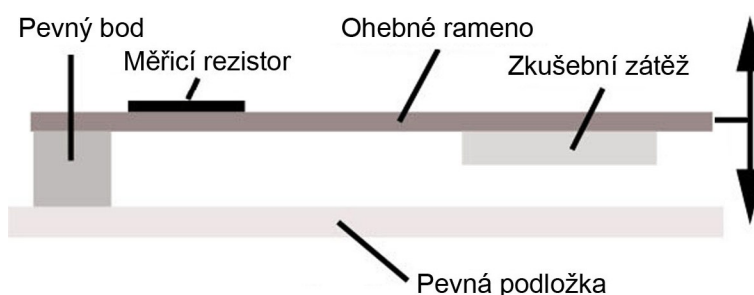
2.1 Měření zrychlení

Pro měření zrychlení se používají snímače zrychlení zvané akcelerometry. Tyto snímače pracují na principu převodu zrychlení na sílu.

Snímače zrychlení rozdělujeme na:

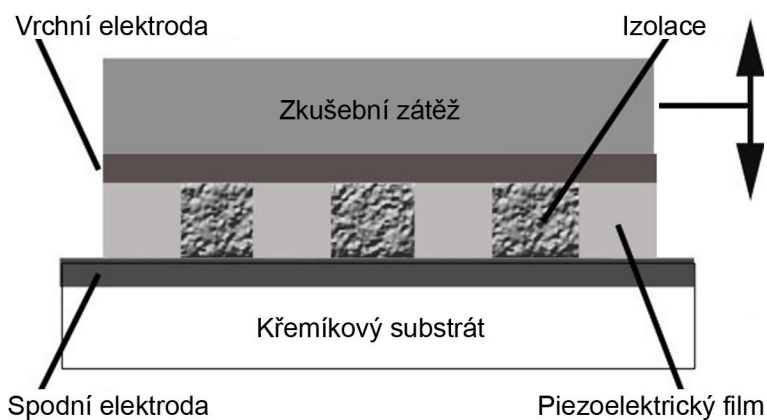
- tenzometrické,
- piezoelektrické,
- kapacitní.

Tenzometrické akcelerometry se používají v aplikacích, kde je třeba měřit extrémně velké zrychlení (řádově tisíce G). Ke své funkci používají piezoodpor, který mění hodnotu v závislosti na své délce.



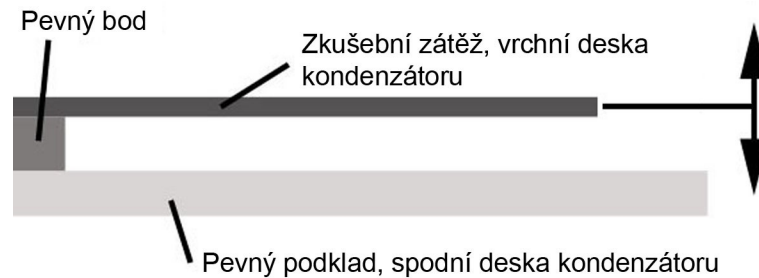
Obr. 2 – Tenzometrický akcelerometr [1]

Piezoelektrické akcelerometry se používají v průmyslových aplikacích pro měření zrychlení v desítkách až stovkách G. Ke své funkci používají piezokeramiku nebo čisté krystaly.



Obr. 3 – Piezoelektrický akcelerometr [1]

Kapacitní akcelerometry pracují na principu deskového kondenzátoru. Používají se k nízkofrekvenčnímu měření a dosahují vynikajících výsledků. Často se používají ve spojení se servomechanismy ke stabilizaci různých zařízení.



Obr. 4 – Kapacitní akcelerometr [1]

Moderní akcelerometry jsou často vyráběny technologií MEMS (mikro elektro-mechanické systémy) a jde o nejjednodušší MEMS zařízení vůbec.

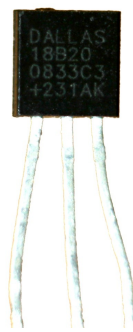
Většina akcelerometrů obsahuje v pouzdře další obvody, které se starají o převod na napětí, případně obsahují i A/D převodník, nejčastěji s I²C [2] výstupem (např. ADXL345).

2.2 Měření teploty

K měření teplot se nejčastěji používají tepelně závislé rezistory, zvané termistory. Termistory existují ve dvou variantách - pozitivní PTC a negativní NTC. U NTC termistorů odpor s rostoucí teplotou klesá, u PTC termistorů stoupá. Pro měření teploty se používají především NTC termistory, neboť mají mnohem strmější změnu odporu na teplotě, než PTC varianta.

U termistorů se vyžaduje, aby měly v měřeném rozsahu co nejlineárnější průběh, neboť v programech pro mikrokontroléry se obvykle používá lineární aproximace z důvodu nízkého výpočetního výkonu.

Výsledná přesnost je ale poměrně nízká (řádově jednotky stupňů). V případech, kdy je vyžadována větší přesnost měření, je možné použít integrovaná teplotní čidla, například DS18B20 [3] firmy Dallas Semiconductor (dnes spadající pod Maxim IP). Rozsah tohoto čidla je -55 až +125°C, má rozlišení až 0,0625°C (12 bitů) a přesnost $\pm 0,5^\circ\text{C}$ v rozmezí -10 až +85°C. Komunikuje po 1-Wire sběrnici.



Obr. 5 – Teplotní čidlo DS18B20

2.3 Měření tlaku

Tlak vzduchu se v meteorologii měří za pomoci barometrů (rtuťových tlakoměrů), případně aneroidů, což jsou ručičkové tlakoměry s vakuovou komorou z pružného materiálu, která při změně atmosférického tlaku mění svoje rozměry. Změna rozměru je za pomoci táhel přenesena na ručičku ukazatele.

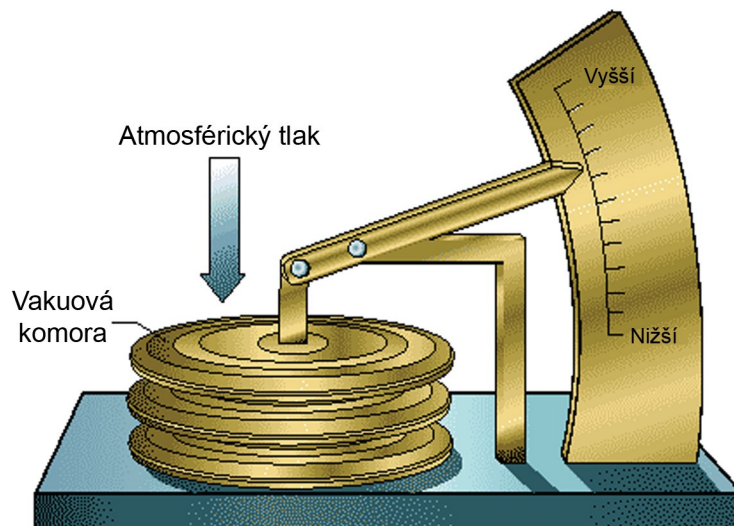
Tlak je možné měřit absolutně i relativně, čehož se v praxi také využívá. V osobních automobilech se vyskytují obě varianty.

Absolutní tlakoměr (MAP) se používá na určení tlaku v sacím potrubí spalovacího motoru. U atmosférických motorů může nahradit i váhu vzduchu (AFM). V případě přeplňovaných motorů se používá jak k určení plicního tlaku turbodmychadla, případně kompresoru, tak i k určení nadmořské výšky. Naměřené hodnoty se používají ke korekci množství vstříkovaného paliva do válce a tím udržení požadovaného poměru vzduch – palivo (AFR).

Relativní tlakoměry se používají na měření tlaků kapalin a plynů vůči tlaku okolního vzduchu. Jedná se především o měření tlaku olejů. V průmyslových snímačích je měřicí komora oddělená od okolního tlaku a je spojená s měřeným prostředím. Stejným způsobem, jak se měří tlak plynů, je možné měřit i tlak kapalin, kdy kapalina je přivedena k měřicí komoře.

Existují také referenční tlakové senzory, které jsou schopné měřit rozdíl dvou tlaků, kdy ke komorám jsou přivedeny dvě měřená média a šoupátkovým způsobem se určuje rozdíl tlaků.

Pro účely zpracování dat elektronickým zařízením je měřicí komora připojena nikoliv k ručičkovému ukazateli, ale k potenciometru, případně reostatu. Pokročilejší tlakoměry mohou opět obsahovat A/D převodník s výstupem na standardizovanou sběrnici.

