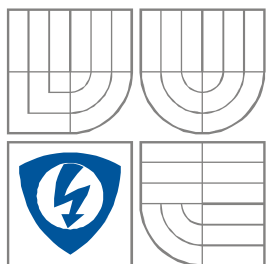


VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ  
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



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

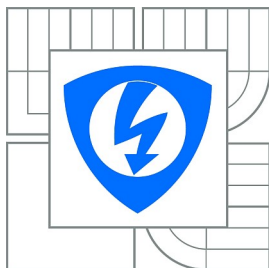
BAKALÁŘSKÁ PRÁCE  
BACHELOR'S THESIS

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:** 2010/2011

## 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, která jsou součástí pohonného ústrojí osobního automobilu. Dále bude obsahovat GPS a čidla vzdálenosti pro bezpečnou jízdu. Naměřené hodnoty se budou vypisovat na grafický displej.

### DOPORUČENÁ LITERATURA:

Podle pokynu vedoucího práce

**Termín zadání:** 7.2.2011

**Termín odevzdání:** 2.6.2011

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

**prof. Ing. Radimír Vrba, CSc.**  
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 DŮSLEDKŮ 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 neoplývají dostatečným počtem ukazatelů stavu jednotlivých částí pohonného ústrojí. Jedná se především o tlaky, teploty, napětí a další veličiny. Výpis stavových hodnot probíhá na grafický displej ve formě 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, 2011. 24 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 20. května 2011

.....  
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 20. května 2011

.....  
podpis autora

# Obsah

Seznam zkratek.....	6
Úvod.....	7
1 Cíl práce.....	9
2 Navržené řešení.....	10
2.1 Protikolizní systém.....	11
2.2 Parkovací asistent.....	13
3 Kalibrace použitých čidel fyzikálních veličin.....	14
3.1 Kalibrace teplotních čidel.....	14
3.2 Kalibrace čidla tlaku oleje.....	15
3.3 Měření množství paliva.....	16
3.4 Měření plicního tlaku.....	17
3.5 Ultrazvuková čidla.....	18
4 Schéma zapojení.....	19
5 Popis uživatelského rozhraní.....	20
6 Pokračování ve vývoji a plány do budoucna.....	22
7 Závěr.....	23
8 Použité zdroje.....	24
Příloha – Podklady pro výpočty.....	25

## Seznam zkratek

- LCD Liquid Crystal Display, displej z tekutých krystalů
- GPS Global Positioning System
- A/D analogově – digitální (převodník)
- DPS deska plošných spojů
- LED Light Emitting Diode, svítivá dioda
- MAP Manifold Absolute Pressure, čidlo absolutního tlaku v sacím potrubí

# Úvod

Mnoho vozidel není od výrobce vybaveno ukazateli, které řidiče informují o stavu pohonného ústrojí, teplotách tlacích a řadě dalších užitečných 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.

Mnou navržené zařízení je určeno především pro sportovní automobily a starší vozidla s nepřesnými ukazateli. Na rozdíl od běžných ručičkových ukazatelů jsou zde ukazatele vykreslovány na displej a řidič si může zvolit, kterou dvojici ukazatelů si zobrazí.



Obr. 1 – Originální přídavné ukazatele v Chevroletu Camaro SS [1]

Toto zařízení je jako prototyp navrženo pro Ford Thunderbird Turbo Coupe z roku 1986 a veškeré komponenty jsou vybrány s ohledem na následné využití v tomto vozidle. Čidla použitá při měřeních jsou identická s těmi, která jsou instalována ve vozidle.

Další inspirací byl palubní počítač Nissanu GT-R a údaje zobrazované na jeho veliké obrazovce. Na následující obrázku je ukázáno několik obrazovek z tohoto počítače. Jeho možnosti jsou daleko rozsáhlejší, než by se mohlo zdát, protože tento systém je dokonale propojen s řídicími systémy vozidla a dokáže tak zobrazit nejen běžné údaje, jakými jsou

teploty a tlaky, ale kupříkladu i rozložení výkonu mezi hnaná kola, úhel natočení volantu a nebo třeba síly působící na vozidlo.



Obr. 2 – Ukázky výstupu z palubního počítače Nissanu GT-R [2]



# 1 Cíl práce

Cílem této bakalářské práce je návrh a výroba jízdního asistenta pro vozidlo Ford Thunderbird Turbo Coupe z roku 1986. Zařízení pomáhá 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.



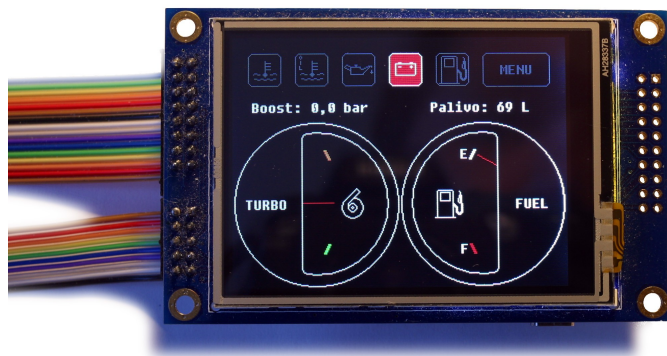
Obr. 3 – Ford Thunderbird Turbo Coupe

Dalším zásadním požadavkem byla jednoduchost ovládání, čehož bylo dosaženo použitím rezistivní dotykové fólie umístěné na displeji. Toto řešení je pro daný účel vhodnější, než fólie kapacitní, neboť zařízení jde ovládat jak prsty, tak jakýmkoliv jiným předmětem.

