

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

FAKULTA ELEKTROTECHNICKÁ

Katedra technologií a měření

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Elektronická identifikace mobilního objektu

vedoucí práce: Ing. Václav Koucký, CSc.

autor: Tomáš Reinhart

Plzeň 2013

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Tomáš REINHART**
Osobní číslo: **E11N0167P**
Studijní program: **N2612 Elektrotechnika a informatika**
Studijní obor: **Komerční elektrotechnika**
Název tématu: **Elektronická identifikace mobilního objektu**
Zadávací katedra: **Katedra technologií a měření**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Prostudujte možnosti rychlé a jednoznačné identifikace mobilního objektu pomocí elektronického zařízení.

1. Prostudujte již komerčně používané elektronické zařízení pro jednoznačnou identifikaci mobilního objektu. Popište jejich výhody a nedostatky.
2. Navrhněte elektronické zařízení pro jednoznačnou identifikaci mobilního objektu.
3. Prostudujte možnosti instalace elektronického zařízení do mobilního objektu a jeho další využití.
4. Zkonstruujte funkční prototyp navrženého zařízení a proveďte kontrolní měření.
5. Získané poznatky v práci přiměřeně popište.

Rozsah grafických prací: **podle doporučení vedoucího**
Rozsah pracovní zprávy: **30 - 40 stran**
Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**
Seznam odborné literatury:


Student si vhodnou literaturu vyhledá v dostupných pramenech podle doporučení vedoucího práce.

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Václav Koucký, CSc.**
Katedra aplikované elektroniky a telekomunikací

Datum zadání diplomové práce: **15. října 2012**
Termín odevzdání diplomové práce: **9. května 2013**


Doc. Ing. Jiří Hammerbauer, Ph.D.
děkan




Doc. Ing. Vlastimil Skočil, CSc.
vedoucí katedry

V Plzni dne 15. října 2012

Anotace

Předkládaná diplomová práce je zaměřena na elektronickou identifikaci mobilního objektu, především osobního automobilu. Obsahuje také popis několika již komerčně používaných typů elektronické identifikace.

Zabývá se možnostmi kam elektronické zařízení do vozu umístit. Návrhem vzorku elektronického zařízení pro rychlou a jednoduchou identifikaci mobilního objektu, dále pak obsahuje naměřené hodnoty funkčního vzorku.

Klíčová slova

Akumulátor, autoalarm, automobil, dálkové ovládání, elektronické zařízení, funkce, identifikace, kód, komunikační modul, LED dioda, mikrokontrolér, plošný spoj, program, prototyp, schéma, signál, signalizace, SMD součástka, software, stabilizovaný zdroj, tlačítko, VF modul, vozidlo.

Abstract

This thesis is focused on an electronic identification of a mobile object, specifically for passenger car. It contains descriptions of several commercially used forms of electronic identification.

It deals the possibilities of where to position electronic devices in the vehicle. Defines an electronic sample of equipment for quick and easy identification of the mobile object. Furthermore, the measured value contains information for a functional sample.

Key words

Battery, car alarm, car, remote control, electronic equipment, function, identification, code, communication module, LED, microcontroller, printed circuit board, program, prototype, schematic, signal, signalling, SMD components, software, regulated power supply, button, RF module, vehicle.

Prohlášení

Předkládám tímto k posouzení a obhajobě diplomovou práci, zpracovanou na závěr studia na Fakultě elektrotechnické Západočeské univerzity v Plzni.

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracoval samostatně, s použitím odborné literatury a pramenů uvedených v seznamu, který je součástí této diplomové práce.

Dále prohlašuji, že veškerý software, použitý při řešení této práce, je legální.

V Plzni dne 7.5.2012

Tomáš Reinhart

.....

Poděkování

Tímto bych rád poděkoval vedoucímu diplomové práce Ing. Václavu Kouckému, CSc. za metodické vedení práce, připomínky a cenné profesionální rady.

Obsah

Úvod	10
1. Komerčně používané elektronické zařízení pro jednoznačnou identifikaci mobilního objektu	11
1.1. Originální dálkové ovládání centrálního zamykání	11
1.2. Dodatečně instalovaný autoalarm	12
1.3. Identifikace za pomoci rádiového vysílání	13
2. Instalace elektronického zařízení do mobilního objektu	14
3.1. Vnější části karoserie	14
3.1.1. Nárazníky	14
3.1.2. Masky (mřížky chladiče)	15
3.1.3. Víka motorového prostoru	15
3.1.4. Blatníky	15
3.1.5. Víka zavazadlového prostoru	15
3.1.6. Dveře	16
3.1.7. Vnější zpětná zrcátka	16
3.1.8. Shrnutí	17
3.2. Motorový prostor	17
3.3. Interiér vozu	17
3.3.1. Středový tunel	18
3.3.2. Sedadla	18
3.3.3. Podlaha	18
3.3.4. Zavazadlový prostor	18
3.3.5. Palubní deska	19
3.4. Shrnutí možností instalace	19
3. Návrh elektronického zařízení pro jednoznačnou identifikaci mobilního objektu ...	21
3.1. Princip funkce zařízení	21
3.2. Součástky	21
3.2.1. Mikrokontrolér	21

3.2.2.	Komunikační modul	23
3.2.3.	Akumulátor	25
3.3.	Vlastní návrh	25
3.3.1.	Bloková schémata	26
3.3.2.	Napájecí obvod	27
3.3.3.	Akumulátor	28
3.3.4.	Stabilizovaný zdroj napětí	29
3.3.5.	Mikrokontrolér	30
3.3.6.	VF modul	31
3.4.	Software	33
3.4.2.	Software přenosného modulu	35
3.4.3.	Výtah částí programu v jazyce C	37
3.5.	Schéma a plošný spoj	42
3.5.1.	Schéma automobilového modulu	43
3.5.2.	Plošný spoj automobilového modulu	46
3.5.3.	Schéma přenosného modulu	47
3.5.4.	Plošný spoj přenosného modulu	49
3.6.	Anténa	50
3.7.	Ekonomická úvaha	50
4.	Kontrolní měření prototypu	52
4.1.	Dosah signálu zařízení	52
4.1.1.	Dosah signálu ve volném prostoru	52
4.1.2.	Dosah signálu za přítomnosti různých překážek	52
4.2.	Výdrž akumulátoru zařízení v aktivním stavu	53
4.2.1.	Výdrž akumulátoru automobilového modulu	53
4.2.2.	Výdrž akumulátoru přenosného modulu	53
Závěr		55
Použitá literatura		56

Úvod

Tato diplomová práce na téma Elektronická identifikace mobilního objektu je zaměřena na jednoznačnou a rychlou identifikaci mobilního objektu. Jako mobilní objekty jsem si zvolil silniční motorová vozidla, především osobní automobily.

Tuto práci jsem si vybral, protože mě tato problematika zajímá a mám s montáží některých typů zabezpečovacích zařízení – autoalarmů zkušenosti. V práci jsem se zaměřil na různé možnosti umístění elektronického identifikačního zařízení. Dále pak jsem navrhnul a sestavil funkční vzorek a provedl měření.

Navrhované elektronické identifikační zařízení bude složeno ze dvou částí – modulů. Z modulu umístěného ve vozidle a z modulu přenosného. Pomocí přenosného modulu bude identifikován modul umístěný ve vozidle.

1. Komerčně používané elektronické zařízení pro jednoznačnou identifikaci mobilního objektu

1.1. Originální dálkové ovládání centrálního zamykání

Velké množství automobilů téměř všech značek je vybaveno dálkovým ovládním centrálního zamykání dveří. Pomocí tohoto dálkového ovládní lze osobní automobil jednoznačně identifikovat. Dosah dálkového ovládní závisí na stavu baterie, a pokud je její stav dobrý, je jeho dosah v řádech několika desítek metrů.



Obrázek 1.1 - Klíčky s dálkovým ovládním centrálního zamykání [1]

Představme si vzorovou situaci. Na parkovišti je několik úplně stejných vozů, které stojí vedle sebe, a my nevíme, které je naše. Všechna vozidla jsou zamčená. V tomto případě můžeme použít jednu z funkcí dálkového ovládní, abychom rozeznali naše vozidlo. Když stiskneme tlačítko pro zamykání, vozidlo zůstane zamčené, ale vyšle signál v podobě rozsvícení nebo rozblikání směrových světel vozidla. Takto lze jednoduše identifikovat osobní automobil za pomoci elektronického zařízení, které bylo instalováno již při výrobě vozu a je tak součástí jeho originálního vybavení.

Pouze v jednom ojedinělém případě jsem se setkal s případem, kdy jako signál bylo použito rozsvícení obrysových světel. Avšak tato varianta je podle mého názoru neúčinná, protože při intenzivním slunečním svitu je rozsvícení obrysových světel obtížně viditelné.

- Výhody
 - Originální vybavení většiny moderních automobilů.
 - Není zapotřebí jiné zařízení.
- Nedostatky
 - Signalizace obrysovými světly za slunečného dne není příliš dobře viditelná.
 - Signalizace je nefunkční v případě, že je zapnutá spínací skříňka.

1.2. Dodatečně instalovaný autoalarm

Autoalarm je elektronické zařízení, které chrání automobil před zcizením. Některé dodatečně instalované autoalarmy také obsahují funkci signalizace pro identifikaci vozu.

U autoalarmů s vlastním dálkovým ovládním velmi záleží na tom, kdo alarm instaloval a jak pečlivě zařízení připojil k elektroinstalaci vozidla. Tato světelná signalizační funkce je závislá na tom, zda jsou připojena směrová světla, nebo v rámci zjednodušení instalace jsou připojena světla obrysová. V tomto případě, jak už jsem zmiňoval v předchozí kapitole, je signalizace obrysovými světly za slunečného dne obtížně viditelná. Pokud tato optická signalizace nebude zapojena vůbec, stává se zcela nefunkční.

Další možností identifikace vozu je identifikace zvukem sirény autoalarmu, pomocí několika tónů sirény nebo jejího několikanásobného rozhoukání. Tuto funkci má většina u nás dostupných autoalarmů. Způsob vyvolání této funkce je však u různých výrobců rozdílný. Například u některých autoalarmů je potřeba stisknout současně tlačítka pro zamykání i pro odemykání, u jiných je potřeba dlouze přidržet tlačítko pro uzamykání a podobně.

Modernější autoalarmy vybavené GSM modulem je možné ovládat pomocí SMS zprávy a to z čísla mobilního telefonu, které je uloženo v paměti zařízení, nebo z jakéhokoli jiného čísla mobilního telefonu, které není uloženo v paměti zařízení, ale tato SMS zpráva musí obsahovat přístupový kód.

- Výhody
 - Výhoda zvukové signalizace spočívá především v tom, když na vůz není vidět (např. automobil zaparkovaný v garáži).
- Nedostatky
 - Instalace neoriginálního zařízení do vozidla.
 - Vyšší pořizovací cena autoalarmu s GSM.

1.3. Identifikace za pomoci rádiového vysílání

Tento způsob jednoznačné identifikace automobilu je pro širokou veřejnost nedostupný. Využívá ho však několik firem zejména pro případné dohledání zcizených automobilů. Je k tomu zapotřebí speciálně upravené vozidlo, pomocí kterého je odcizený vůz dohledáván. Toto vozidlo obsahuje několik směrových antén a vyhodnocovací jednotku. Pomocí směrových antén je zachycováno rádiové vysílání hledaného vozu. Vyhodnocovací jednotka tento signál zpracuje a výsledkem je přibližný směr a vzdálenost k hledanému vozidlu.

- Výhody
 - Profesionální způsob identifikace s velkým dosahem.
 - Nenápadné.
- Nedostatky
 - Nedostupné pro širokou veřejnost vzhledem k vysoké pořizovací ceně.
 - Komplikované zařízení pro dohledávání.

2. Instalace elektronického zařízení do mobilního objektu

V této kapitole se budu zabývat výhradně instalací elektronického zařízení do osobních automobilů. Výsledkem této práce je elektronické zařízení pro jednoznačnou identifikaci mobilního objektu, určené především pro tyto automobily.

Při instalaci jakéhokoli elektronického zařízení se musí brát na zřetel několik hledisek.

1. Aby zařízení negativně neovlivnilo správné fungování vozu.
2. Aby zařízení samotné správně fungovalo.
3. Aby nebylo vidět.

Ve vozidle je třeba najít takové místo, kam bude možné zařízení umístit vzhledem k typu vozu tak, aby bylo možné připojit jej k napájení a zároveň, aby mohlo dostávat potřebné informace z vozu. Dále nesmí docházet k ovlivnění elektronického zařízení formou rušení nebo velkého útlumu vysílaných signálů.

3.1. Vnější části karoserie

V této podkapitole se budu zabývat umístěním elektronického zařízení pod vnějšími díly karoserie. Mezi tyto díly patří například: nárazníky, masky, kapoty, blatníky, víka zavazadlového prostoru, dveře a vnější zpětná zrcátka.

3.1.1. Nárazníky

Nárazníky jsou dnes už výhradně plastové části karoserie nacházející se v přední a zadní části automobilu. Jsou zpevněny plastovými nebo kovovými výztuhami a jsou pevně spojeny pomocí šroubů a jiných příchytek s karoserií vozu. Slouží především k tlumení drobných nárazů na parkovištích a při běžném silničním provozu. Z toho vyplývá, že nárazníky nejsou vhodné pro umístění jakéhokoliv elektronického zařízení. Je zde velká pravděpodobnost, že snadno dojde k mechanickému poškození zařízení. Dále pak v těchto částech karoserie se vlivem provozu hromadí agresivní látky, jako jsou provozní kapaliny, voda, v zimním období sůl a jiné nečistoty. Všechny tyto látky způsobují oxidaci a zvyšují tak poruchovost zařízení.

3.1.2. Masky (mřížky chladiče)

Masky jsou okrasné mřížky v přední části karoserie, které slouží také jako nasávací otvor pro chladiče motoru a chladiče jiných zařízení. Z tohoto důvodu by zde neměla být umísťována žádná zařízení, protože se zmenšuje plocha pro nasávání vzduchu a snižuje se tak účinnost chlazení.

3.1.3. Víka motorového prostoru

Víka motorového prostoru jsou plechová víka motoru. Vzhledem k tvaru a rozměrům je skoro nemožné zde úspěšně umístit a upevnit elektronické zařízení tak, aby nebylo vidět. Dále vysoká teplota od motoru a přítomnost provozních kapalin tuto část karoserie přímo vylučuje pro umístění jakéhokoliv zařízení.

3.1.4. Blatníky

Blatníky jsou boční části karoserie nacházející se nad kolem. Jsou buď plastové nebo plechové, a to z ocelového nebo hliníkového plechu. Dříve sloužily výhradně k zachytávání nečistot, vody a kamínků odlétávajících od kol. Dnes je blatník nedílnou součástí karoserie, která tvoří tvar vozidla a odlétávající předměty (např. štěrk) zachytává tzv. „plastový podběh“. Blatníky v přední části jsou také často terčem drobných nehod podobně jako přední nárazník. Když zvážím agresivní prostředí jako v případě předního nárazníku, tak je tato část karoserie taktéž nevhodná pro instalaci elektronického zařízení. Naproti tomu zadní blatníky se přímo používají pro umístění různých zařízení, jako jsou např. audio zesilovače, pojistkové skříně, dále řídicí jednotky komfortu, tažného zařízení, couvacích senzorů a podobně. Vzhledem k tomu, že zadní blatníky jsou brány spíše jako vnitřní části vozu, budu se jimi zabývat v nadcházející kapitole instalace do interiéru vozu.

3.1.5. Víka zavazadlového prostoru

Víka zavazadlového prostoru nebo také někdy nazývané „páté dveře“ jsou zpravidla plechové otevírací části karoserie u zavazadlového prostoru vozidla. V tomto víku je dostatek prostoru pro umístění i rozměrnějšího elektronického zařízení a není zde žádná pohyblivá část, která by mohla být omezena v pohybu za přítomnosti cizího tělesa. Je zde přítomna i

pružná průchodka do pevné části karoserie v oblasti kloubů a není tedy problém s vodiči a připojením k elektroinstalaci vozidla. Jediný problém tvoří výskyt větších otřesů při zavírání víka a také útlum signálu, který vytváří plechový plášť víka kufru. Pokud by bylo možné vyvést anténu například pod venkovní plastovou lištu, dá se s úspěchem tvrdit, že se jedná o velice nenápadné a dobré místo pro umístění jednoduchého zařízení pro rychlou identifikaci osobního automobilu.

3.1.6. Dveře

Dveře jsou to vnější pohyblivé plechové části karoserie umožňující nastupování a vystopování osob nebo nakládání a vykládání nákladu. Uvnitř dveří je dostatek prostoru a je zde přítomna i průchodka do vozu pro kabeláž. Může se zdát, že jsou vhodné podobně jako víko kufru, ale podle mého názoru tomu tak není. Problém je s umístěním tak, aby nedošlo k zachycení zařízení mechanismem na stahování oken, mohlo by tak dojít k poškození buď stahovacího mechanismu, nebo instalovaného zařízení.