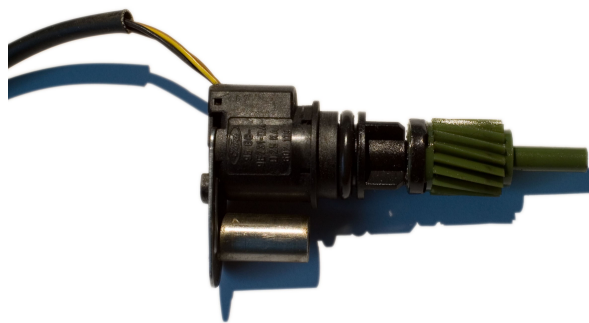


Obr. 6 – Princip aneroidu [4]

2.4 Měření rychlosti

Rychlost se měří jako ujetá vzdálenost v závislosti na čase. Rychlost je možné měřit v závislosti na otáčkách kol vozidla (opticky, indukčně) a nebo nezávisle např. za pomoci navigační technologie GPS. V dnešní době se používají takřka výhradně indukční snímače otáček, protože jsou levné a přitom dostatečně spolehlivé.

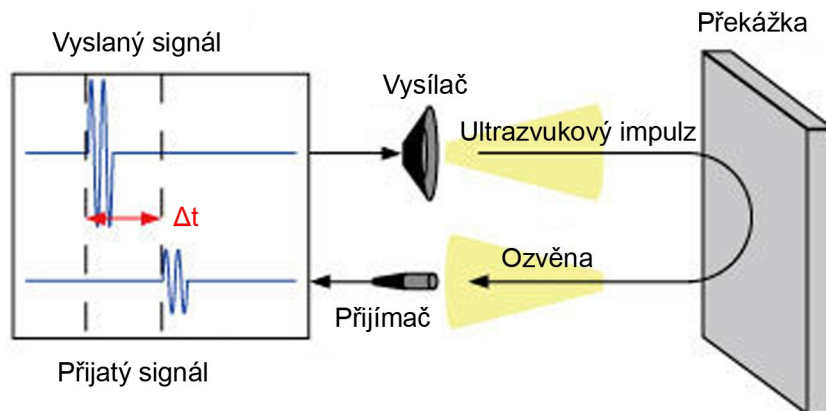
Každý takovýto snímač je v podstatě jednofázový střídavý generátor. Skládá se ze statoru a rotoru, stator tvoří permanentní magnety, rotor cívka rotující v magnetickém poli. Výstupem těchto snímačů je střídavé napětí s frekvencí přímo závislou na rychlosti otáčení výstupního hřídele převodovky. Tyto snímače se, na rozdíl od výše zmíněných, obvykle nevybavují žádnou další elektronikou. Vyhodnocení probíhá měřením doby mezi jednotlivými impulzy. Výsledný údaj závisí kromě otáček výstupního hřídele převodovky i na výsledném převodu a rozměrech pneumatik.



Obr. 7 – Indukční snímač otáček

2.5 Ultrazvukové měření vzdálenosti

Ultrazvukové měření vzdálenosti je čistě elektronické. Generátor ultrazvuku vyšle do vysílače krátký zvukový signál (tzv. burst) a spustí časovač. V okamžiku, kdy přijímač zaznamená tento signál, dojde k zastavení časovače a k převodu doby mezi vysláním a přijetím impulzu na vzdálenost. Rychlost šíření zvuku ve vzduchu je známa a je závislá na teplotě.



Obr. 8 – Princip ultrazvukového měření vzdálenosti [5]

Automobilové ultrazvukové měřiče vzdálenosti se od běžných měřičů liší tím, že vysílač a přijímač jsou integrovány do jednoho čidla, z čehož vyplývají výhody i nevýhody. Takovéto zařízení je jen jeden ultrazvukový prvek, což je přínos estetický (obvykle by musely být dva vedle sebe), na druhé straně je to ale vykoupeno minimální měřitelnou vzdáleností, která se obvykle pohybuje kolem jedné čtvrtiny metru.

2.6 Porovnání s konkurencí

V současné době, kdy moderní vozidla obsahují minimum ukazatelů a pokud řidič přesto chce znát údaje například o teplotách, tlacích a podobně, je nucen si pořídit přídavné ukazatele.

Tyto ukazatele se vyrábějí v určitých standardizovaných provedeních, a to obvykle jako kruhový ručičkový ukazatel o průměru 52, 60, 80 a 95 mm. Takovéto ukazatele vyrábí například VDO, Stack, ProSport, Depo Racing a řada dalších výrobců. V závislosti na přesnosti měření a zobrazení je lze pořídit již od několika stokorun, až po několik tisícikorun.

Zásadní vlastností je schopnost zobrazit pouze jeden konkrétní údaj a možnost spolupracovat jen s jedním konkrétním čidlem daného výrobce. Některé větší ukazatele mají například ještě v dolní části malý displej, kde zobrazují jednu, nebo dvě další hodnoty.



Obr. 9 – Různá provedení kruhových ručičkových ukazatelů firmy Stack [6]

Další možností jsou sdužené ukazatele, které mohou zcela zastoupit běžné ukazatele ve vozidle. Obsahují všechny běžné ukazatele, obvykle jeden v ručičkové podobě a řadu dalších, zobrazených na malém displeji. Tyto ukazatele jsou výsadou především závodních vozidel, a to zejména z důvodu ceny (desetitisíce korun), tak i dostupnosti (vyrábí je asi jen dva nebo tři větší výrobci).

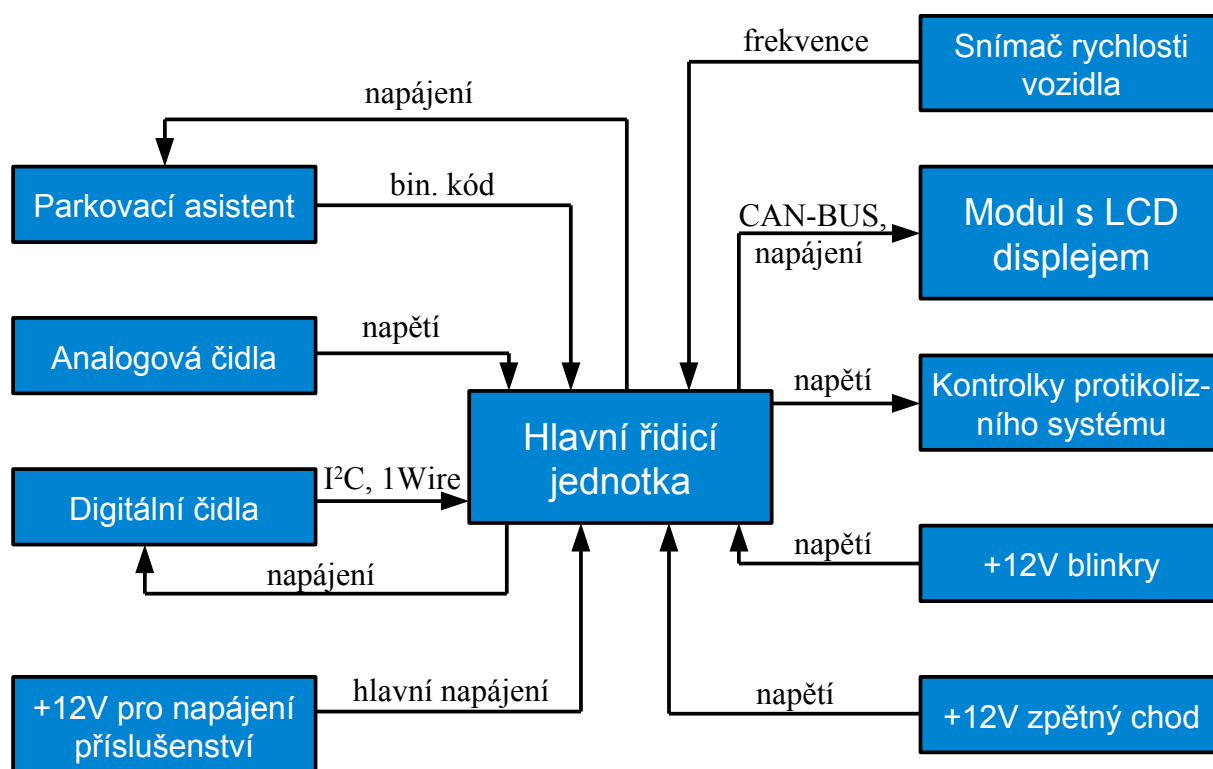


Obr. 10 - Sdužený ukazatel Stack ST8100 [6]

3 Navržené řešení

Zařízení je rozděleno na dvě funkční části a baterii čidel. Základem zařízení je řídicí jednotka s mikrokontrolérem Atmel ATmega32 [7], která zpracovává hodnoty přijaté z čidel a vstupů a spíná podle potřeby řídicí jednotku ultrazvukových čidel. Výstup z této jednotky je předáván do modulu s displejem, jehož součástí je další mikrokontrolér Atmel ATmega32. Ta se stará o výpis a zobrazování dat na barevném grafickém displeji a zpracování požadavků uživatele.