Posledním požadavkem byla vhodná velikost pro umístění na palubní desku. Zařízení totiž nesmí zavazet ve výhledu řidiče z vozidla. Proto byl použit poměrně malý displej s úhlopříčkou 2,8“. Tento modul k vidění na obrázku 4.

## 2 Navržené řešení

Zařízení je rozděleno na dvě funkční části. Základem zařízení je řídicí jednotka s mikrokontrolérem ATmega32 [3], 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 ATmega32. Ta se stará o výpis a zobrazování dat na barevném grafickém displeji a zpracování požadavků uživatele.



Obr. 4 - Modul displeje při testech

Na vstupu jsou tyto údaje z čidel:

- teplota chladící kapaliny,
- teplota převodového oleje (v mém případě automatické převodovky),
- tlak motorového oleje,
- tlak vzduchu v sání (vozidlo je vybaveno turbodmychadlem),
- napětí palubní sítě,
- množství paliva v nádrži.

Výstup čidel je napěťový s rozsahem 0 až 5 V, proto je potřeba jej převést analogově - digitálním převodníkem (dále A/D převodníkem) do digitální podoby. Dále je nutné provést přepočítání zpět na fyzikální jednotku. Z tohoto důvodu byla provedena řada měření teplot a tlaků s čidly shodnými s těmi, která jsou použita v autě.

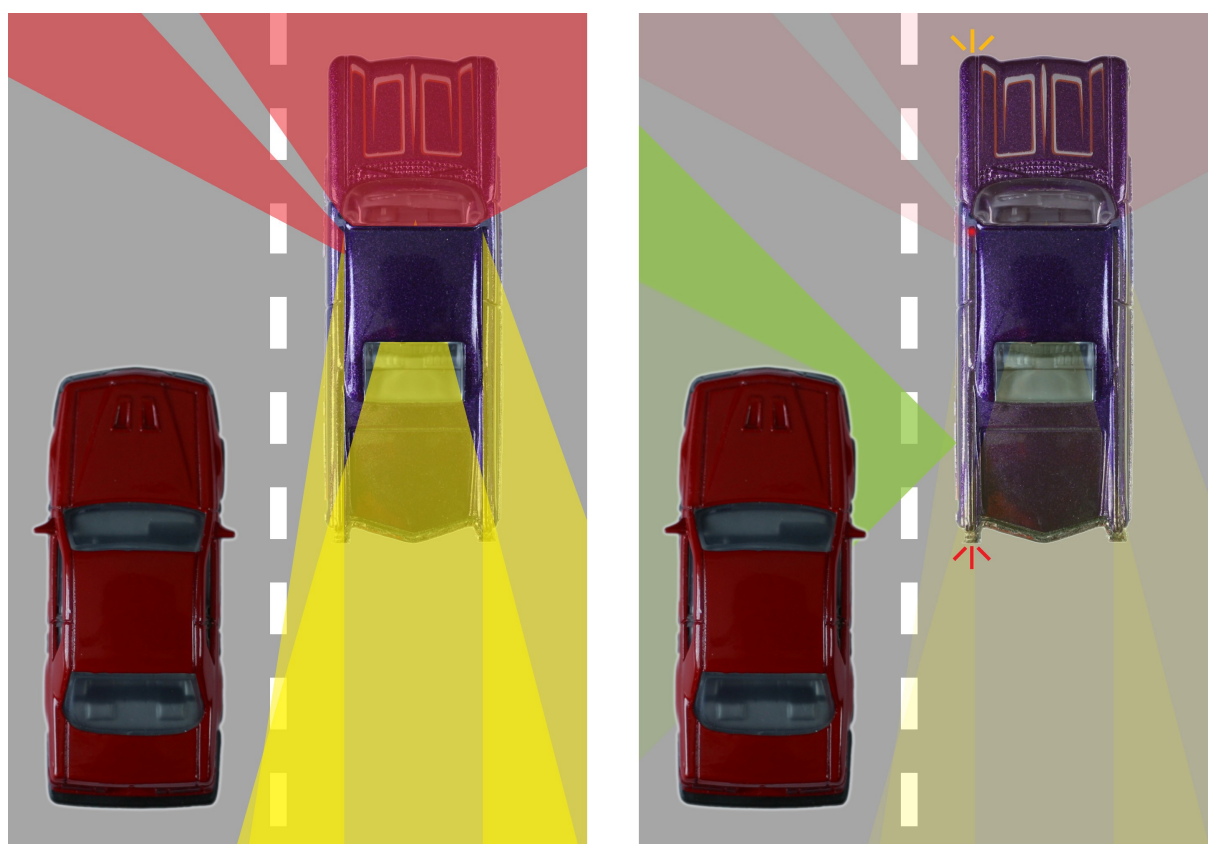
Napětí palubní sítě je získáno ze vstupu stabilizátoru a je odporovým děličem sníženo na jednu pětinu původního napětí. Tato rezerva je zde z důvodu zajištění ochrany zařízení před případnými napěťovými špičkami v síti. Napájení zařízení je jištěné pojistkou. Stabilizaci napájecího napětí zajišťuje hlavní modul, kde k tomuto účelu slouží dva integrované stabilizátory napětí, a to 5 V pro sebe sama a 3,3 V pro modul displeje.

Výběr zobrazovaných ukazatelů se provádí zmáčknutím na ukazatel na displeji. Tím se zobrazí menu s možností výběru (viz obr. 18). Výběr ukazatelů je na sobě nezávislý a tak si každý uživatel může zobrazit ty údaje, které právě potřebuje.