3.1.7. Vnější zpětná zrcátka

Vnější zpětná zrcátka jsou malé plastové vnější části karoserie, většinou aerodynamického tvaru připevněné na předních dveřích se sklápěcím kloubem, aby nedošlo k jejich poškození nebo utržení při kontaktu s překážkou. Uvnitř je umístěno ovládání zrcátka, aby bylo možné jednoduše zrcátko nastavit do správné polohy. I přes malé rozměry a vnitřního umístění ovládání je uvnitř dostatečný prostor pro umístění elektronického zařízení malých rozměrů. Tato informace je obecná a velikost zrcátek se liší u různých typů automobilů. U některých automobilů je uvnitř dostatek místa, u jiných není naopak místo žádné. Je také nutno zmínit, že vnější zpětné zrcátko je vyčnívající částí a není utěsněné. Pronikají tedy do něho nečistoty a hlavně voda. Proto jakékoli elektronické zařízení umístěné do tohoto prostoru musí být dobře izolované, aby bylo schopné těmto podmínkám odolávat. I přes určité překážky jsou tato zpětná zrcátka zajímavým místem pro umístění nějakého malého elektronického zařízení pro jednoznačnou identifikaci vozu.

3.1.8. Shrnutí

Většina dílů karoserie zmíněných v předchozích podkapitolách jakou jsou nárazníky, blatníky, kapota, dveře nejsou vhodné k umístění jednoduchého zařízení malých rozměrů. Jako nevhodnější se mi jeví vnější zpětná zrcátka.

3.2. Motorový prostor

Pohonná jednotka je u většiny automobilů až na několik výjimek umístěna v přední části vozidla. Nejčastějšími pohonnými jednotkami jsou vznětové (diesellové) nebo zážehové (benzínové) motory. Tyto motorové prostory jsou velice agresivní prostředí pro přídavné zařízení. V tomto prostředí může docházet vlivem netěsností k úniku některých provozních kapalin, jako je motorový olej, chladicí kapalina, brzdová kapalina a podobně. Když k tomu přidáme ještě vnikání nečistot, prachu, vody a soli z vnějšku, je toto prostředí velmi nepříznivé pro jakékoli elektronické zařízení. Dále musíme brát v úvahu možnost mechanického poškození. Motor obsahuje hodně pohyblivých částí, které by při nevhodném umístění mohly zařízení zachytit a poničit. Vibrace od motoru by mohly zařízení uvolnit nebo jeho části by se mohly uklepat. V neposlední řadě motor za provozu vytváří velké množství různého rušení a uvolňuje velké množství tepla, které může zařízení ovlivnit. Nakonec je faktem, že motorový prostor je ze všech stran vyplněn plechovými díly a v důsledku toho vytváří útlum vysílanému signálu. Jakékoli elektronické zařízení, které je do takového prostředí umísťováno, musí být velice odolné, dokonale těsné, odolné vůči mechanickému i chemickému poškození a rušení.

3.3. Interiér vozu

Interiér vozu je asi nejpríznivější prostředí pro instalaci elektronického zařízení. Nachází se zde velké množství dutin a prázdných prostor, kam lze jednoduše nějaké elektronické zařízení umístit. Dále pak v interiéru nehrozí přítomnost vody, pouze malé množství prachu, který nevytváří poruchy v jednoduché elektronice. V neposlední řadě u moderních automobilů přítomnost sběrnice CAN-BUS v celém interiéru vozu je jistou výhodou pro jednoduché připojení zařízení k vozidlu a čerpání důležitých informací z automobilu pro

správnou funkci zařízení. Pro další popis si interiér rozdělíme do několika částí: palubní desku, středový tunel, sedadla, podlaha a zavazadlový prostor tedy kufr vozidla.

3.3.1. Středový tunel

Středový tunel je plastová část interiéru navazující na palubní desku a pokračující mezi předními sedadly až za ně. Je v něm umístěna řadicí páka nebo volič převodovky, ruční brzda a u některých vozidel i ovládání multimediálního prostředí. Je třeba také zmínit, že některá vozidla ho obsahovat vůbec nemusí. U těchto středových tunelů záleží hodně na jejich velikosti. Nedá se totiž říci, že ve všech je dostatek místa. U některých vozidel je tunel tvarován tak, že uvnitř není místo vůbec žádné. Velkou výhodou středového tunelu je fakt, že většinou přímo navazuje na palubní desku, odkud může přídavné zařízení čerpat jak palubní napětí, tak potřebné informace.

3.3.2. Sedadla

Sedadla jsou polstrované části karoserie sloužící pro přepravu osob vybavené bezpečnostními pásy. Podle mého názoru je nesmysl umísťovat identifikační zařízení do sedadla nebo pod něj, a to protože by mohlo snadno dojít k jeho mechanickému poškození.

3.3.3. Podlaha

Setkal jsem se s případy, že v podlaze pod koberci byla dutina, ve které byla umístěna řídicí jednotka nebo několik zásuvek kabeláže vedoucí do zadní části vozu. Vzhledem k rozměrům dutiny by bylo možné sem umístit nějaké přídavné elektronické zařízení, ale jakákoli voda nebo vlhkost, která se do interiéru dostane buď otevřeným oknem za deště, vylitím nápoje nebo na podrážkách bot hlavně v zimním období, může působit oxidaci, takže se podlaha jako prostor pro možnou instalaci nehodí. Ve své praxi jsem se setkal se závadou řídicí jednotky centrálního zamykání, která byla takto umístěná v podlaze, a právě pootevřeným oknem do vozu napršelo a voda poničila řídicí jednotku.

3.3.4. Zavazadlový prostor

Zavazadlový prostor, nebo také někdy nazývaný jako kufr, je dalším možným místem pro umístění nějakého elektronického zařízení. Jako nejvhodnější se jeví dutiny v blatnících vozu.

Některé vozy mají v zavazadlovém prostoru i akumulátor a pojistkovou skříň. To je velkou výhodou pro připojení palubního napětí. Dutiny v blatnících jsou většinou prostorné a lze do nich umístit i rozměrnější zařízení. Dále pak mohou být v blatnících umístěna různá originální zařízení, jako jsou audio zesilovače, řídicí jednotka tažného zařízení, řídicí jednotka couvacích senzorů a podobně. Jediný problém vytváří stínění plechových dílů karoserie.

3.3.5. Palubní deska

Palubní deska je část interiéru v přední části vozidla, na kterém je umístěna většina ovládacích prvků vozidla. V palubní desce se také nachází několik řídicích jednotek, které zajišťují komfort cestujících, řídí osvětlení a jiné systémy, které zvyšují aktivní i pasivní bezpečnost cestujících. V některých vozech se zde nachází i pojistková skříň. Tato skříň je velkou výhodou pro připojení přídatného elektronického zařízení k palubnímu napětí tak, aby nebyl ovlivněn jiný spotřebič ve vozidle. Většinou je zde totiž nějaká prázdná pozice pro pojistku, do které lze zapojit konektor a vložit pojistku. Tím tak kvalitně a spolehlivě zajistit přísun palubního napětí. Vzhledem k tomu, že se zde nachází několik řídicích jednotek, je palubní deska výhodné místo pro čerpání všech důležitých informací pro správnou funkci přídatného zařízení. Dále důležitý fakt, že celá palubní deska je vyrobená z různých plastů a proto nevytváří příliš velké stínění, jako plechové části karoserie, řadí palubní desku mezi velice vhodná místa k instalaci elektronického zařízení. Když všechny tyto poznatky shrnu, tak díky snadnému připojení palubního napětí, možnost čerpat informace, malé stínění a dostatek prostoru pro umístění přídatného zařízení je palubní deska nejvhodnějším místem pro umístění takového elektronického zařízení.

3.4. Shrnutí možností instalace

Jak už bylo popsáno v několika předchozích podkapitolách tak v osobních automobilech je několik míst, o kterých se dá s úspěchem hovořit jako o vhodných místech pro instalaci přídatného elektronického zařízení.

Jako nejlepší místo jsem vybral palubní desku. Když se zařízení, které je výsledkem této diplomové práce, umístí do její vrchní části, je podle mého názoru vysoká pravděpodobnost, že bude správně a spolehlivě fungovat. Další místa, která určitě stojí za zvážení, jsou vnější

zpětná zrcátka a potom víko zavazadlového prostoru nebo dutiny blatníků v zavazadlovém prostoru za předpokladu, že bude ven vyvedena anténa.

3. Návrh elektronického zařízení pro jednoznačnou identifikaci mobilního objektu

3.1. Princip funkce zařízení

Zařízení pro jednoduchou a jednoznačnou identifikaci mobilního objektu se bude skládat ze dvou modulů, z automobilového modulu a z přenosného modulu.

Automobilový modul bude umístěn ve voze a bude napájen z palubní sítě automobilu. Modul bude komunikovat na volném nelicencovaném pásmu. Zařízení bude stále aktivní a bude neustále v režimu příjmu. Pokud zachytí správný kód, odešle podobný kód.

Přenosný modul bude sloužit k identifikaci automobilového modulu. Po zapnutí bude neustále vysílat kód a bude čekat na kód od automobilového modulu. Pokud tento kód zachytí, rozsvítí informační LED diodu.

3.2. Součástky

Po úvaze jaké součástky nejlépe použít jsem se rozhodl jít cestou jednoduchého zařízení s cílem teoretické výdrže baterie více než 2 dny. Dosah tohoto identifikačního zařízení bude okolo několika desítek až stovek metrů.

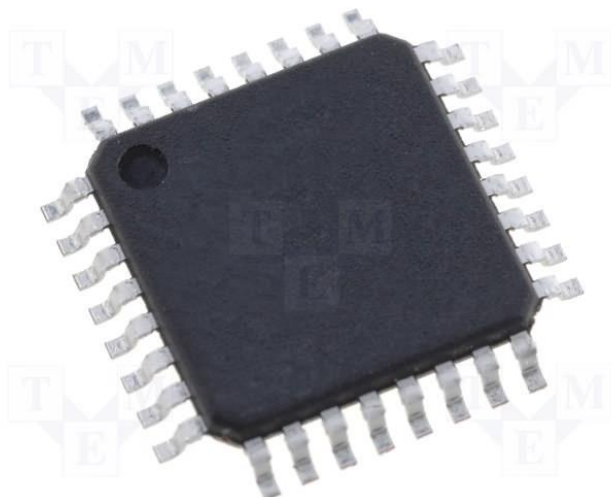
3.2.1. Mikrokontrolér

Jako nejvhodnější volba pro jednoduché aplikace jsou osmibitové mikrokontroléry RISC. Vzhledem ke zkušenostem s mikrokontroléry Atmel jsem se rozhodl i v této práci použít výrobek této firmy. Při výběru konkrétního typu jsem si na oficiálních stránkách výrobce zobrazil sortiment mikrokontrolér typu AVR. Jako hlavní kritérium mi sloužila hodnota spotřeby v aktivním stavu při hodinovém taktu okolo 1 MHz. Dále pak velikost programové paměti a rozsah napájecího napětí. V následující tabulce jsou porovnány některé mikrokontroléry Atmel AVR s označením „picopower“, tedy velmi nízká spotřeba.

Tabulka 3.1:

Typ	ATmega48PA	ATmega88PA	ATtini44A	ATtini84A
Paměť	Flash: 4Kb EEPROM: 256b SRAM: 512b	Flash: 8kb EEPROM: 512b SRAM: 1kb	Flash: 4Kb EEPROM: 256b SRAM: 256b	Flash: 8Kb EEPROM: 512b SRAM: 512b
Napájecí napětí	1.8 - 5,5V	1.8 - 5,5V	1.8 - 5,5V	1.8 - 5,5V
Max. kmitočet	20MHz	20MHz	20MHz	20MHz
Max. kmitočet při 1,8V	4MHz	4MHz	4MHz	4MHz
Čítače	2x 8bit, 1x16bit	2x 8bit, 1x16bit	1x 8bit, 1x16bit	1x 8bit, 1x16bit
A/D převodník	10bit	10bit	10bit	10bit
Spotřeba v aktivním stavu (1,8V/1MHz)	0,2mA	0,2mA	210μA	210μA
orientační cena	19 Kč	25 Kč	20 Kč	24 Kč

Všechny údaje v tabulce byly čerpány z katalogových listů z oficiální stránky výrobce dostupné na www.atmel.com [8]. Přibližná orientační cena potom z on-line katalogu firmy TME dostupné na www.tme.eu [2] k dubnu 2013.



Obrázek 3.1 - Atmel ATmega48PA [2]

Z těchto čtyř mikrokontrolérů uvedených v tabulce jsem vybral Atmel ATmega48PA. Rozhodl jsem se tak proto, že tento typ měl nejnižší orientační cenu jinak všechny klíčové parametry i u ostatních vybraných mikrokontrolérů byly vyhovující. Atmel ATmega48PA jsem zvolil také proto, že je relativně hodně používaný a je u nás snadno dostupný.

3.2.2. Komunikační modul

Pro komunikaci jsem se rozhodl použít VF moduly s obousměrnou komunikací, takzvané transceivery s vysílací frekvencí ve volných, nelicencovaných pásmech, 434 MHz nebo 868 MHz. Při výběru takového VF modulu jsem si jako hlavní kritérium vybral především spotřebu elektrické energie a vysílací výkon. Vzhledem k tomu, že bude vysíláno malé množství dat za sekundu, 34 znaků za sekundu, bude nám stačit i VF modul s přenosovou rychlostí 1 kbps.

Tabulka 3.2

Výrobce	Hope RF	Hope RF	Aurel
Typ	HM-TRS868	RFM23-868	RFT-868-3V
frekvence	868MHz	868MHz	868MHz
modulace	FSK, GFSK, OOK	FSK, GFSK, OOK	FSK
Výkon	5dB	13dB	7dB
Max. řenosová rychlost	19200bps	256kbps	-
Komunikační rozhraní	UART	SPI	UART
Napájecí napětí	2,2 - 3,8V	1,8 - 3,6V	2,7 - 3,6V
Spotřeba ve vysílacím režimu	28mA	30mA	30mA
Spotřeba v přijímacím režimu	20mA	20mA	10mA
orientační cena	250 Kč	120 Kč	425 Kč

Všechny údaje v tabulce byly čerpány z katalogových listů z oficiálních internetových stránek uvedených výrobců. Přibližná orientační cena potom z on-line katalogu firmy TME dostupné na www.tme.eu [2] k dubnu 2013.



Obrázek 3.2 - Hope RF HM-TRS868 [2]

Po důkladném zvážení všech parametrů VF modulů jsem pro tuto práci vybral Hope RF HM-TRS868 a to především pro přijatelnou cenu a jednoduchou aplikaci. Překážkou pro použití tohoto modulu není ani nízká přenosová rychlost do cca 20 kbps.

3.2.3. Akumulátor

Jako vhodný zdroj energie pro zařízení na jednoduchou identifikaci jsem si zvolil prizmatický článek s napětím v nabitém stavu 3,7 V. Tento akumulátor je nejčastěji používán jako záložní zdroje energie a vzhledem k vysoké hustotě akumulované energie na objemovou jednotku je hojně používán v malých zařízeních, jako jsou například mobilní telefony.

Při výběru tohoto článku jsem hledal kompromis mezi rozměry a kapacitou. Jako nejvhodnější prizmatický článek jsem vybral akumulátor YOKU ENERGY ACCU-2350/3.6V, který má kapacitu 2350 mAh a rozměry 69 x 103 x 4 mm.



Obrázek 3.3 - prizmatický článek [2]

Když uvážím spotřebu VF modulu a mikrokontroléru, lze teoreticky odhadnout výdrž tohoto akumulátoru až na čtyři dny.

3.3. Vlastní návrh

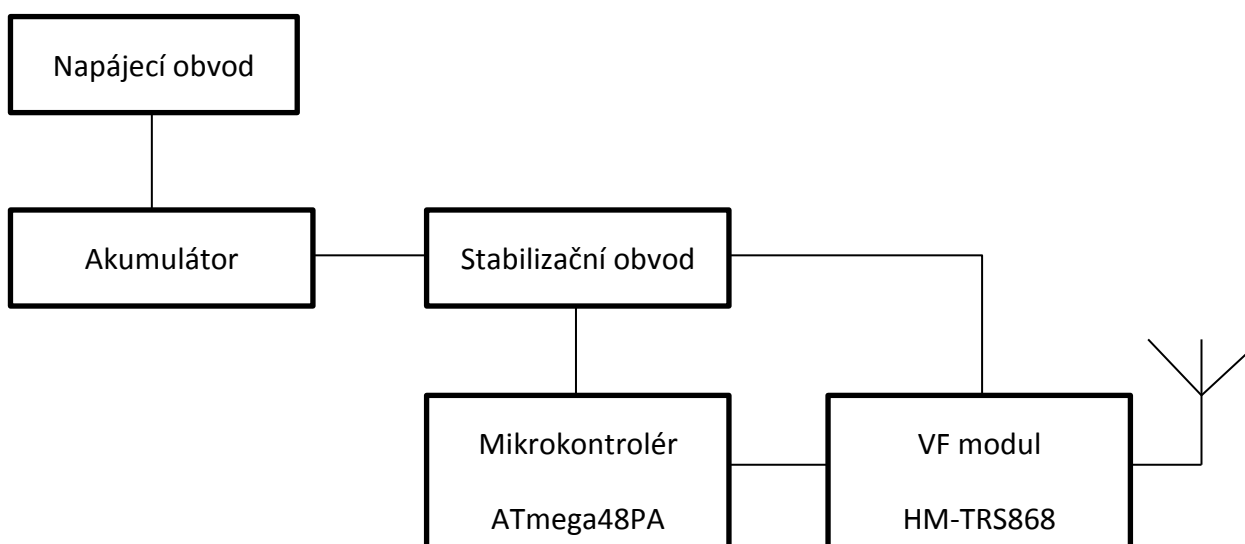
V této kapitole se budu zabývat kompletním návrhem zařízení pro jednoduchou identifikaci mobilního objektu.