3.1 Blokové schéma zařízení



Obr. 11 – Blokové schéma obvodového řešení

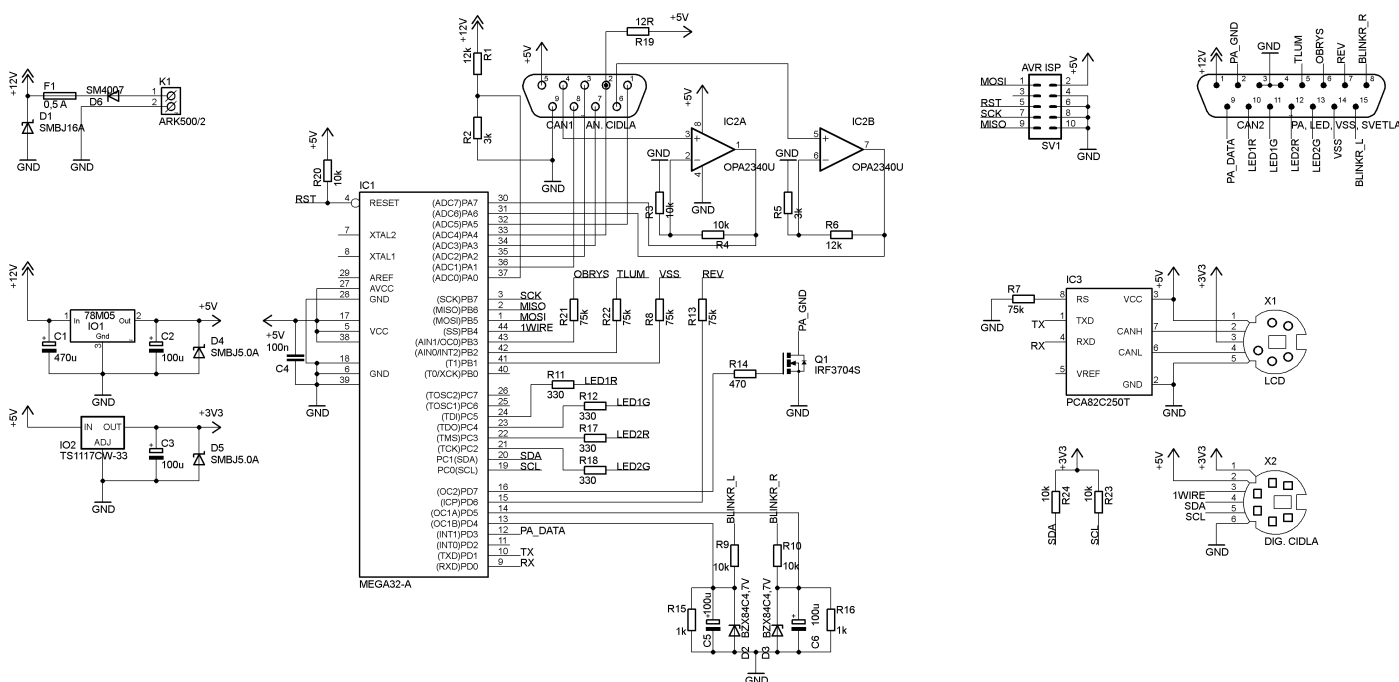
3.2 Hlavní řídicí jednotka

Hlavní řídicí jednotka je zařízení, které zpracovává a vyhodnocuje údaje naměřené čidly. O zpracování údajů se stará mikrokontrolér Atmel ATmega 32. Údaje získává z analogových i digitálních čidel, z parkovacího asistenta a také ze směrových ukazatelů, či převodovky. Po vyhodnocení údajů jsou data poslána po sběrnici CAN-BUS do modulu displeje.

Údaje z analogových čidel jsou zpracovány A/D převodníkem mikrokontroléru, digitální data jsou do mikrokontroléru přenášena po sběrnících I²C a 1-Wire. Parkovací asistent se zapíná pouze v případě, že je zařazen zpětný chod, či jsou zaplé směrové ukazatele. Údaje z parkovacího asistenta jsou mikrokontroléru předávány v binární podobě, jako shluk impulsů u kterých se vyhodnocuje jejich délka.

3.2.1 Schéma zapojení

Hlavní řídicí jednotka obsahuje poměrně málo součástí, protože převážná část zpracování dat probíhá softwarově. Nejdůležitější součástí je mikrokontrolér Atmel ATmega32, který pracuje na frekvenci 8 MHz. Na vstupy jeho A/D převodníku jsou připojena všechna použitá analogová čidla, ať už napřímo, nebo přes operační zesilovač v režimu zesilovače.



Obr. 12 – Schéma zapojení hlavní řídicí jednotky

Je použit dvojitý operační zesilovač OPA2340 firmy Texas Instruments. Tento operační zesilovač je typu Single-Supply Rail-to-Rail, což v praxi znamená, že ke své funkci nepotřebuje dvojitý napájení a jeho výstup může být v rozmezí prakticky celého napájecího napětí. Na neinvertující vstup A operačního zesilovače je přiveden výstup snímače plnicího

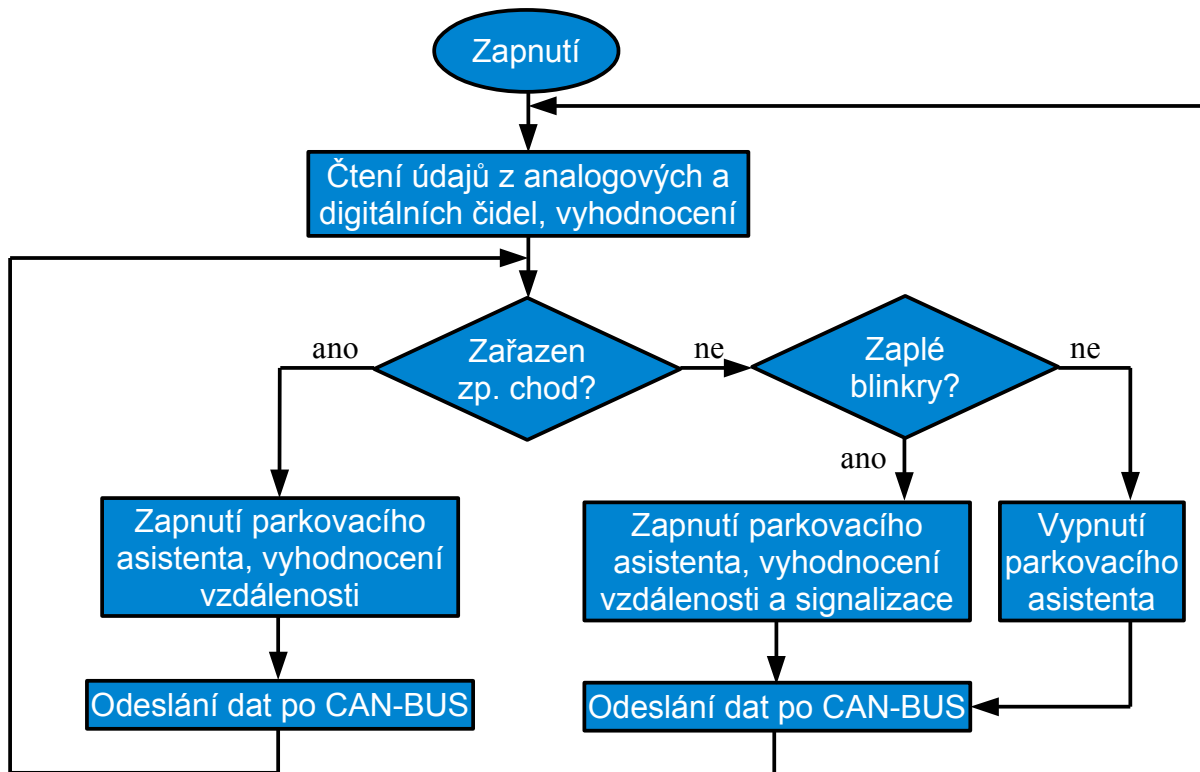
tlaku v sacím potrubí. Přestože výstupní rozsah čidla je 0 – 5 V, používá se necelá polovina výstupního napětí snímače. To je způsobeno tím, že čidlo je schopno měřit tlak až 3,5 baru a v autě, pro které je zařízení navrženo, se dosahuje plnicího tlaku jen něco málo přes 1 bar. Z tohoto důvodu je výstup čidla plnicího tlaku dvakrát zesílen, čímž se lépe využije rozsah A/D převodníku.