## 2.1 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 ihned za zadním kolem. Toto místo bylo zvoleno kvůli minimalizaci mrtvého úhlu, přesněji místa vedle vozidla, o kterém nemá řidič přehled. Na obrázku 5 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. 5 – Vozidlo v mrtvém úhlu a jeho detekce při spuštěných ukazatelích směru

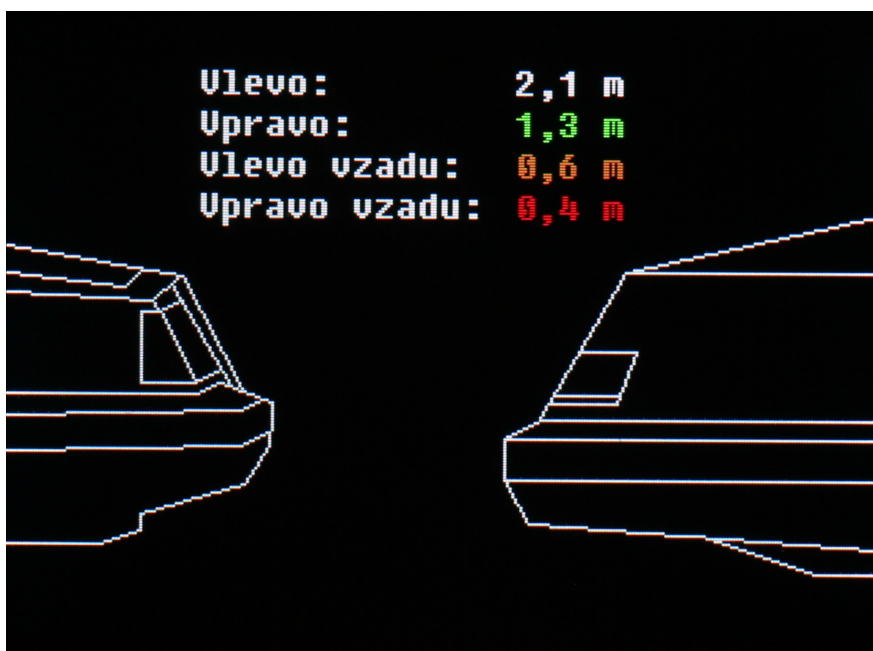
Důležitá věc, týkající se především vozidel americké výroby je styl provedení zpětných zrcátek. Běžná evropská vozidla jsou vybavena konvexními (vypuklými) vnějšími zpětnými zrcátka, ale v případě amerických vozidel je vlevo zrcátko rovinné, tudíž mrtvý úhel je zde ještě větší, než v případě vozidel 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 přjetí 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 nenahrazuje zpětná zrcátka, proto je potřeba je i nadále sledovat. Systém není schopný detekovat rychle se blížící vozidla ve vedlejších jízdnicích, ta by měl zpozorovat řidič ve svých zpětných zrcátkách.

## 2.2 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. 6 – Obrazovka parkovacího asistenta

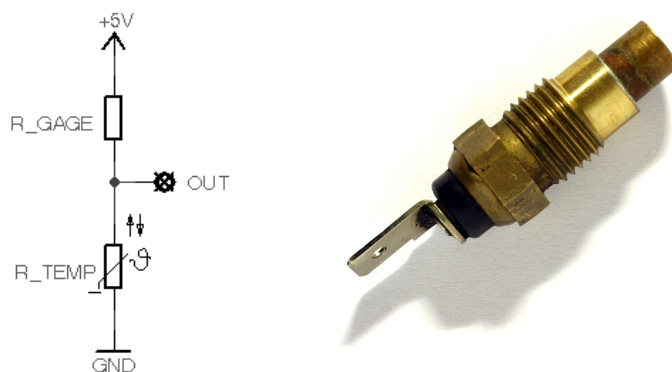
Jak je z obrázku výše patrné, jsou vzdálenosti barevně odlišené. Vzdálenost v rozmezí 0 – 0,4 m je zobrazena červeně, vzdálenost 0,5 – 0,9 m oranžově, vzdálenost 1,0 – 1,9 zeleně a vzdálenost větší, jak 2,0 m je zobrazena bíle.

### 3 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.

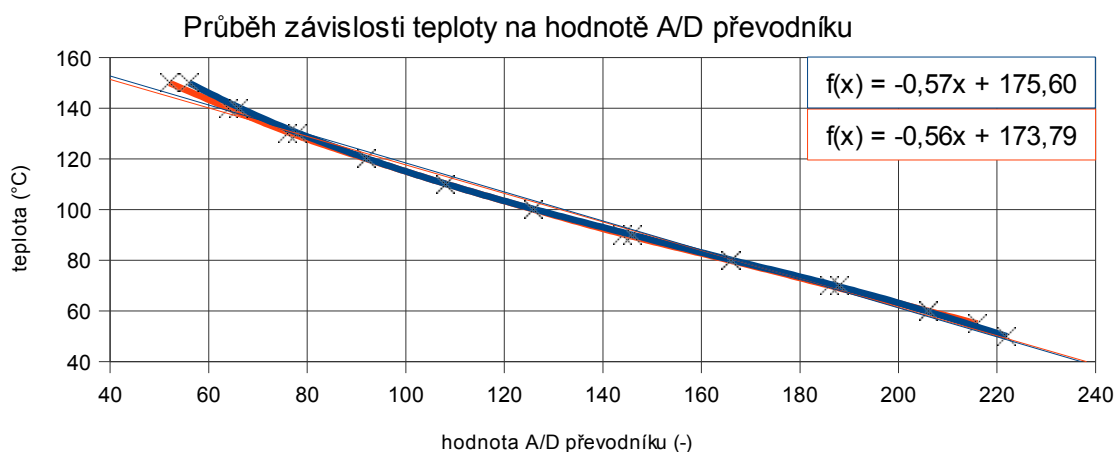
#### 3.1 Kalibrace teplotních čidel

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. 7 – 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.