3.3.1. Bloková schémata

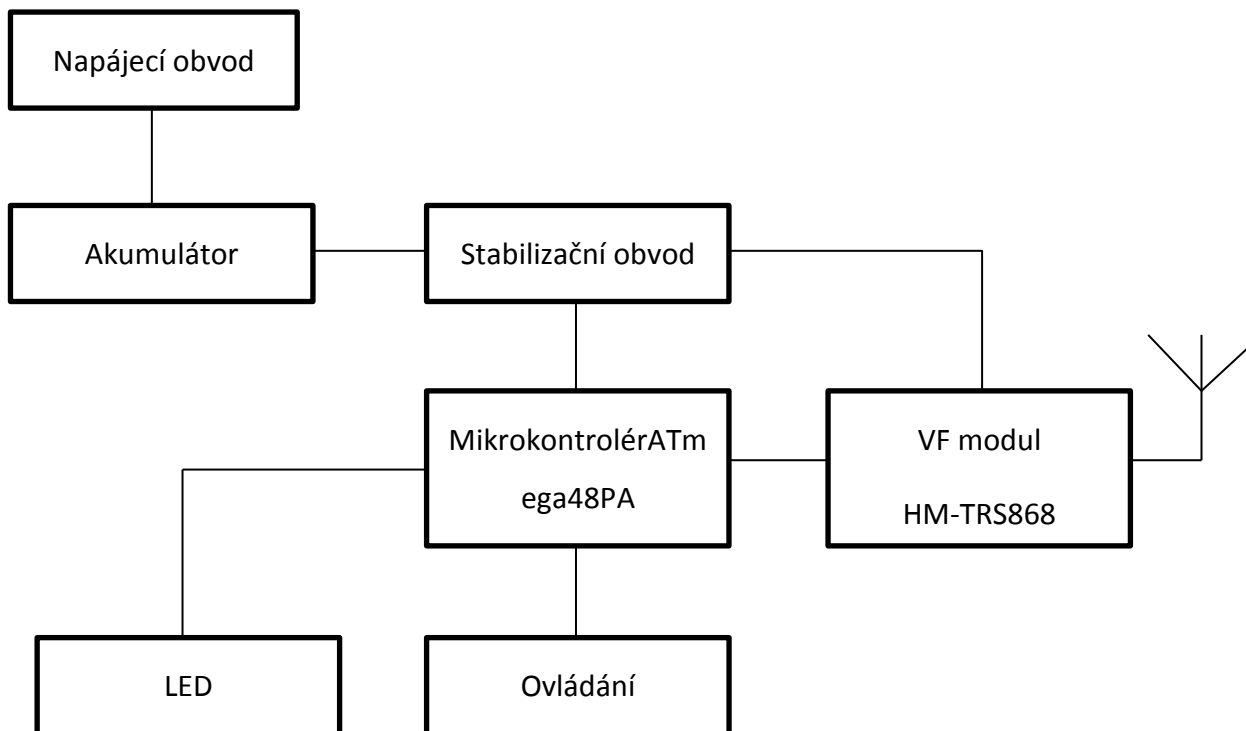
Jako první je blokové uspořádání zařízení, které bude umístěno uvnitř mobilního objektu, například osobního automobilu, a bude odpovídat na příchozí zprávy. Toto zařízení bude připojeno k palubnímu napětí vozu. Nazveme si ho automobilový modul.

Jako druhé je blokové uspořádání zařízení, které bude přenosné a bude sloužit, jako informační zařízení, pomocí kterého bude identifikován konkrétní mobilní objekt, například osobní automobil. Nazveme si ho přenosný modul.

3.3.1.1. *Blokové uspořádání automobilového modulu*



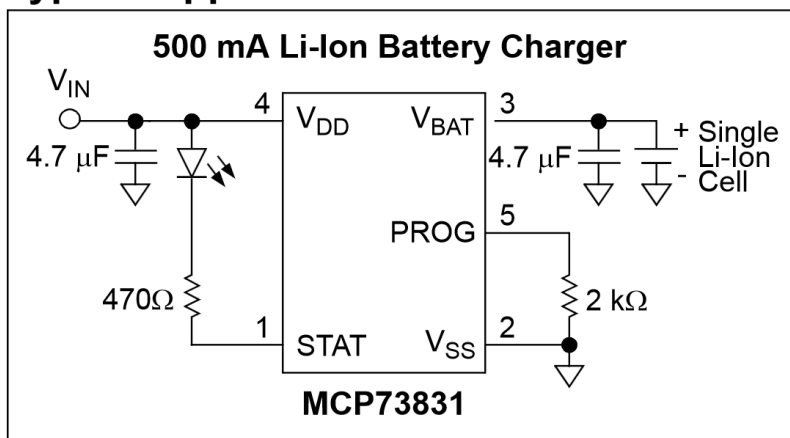
3.3.1.2. Blokové uspořádání přenosného modulu



3.3.2. Napájecí obvod

Tento obvod bude použitý v obou zařízeních. Jedná se o jednoduchý obvod dohledu baterie, který bude baterii dobíjet. Zapojení a parametry jsem čerpal z katalogového listu tohoto obvodu. Výhodou tohoto obvodu je, že lze jednoduše pomocí takzvaného „programming rezistor“ snadno měnit nabíjecí proud.

Typical Application



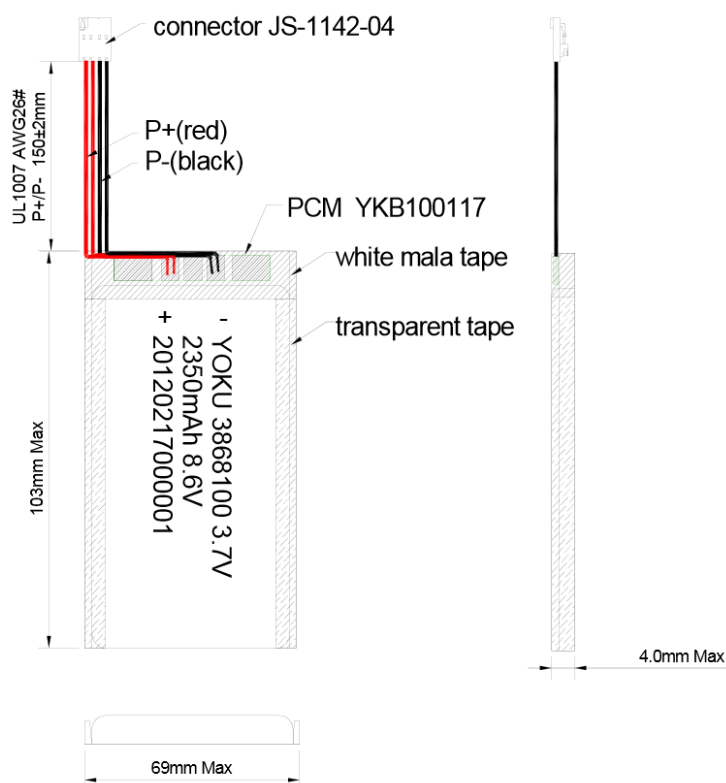
Obrázek 3.4 - typické zapojení podle katalogového listu. [3]

V katalogovém listu [3] výrobce vybraného akumulátoru je uvedeno, že maximální nabíjecí proud bez hlídání teploty prizmatického článku je $<1,8$ A. Maximální nabíjecí proud obvodu MCP73832T-2AT je 0,5 A. Z těchto údajů vyplývá, že je možné akumulátor nabíjet proudem 0,5 A, což je maximální proud obvodu dohledu a baterie není příliš přetěžována. Nabíjecí napětí tohoto obvodu je 4,15 V.

Automobilový modul je napájen z palubního napětí vozu a je proto nutné nejprve snížit napětí pomocí obvodu 78L05 s ochranou proti přepětí na hodnotu 5 V, aby nebyl obvod dohledu příliš přetěžován. Přenosný modul je nabíjen 5 V zdrojem například z USB nebo nabíječkou běžného mobilního telefonu.

3.3.3. Akumulátor

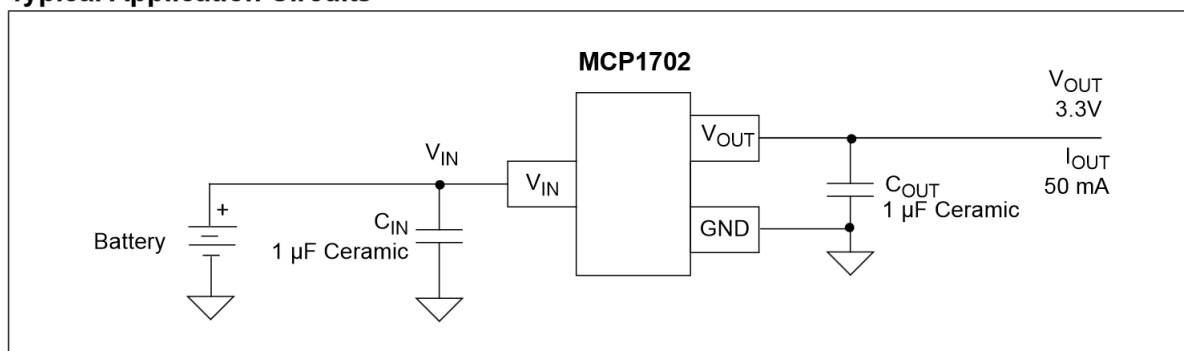
Jedná se o prizmatický článek Li-pol (Lithium-polymer). Článek má napětí 3,7 V a kapacitu 2350 mAh. Maximální nabíjecí proud bez použití řízení na základě měření teploty je v katalogovém listu [4] uvedeno $<1,8$ A a s použitím řízení na základě měření teploty je 2,3 A. Napětí vybitého akumulátoru je přibližně 2,6 V. Nepřetržité vybíjení by nemělo přesáhnout hodnotu 2,2 A. Počet nabíjecích a vybíjecích cyklů je více než 300.



Obrázek 3.5 - tvar a rozměry akumulátoru z katalogového listu [4]

3.3.4. Stabilizovaný zdroj napětí

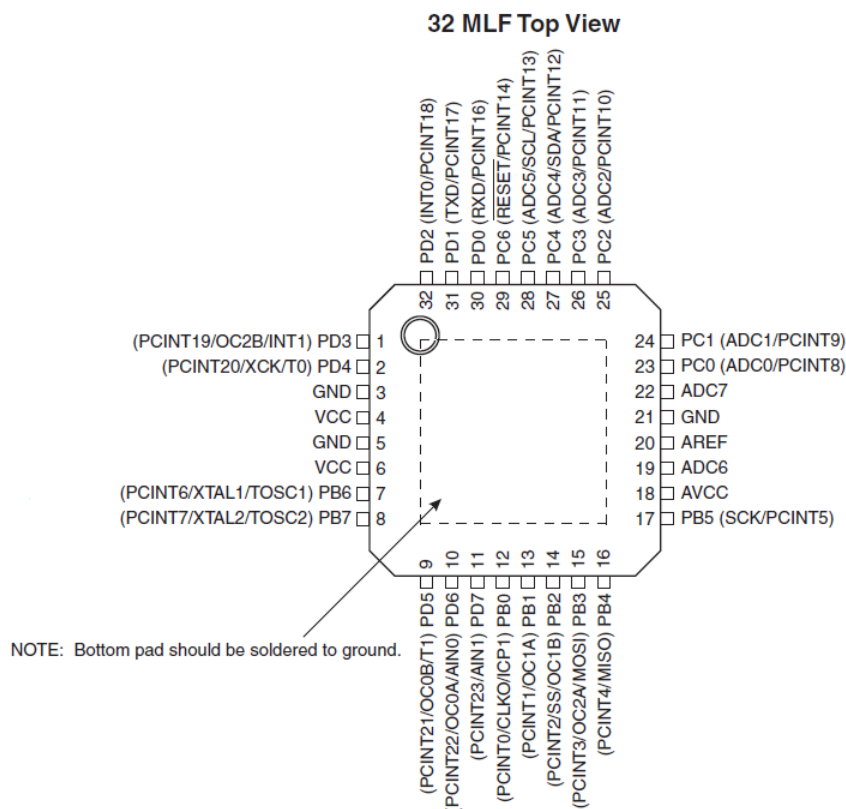
Napětí baterie je 3,7 V a při nabíjení 4,15 V. Tyto hodnoty napětí nelze použít pro napájení VF modulu. Tolerance maximálního napájecího napětí je 3,8 V. Proto je nutné nejprve napětí snížit na hodnotu, která je již použitelná pro napájení VF modulu. Pro tuto aplikaci je nejvhodnější použít LDO stabilizátor napětí s výstupním napětím 3,3 V. Tento stabilizátor je často používán a není problém jej koupit. Zde je použit stabilizátor Microchip MCP1702T3302ECB s výstupním napětím 3,3 V a proudem 250 mA.

Typical Application Circuits

Obrázek 3.6 - typické zapojení podle katalogového listu [5]

3.3.5. Mikrokontrolér

Jako procesor byl použit RISC mikrokontrolér Atmel AVR ATmega48PA. Tento mikrokontrolér jsem si zvolil pro: nízkou spotřebu energie v aktivním stavu, rozumnou cenu okolo 19 Kč a proto, že je vybaven velkým množstvím periférií. V našem případě potřebujeme UART pro komunikaci s VF modulem, SPI pro snadné programování mikrokontroléru, A/D převodník pro zjištění stavu baterie, vnitřní čítače pro běh celého programu a nakonec několik I/O portů pro nastavení VF modulu, čtení stavu tlačítek a ovládání informačních LED diod.



Obrázek 3.7 - popis pinů mikrokontroléru ATmega48PA z katalogového listu [6]

3.3.5.1. Nastavení mikrokontroléru

Kmitočet: Vnitřní RC krystal 8 MHz – dělen vnitřním děličem osmi

UART: 9600 bps, 8n1

A/D: 7 kHz

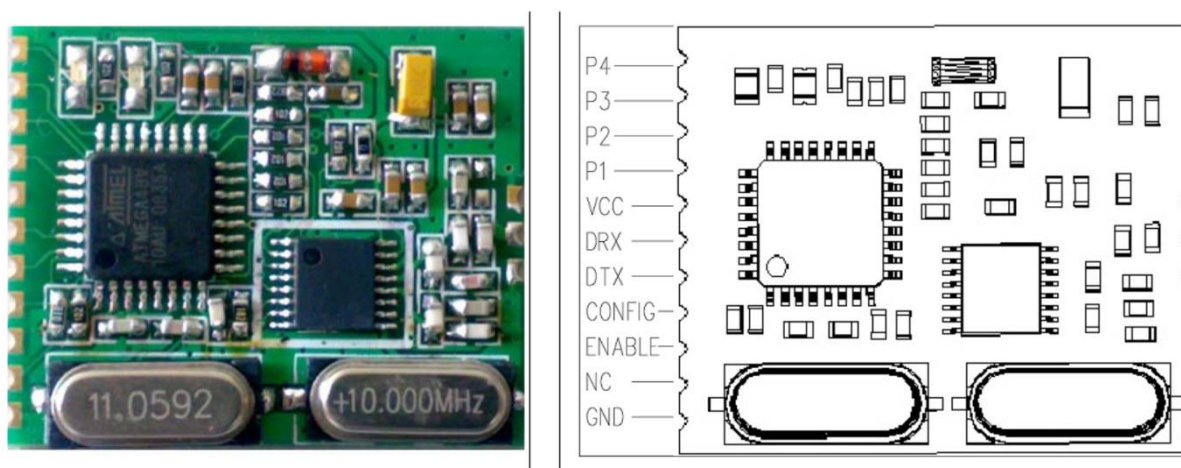
Přerušení: přetečení vnitřního čítače

3.3.6. VF modul

Jako komunikační moduly byly použity Hope RF HM-TRS868. Tento modul pracuje na frekvenci 868 MHz. Tato frekvence je v omezené míře nastavitelná, pomocí programu, který je možné stáhnout na internetových stránkách výrobce. Jako modulace je použita FSK modulace, tedy frekvenční modulace a pro komunikaci je použita asynchronní linka UART. Modul je jednoduchý a spolehlivý.

Z katalogového listu VF modulu lze vyčíst:

- vysílací výkon 5 dBm
- spotřeba ve vysílacím režimu 30 mA
- citlivost -97 dBm
- spotřeba v přijímacím režimu 20 mA
- rozsah napájecího napětí 2,2 – 3,8 V
- maximální rychlost přenosu dat 19200 bps
- UART: 9600 bps, 8n1



Obrázek 3.8 foto a popis pinů VF modulu HM-TRS868 [7]

3.3.6.1. Ovládání VF modulu

VF modul používá velice jednoduchou komunikaci po asynchronní lince UART.

Pin ENABLE slouží pro probuzení modulu z režimu spánku do aktivního stavu. Modul je probouzen do aktivního stavu logickou 1.

Pin CONFIG slouží pro přepínání programování parametrů. Pokud při připojení napájení je tento pin připojen k logické 1, modul přejde do programovacího režimu.

DRX je vstupní pin pro příjem dat z mikrokontroléru. Má tedy stejnou funkci jako pin RX na mikrokontroléru. Obdobně také pin DTX má funkci TX.