Posledním významným aktivním komponentem je budič sběrnice CAN-BUS. Je použit integrovaný obvod 82C250T [8] firmy Philips. Komunikace po sběrnici CAN-BUS je výrazně odolnější vůči rušení, než běžně používaná sběrnice USART, což je také důvod, proč se CAN-BUS používá v automobilovém průmyslu.

Analogová čidla jsou připojena ke vstupům A/D převodníku, digitální čidla jsou připojena přes sběrnice I²C a 1Wire. Snímání hodnoty napětí palubní sítě je realizováno odporovým děličem přímo na plošném spoji. Použité čidlo teploty oleje je zapojeno do série s rezistorem. Tím je nahrazen neexistující ukazatel na přístrojové desce. Tento rezistor je rovněž umístěn na DPS hlavní řídicí jednotky. Jedinou výjimkou v případě analogových čidel je snímač plnicího tlaku, který má napěťový výstup a lze jej tudíž použít bez dalších součástek. Zbývající piny portu A jsou připraveny pro další analogová čidla. Dodatečná kalibrace naměřených hodnot je také možná.

3.2.2 Programové vybavení

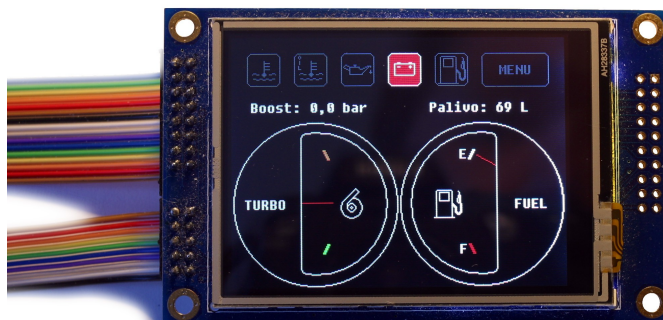
Mikrokontrolér zajišťuje sběr a vyhodnocení naměřených dat, přepočítá na fyzikální jednotky a odeslání dat do modulu LCD displeje. Dále rozhoduje o zapnutí a vypnutí modulu parkovacího asistenta v závislosti na zařazeném převodovém stupni a spuštěných ukazatelích směru. Program je napsán v jazyce C pro mikrokontroléry.



Obr. 13 – Vývojový diagram programu hlavní řídicí jednotky

3.3 Modul displeje

Je použit běžně dostupný modul s dotykovým barevným 2,8“ LCD displejem. Modul je vybaven mikrokontrolérem Atmel ATmega32, který zajišťuje zpracování údajů přijatých z hlavní řídicí jednotky a jejich vykreslení na LCD displeji. LCD displej používá standardizovaný řadič Ilitek ILI9325. Komunikace probíhá po 8-bitové paralelní sběrnici. Rozlišení displeje je 240x320 obrazových bodů, displej je použit na šířku.



Obr. 14 - Modul displeje při testech

Displej je vybaven rezistivní dotykovou plochou. O vyhodnocení místa dotyku se stará integrovaný obvod Xptek XPT2046, který komunikuje s mikrokontrolérem po sběrnici SPI. Pro použití v osobním autě je rezistivní dotyková plocha vhodnější, neboť na rozdíl od kapacitní, je možné ovládat nejen prstem, ale prakticky jakýmkoliv tupým předmětem (je možné použít i ostrý, ale hrozí její poškození). Nevýhoda v podobě snížené ochrany displeje, či nemožnosti použití víceprstových gest v tomto případě nepředstavuje problém a nevyvažuje klady této technologie pro dané konkrétní použití.

3.3.1 Programové vybavení

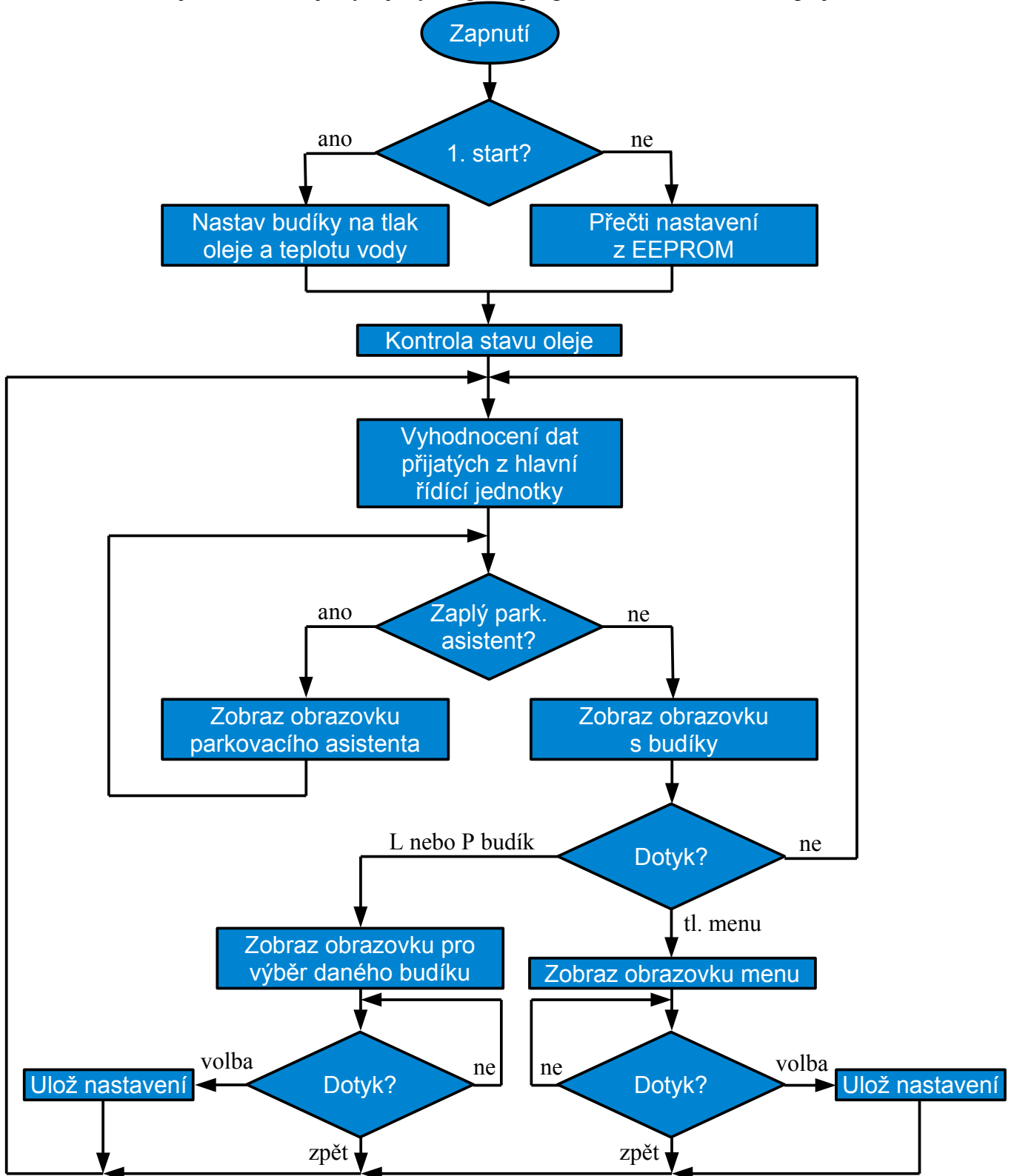
Určitou inspirací byl palubní počítač Nissanu GT-R R35 a údaje zobrazované na jeho obrazovce. Na následující obrázku je jedna z obrazovek tohoto počítače. Jeho možnosti jsou daleko rozsáhlejší, než by se mohlo zdát, protože tento systém je dokonale propojen se všemi řídicími systémy vozidla. Dokáže tak zobrazit nejen běžné údaje, jakými jsou teploty a tlaky, ale kupříkladu i rozložení výkonu mezi hnaná kola, úhel natočení volantu, či síly působící na vozidlo.



Obr. 15 – Displej palubního počítače Nissanu GT-R [9]

Vyvinutý systém je jednodušší, neboť vozidlo, pro které je primárně určen nemá možnost systému předat obdobně komplexní informace.

Na následujícím obrázku je vývojový diagram programu v modulu LCD displeje.