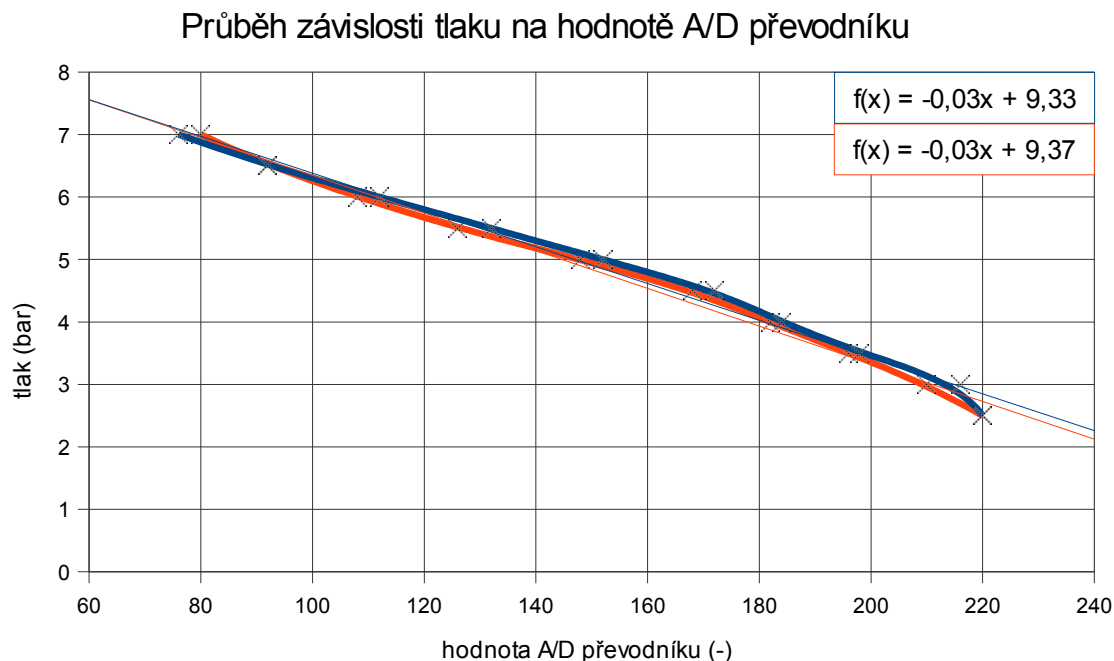
Obr. 8 – Graf závislosti teploty na hodnotě A/D převodníku, rovnice regresních přímek

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

## 3.2 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. 9 - Graf závislosti tlaku na hodnotě A/D převodníku, rovnice regresních přímek

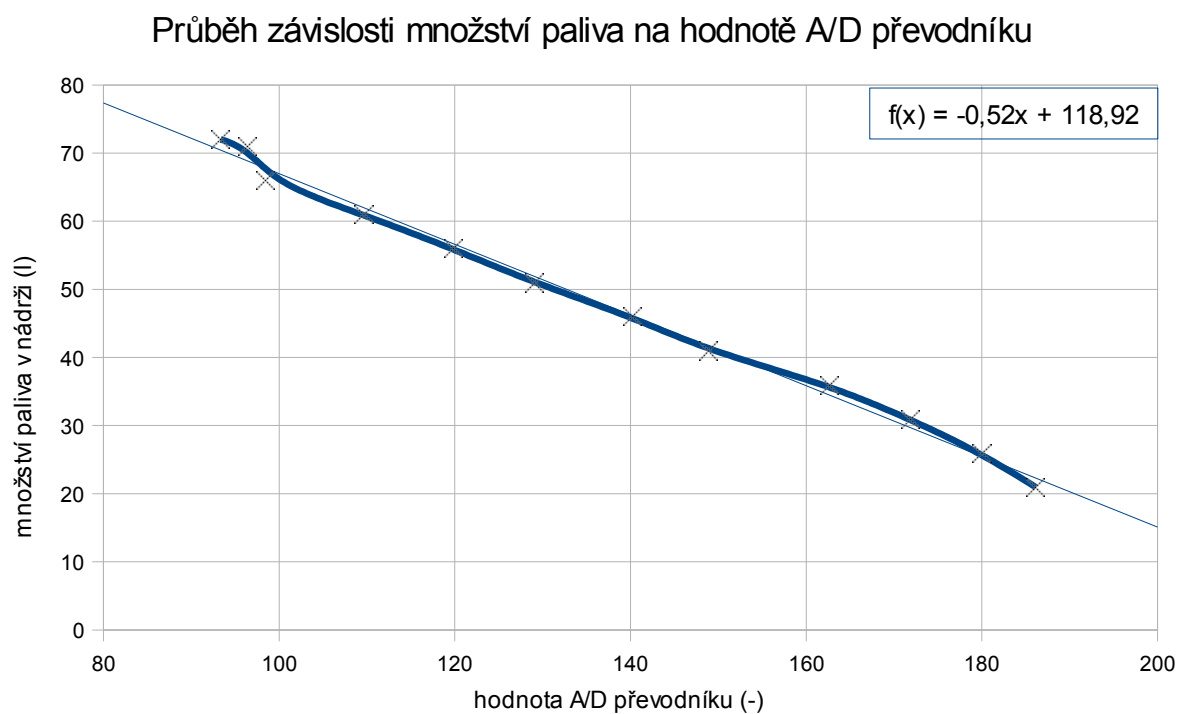
Ve funkčním předpisu pro mikrokontrolér je použit výsledek prvního měření, protože je více lineární. Regresní přímka má funkční předpis  $f(x) = -0,03x + 9,33$ .