Piny Vcc a GND jsou pro napájení.

Piny P1, P2, P2, P3, jsou podle katalogového listu nezapojené.

3.4. Software

V této kapitole popíši software, který jsem vytvořil pro tuto aplikaci. Software pro automobilový modul i přenosný modul je podobný. Největší rozdíl spočívá v tom, že přenosný modul má navíc obsluhu tlačítek a LED diod. Celý program je napsán v jazyce C a jako nástroj bylo použito Atmel Studio 6, které je volně ke stažení na internetových stránkách výrobce mikrokontrolérů Atmel [8].

Při psaní programu jsem vytvořil několik funkcí, které mají za úkol zpřehlednit celý program. Dále jsem použil několik knihoven, které jsou součástí Atmel Studia 6.

Celý program obou zařízení naleznete v příloze číslo 7 a 8.

Úkolem automobilového modulu je odpovědět na správný přijatý kód. Program tedy nejprve ziniculuje mikrokontrolér, poté spustí VF modul a dále čeká na přijetí dat. Pokud přijme celý rámec očekávaných znaků, vyšle pozměněný kód s informací o stavu akumulátoru na poslední pozici zpět přenosnému modulu. Rámec musí splňovat tyto 2 podmínky:

1. Startovací znak.
2. Kód souhlasí s kódem uloženým v paměti.

3.4.1.1. Tvar očekávané zprávy

Tabulka 3.3

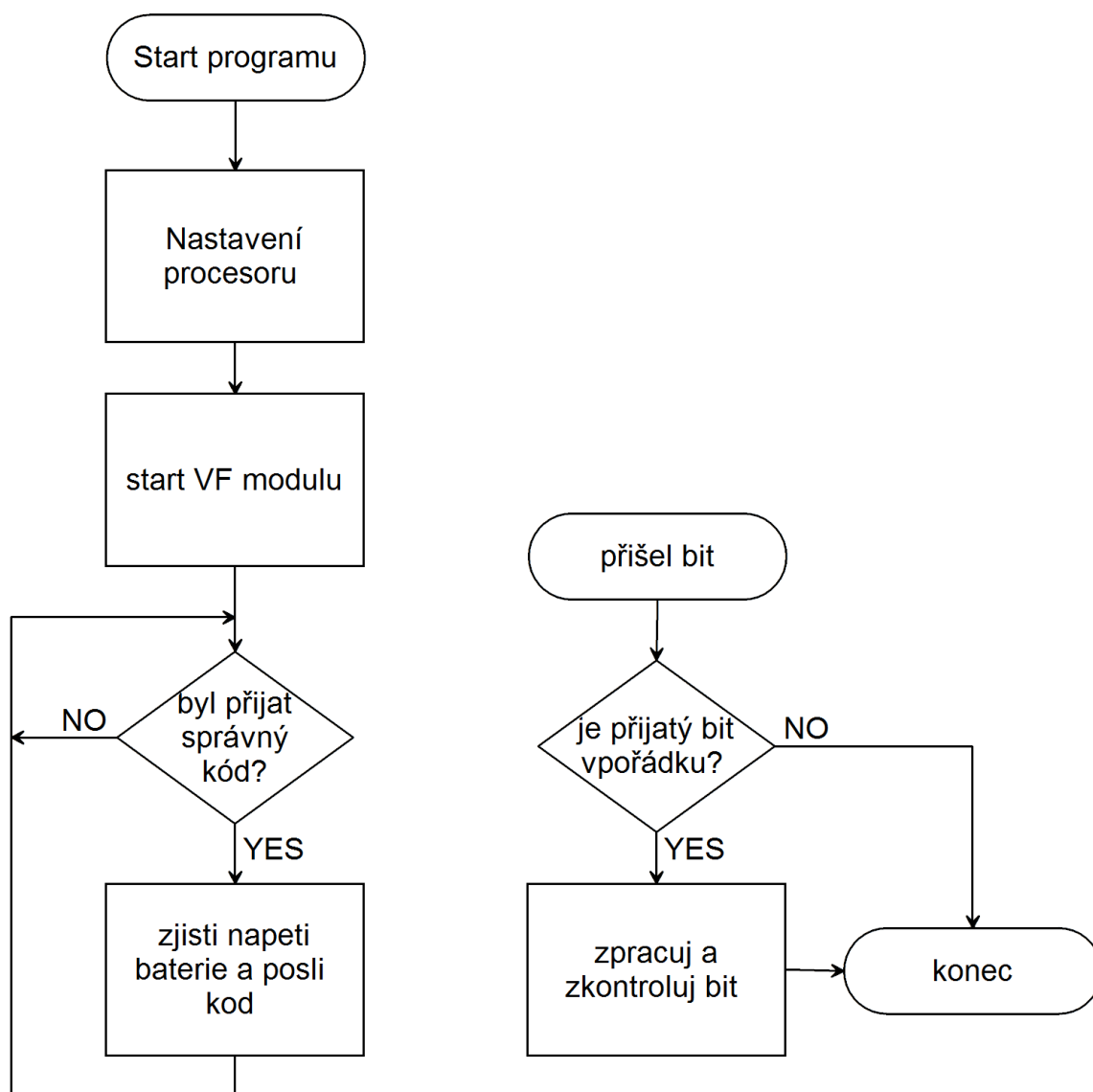
start byt	b15	b14	b13	b12	b11	b10	b9	b8	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
0x02	kód															

3.4.1.2. Tvar vysílané zprávy

Tabulka 3.4

start byt	b15	b14	b13	b12	b11	b10	b9	b8	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
0x02	kód2 (pozměněný kód bez bitu b0)															stav akumulátoru

3.4.1.3. Vývojový diagram software automobilového modulu



Obrázek 3.9 - vývojový diagram software automobilového modulu

V levé části diagramu 3.9 je tělo s nekonečnou smyčkou. V pravé části pak přerušení vyvolané příchozím znakem po asynchronní lince UART.

3.4.2. Software přenosného modulu

Úkolem přenosného modulu je odesílat kód ve správném tvaru a čekat, zda se vrátí pozměněný kód zpět. To se děje v nekonečné smyčce, dokud není přenosný modul vypnut. Přijmutí správného kódu je potvrzeno rozsvícením informační LED diody. Další LED diody slouží k zobrazení stavu akumulátoru jak automobilového modulu, tak přenosného modulu. Čtveřice tlačítek slouží k přepínání vysílaného kódu uloženého v paměti zařízení.

Program tedy nejprve inicializuje mikrokontrolér, poté spustí VF modul a začne vysílat kód na pozici 1 v paměti. Kód má tvar jednoho startovacího znaku a šestnácti znaků načtených z paměti. Po odeslání zprávy se přepne VF modul do režimu příjmu a čeká, zda se pozměněný kód vrátí. Pokud ano, rozsvítí signalizující LED diodu, že je identifikovaný mobilní objekt nablízku a informuje pomocí dalších LED diod o stavu akumulátoru. Současně v nekonečné smyčce čte stav tlačítek, a pokud se některé z nich aktivuje, načte příslušný kód z paměti.

Očekávaná zpráva má tvar:

1. Startovací znak.
2. 15 znaků pozměněného kódu.
3. 1 byt s informací o stavu akumulátoru.

3.3.2.1. Tvar vysílané zprávy

Tabulka 3.5

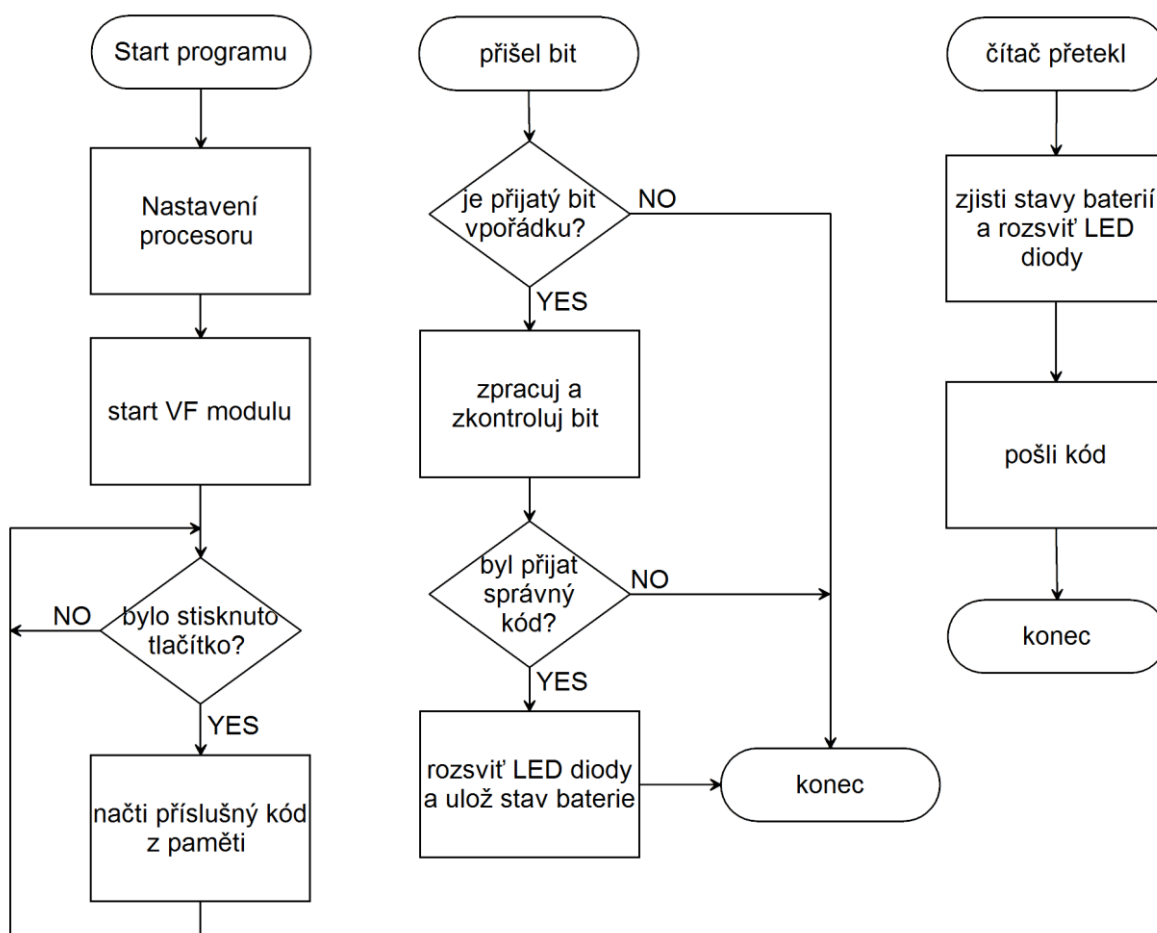
start byt	b15	b14	b13	b12	b11	b10	b9	b8	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
0x02	kód															

3.3.2.2. Tvar očekávané zprávy

Tabulka 3.6

start byt	b15	b14	b13	b12	b11	b10	b9	b8	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
0x02	kód2 (pozměněný kód bez bitu b0)															stav akumulátoru

3.3.2.3. Vývojový diagram software přenosného modulu



Obrázek 3.10 - vývojový diagram software přenosného modulu

V levé části diagramu je tělo s nekonečnou smyčkou. Uprostřed přerušení vyvolané příchozím znakem po asynchronní lince UART. V pravé části pak přerušení vyvolané přetečením čítače.

3.4.3. Výtah částí programu v jazyce C

V celé této podkapitole budou používány komentované části programu, které jsou přímo kopírované z prostředí Atmel Studia 6. Jelikož se jedná o prostředí v anglickém jazyce a při psaní jsem použil anglickou klávesnici, není v komentářích příkazů použita diakritika.

Pro tento program jsem použil několik knihoven, které jsou součástí Atmel Studia 6.

Programová sekvence 3.1

```
#include <avr/io.h>           // zakladni knihovna
#include <avr/power.h>        // nastaveni processoru
#include <avr/interrupt.h>    // knihovna preruseni
#include <avr/eeprom.h>       // knihovna pro praci s eeprom
```

Následujících několik příkazů pro preprocesor překladače zjednodušují práci při případné změně portů, které jsou použity k ovládání VF modulu. První dva řádky slouží k ovládání pinu ENABLE. Následujících několik slouží k ovládání LED diod a poslední čtyři ke čtení stavu tlačítek. Těchto několik příkazů je výtahem z programu přenosného modulu.

Programová sekvence 3.2

```
#define ENABLE_HI PORTC|=(1<<PORTC5) // log. 1 na pin ENABLE
#define ENABLE_LO PORTC&=~(1<<PORTC5) // log. 0 na pin ENABLE
#define LED_ON_P PORTC&=~(1<<PORTC2) // rozsvit LED aku prijimace
#define LED_OFF_P PORTC|=(1<<PORTC2) // zhasni LED aku prijimace
#define LED_ON_V PORTC&=~(1<<PORTC3) // rozsvit LED aku vysilace
#define LED_OFF_V PORTC|=(1<<PORTC3) // zhasni LED aku vysilace
#define LED_ON_S PORTC&=~(1<<PORTC4) // rozsvit LED signalu
#define LED_OFF_S PORTC|=(1<<PORTC4) // zhasni LED signalu
#define BUT_1 !(PIND&(1<<PD5)) // stav tlacitka 1
#define BUT_2 !(PIND&(1<<PD7)) // stav tlacitka 2
#define BUT_3 !(PIND&(1<<PD6)) // stav tlacitka 3
#define BUT_4 !(PINB&(1<<PB0)) // stav tlacitka 4
```

V následující části jsem uvedl několik globálních proměnných. V celém programu používám neznaménkové proměnné. Příkaz EEMEM slouží pro uložení proměnné do paměti EEPROM. Aby bylo možné použít tento příkaz, je nutné mít nainkludovanou knihovnu avr/eeprom.h.

Programová sekvence 3.3

```
unsigned char EEMEM E_kod [16] = {"fg186SDf9324wk96"}; // pole s kódem v eeprom
unsigned char kod [16]; // pole s kódem v RAM
unsigned char ukazatel = 0; // ukazatel pro práci s polem
unsigned char stop = 0; // stopka
```

Tato funkce uPinit je volána na začátku mainu a slouží pro počáteční inicializaci mikrokontroléru. Příkaz clock_prescale_set je příkaz knihovny <AVR/power.h> a slouží pro nastavení děliče hodinového signálu mikrokontrolér. Základní takt interního RC článku je 8 MHz a pomocí tohoto příkazu je nastaveno dělení osmi tak, aby výsledný hodinový signál byl 1 MHz. Při vytváření této funkce jsem zpočátku použil prostředí CodeVisionAVR. Pomocí tohoto vývojového prostředí lze snadno generovat základní nastavení mikrokontroléru. Následnou kontrolu a případné úpravy jsem provedl podle katalogového listu daného mikrokontroléru.

Programová sekvence 3.4

```
// počáteční nastavení procesoru
void uPinit(void)
{
    // Crystal Oscillator division factor: 8
    clock_prescale_set(clock_div_8);

    // Input/Output Ports initialization
    // Port B initialization
    // Func7=In Func6=In Func5=In Func4=In Func3=In Func2=In Func1=In Func0=In
    // State7=P State6=P State5=P State4=P State3=P State2=P State1=P State0=P
    PORTB=0xFF;
    DDRB=0x00;

    // Port C initialization
    // Func6=In Func5=Out Func4=Out Func3=In Func2=In Func1=In Func0=In
    // State6=P State5=1 State4=0 State3=P State2=P State1=P State0=P
    PORTC=0x6F;
    DDRC=0x30;

    // Port D initialization
    // Func7=In Func6=In Func5=In Func4=In Func3=In Func2=In Func1=In Func0=In
    // State7=P State6=P State5=P State4=P State3=P State2=P State1=P State0=P
    PORTD=0xFF;
    DDRD=0x00;

    // USART initialization
    // Communication Parameters: 8 Data, 1 Stop, No Parity
    // USART Receiver: On
    // USART Transmitter: On
    // USART0 Mode: Asynchronous
    // USART Baud Rate: 9600 (Double Speed Mode)
    UCSRA=0x02;
    UCSRB=0x98;
    USRC=0x06;
    UBRRH=0x00;
    UBRRL=0x0C;
    .
    .
    .
}
```

Funkce send je volána vždy, když je potřeba odeslat znak po asynchronní lince UART. Nejprve se čeká, dokud nebude zcela dokončen předchozí přenos a poté je do přenosového registru uložen nový znak a zahájen přenos nový.

Programová sekvence 3.5

```
// odeslání znaku po asynchronní lince
void send(unsigned char data)
{
    // čeká dokud není odeslán předchozí znak
    while(UCSR0A&(1<<TXC0));
    UDR0=data; // posli znak
}
```

Funkce `posli_kod` slouží pro odeslání kódu. Nejprve odešle startovací znak, a pak znak po znaku celý kód.

Programová sekvence 3.6

```
// posle kod
void posli_kod(void)
{
    send(0x02); // posli startovací bit
    for(unsigned char i=0;i<16;i++) // posli znak po znaku
    {
        send(kod[i]);
    }
}
```

Funkce `zjisteni_napeti` nejprve zkontroluje, jestli už byla konverze A/D převodníkem provedena. Pokud ano, vrátí osmibitovou hodnotu napětí akumulátoru.