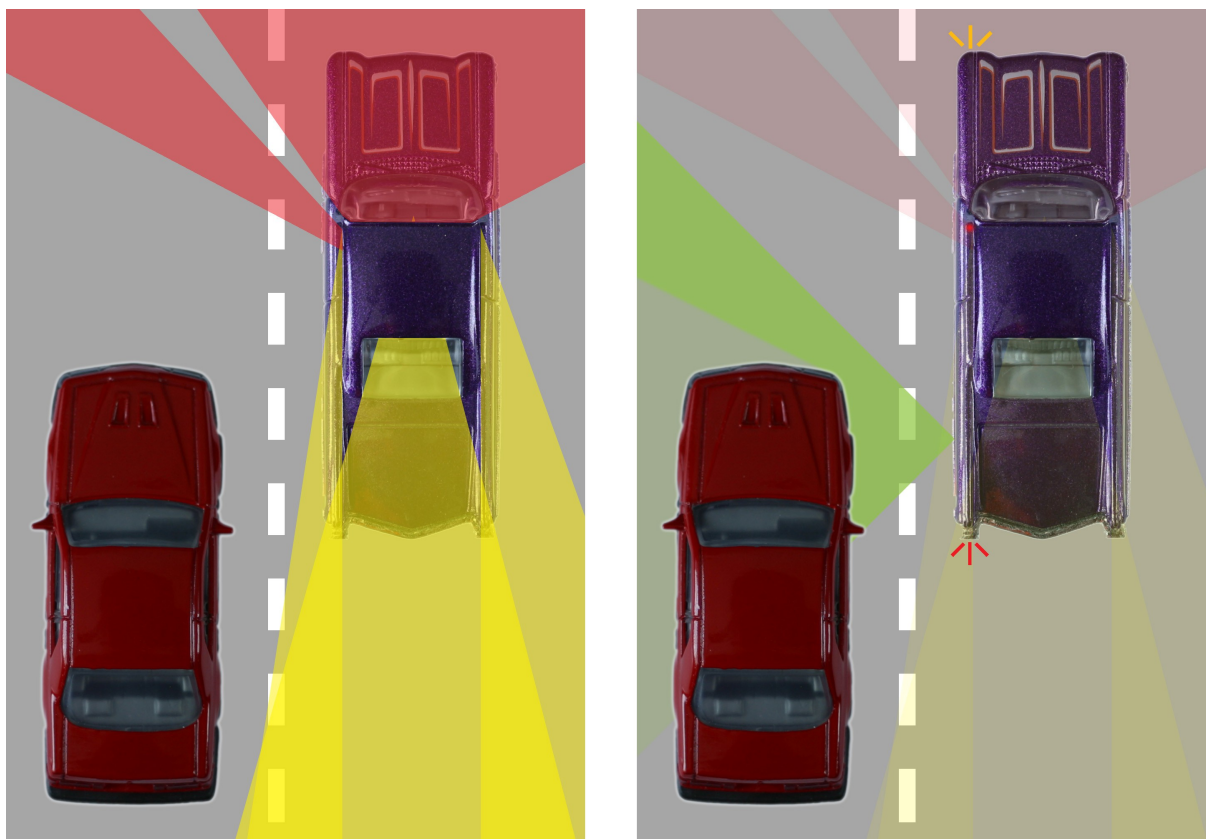


Obr. 16 – Vývojový diagram programu modulu displeje

3.4 Protikolizní systém

Velmi užitečnou funkcí zařízení je protikolizní systém, který má za úkol varovat řidiče v případě, že by hrozila boční srážka s jiným vozidlem při přejíždění z pruhu do pruhu. Systém je spouštěn směrovými ukazateli.

Systém je vybaven jedním ultrazvukovým čidlem na každé straně vozidla, které se nachází v blatníku hned za zadním kolem. Toto místo bylo zvoleno kvůli minimalizaci mrtvého úhlu, přesněji místa vedle vozidla, o kterém nemá řidič přehled. Na obrázku 17 vlevo je barevně znázorněn výhled řidiče z vozidla (přímý červeně, přes zrcátka žlutě) a vozidlo, které má v mrtvém úhlu. Na pravo od něj je znázorněno „zorné pole“ protikolizního systému (zeleně), který dostatečně vykrývá mrtvý úhel.



Obr. 17 – Vozidlo v mrtvém úhlu a jeho detekce při spuštěných ukazatelích směru

Důležitá věc, týkající se především vozidel americké výroby je styl provedení zpětných zrcátek. Běžná evropská vozidla jsou vybavena konvexními (vypuklými) vnějšími zpětnými zrcátky, ale v případě amerických vozidel je vlevo zrcátko rovinné, tudíž mrtvý úhel je zde ještě větší, než v případě vozidel evropských. U starších vozidel je dokonce možné se setkat s rovinnými zrcátky na obou stranách, případně jen s levým zrcátkem.

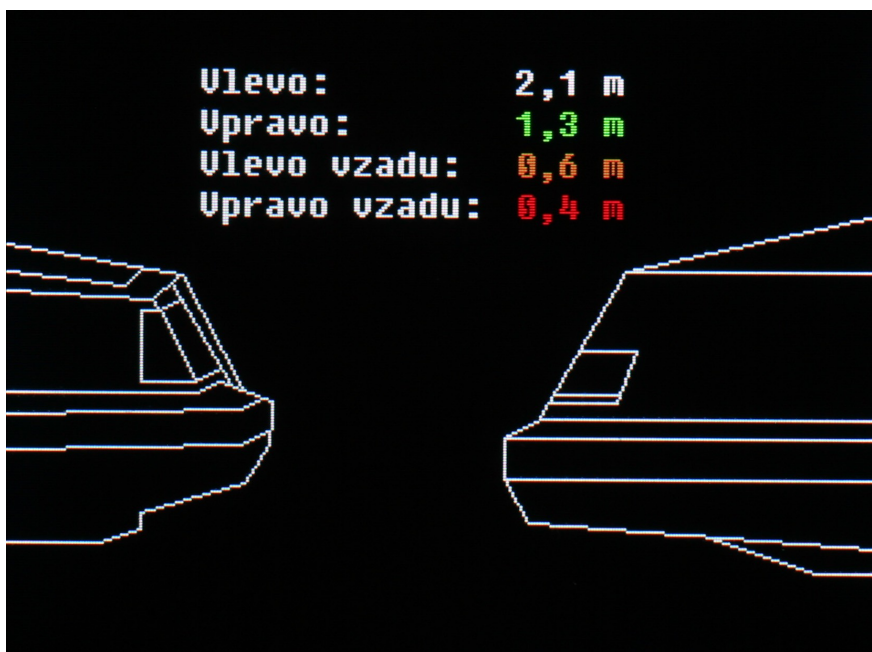
Varovné kontrolky jsou umístěny v A sloupcích v těsné blízkosti vnějších zpětných zrcátek, aby řidiče nerozptylovaly a přitom byly v místech, kam se obvykle dívá. Jsou použity dvoubarevné LED diody se žlutou a červenou barvou. Žlutá barva signalizuje vzdálenost od

2,5 m do 2 m a červená méně, než 2 m. Pokud tedy svítí žlutá kontrolka, není ještě přejetí do pruhu nebezpečné, ale vyžaduje zvýšenou opatrnost řidiče. V případě červeně svítící kontrolky už hrozí kolize. Když kontrolka nesvítí, nebezpečí nehrozí. Je ovšem důležité dodat, že toto zařízení nedokáže plně nahradit zpětná zrcátka, proto je potřeba je i nadále sledovat. Systém není schopný detekovat rychle se blížící vozidla ve vedlejších jízdních pružích, ta by měl upozorovat řidič ve svých zpětných zrcátkách.

3.5 Parkovací asistent

Celkový počet ultrazvukových čidel instalovaných na vozidle je 4. Zbývající dvě jsou použita pro parkovacího asistenta a jsou umístěna v zadním nárazníku. Parkovací asistent se spouští zařazením zpětného chodu a na displeji se zobrazí obrazovka se dvěma vozidly stojícími za sebou, doplněná o údaje vzdálenosti ze všech čtyř ultrazvukových čidel. Jiný způsob spuštění měření není možný.

Přesnost měření je dána použitou jednotkou ultrazvukových čidel. Jednotka použitá pro toto zařízení je schopna spolehlivě měřit vzdálenosti v rozmezí 0,3 – 2,6 m. Vzdálenost kratší, než 0,3 m vyhodnotí, jako 0 m. Při překročení vzdálenosti 2,6 m se na displeji zobrazí pomlčka. V případě vozidel doplněných tažným zařízením je potřeba brát v potaz vzdálenost konce tažného zařízení od roviny nárazníku. Proto už například vzdálenost 0,3 m může znamenat prakticky dotyk s vozidlem nebo překážkou stojící za vozidlem.