Obr. 10 – Tlakový snímač

### 3.3 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. 11 - Graf závislosti množství paliva na hodnotě A/D převodníku, rovnice regresní přímky

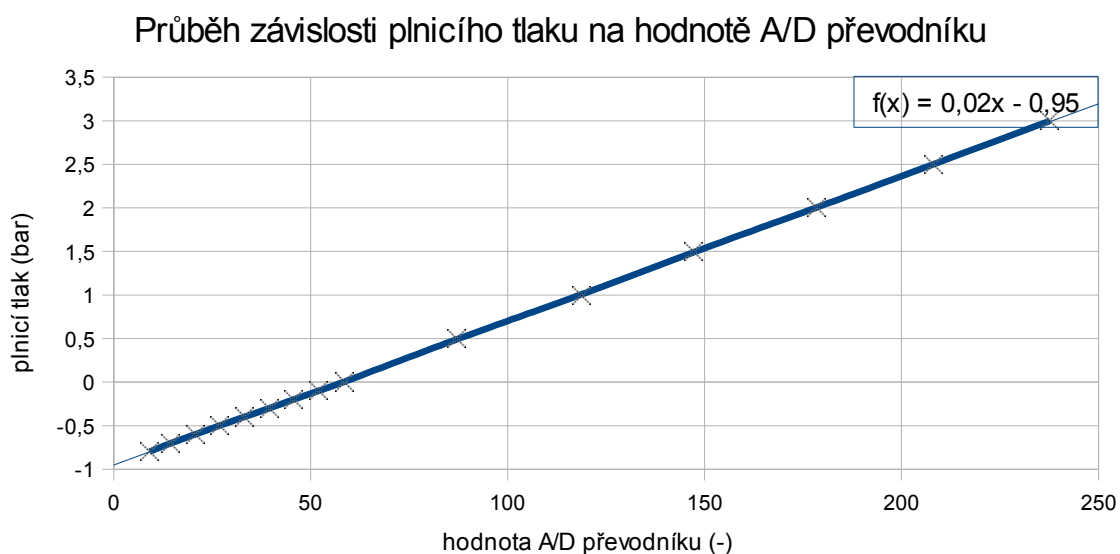
Plovákový měřič má téměř lineární průběh a díky tomu nemusí být výstup významně korigován. Ve výpočtu pro mikrokontrolér je použit funkční předpis  $f(x) = -0,52x + 118,92$ .



### 3.4 Měření plicího tlaku

Čidlo plicího 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 plicího 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. 12- Graf závislosti plicího tlaku na hodnotě A/D převodníku, rovnice regresní přímky

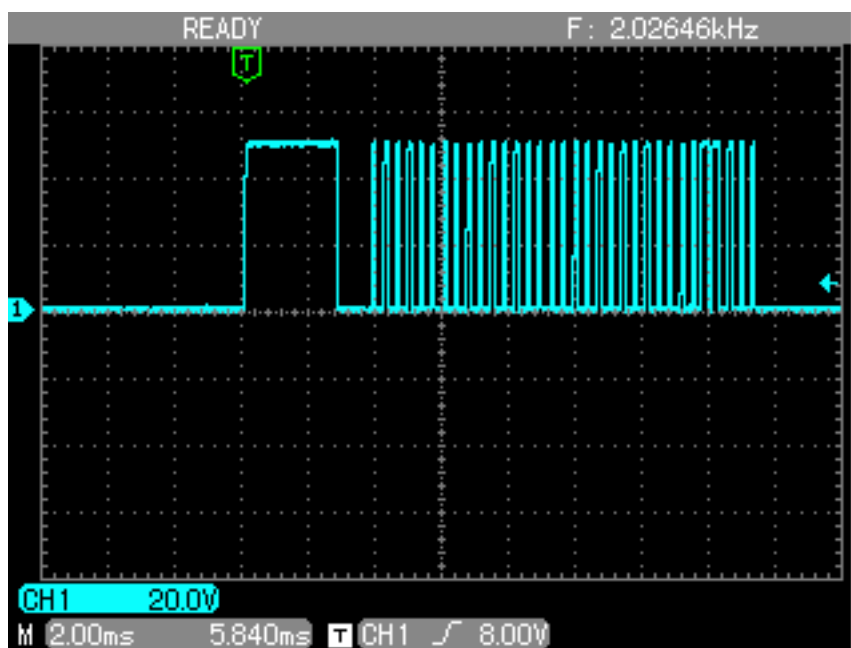
Byla provedena tři měření čidla v celém rozsahu, nicméně vždy vyšly totožné hodnoty, proto je v grafu vynesena pouze jedna křivka. Byl použit funkční předpis  $f(x)=0,02x-0,95$ .