Programová sekvence 3.7

```
// zjisteni napeti aku
unsigned char zjist_i_napeti(void)
{
    // čekej na konec konverze A/D převodníku
    while ((ADCSRA & 0x10)==0);
    ADCSRA|=0x10; // vynuluj flag
    unsigned char data = ADCH; // uloz stav
    return(data); // vrat stav
}
```

Následující funkce je funkce vektoru přerušení a je spuštěna pokaždé, když se naplní registr pro příjem dat po asynchronní lince UART. Nejprve proběhne kontrola, zda přenos proběhl v pořádku a pokud ano, tak zavolá funkci pro zpracování přijatého znaku.

Programová sekvence 3.8

```
// preruseni pri prijeti dat
ISR (USART__RX_vect)
{
    if(UCSR0A&((1<<FE0)|(1<<DOR0)|(1<<UPE0))// kontrola prijatych dat
        return(0);
    unsigned char data = UDR0;           // uloz prijata data
    reciev(data);                       // funkce pro zpracovani prijatych dat
}
```

Funkce stav_bat vyhodnocuje stavy akumulátorů a podle naměřených hodnot rozsvěcuje příslušné LED diody.

Programová sekvence 3.9

```
// vyhodnoceni stavu aku
void stav_bat(void)
{
    if(!prisel)           // pokud neprisel kód
        V_Bat=255;       // zmen hodnotu
    prisel=0;             // vynuluj promenu prisel
    switch (bat)
    {
        case 0:
            bat++;
            if (V_Bat<174)
                LED_ON_V;
            if (P_Bat<174)
                LED_ON_P;
            break;
        default:
            bat=0;
            LED_OFF_V;
            LED_OFF_P;
    }
}
```

Funkce zablikej je informativní funkce, která zablikáním LED diody signalizuje stav provedení povelu. Například potvrzení načtení kódu z paměti.

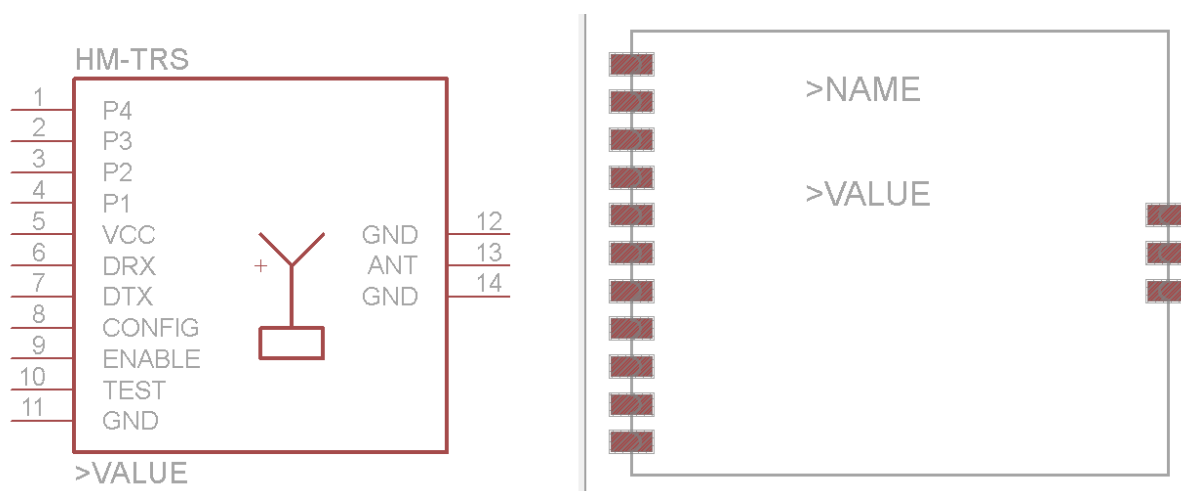
Programová sekvence 3.10

```
// signalizace zablikaním
void zablikej(void)
{
    LED_ON_S;
    _delay_ms(100);
    LED_OFF_S;
    _delay_ms(100);
    LED_ON_S;
    _delay_ms(100);
    LED_OFF_S;
}
```

3.5. Schéma a plošný spoj

Hlavním požadavkem na celé zařízení je celková odolnost a malé rozměry. Proto jsem se rozhodl při návrhu a konstrukci použít SMD součástky. Pouzdro všech pasivních SMD součástek jsem volil 1206. Bylo by možné použít na tuto aplikaci menší pouzdro, ale rozhodl jsem se použít raději větší kvůli manipulaci se součástkami. Pro návrh mi stačila pouze jednostranná deska plošného spoje. Celý návrh, to znamená schémata a finální plošný spoj, jsem vytvářel v programu EAGLE 6 (Easily Applicable Graphical Layout Editor). Jedná se o návrhový software pro tvorbu plošných spojů. Je dobře přehledný a má knihovnu s velkým množstvím součástek. Pro tvorbu plošných spojů malých rozměrů lze využít volnou freeware verzi, která má omezení počtu schémat a rozměrů desky plošného spoje.

Při vypracovávání této práce jsem si musel vytvořit dvě vlastní součástky, protože EAGLE 6 je ve své už tak široké knihovně neměl. Součástky lze snadno vytvořit v editoru knihoven. Pro správné rozměry a rozmístění pájecích plošek jsem využil údajů v katalogovém listu.



Obrázek 3.11 - vytvořená součástka (VF modul)

3.5.1. Schéma automobilového modulu

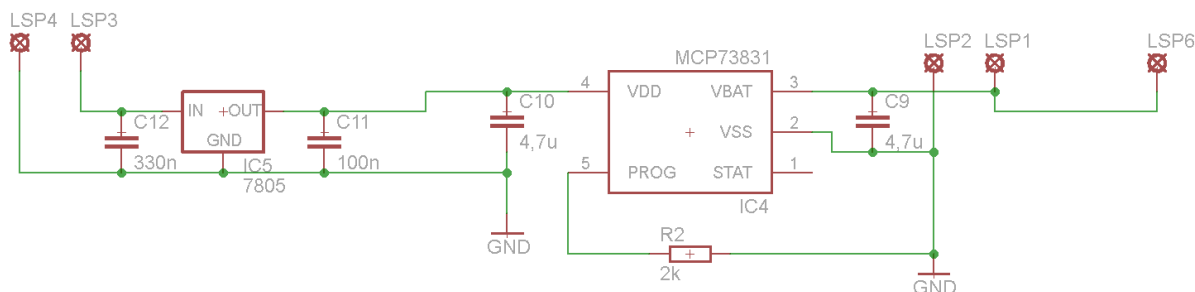
Automobilový modul je zařízení, které bude umístěno v mobilním objektu (osobním automobilu). Bude stále aktivní a jeho vnitřní akumulátor se bude dobíjet z palubního napětí vozu. Palubní napětí většiny osobních vozů je cca 12 – 14 V. Je nejprve nutné toto napětí stabilizovat na hodnotu 5 V, které už lze použít pro napájení zařízení.

3.5.1.1. Napájecí část

Napájecí napětí, kterým bude zařízení dobíjeno, je okolo 12 – 14 V. Je tedy tento plošný spoj vybaven také neregulovatelným stabilizátorem napětí 7805 a ochranou proti přepětí. Jedná se o často používaný stabilizátor napětí, lze ho zakoupit prakticky v každém obchodě s elektrosoučástkami a jeho cena se pohybuje okolo 5 Kč. Tento stabilizátor stabilizuje napětí na hodnotu 5 V. Tato hodnota je již přijatelná pro obvod dohledu lithiového akumulátoru. Nebude se na něm vytvářet příliš velký napěťový úbytek a nebude tak docházet k jeho přehřívání.

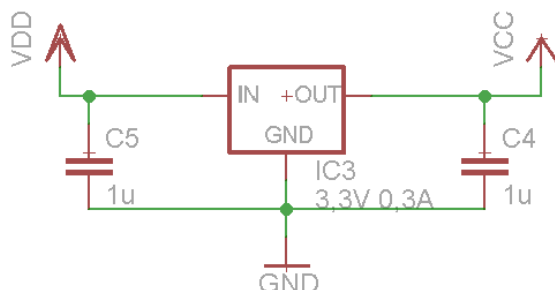
Další napěťovou částí je LDO (low dropout) nízko úbytkový napěťový stabilizátor 3,3 V. Tento stabilizátor sníží napájecí napětí na 3,3 V, kterým je možné bez problému napájet jak VF modul, tak mikrokontrolér. Proud tímto napěťovým stabilizátorem by neměl překročit 50 mA. Tento stabilizátor jsem použil proto, že podle katalogového listu VF modulu se tolerance napájecího napětí pohybuje mezi 2,2 a 3,8 V. Nabíjecí napětí použitého

akumulátoru je 4,15 V a to nevyhovuje již zmíněným hodnotám napájecího napětí VF modulu. Proto je nutné část s akumulátorem oddělit a napětí stabilizovat.



Obrázek 3.12 obvod nabíjení akumulátoru automobilového modulu

Na obrázku 3.12 je znázorněn obvod nabíjení akumulátoru. Svorky LSP slouží k zapájení vodičů. Jsou to otvory v desce plošného spoje, do které budou později vletovány vodiče. Svorka LSP3 odpovídá kladnému napájecímu napětí vozu a vodič, připojený k této svorce, bude vybaven ochrannou diodou proti přepólování a pojistkou s hodnotou 2,5 A. Svorka LSP4 odpovídá zápornému napájecímu napětí a vodič, připojený k této svorce, bude připojen ke kostře vozidla. Svorka LSP2 slouží k připojení záporného pólu vnitřního akumulátoru a svorka LSP1 k připojení kladného. Všechny použité pasivní součástky jsou použity podle doporučení v katalogových listech jednotlivých součástek. Obvod dohledu akumulátoru MCP73831 má regulovatelný proud nabíjení. Pomocí odporu R2 o hodnotě 2 k Ω je nastaven maximální nabíjecí proud akumulátoru 0,5 A. To je z toho důvodu, aby nedocházelo k silnému zahřívání a možnému poškození akumulátoru.

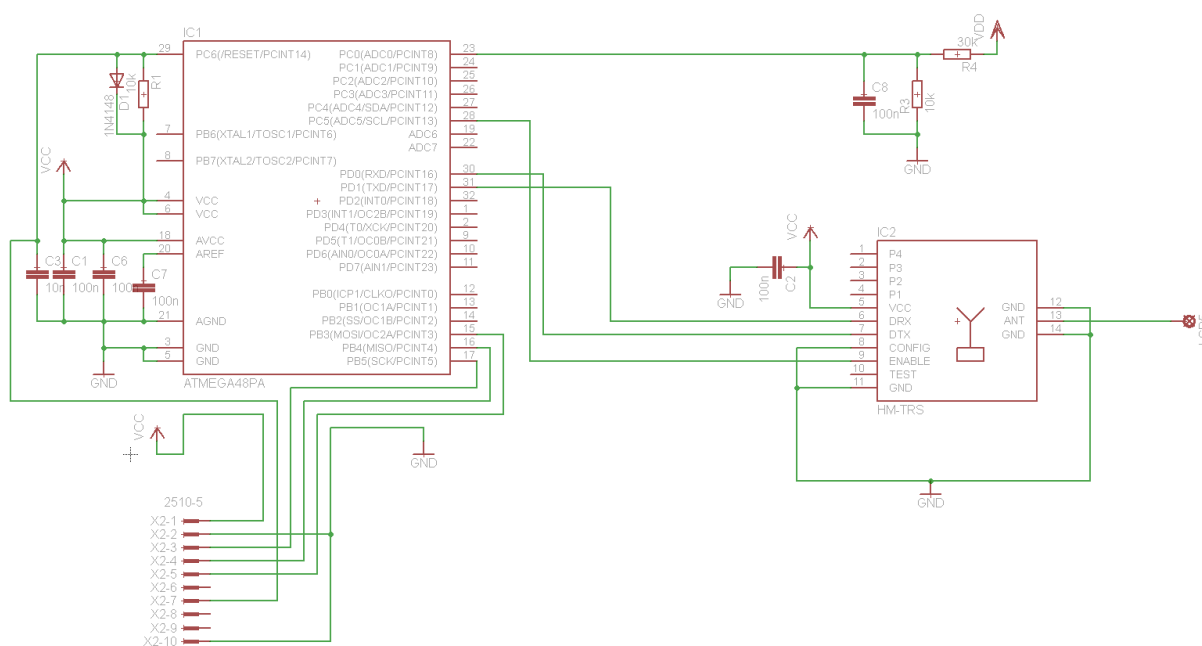


Obrázek 3.13 - zapojení stabilizátoru napětí 3,3 V

Na obrázku 3.13 je znázorněno zapojení stabilizátoru napětí na 3,3 V. Jak už bylo zmíněno v úvodu této podkapitoly, je tento stabilizátor potřebný zejména pro napájení VF modulu. Zároveň je použito toto napětí i pro napájení mikrokontroléru, aby nedocházelo k problémům s napětovými úrovněmi při komunikaci mikrokontroléru a VF modulu.

3.5.1.2. Datová část

Tato část obsahuje dva klíčové prvky. Mikrokontrolér pro zpracování a vyhodnocování dat a VF modul pro komunikaci s přenosným modulem.



Obrázek 3.14 - schéma zapojení mikrokontroléru a VF modulu

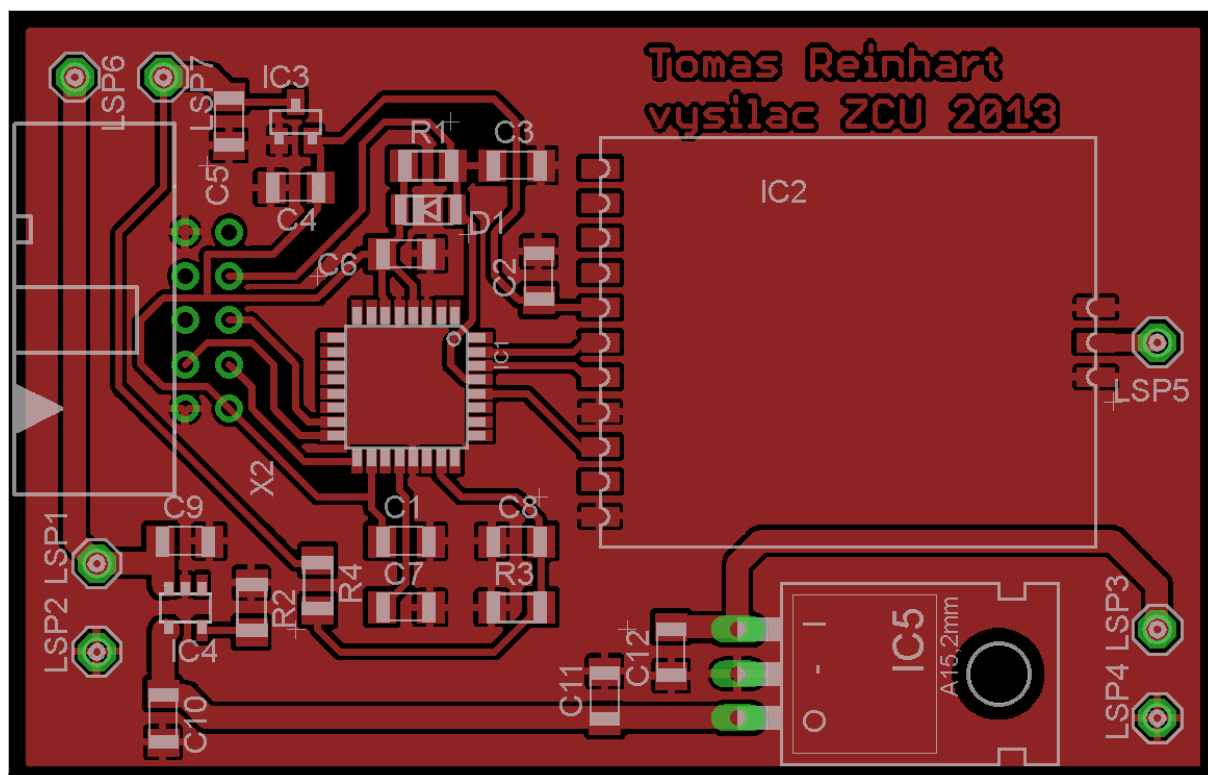
Na obrázku 3.14 je znázorněno schéma zapojení mikrokontroléru a VF modulu. Pro komunikaci těchto dvou prvků slouží asynchronní linka UART a pin ENABLE, který modul „probudí“ do aktivního režimu. K mikrokontroléru není připojen žádný krystal pro generování hodinového signálu. Rozhodl jsem se použít vnitřní RC článek a hodnotu 8 MHz ještě dělit vnitřním děličem osmi tak, aby pracovní frekvence mikrokontroléru byla na hodnotě 1 MHz. V pravém horním rohu je vidět jednoduchý napěťový dělič, který bude sloužit k měření napětí akumulátoru. Hodnota na tomto děliči bude čtena A/D převodníkem mikrokontroléru a jako referenční napětí slouží vnitřní referenční napětí 1,1 V. Hodnoty odporů děliče jsou 30 kΩ a 10 kΩ. To znamená, že převodník je schopný měřit hodnoty od 0

do 4,4 V. V levém dolním rohu je konektor pro plochý kabel, který bude sloužit pro programování mikrokontroléru. Je do něho vyvedeno napájení, reset a vedení pro SPI komunikaci.

K napájecím vývodům jsou připojeny také blokové kondenzátory, které jsem volil 100 nF.