Obr. 18 – Obrazovka parkovacího asistenta

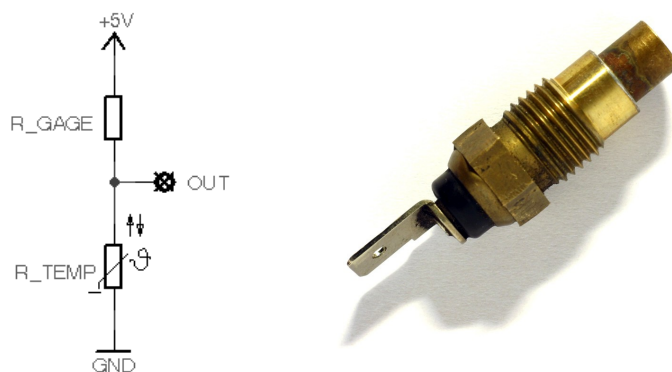
Jak je z obrázku výše patrné, jsou vzdálenosti barevně odlišené. Vzdálenost v rozmezí 0 – 0,4 m je zobrazena červeně, vzdálenost 0,5 – 0,9 m oranžově, vzdálenost 1,0 – 1,9 zeleně a vzdálenost větší, jak 2,0 m je zobrazena bíle.

4 Kalibrace použitých čidel fyzikálních veličin

Všechna původní čidla jsou zapojena jako odporový dělič, kde napětí je rozděleno mezi ukazatel a vlastní snímač. Tyto dva prvky jsou připojené ke zdroji napětí 5 V, který je součástí přístrojové desky. Druhým pólem je kostra vozidla. Měření teplot a tlaků proběhlo v laboratoři.

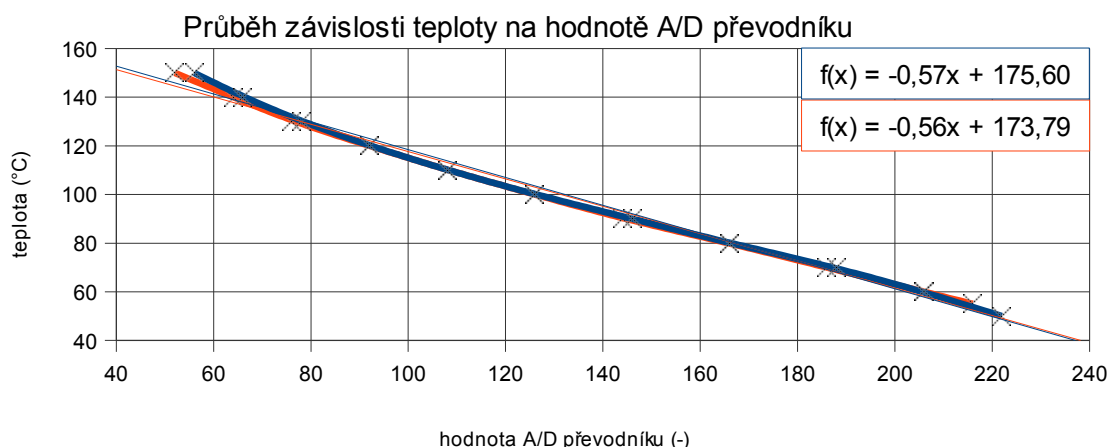
4.1 Kalibrace teplotních čidel

Teplotní čidla se kalibrovala v horkovzdušné peci, kde lze plynule nastavit vnitřní teplotu. Měřilo se v rozsahu teplot od 50 do 150 °C a zaznamenávaly se hodnoty na výstupu A/D převodníku. Výstup čidel je mimo tento teplotní rozsah konstantní a další změny teploty ho už neovlivní.



Obr. 19 – a) zapojení snímače teploty; b) teplotní snímač

Výsledky měření jsou zanesené do grafu a doplněny rovnicemi regrese. Vzhledem k téměř lineárnímu průběhu byla zvolena lineární regrese.



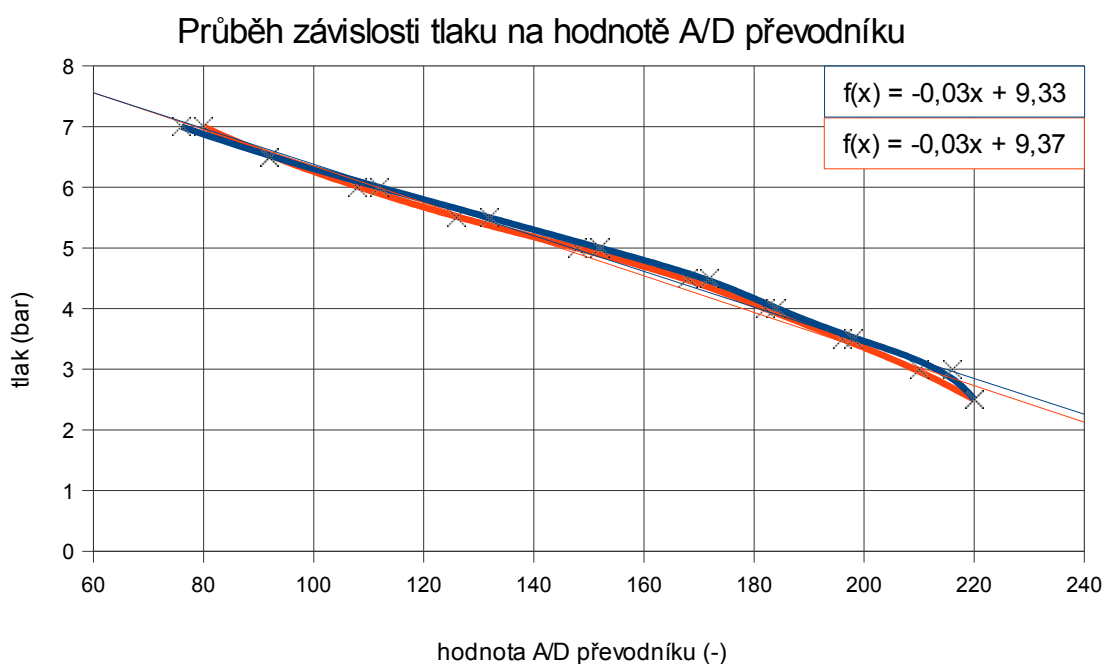
Obr. 20 – Graf závislosti teploty na hodnotě A/D převodníku, rovnice regresních přímek

Ve výpočtu pro mikrokontrolér je nakonec použit výsledek druhého měření, protože je více lineární. Regresní přímka má funkční předpis $f(x) = -0,56x + 173,79$.

4.2 Kalibrace čidla tlaku oleje

Měření tlaku probíhalo obdobným způsobem, jako v případě teplotních čidel. V laboratořích je k dispozici zdroj stlačeného vzduchu, který má tlak až 8 bar a lze jej ovládat regulačním ventilem. Takto bylo změřeno čidlo tlaku oleje.

Rozsah měřitelných tlaků senzoru je 2,5 – 7 bar, což odpovídá běžným tlakům oleje v běžícím motoru. Charakteristika výstupu čidla v rozsahu 2,5 – 7 bar má opět téměř lineární průběh. Hodnoty mimo tento rozsah nejsou uvažovány.