Obr. 13 – Snímač tlaku v sání (MAP)

### 3.5 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. Stačí pouze číst data, která by jinak zobrazoval displej.

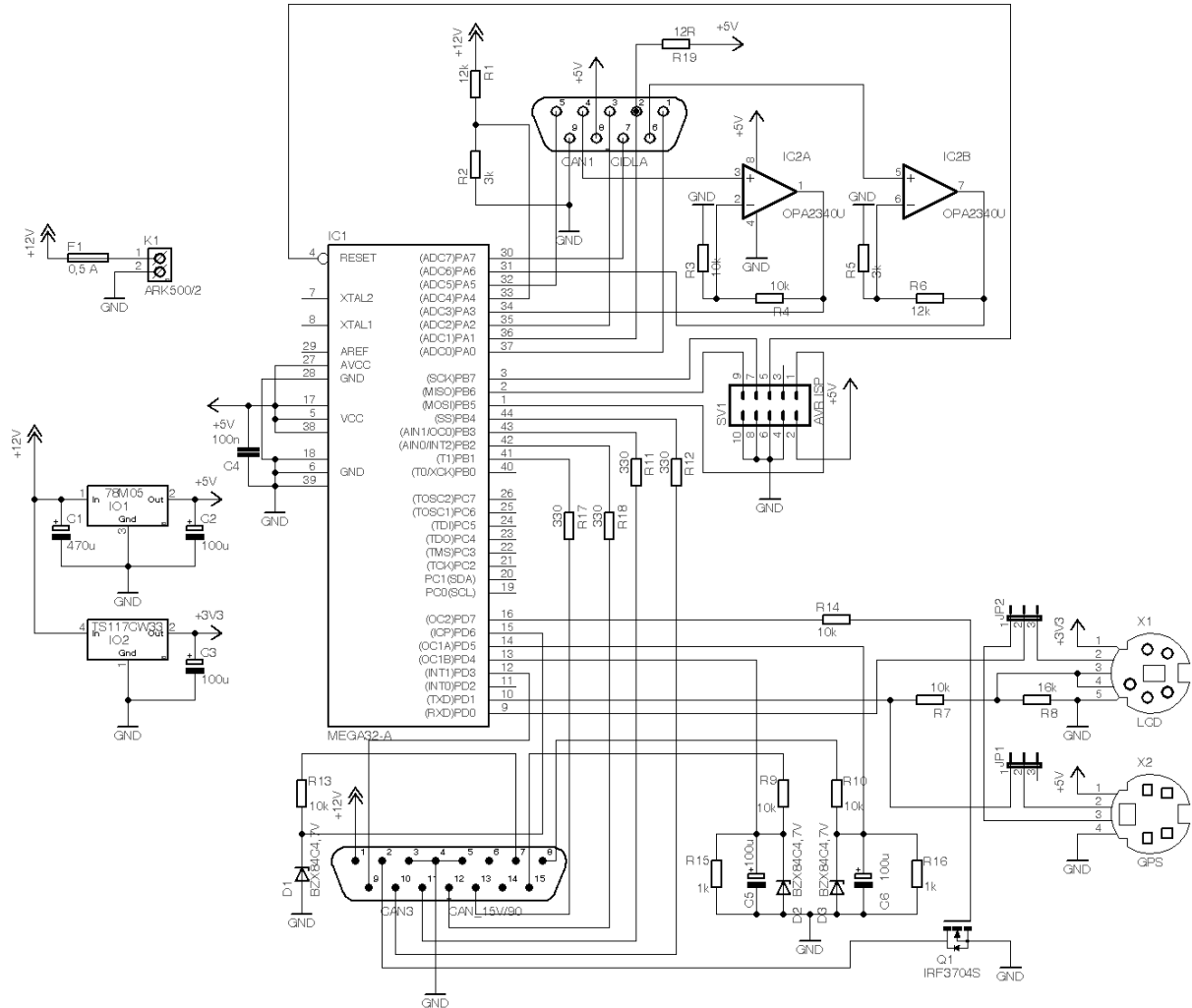


Obr. 14 – Ukázka průběhu na výstupu jednotky čidel

Činnost ultrazvukových čidel je spouštěna dvěma způsoby. První možností je zařazení zpětného chodu. V tomto případě se vyhodnocují data ze všech čidel a na displeji se zobrazí vzdálenosti překážek. Druhá možnost je zapnutí směrových blikáčů, kdy se vyhodnocují pouze údaje z bočních čidel. Vzdálenosti jsou vyhodnoceny mikrokontrolérem a k signalizaci jsou použity dvě dvoubarevné LED diody umístěné v A sloupcích poblíž zpětných zrcátek. Každá na tu stranu, kterou indikuje. Žlutě se dioda se rosvítí v případě, že vzdálenost od čidla je menší, než 2,5 metru a červeně, je-li menší, než dva metry.

## 4 Schéma zapojení

Zařízení využívá mikrokontrolér ATmega32, který je pro toto navržené zařízení vhodný. Nejdůležitější součástí mikrokontroléru je pro tuto aplikaci jeho A/D převodník, prostřednictvím kterého je vyhodnocováno výstupní napětí čidel. Změřené napětí je zpětně přepočteno na hodnotu snímané fyzikální veličiny a tato hodnota je vypsána na displeji.



Obr. 15 – Schéma zapojení hlavní řídicí jednotky

Snímání hodnoty napětí palubní sítě je realizováno odporovým děličem přímo na plošném spoji. Použité čidlo teploty oleje je zapojeno do série s rezistorem simulujícím ukazatel na přístrojové desce. Tento rezistor je rovněž umístěn na DPS řídicí jednotky.

Jedinou výjimkou je snímač plnicího tlaku, který má napěťový výstup a lze jej tudíž použít bez dalších součástek. Zbývající piny portu A jsou připraveny pro další čidla. Dodatečná kalibrace bude samozřejmě také možná.