3.5.2. Plošný spoj automobilového modulu

Plošný spoj je navržen jako jednostranný a je na něm aplikováno rozlití mědi s připojením k zemi. Dále jsou použity tepelné můstky, které ulehčují práci při pájení SMD součástek.



Obrázek 3.15 - plošný spoj automobilového modulu v EAGLU

Na obrázku 3.15 je plošný spoj automobilového modulu, který byl vytvořený v programu EAGLE. Je zde vidět rozmístění součástek. Volil jsem širší rozestupy mezi součástkami proto, aby součástky bylo možné dobře umisťovat a pájení nebylo příliš komplikované. Samozřejmě by bylo možné použít menší pouzdra SMD součástek a celé více zhustit, ale velikost zařízení je dána rozměry akumulátoru, a proto zmenšování nemá smysl.

Výsledný rozměr desky plošného spoje je 70 x 45 mm.

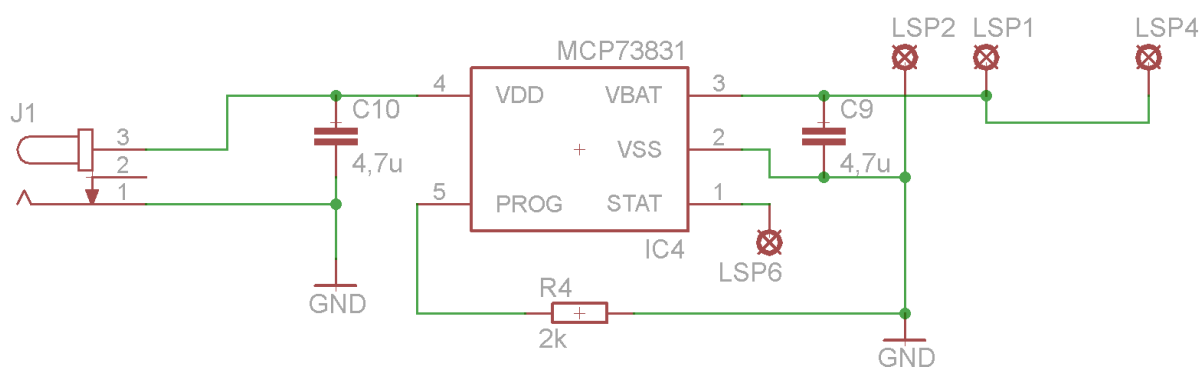
3.5.3. Schéma přenosného modulu

Přenosný modul je zařízení, které bude přenosné. Bude aktivní pouze při zapnutí. Vnitřní akumulátor se bude dobíjet pomocí zdroje 5 V. Například pomocí nabíječky pro mobilní telefony.

3.5.3.1. Napájecí část

Napájecí část přenosného modulu je velmi podobná napájecí části automobilového modulu popsané v kapitole 3.5.1.1.

Hlavní rozdíl tvoří část před obvodem dohledu akumulátoru. Není zde žádný stabilizátor napětí. Není také potřeba. Celý přenosný modul bude napájen zdrojem napětí 5 V a proudem přibližně 500 mA. Toto jsou hodnoty například běžné nabíječky mobilního telefonu nebo napětí USB portu osobního počítače. Je zde tedy rovnou konektor pro připojení nabíječky.



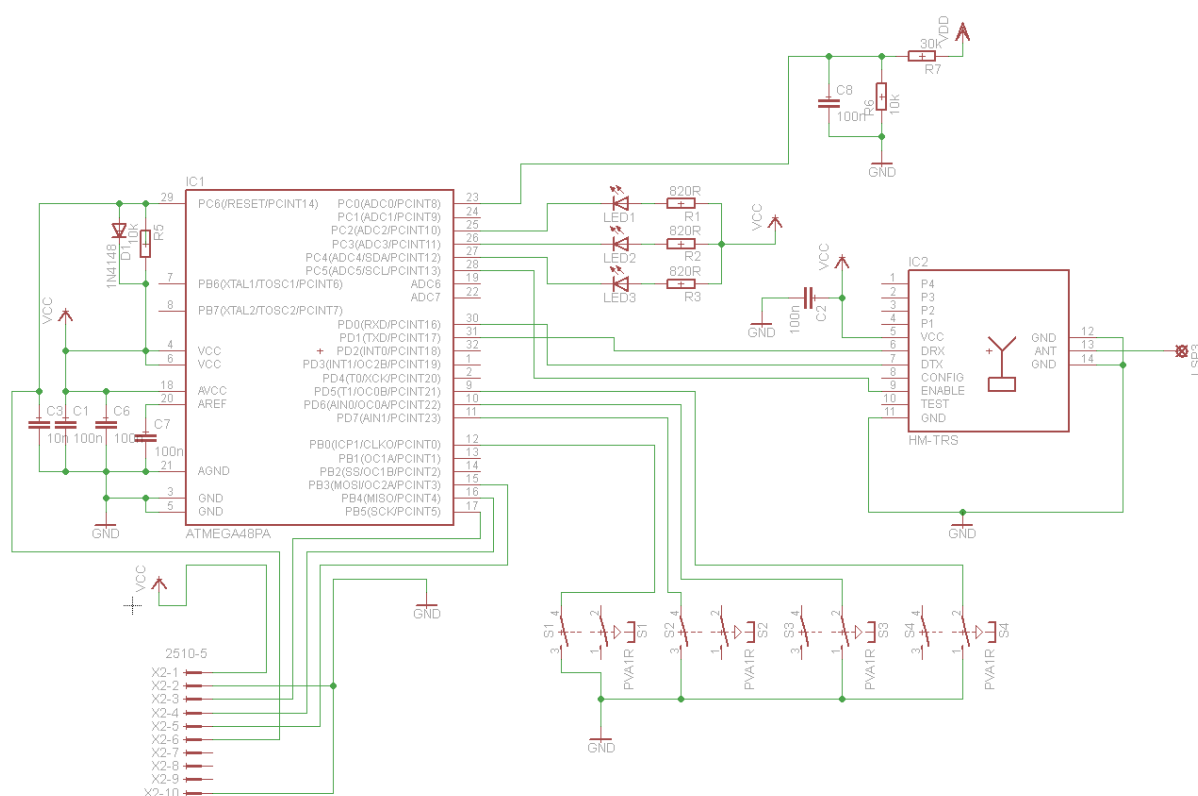
Obrázek 3.16 - obvod nabíjení akumulátoru přenosného modulu

Dalším rozdílem je vyvedený pin STAT z obvodu dohledu akumulátoru. Tento pin slouží k signalizaci stavu nabíjení.

Přenosný modul také obsahuje LDO stabilizátor napětí 3,3 V. Jeho funkce a schéma je totožné, jako bylo popsáno u automobilového modulu v kapitole 3.4.1.1.

3.5.3.2. Datová část

Část s mikrokontrolérem a VF modulem je velmi podobná s částí automobilového modulu. Popíši tedy dále jen části, které se od automobilového modulu liší. Jsou to signalizační LED diody a tlačítka pro výběr kódu.



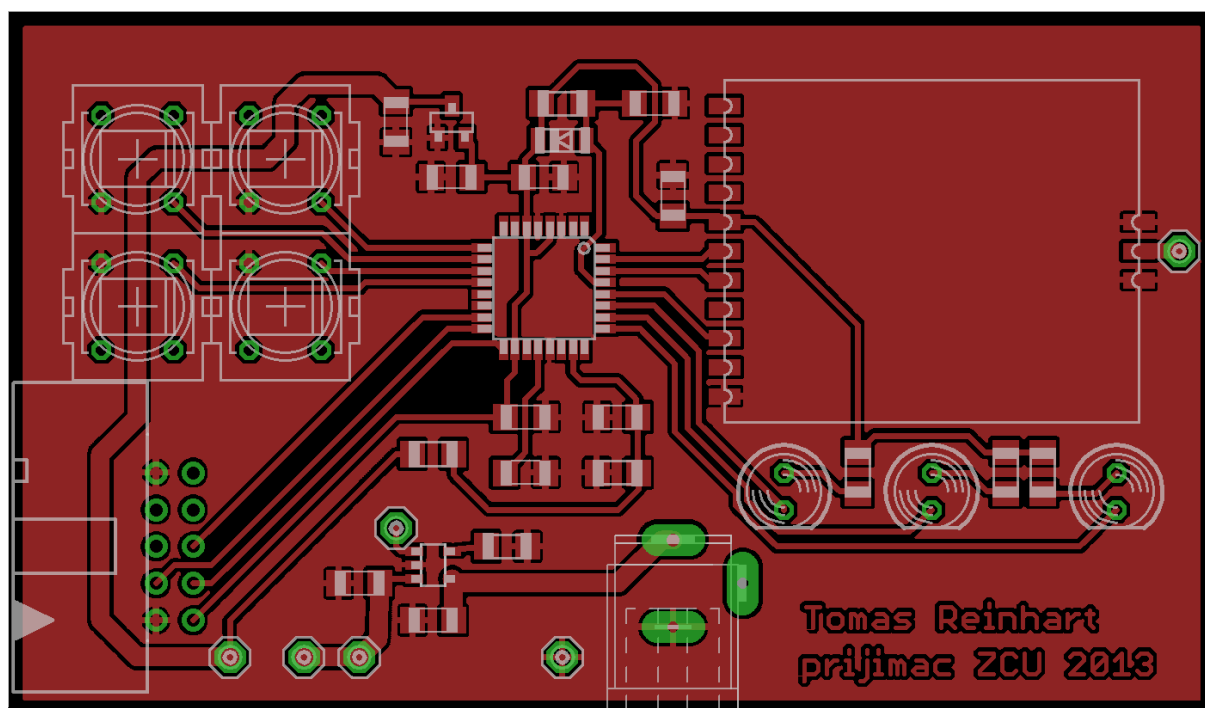
Obrázek 3.17 - datová část přenosného modulu

Na obrázku 3.17 je znázorněno schéma zapojení datové části přenosného modulu. V levém dolním rohu jsou 4 tlačítka, která jsou z jedné strany připojena k zemi a z druhé přímo do mikrokontroléru. Tato tlačítka nemají vlastní rezistory připojené k napájení. Je to z toho důvodu, že v mikrokontroléru jsou na příslušné piny aktivovány vnitřními pull-up rezistory. Toto řešení je velmi pohodlné a značně šetří místo na desce plošného spoje. Přibližně uprostřed schématu jsou tři LED diody. Jedná se o tři signalizační LED diody, které budou signalizovat, zda byl automobilový modul identifikován a stavy akumulátorů. Konektor pro plochý kabel v levém dolním rohu je stejně zapojený jako v případě automobilového modulu. Je to z toho důvodu, aby bylo možné snadno programovat obě zařízení s použitím stejného

kabelu. Různé zapojení by značně komplikovalo práci se zařízením a při neopatrné manipulaci by mohlo dojít k záměně a hrozilo by poškození zařízení.

3.5.4. Plošný spoj přenosného modulu

Plošný spoj je navržen jako jednostranný a je na něm aplikováno rozlití mědi s připojením k zemi. Dále jsou použity tepelné můstky, které ulehčují práci při pájení SMD součástek.



Obrázek 3.18 - plošný spoj přenosného modulu v EAGLE

Na obrázku 3.18 je plošný spoj přenosného modulu, který byl vytvořený v programu EAGLE. Je zde vidět rozmístění součástek. Do levého horního rohu jsem umístil čtyři tlačítka pro volbu identifikovaného zařízení. V pravém dolním rohu jsou pak tři LED diody, pomocí kterých budou signalizovány stavy. Zleva doprava, první LED dioda bude oznamovat stav akumulátoru přenosného modulu, druhá stav akumulátoru automobilového modulu a třetí, zda byl identifikován automobilový modul. Volil jsem širší rozestupy mezi součástkami proto, aby součástky bylo možné dobře umisťovat a pájení nebylo příliš komplikované. Samozřejmě by bylo možné použít menší pouzdra SMD součástek a celé více zhustit, ale velikost zařízení je dána rozměry akumulátoru, a proto zmenšování nemá smysl.

Výsledný rozměr desky plošného spoje je 83 x 49 mm.

3.6. Anténa

Jako anténu pro VF modul pracující na frekvenci 868 MHz jsem navrhl čtvrt vlnnou anténu. Tuto anténu může tvořit například obyčejný rovný drát s přesnou délkou. K výpočtu délky této antény slouží rovnice níže.

$$l = \frac{c}{4 * f} = \frac{300 * 10^6}{4 * 868 * 10^6} = 0,0864[m]$$

Z této rovnice vyplývá, že čtvrt vlnná anténa pro frekvenci 868MHz má měřit 86 mm.

3.7. Ekonomická úvaha

V této kapitole jsou shrnuty ceny součástek, které jsou zapotřebí ke stavbě tohoto identifikačního zařízení. Při konečném součtu ceny na výrobu jednoho zařízení není započítána cena práce ani cena návrhu zařízení. Všechny ceny uvedené v následující tabulce jsou čerpány z on-line katalogu TME s.r.o [2] dostupné z <http://www.tme.eu/> a on-line katalogu GES-ELECTRONICS [9] dostupné z <http://www.ges.cz/>.

Mikrokontrolér, VF modul a podobné je výhodnější objednat z TME. Ceny na TME jsou výhodnější a většinu součástek mají stále skladem. Naopak rezistory a kondenzátory je výhodnější pro malé aplikace zakoupit v síti GES, protože minimální množství většiny těchto SMD součástek u TME je 100 kusů.

Tabulka 3.7

součástka	maloobchodní cena [Kč]	automobilový modul [ks]	přenosný modul [ks]
mikrokontrolér ATMEGA48PA	19	1	1
VF modul HM-TRS868	250	1	1
obvod dohledu MCP73831	9	1	1
stabilizovaný zdroj 3,3 V - 0,25 A	5	1	1
stabilizovaný zdroj 7805	5	1	0
kondenzátor 100 nF	1	6	5
kondenzátor 10 nF	1	1	1
kondenzátor 1 μ F	1	2	2
kondenzátor 4,7 μ F	1	2	2
kondenzátor 470 nF	1	1	0
dioda 1N4148	2	1	1
rezistor 10 k Ω	1	2	2
rezistor 2 k Ω	1	1	1
rezistor 30 k Ω	1	1	1
rezistor 820 Ω	1	0	3
LED L-53LSRD	3	0	3
napájecí konektor	14	0	1
tlačítko	2	0	4
konektor pro programování	4	1	1
Akumulátor	200	1	1
Fotosenzitivní plošný spoj	23	1	1

(všechny ceny zaokrouhlené na celé koruny)

Z této tabulky lze snadno spočítat přibližnou cenu nákladů na výrobu zařízení bez započítání práce. Cena materiálu pro výrobu automobilového modulu je 533 Kč. Cena materiálu pro výrobu přenosného modulu je 560 Kč.

4. Kontrolní měření prototypu

V této kapitole jsou popsána kontrolní měření týkající se prototypu. Konkrétně bude měřen dosah signálu a výdrž akumulátoru.

1. Dosah signálu ve volném prostoru.
2. Dosah signálu za přítomnosti různých překážek.
3. Výdrž akumulátoru v aktivním stavu.

4.1. Dosah signálu zařízení

Měření byla provedena za slunečného dne, při malé vlhkosti vzduchu.

4.1.1. Dosah signálu ve volném prostoru

Toto měření probíhalo ve volném prostoru, to znamená v prostoru, ve kterém se nenacházely žádné překážky. Nejprve byla aktivována obě zařízení. Automobilový modul i přenosný modul. Automobilový modul byl umístěn na dobře viditelné místo a přenosný modul se postupně vzdaloval. Výsledkem je přibližná vzdálenost dosahu signálu zařízení.

Dosah signálu při tomto měření byl až 160 m.

4.1.2. Dosah signálu za přítomnosti různých překážek

Toto měření probíhalo za přítomnosti různých překážek, to znamená v prostoru, ve kterém se nacházely různé překážky, které vytvářely útlum signálu. Nejprve byla aktivována obě zařízení. Automobilový modul i přenosný modul. Automobilový modul byl umístěn za překážku (dveře, okno, palubní deska) a přenosný modul se postupně vzdaloval. Výsledkem je přibližná vzdálenost dosahu signálu zařízení za přítomností různých překážek.

Dosah signálu při měření s automobilovým modulem umístěným za skleněné okno byl až 130 m.

Dosah signálu při měření s automobilovým modulem umístěným za dřevěné dveře byl až 100 m.

Provedl jsem také praktické měření s umístěním automobilového modulu do přihrádky v palubní desce osobního automobilu. Při měření byly zavřeny všechny dveře i okna. Z pravé strany vozu měl signál nejvyšší dosah a to až 100 m. Z levé zadní strany měl signál naopak nejmenší dosah a to až 80 m. Tento rozdíl v dosahu signálu je pravděpodobně způsoben množstvím překážek ve voze, které vytvářejí útlum signálu.

4.2. Výdrž akumulátoru zařízení v aktivním stavu

Nejprve jsem změřil spotřebu obou modulů. Potom jsem spočítal dobu, po kterou je zařízení schopno pracovat při 80 % kapacitě akumulátoru.

4.2.1. Výdrž akumulátoru automobilového modulu

Automobilový modul je zařízení, které se skládá z dvou hlavních částí. Mikrokontroléru a VF modulu.