Obr. 21 - Graf závislosti tlaku na hodnotě A/D převodníku, rovnice regresních přímek

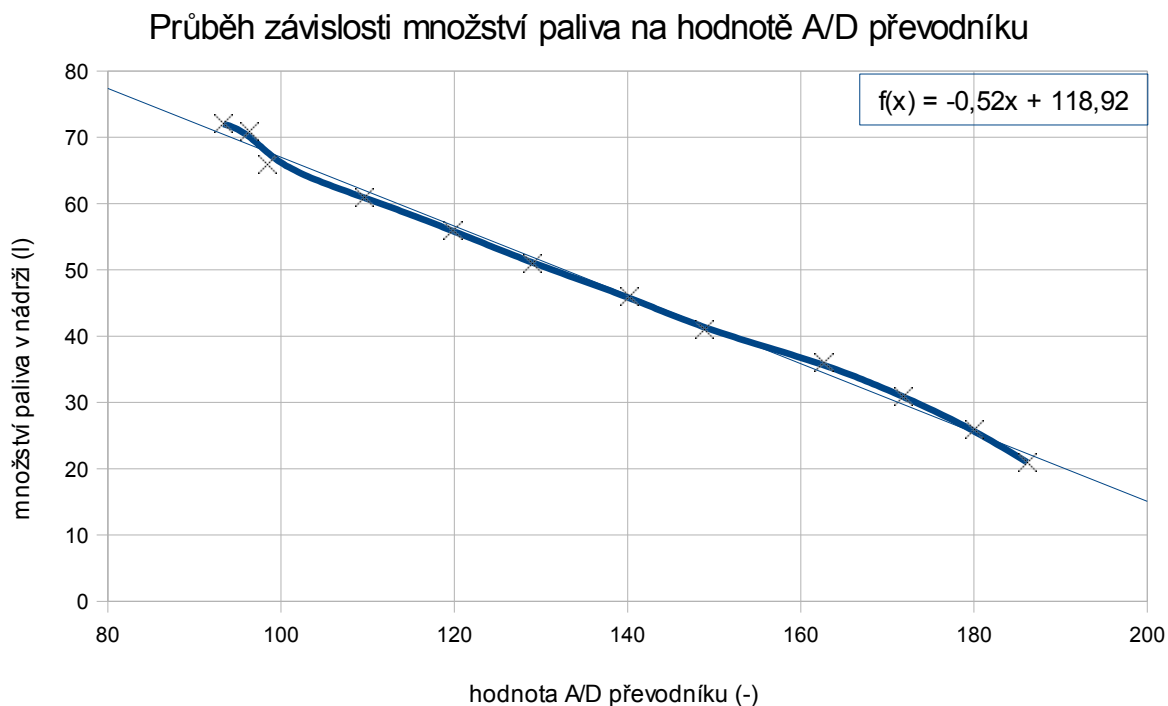
Ve funkčním předpisu pro mikrokontrolér je použit výsledek prvního měření, protože je více lineární. Regresní přímka má funkční předpis $f(x) = -0,03 \cdot x + 9,33$.



Obr. 22 – Tlakový snímač

4.3 Měření množství paliva

Stejným způsobem, jako teploměr a tlakoměr, funguje i čidlo množství paliva v nádrži. Měření výstupu čidla probíhalo na čerpací stanici, kde se v průběhu tankování zapisovalo napětí na ukazateli.



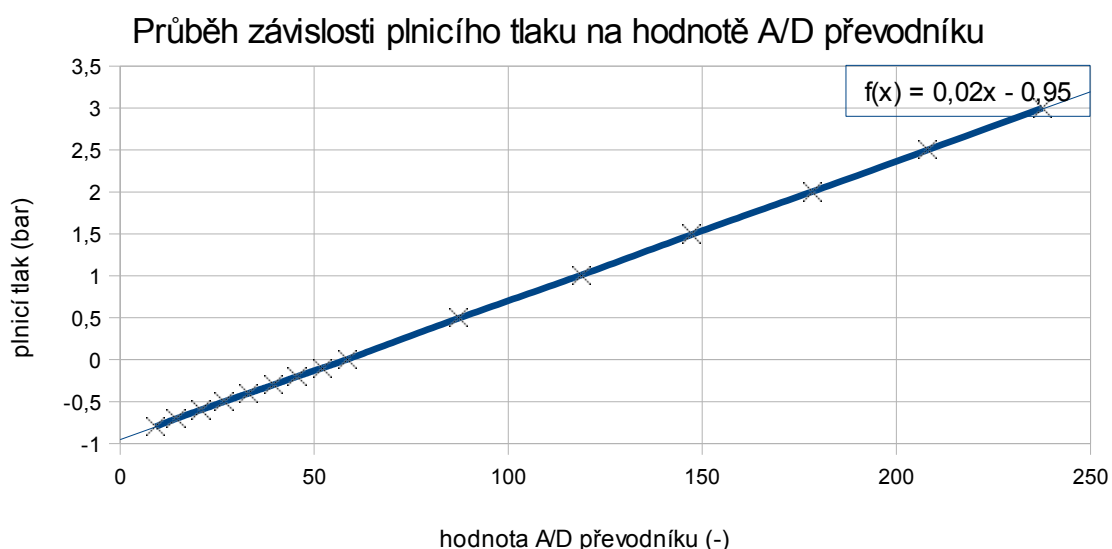
Obr. 23 - Graf závislosti množství paliva na hodnotě A/D převodníku, rovnice regresní přímky

Plovákový měřič má téměř lineární průběh a díky tomu nemusí být výstup významně korigován. Ve výpočtu pro mikrokontrolér je použit funkční předpis $f(x) = -0,52x + 118,92$.

4.4 Měření plicního tlaku

Čidlo plicního tlaku funguje jako potenciometr a proto, na rozdíl od ostatních čidel, nevyžaduje připojení ukazatele, či zástupného rezistoru. Na výstupu čidla je hodnota napětí podle tlaku na vstupu. Čidlo je schopné měřit od podtlaku téměř 1 bar až po nejméně 3 bary přetlaku. Na výstup čidla je připojen operační zesilovač, který výstupní napětí z čidla dvakrát zesiluje. Ani při tomto zesílení nedojde ke snížení maximálního měřeného tlaku. Toto zesílení je zvoleno z důvodu lepšího využití rozsahu A/D převodníku a tím snížení chyby měření.

Běžně používaná turbodmychadla v osobních automobilech dosahují plicního tlaku do 1 baru, u vozidla, pro které je zařízení konstruováno se běžně dosahuje tlaku až 1,3 baru. Vzhledem k plánovaným úpravám na vozidle zůstal zachován rozsah do tří barů.



Obr. 24- Graf závislosti plicního tlaku na hodnotě A/D převodníku, rovnice regresní přímky

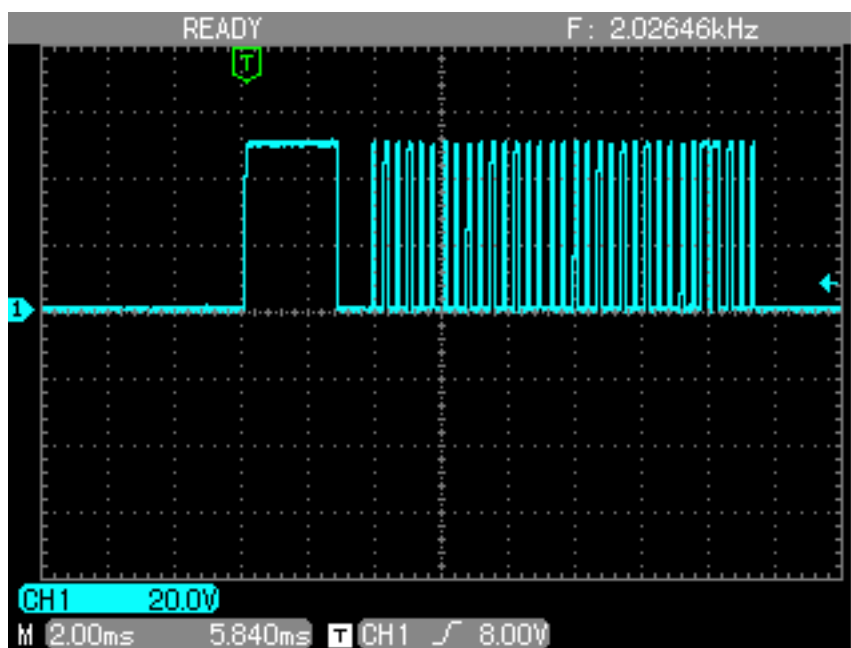
Byla provedena tři měření čidla v celém rozsahu, nicméně vždy vyšly totožné hodnoty, proto je v grafu vynesena pouze jedna křivka. Byl použit funkční předpis $f(x) = 0,02x - 0,95$.



Obr. 25 – Snímač tlaku v sání (MAP)

4.5 Ultrazvuková čidla

S ohledem na cenovou dostupnost byl jako základ parkovacího asistenta a protikolizního systému použit komerční výrobek parkovacího asistenta. Na místo displeje, který se běžně umísťuje do interiéru vozidla je připojena hlavní řídicí jednotka. K vlastnímu vyhodnocování vzdáleností slouží řídicí jednotka parkovacího asistenta, ze které se čtou data původně určená pro displej parkovacího asistenta.



Obr. 26 – Ukázka průběhu na výstupu jednotky čidel

5 Popis uživatelského rozhraní

Po zapnutí a inicializaci zařízení se zobrazí hlavní uživatelské rozhraní. To se skládá ze čtyř červených varovných kontrolkek (teplota vody a oleje, tlak oleje a napětí palubní sítě) a jedné oranžové informativní kontrolky stavu paliva.