## 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 je nastaveno na 120 °C, nízký tlak oleje je nastaven na 3 bary, napětí mimo rozsah 12,0 – 15,0 V a palivo pod 10 litrů. Na následujícím obrázku je zobrazeno, jak vypadá problém s dobíjením (zařízení bylo při testech připojeno na zdroj s nižším napětím).

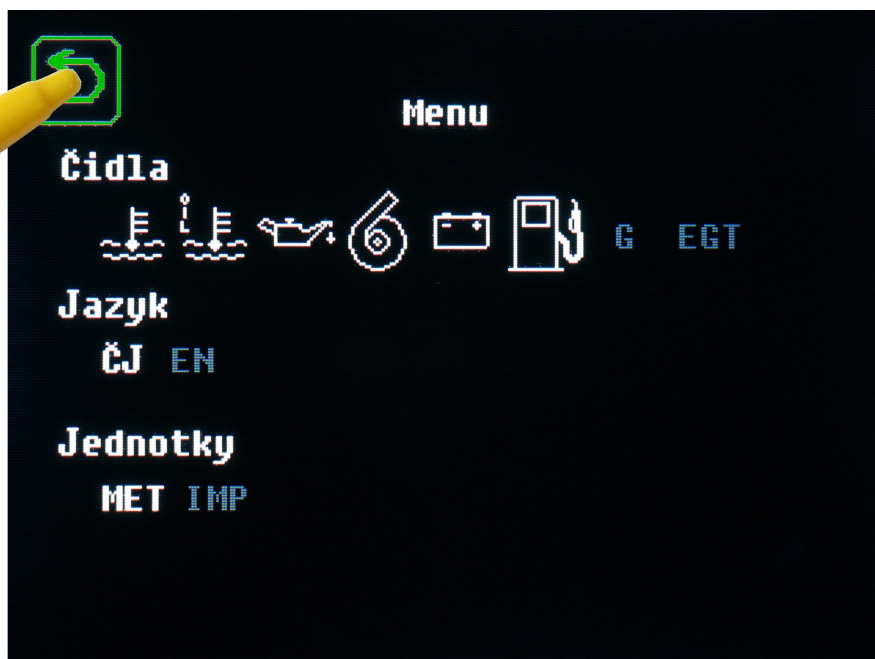


Obr. 16– Uživatelské rozhraní

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

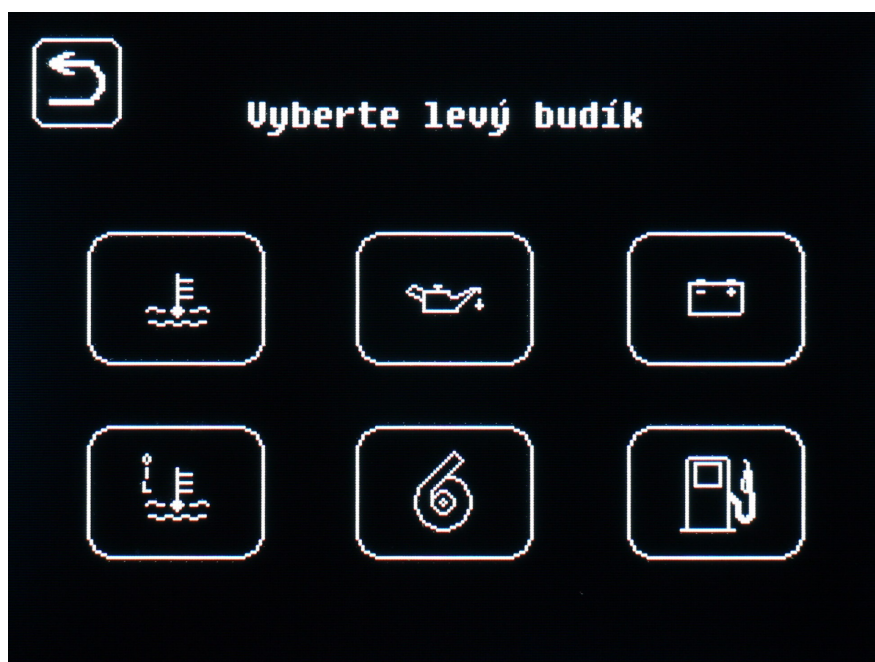
Totéž platí pro tlačítko MENU (v pravém horním rohu hlavní obrazovky). Po jeho stisku se zobrazí obrazovka s výpisem aktivních čidel, výběr jazyka a jednotek. Zařízení je připraveno na 10 čidel. K hlavní řídicí jednotce lze připojit až 8 čidel a další čidla je možné připojit přímo k jednotce displeje. Jedná se především o tříosý akcelerometr a čidlo intenzity osvětlení, které může sloužit k automatické regulaci jasu displeje v šeru a za tmy.

Menu je možné opustit stisknutím šipky zpět, která se nachází v levém horním rohu. Menu je zobrazené na následujícím obrázku.



Obr. 17 – Menu

Stejným způsobem probíhá výběr jednotlivých ukazatelů. Po zmáčknutí některého z nich se zobrazí nabídka se šesti tlačítky (protože je aktivních šest čidel). Zmáčknutím některého z těchto šesti tlačítek se aktivuje daný ukazatel. Volba probíhá nezávisle pro levý i pravý ukazatel.



Obr. 18 – Volba levého ukazatele

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

## 6 Pokračování ve vývoji a plány do budoucna

Vývoj tohoto zařízení odevzdáním bakalářské práce nekončí. Je v plánu několik dalších vylepšení a také doplnění těchto čidel:

- tříosý akcelerometr,
- lambda sonda,
- teplota výfukových plynů,
- intenzita osvětlení.