Při praktickém měření byla změřena hodnota spotřeby celého automobilového modulu. Proud tímto modulem byl 20 mA.

$$t = \frac{80 \% \text{ kapacity akumul.}}{\text{spotřeba modulu}} = \frac{2350 * 0,8}{20} = 94 \text{ h}$$

Výdrž akumulátoru automobilového modulu je přibližně 3 dny a 22 hodin.

4.2.2. Výdrž akumulátoru přenosného modulu

Přenosný modul je zařízení, které na rozdíl od automobilového modulu je navíc vybaveno třemi LED diodami, které zvyšují spotřebu elektrické energie a tak zkracují životnost akumulátoru. Tyto LED diody mohou zkrátit životnost až o 20 %.

Při praktickém měření byla změřena hodnota spotřeby celého přenosného modulu. Pro získání této hodnoty jsem rozsvítil všechny tři LED diody, abych nasimuloval stav největšího odběru celého přenosného modulu. Proud tímto modulem byl 26 mA.

$$t = \frac{80 \% \text{ kapacity akumul.}}{\text{spotřeba modulu}} = \frac{2350 * 0,8}{26} = 72,3 \text{ h}$$

Výdrž akumulátoru přenosného modulu je přibližně 3 dny.

Závěr

Tato diplomová práce pojednává o možnostech elektronické identifikace mobilního objektu. Shrnuje moje poznatky o používaných možnostech snadné identifikace osobních automobilů. Poskytuje přehled možných míst vhodných pro instalaci přídavného elektronického zařízení. Dále obsahuje návrh zařízení pro jednoduchou a rychlou identifikaci mobilního objektu. Závěrem jsou zde shrnuty naměřené hodnoty a poznatky získané z funkčního vzorku sestaveného podle mého návrhu.

Při praktickém měření jsem zjistil, že dosah signálu automobilového modulu umístěného ve vozidle není stejný ze všech stran vozidla. Největší dosah má modul na té straně, na které je umístěn. Při mém měření byl automobilový modul umístěn v přihrádce u spolujezdce a největší dosah, až 100 m, měl vpravo od vozidla. Naopak nejhorší signál, až 80 m, byl vzadu vlevo od vozidla.

Dále jsem změřil hodnoty proudu spotřebovávaného moduly a spočítal přibližnou dobu výdrže akumulátoru při kapacitě 80 %. Výdrž akumulátoru automobilového modulu je necelé 4 dny a výdrž akumulátoru přenosného modulu je 3 dny. Akumulátor přenosného modulu se vybíjí rychleji, protože ke spotřebě přispívají také tři informační LED diody.

Použitá literatura

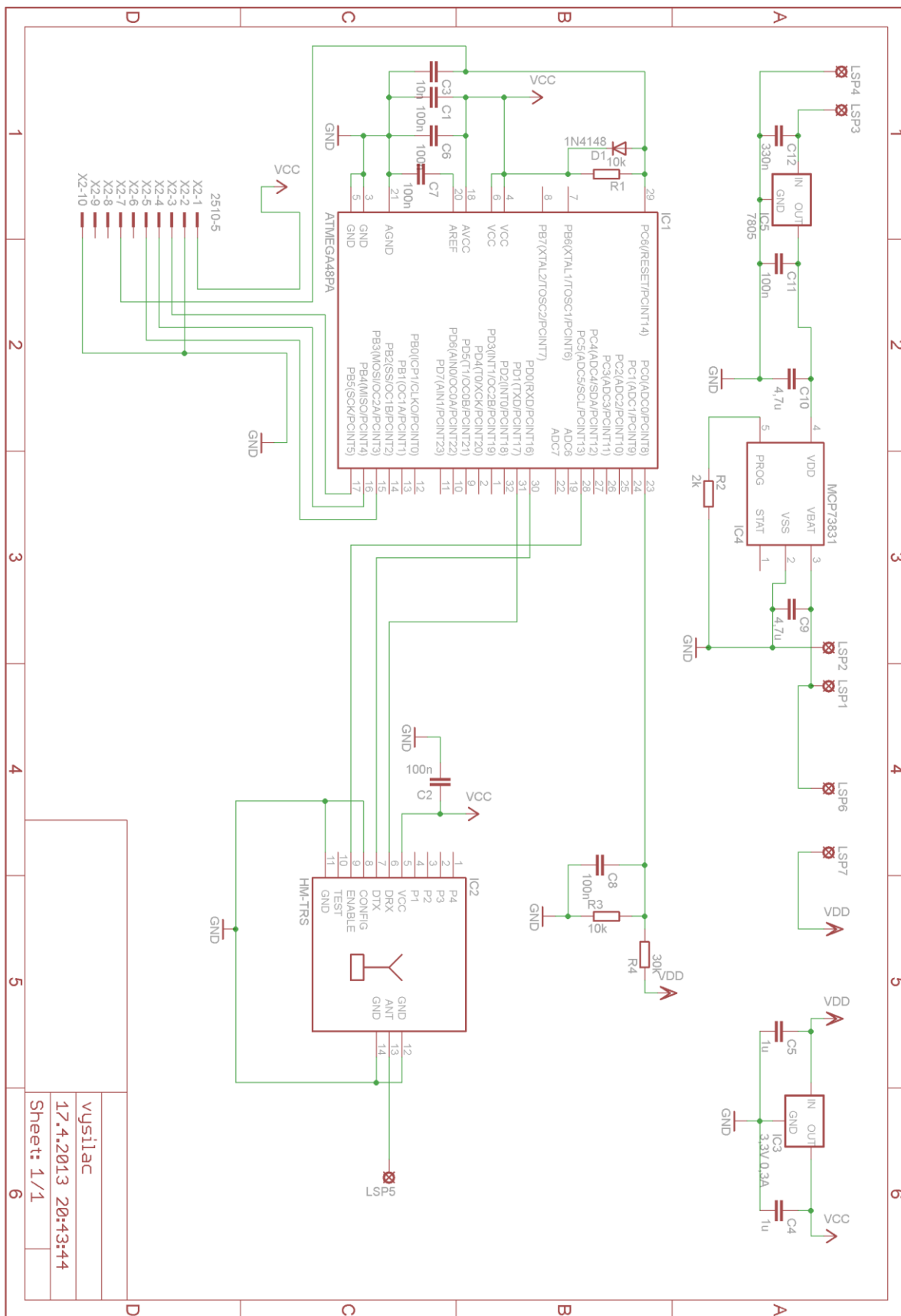
- [1] RAKSOCZ s.r.o [online]. Nový Bydžov 2012 [cit. 2012-12-19]. Dostupné z WWW: <http://www.rakso.cz>
- [2] TME Czech Republic s.r.o. on-line katalog [online] [cit. 2013-4-19]. Dostupné z WWW: <http://www.tme.eu/cz/katalog/>
- [3] Microchip katalogový list MCP73831/2 [online] [cit. 2008-2-1]. Dostupné z WWW: <http://www.microchip.com/>
- [4] YOKU ENERGY katalogový list ACCU-1200/3.6Y [online] [cit. 2012-8-2]. Dostupné z WWW: <http://www.tme.eu/cz/>
- [5] Microchip katalogový list MCP1702 [online] [cit. 2010-4-8]. Dostupné z WWW: <http://www.microchip.com/>
- [6] Atmel katalogový list ATmega48PA [online] [cit. 2013-2]. Dostupné z WWW: <http://www.atmel.com/>
- [7] Hope RF katalogový list HM-TRS868 [online] [cit. 2007-10-25]. Dostupné z WWW: <http://www.hoperf.com/>
- [8] Atmel [online] [cit. 2013-5-1]. Dostupné z <http://www.atmel.com/>
- [9] GES-ELECTRONICS [online] [cit. 2013-5-1]. Dostupné z <http://www.ges.cz/cz/>

Přílohy

Seznam příloh

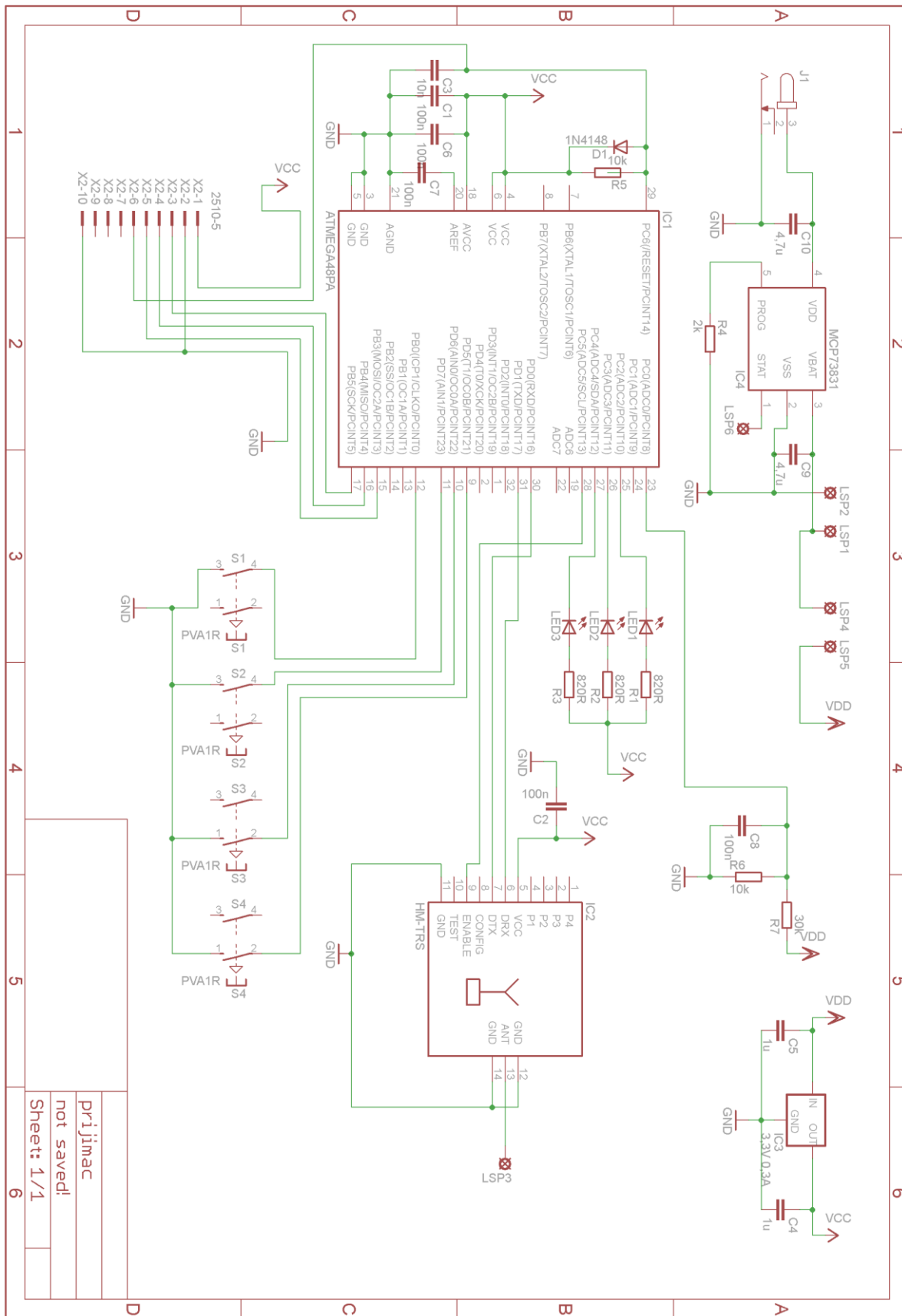
Příloha č. 1 - Schéma zapojení automobilového modulu	2
Příloha č. 2 - Schéma zapojení přenosného modulu	3
Příloha č. 3 - Deska plošného spoje automobilového modulu	4
Příloha č. 4 - Deska plošného spoje přenosného modulu.....	4
Příloha č. 5 - Seznam součástí automobilového modulu	5
Příloha č. 6 - Seznam součástí přenosného modulu	6
Příloha č. 7 - Program automobilového modulu	7
Příloha č. 8 - Program přenosného modulu.....	10

Příloha č. 1 - Schéma zapojení automobilového modulu



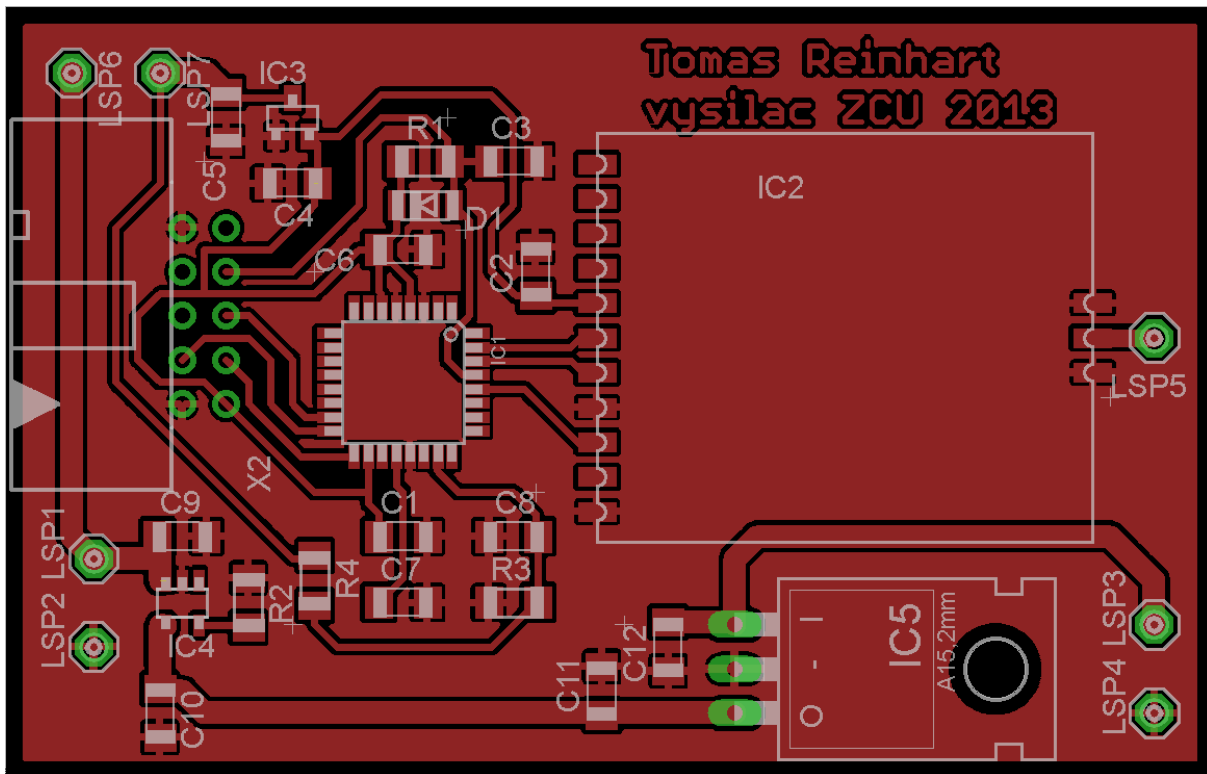
vyasilac
17.4.2013 20:43:44
Sheet: 1/1

Příloha č. 2 - Schéma zapojení přenosného modulu

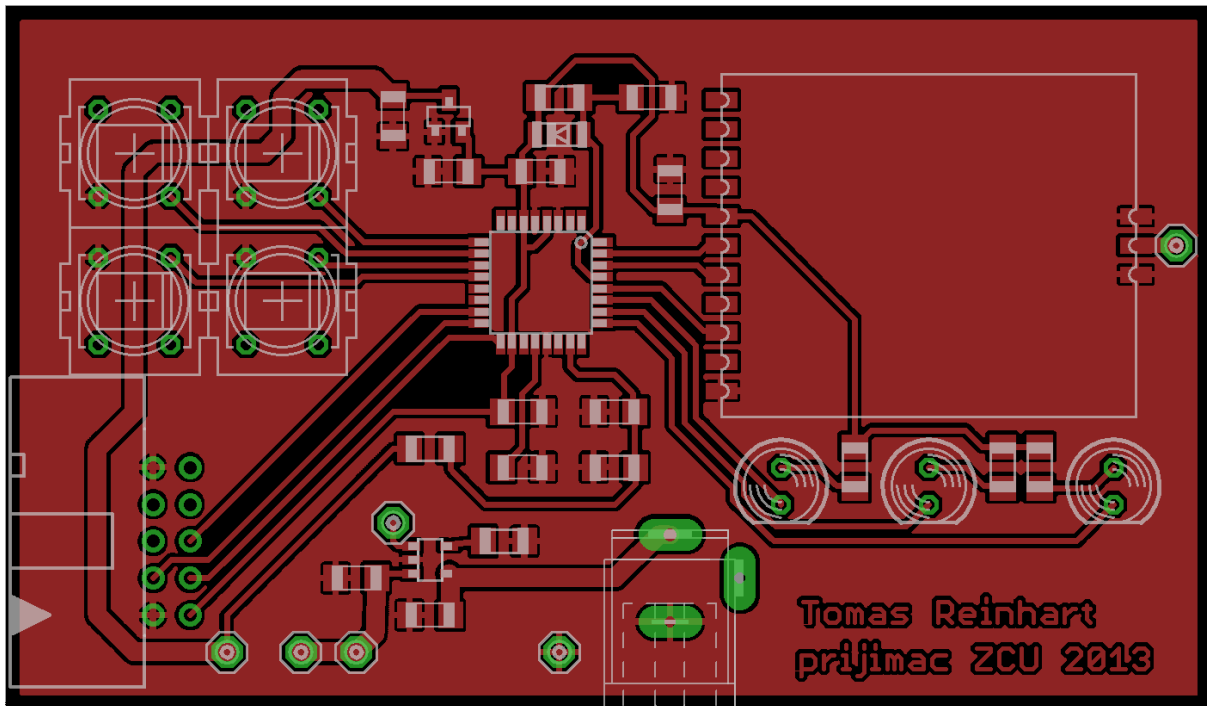


Prilimac
not saved!
Sheet: 1/1

Příloha č. 3 - Deska plošného spoje automobilového modulu



Příloha č. 4 - Deska plošného spoje přenosného modulu



Příloha č. 5 - Seznam součástek automobilového modulu

Seznam součástek je generovaný z návrhového prostředí EAGLE.