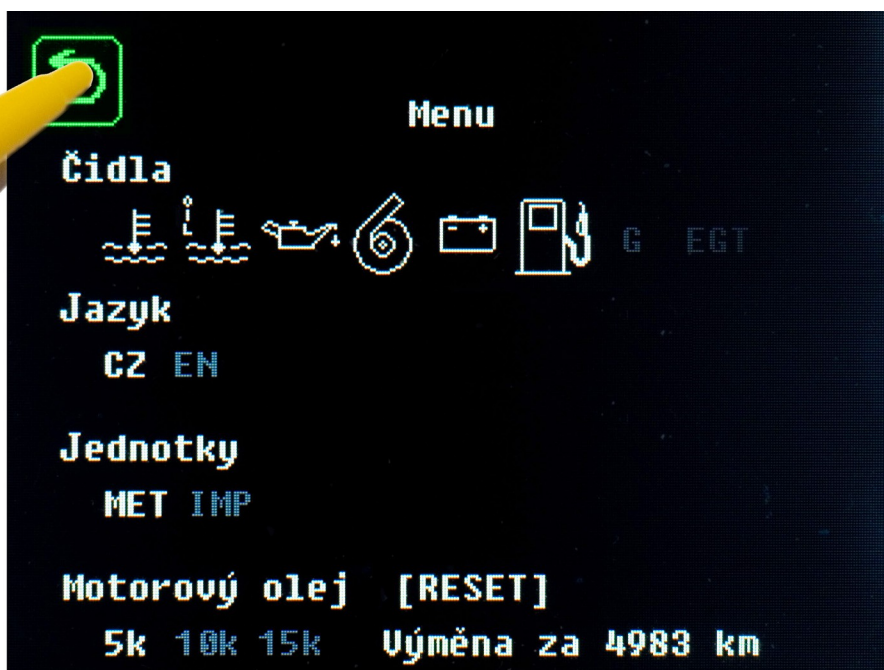
Varování na vysoké teploty chladicí kapaliny i převodového oleje je nastaveno na 120 °C, na nízký tlak oleje je nastaveno pod 3 bary, na napětí mimo rozsah 12,0 – 15,0 V a množství paliva pod 10 litrů. Na následujícím obrázku je signalizován problém s dobíjením (zařízení bylo při testech připojeno na zdroj s napětím 7 V).



Obr. 27 – Uživatelské rozhraní

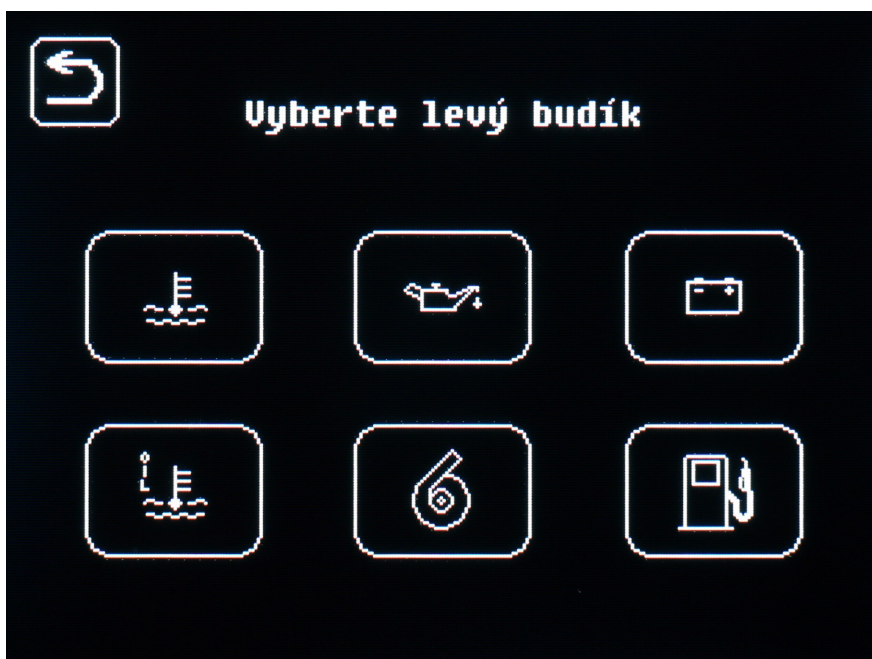
U neaktivních indikátorů je vidět pouze obrys a zástupný symbol. Tyto kontrolky jsou šedé, aby nerušily pozornost řidiče a současně byly čitelné.

Totéž platí pro tlačítko MENU (v pravém horním rohu hlavní obrazovky). Po jeho stisku se zobrazí obrazovka s výpisem aktivních čidel, výběrem jazyka a jednotek, stylem zobrazení a ukazatelem výměny motorového oleje s možností nulování tohoto počítadla. Menu je možné opustit stisknutím šipky zpět, která se nachází v levém horním rohu. Menu je zobrazené na následujícím obrázku.



Obr. 28 – Menu

Po stisku jednoho z ukazatelů na hlavní obrazovce se zobrazí obrazovka s výběrem požadovaného ukazatele. Tato obrazovka obsahuje virtuální tlačítka se symboly jednotlivých měřených veličin. Zmáčknutím některého z těchto tlačítek se aktivuje daný ukazatel. Volba probíhá nezávisle pro levý i pravý ukazatel.



Obr. 29 – Volba levého ukazatele

Stejně, jako v případě menu, i zde je v levém horním rohu tlačítko zpět.

6 Závěr

Výsledkem této práce je funkční prototyp zařízení, které dokáže snímat a vyhodnocovat údaje z řady čidel, která se nacházejí na hnacím ústrojí osobního automobilu. Údaje se zobrazují na barevném grafickém displeji. Výpis je doplněn o upozornění řidiče na nestandardní stavy, pokud k nim dojde. Jde zejména o upozornění na vysoké teploty, nízký tlak oleje, napětí palubní sítě mimo normy a málo paliva pro další jízdu.

Na vývoji zařízení se dále pracuje a odevzdáním bakalářské práce rozhodně nekončí. Vzhledem k poměrně velkému zájmu ze strany kamarádů – řidičů se bude následující vývoj pravděpodobně ubírat k výrobě malé série výrobků. Není taktéž vyloučeno, že vznikne i modifikace pro okruhové závody.

7 Použité zdroje

1. LAUGHLIN, Robert B. *INERTIAL NAVIGATION* [online]. Stanford University, 2007. [cit. 2010-3-19]. Dostupný z WWW: <<http://large.stanford.edu/courses/2007/ph210/noriega1/>>.
2. ROBOT ELECTRONICS. *I2C Tutorial* [online]. Devantech Ltd, 2011. [cit. 2012-3-18]. Dostupný z WWW: <http://www.robot-electronics.co.uk/acatalog/I2C_Tutorial.html>.
3. MAXIM. *DS18B20* [online]. Maxim Integrated Products, 2008. [cit. 2012-3-18]. Dostupný z WWW: <<http://datasheets.maxim-ic.com/en/ds/DS18B20.pdf>>.
4. COPEL, Stephen. *Earth Science 19.1 Understanding Air Pressure* [online]. Sleeping Dog Studios, 2010. [cit. 2012-3-1]. Dostupný z WWW: <http://www.sleepingdogstudios.com/Network/Earth%20Science/ES_19.1_files/frame.htm>.
5. HIRATA, Shinnosuke. *Accurate measurement of distance and velocity using ultrasonic waves* [online]. Acoustics, 2008. [cit. 2012-3-1]. Dostupný z WWW: <<http://www.acoustics.org/press/155th/hirata.htm>>.
6. STACK MOTORSPORT PRODUCTS. *Stack Motorsport Products at - a - glance* [online]. Stack Motorsport Products, 2012. [cit. 2012-3-1]. Dostupný z WWW: <<http://www.stackltd.com/prod1.html>>.
<<http://wachidan.blogspot.com/2011/05/nissan-gt-r.html>>.
7. Atmel. *ATmega32(L)* [online]. Atmel, 2010. [cit 2010-12-12]. Dostupný z WWW: <http://www.atmel.com/dyn/resources/prod_documents/doc2503.pdf>
8. Philips. 82C250T [online]. Philips, 2000. [cit 2012-3-10]. Dostupný z WWW: <<http://www.gme.cz/dokumentace/959/959-021/dsh.959-021.1.pdf>>
9. MWANGI, Duncan. *Nissan GT-R | AUTO REVIEW*: [online]. Blogspot, 2011. [cit. 2012-04-17]. Dostupný z WWW:
10. FORD MOTOR COMPANY. *1986 Car Shop Manual*. Ford Parts and Service Division Training and Publications Department, 1985. Bez ISBN