Prozatím nevyužitou součástí modulu displeje je slot na microSD kartu. Vzhledem k velmi omezené kapacitě paměti mikrokontroléru budou po zprovoznění všechny obrázky přesunuty na kartu. S tím souvisí i změna grafiky a možnost tzv. skinování. S paměťovou kartou souvisí i možnost průběžného ukládání dat, tzv. logování. Tato možnost je velmi výhodná pro různé testování vozidel a umožňuje zpětně zjistit, kdy došlo například k závadě a s ní související změně provozních údajů.

Spolu s dalším vývojem zařízení je v plánu použití GPS přijímače, který se měl původně objevit už v této verzi. Bohužel paměťová náročnost současného softwaru mi už neumožňuje implantovat do současné verze vše, co bych si přál, a to je veškerá grafika omezená na nutné minimum.

Z tohoto důvodu jsem pořídil ještě další samostatné displeje a řadiče k nim, abych se při dalším vývoji nemusel omezovat jen na tento konkrétní modul, který jsem koupil tak, jak je. V zásobě je jak velký LCD displej, tak i malý OLED displej, oba doplněné rezistivní dotykovou fólií. Rezistivní typ byl zvolen kvůli možnosti ovládní nejen prstem, ale i stylusem, ačkoliv současné rozhraní je stavěné především pro prsty.

## 7 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.

## 8 Použité zdroje

1. CARBONARE, Dino Dalle. *CAR FEATURE>> CAMARO SS IN JAPAN* [online]. Speedhunters, 2010. [cit. 2010-12-12]. Dostupný z WWW: <<http://speedhunters.com/archive/2010/02/18/car-feature-gt-gt-camaro-ss-in-japan.aspx>>.
2. BECHARA, Aboul-Nasr. *New Nissan GT-R: the 300 km/h supercar With user-friendly high tech and... finesse* [online]. Autopressnews, 2007. [cit. 2010-12-12]. Dostupný z WWW: <[http://www.autopressnews.com/2007/m10/Nissan/Nissan\\_GT-R.shtml](http://www.autopressnews.com/2007/m10/Nissan/Nissan_GT-R.shtml)>.
3. Atmel. *ATmega32(L)* [online]. Atmel, 2010. [cit 2010-12-12]. Dostupný z WWW: <[http://www.atmel.com/dyn/resources/prod\\_documents/doc2503.pdf](http://www.atmel.com/dyn/resources/prod_documents/doc2503.pdf)>
4. FORD MOTOR COMPANY. *1986 Car Shop Manual*. Ford Parts and Service Division Training and Publications Department, 1985. Bez ISBN



# Příloha – Podklady pro výpočty

## Teplota

Měření 1		
Teplota	ADC	U(ADC)
°C	-	V
20	240	4,61
50	222	4,22
60	206	3,91
70	188	3,57
80	166	3,16
90	146	2,72
100	126	2,42
110	108	1,98
120	92	1,70
130	78	1,47
140	66	1,27
150	56	1,09

Měření 2		
Teplota	ADC	U(ADC)
°C	-	V
20	240	4,62
55	222	4,15
60	206	3,94
70	188	3,60
80	166	3,22
90	146	2,81
100	126	2,44
110	108	2,10
120	92	1,80
130	78	1,55
140	66	1,31
150	56	1,11

Tabulka 1 – výstupy A/D převodníku podle teploty

## Tlak

Měření 1		
Tlak	ADC	U(ADC)
bar	-	V
0,0	224	4,34
0,5	224	4,34
1,0	224	4,34
1,5	224	4,34
2,0	224	4,34
2,5	220	4,24
3,0	216	4,20
3,5	198	3,86
4,0	184	3,58
4,5	172	3,34
5,0	152	3,00
5,5	132	2,50
6,0	112	2,15
6,5	92	1,81
7,0	76	1,56
7,5	76	1,56

Měření 2		
Tlak	ADC	U(ADC)
bar	-	V
0,0	222	4,25
0,5	222	4,25
1,0	222	4,25
1,5	222	4,25
2,0	222	4,25
2,5	220	4,23
3,0	210	4,10
3,5	196	3,77
4,0	182	3,55
4,5	168	3,25
5,0	148	2,81
5,5	126	2,44
6,0	108	2,21
6,5	92	1,80
7,0	80	1,61
7,5	76	1,56

Tabulka 2 – výstupy A/D převodníku podle tlaku

Poznámka: S červeně zobrazenými daty se nepracuje ve výsledném výpočtu.

## Plnicí tlak

Tlak bar	U(ADC) V	AD -
3	2,330	238
2,5	2,040	208
2	1,750	179
1,5	1,444	147
1	1,165	119
0,5	0,854	87
0	0,574	59
-0,1	0,510	52
-0,2	0,447	46
-0,3	0,388	40
-0,4	0,325	33
-0,5	0,262	27
-0,6	0,204	21
-0,7	0,141	14
-0,8	0,089	9

Tabulka 3 - výstupy A/D převodníku podle plnicího tlaku v sání

## Palivo

Natankováno l	Množství paliva v nádrži l	ADC -	U(ADC) V
0	20,94	186	3,65
5	25,94	180	3,53
10	30,94	172	3,37
15	35,94	163	3,19
20	40,94	149	2,92
25	45,94	140	2,75
30	50,94	129	2,53
35	55,94	120	2,35
40	60,94	110	2,15
45	65,94	98	1,93
50	70,94	96	1,89
51,06	72	93	1,83

Tabulka 4 - výstupy A/D převodníku podle množství paliva v nádrži