EAGLE Version 6.2.0 Copyright (c) 1988-2012 CadSoft

Assembly variant:

Part	Value	Device	Package	Library	Sheet
C1	100n	C-EUC1206	C1206	rc1	1
C2	100n	C-EUC1206	C1206	rc1	1
C3	10n	C-EUC1206	C1206	rc1	1
C4	1u	C-EUC1206	C1206	rc1	1
C5	1u	C-EUC1206	C1206	rc1	1
C6	100n	C-EUC1206	C1206	rc1	1
C7	100n	C-EUC1206	C1206	rc1	1
C8	100n	C-EUC1206	C1206	rc1	1
C9	4,7u	C-EUC1206	C1206	rc1	1
C10	4,7u	C-EUC1206	C1206	rc1	1
C11	100n	C-EUC1206	C1206	rc1	1
C12	330n	C-EUC1206	C1206	rc1	1
D1	1N4148	1N4148SOD80	SOD80-R	diode	1
IC1	ATMEGA48PA	MEGA48/88/168-AU	TQFP32-08	avr-4	1
IC2	HM-TRS	HM-TRS	HM-TRS	hopeRF	1
IC3	3,3V 0,3A	XC63FPM	SOT23	v-reg	1
IC4	MCP73831	MCP73831	SOT23-5	v-reg-micrel	1
IC5	7805	78XXL	78XXL	v-reg	1
LSP1	SE13	SE13	SE13	solpad	1
LSP2	SE13	SE13	SE13	solpad	1
LSP3	SE13	SE13	SE13	solpad	1
LSP4	SE13	SE13	SE13	solpad	1
LSP5	SE13	SE13	SE13	solpad	1
LSP6	SE13	SE13	SE13	solpad	1
LSP7	SE13	SE13	SE13	solpad	1
R1	10k	R-EU_R1206	R1206	rc1	1
R2	2k	R-EU_R1206	R1206	rc1	1
R3	10k	R-EU_R1206	R1206	rc1	1
R4	30k	R-EU_R1206	R1206	rc1	1
X2	2510-5	2510-5	PAK100/2500-5-10	con-3m	1

Příloha č. 6 - Seznam součástek přenosného modulu

Seznam součástek je generovaný z návrhového prostředí EAGLE.

EAGLE Version 6.2.0 Copyright (c) 1988-2012 CadSoft

Assembly variant:

Part	Value	Device	Package	Library	Sheet
C1	100n	C-EUC1206	C1206	rcl	1
C2	100n	C-EUC1206	C1206	rcl	1
C3	10n	C-EUC1206	C1206	rcl	1
C4	1u	C-EUC1206	C1206	rcl	1
C5	1u	C-EUC1206	C1206	rcl	1
C6	100n	C-EUC1206	C1206	rcl	1
C7	100n	C-EUC1206	C1206	rcl	1
C8	100n	C-EUC1206	C1206	rcl	1
C9	4,7u	C-EUC1206	C1206	rcl	1
C10	4,7u	C-EUC1206	C1206	rcl	1
D1	1N4148	1N4148SOD80	SOD80-R	diode	1
IC1	ATMEGA48PA	MEGA48/88/168-AU	TQFP32-08	avr-4	1
IC2	HM-TRS	HM-TRS	HM-TRS	hopeRF	1
IC3	3,3V 0,3A	XC63FPM	SOT23	v-reg	1
IC4	MCP73831	MCP73831	SOT23-5	v-reg-micrel	1
J1		JACK-PLUG0	SPC4077	con-jack	1
LED1		LED5MM	LED5MM	led	1
LED2		LED5MM	LED5MM	led	1
LED3		LED5MM	LED5MM	led	1
LSP1	SE13	SE13	SE13	solpad	1
LSP2	SE13	SE13	SE13	solpad	1
LSP3	SE13	SE13	SE13	solpad	1
LSP4	SE13	SE13	SE13	solpad	1
LSP5	SE13	SE13	SE13	solpad	1
LSP6	SE13	SE13	SE13	solpad	1
R1	820R	R-EU_R1206	R1206	rcl	1
R2	820R	R-EU_R1206	R1206	rcl	1
R3	820R	R-EU_R1206	R1206	rcl	1
R4	2k	R-EU_R1206	R1206	rcl	1
R5	10k	R-EU_R1206	R1206	rcl	1
R6	10k	R-EU_R1206	R1206	rcl	1
R7	30k	R-EU_R1206	R1206	rcl	1
S1	PVA1R	PVA1R	PVA1R	switch-misc	1
S2	PVA1R	PVA1R	PVA1R	switch-misc	1
S3	PVA1R	PVA1R	PVA1R	switch-misc	1
S4	PVA1R	PVA1R	PVA1R	switch-misc	1
X2	2510-5	2510-5	PAK100/2500-5-10	con-3m	1

Příloha č. 7 - Program automobilového modulu

```
// program

#include <avr/io.h>           // zakladni knihovna
#include <avr/power.h>       // nastaveni processoru
#include <avr/interrupt.h>   // knihovna preruseni
#include <avr/eeprom.h>     // knihovna pro praci s eeprom

#define ENABLE_HI    PORTC|=(1<<PORTC5) // log. 1 na pin ENABLE
#define ENABLE_LO    PORTC&=~(1<<PORTC5) // log. 0 na pin ENABLE

unsigned char EEMEM E_kod [16] = {"fg186SDf9324wk96"}; // pole s kodem v eeprom
unsigned char kod [16]; // pole s kodem v RAM
unsigned char kod2 [16]; // pole s kodem v RAM
unsigned char ukazatel = 0; // ukazatel pro praci s polem
unsigned char stop = 0; // stopka
unsigned char kontrola = 0;

void uPinit(void)
{
    // Crystal Oscillator division factor: 8
    clock_prescale_set(clock_div_8);

    // Input/Output Ports initialization
    // Port B initialization
    // Func7=In Func6=In Func5=In Func4=In Func3=In Func2=In Func1=In Func0=In
    // State7=P State6=P State5=P State4=P State3=P State2=P State1=P State0=P
    PORTB=0xFF;
    DDRB=0x00;

    // Port C initialization
    // Func6=In Func5=Out Func4=In Func3=In Func2=In Func1=In Func0=In
    // State6=P State5=0 State4=P State3=P State2=P State1=P State0=P
    PORTC=0x5F;
    DDRC=0x20;

    // Port D initialization
    // Func7=In Func6=In Func5=In Func4=In Func3=In Func2=In Func1=In Func0=In
    // State7=P State6=P State5=P State4=P State3=P State2=P State1=P State0=P
    PORTD=0xFF;
    DDRD=0x00;

    // USART initialization
    // Communication Parameters: 8 Data, 1 Stop, No Parity
    // USART Receiver: On
    // USART Transmitter: On
    // USART0 Mode: Asynchronous
    // USART Baud Rate: 9600 (Double Speed Mode)
    UCSRA=0x02;
    UCSRB=0x98;
    UCSRC=0x06;
    UBRR0H=0x00;
    UBRR0L=0x0C;

    // Analog Comparator initialization
    // Analog Comparator: Off
    // Analog Comparator Input Capture by Timer/Counter 1: Off
    ACSR=0x80;
    ADCSRB=0x00;
}
```

```

DIDR1=0x00;

// ADC initialization
// ADC Clock frequency: 7,813 kHz
// ADC Voltage Reference: Int., cap. on AREF
// ADC Auto Trigger Source: ADC Stopped
// Only the 8 most significant bits of
// the AD conversion result are used
// Digital input buffers on ADC0: Off, ADC1: On, ADC2: On, ADC3: On
// ADC4: On, ADC5: On
DIDR0=0x01;
ADMUX=0xE0;
ADCSRA=0x87;
}
// odeslani znaku po aszchronni lince
void send(unsigned char data)
{
    while(!(UCSR0A&(1<<UDRE0))); // ceka dokud neni odeslany predchozi znak
    UDR0=data;                    // posle znak
}

void posli_kod2(void)
{
    send(0x02);                    // posli startovaci znak
    for(unsigned char i=0;i<16;i++) // posli znak po znaku
    {
        send(kod2[i]);
    }
}

void reciev(unsigned char data)
{
    if(data==0x02)                 // kdyz prijde startovaci znak
    {
        ukazatel=0;                // vznuluj ukazatel
        stop=0;                    // start A/D konverze
        ADCSRA|=0x40;
    }
    // je aktivni stopka? neshoduje se znak?
    else if (stop||(kod[ukazatel]!=data))
    {
        stop=1;                    // aktivuj stopku
    }
    else
    {
        ukazatel++;                // inkrementuj ukazatel
        if(ukazatel==16)           // pokud prisel cely kod spravne
        {
            stop=1;                // aktivuj stopku
            kontrola=1;            // odesli kod2
        }
    }
}
// zjistení napeti akumulátoru
unsigned char zjisti_napeti(void)
{
    // ceka na dokončení A/D konverze
    while ((ADCSRA & 0x10)==0);
    ADCSRA|=0x10;                  // schod flag
}

```



```
    unsigned char data = ADCH; // uloz hodnotu
    return(data);             // vrat hodnotu
}
// preruseni pri prijati dat
ISR (USART__RX_vect)
{
    if((UCSR0A&((1<<FE0)|(1<<DOR0)|(1<<UPE0)))==0) // kontrola prijatych dat
    {
        unsigned char data = UDR0;           // uloz prijata data
        reciev(data);
    }
}

int main(void)
{
    uPinit();

    for (unsigned char i=0; i<16; i++)       // nacte kod z pameti eeprom
    {
        kod[i] = eeprom_read_byte(i);
        kod2[i] = (kod[i]|0x80);
    }

    // Global enable interrupts
    sei();

    ENABLE_HI;

    while(1)
    {
        if (kontrola)                       // pokud prisel kod
        {
            kod2[15]=zjisti_napeti(); // zjisti napeti a uloz do kod2
            posli_kod2();               // posli kod2
            kontrola=0;                 // vynuluj promenu
            _delay_us(100)
            posli_kod2();               // posli kod2
            _delay_us(100)
            posli_kod2();               // posli kod2
        }
    }
}
```

Příloha č. 8 - Program přenosného modulu

```

// program

#include <avr/io.h>           // zakladni knihovna
#include <avr/power.h>       // nastaveni processoru
#include <avr/interrupt.h>   // knihovna preruseni
#include <avr/eeprom.h>     // knihovna pro praci s eeprom

#define F_CPU 1000000       // frekvence procesoru
#include <util/delay.h>     // knihovna prazdnych instrukci

#define ENABLE_HI PORTC|=(1<<PORTC5) // log. 1 na pin ENABLE
#define ENABLE_LO PORTC&=~(1<<PORTC5) // log. 0 na pin ENABLE
#define LED_ON_P PORTC&=~(1<<PORTC2) // rozsvit LED aku prijimace
#define LED_OFF_P PORTC|=(1<<PORTC2) // zhasni LED aku prijimace
#define LED_ON_V PORTC&=~(1<<PORTC3) // rozsvit LED aku vysilace
#define LED_OFF_V PORTC|=(1<<PORTC3) // zhasni LED aku vysilace
#define LED_ON_S PORTC&=~(1<<PORTC4) // rozsvit LED signalu
#define LED_OFF_S PORTC|=(1<<PORTC4) // zhasni LED signalu
#define BUT_1 !(PIND&(1<<PD5)) // stav tlacitka 1
#define BUT_2 !(PIND&(1<<PD7)) // stav tlacitka 2
#define BUT_3 !(PIND&(1<<PD6)) // stav tlacitka 3
#define BUT_4 !(PINB&(1<<PB0)) // stav tlacitka 4

unsigned char EEMEM E_kod4 [16] = {"fg186SDf9324wk99"}; // pole s kodem v eeprom
unsigned char EEMEM E_kod3 [16] = {"fg186SDf9324wk98"}; // pole s kodem v eeprom
unsigned char EEMEM E_kod2 [16] = {"fg186SDf9324wk97"}; // pole s kodem v eeprom
unsigned char EEMEM E_kod1 [16] = {"fg186SDf9324wk96"}; // pole s kodem v eeprom
unsigned char kod [16]; // pole s kodem v RAM
unsigned char kod2 [16]; // pole s kodem2 v RAM
unsigned char ukazatel = 0; // ukazatel pole
unsigned char stop = 0; // stopka
unsigned char V_Bat = 0; // stav aku vysilace
unsigned char P_Bat = 0; // stav aku prijimace
unsigned char bat = 0;
unsigned char prisel = 0;

void uPinit(void)
{
    // Crystal Oscillator division factor: 8
    clock_prescale_set(clock_div_8);

    // Input/Output Ports initialization
    // Port B initialization
    // Func7=In Func6=In Func5=In Func4=In Func3=In Func2=In Func1=In Func0=In
    // State7=P State6=P State5=P State4=P State3=P State2=P State1=P State0=P
    PORTB=0xFF;
    DDRB=0x00;

    // Port C initialization
    // Func6=In Func5=Out Func4=Out Func3=Out Func2=Out Func1=In Func0=In
    // State6=P State5=0 State4=1 State3=1 State2=1 State1=P State0=P
    PORTC=0x5F;
    DDRC=0x3C;

    // Port D initialization
    // Func7=In Func6=In Func5=In Func4=In Func3=In Func2=In Func1=In Func0=In
    // State7=P State6=P State5=P State4=P State3=P State2=P State1=P State0=P
    PORTD=0xFF;

```

```
DDRD=0x00;

// Timer/Counter 1 initialization
// Clock source: System Clock
// Clock value: 15,625 kHz
// Mode: Normal top=0xFFFF
// OC1A output: Discon.
// OC1B output: Discon.
// Noise Canceler: Off
// Input Capture on Falling Edge
// Timer1 Overflow Interrupt: On
// Input Capture Interrupt: Off
// Compare A Match Interrupt: Off
// Compare B Match Interrupt: Off
TCCR1A=0x00;
TCCR1B=0x03;
TCNT1H=0x00;
TCNT1L=0x00;
ICR1H=0x00;
ICR1L=0x00;
OCR1AH=0x00;
OCR1AL=0x00;
OCR1BH=0x00;
OCR1BL=0x00;

// Timer/Counter 1 Interrupt(s) initialization
TIMSK1=0x01;

// USART initialization
// Communication Parameters: 8 Data, 1 Stop, No Parity
// USART Receiver: On
// USART Transmitter: On
// USART0 Mode: Asynchronous
// USART Baud Rate: 9600 (Double Speed Mode)
UCSR0A=0x02;
UCSR0B=0x98;
UCSR0C=0x06;
UBRR0H=0x00;
UBRR0L=0x0C;

// Analog Comparator initialization
// Analog Comparator: Off
// Analog Comparator Input Capture by Timer/Counter 1: Off
ACSR=0x80;
ADCSRB=0x00;
DIDR1=0x00;

// ADC initialization
// ADC Clock frequency: 7,813 kHz
// ADC Voltage Reference: Int., cap. on AREF
// ADC Auto Trigger Source: ADC Stopped
// Only the 8 most significant bits of
// the AD conversion result are used
// Digital input buffers on ADC0: Off, ADC1: On, ADC2: On, ADC3: On
// ADC4: On, ADC5: On
DIDR0=0x01;
ADMUX=0xE0;
ADCSRA=0x87;
}
// odeslani znaku po aszchronni lince
```

```
void send(unsigned char data)
{
    while(!(UCSR0A&(1<<UDRE0))); // ceka dokud neni odeslany predchozi znak
    UDR0=data; // posli znak
}

void posli_kod(void)
{
    send(0x02); // posli startovaci znak
    for(unsigned char i=0;i<16;i++) // posli znak po znaku
    {
        send(kod[i]);
    }
}

void reciev(unsigned char data)
{
    if(data==0x02) // kdyz prijde startovaci znak
    {
        ukazatel=0; // vznuluje ukazatel
        stop=0; // vypni stopku
    }
    else if (ukazatel==15) // kdyz prijde cely kod
    {
        V_Bat=data; // uloz stav aku vysilace
    }
    // je aktivni stopka? znak nesouhlasi?
    else if (stop||(kod2[ukazatel]!=data))
    {
        stop=1; // aktivuj stopku
        LED_OFF_S; // zhasni LED signalu
    }
    else
    {
        ukazatel++; // inkrementuje ukazatel
        if(ukazatel==15) // prisel cely kod spravne?
        {
            stop=1; // aktivuj stopku
            LED_ON_S; // rozsvit LED signalu
            prisel=1; // aktivuj promenu prisel
        }
    }
}

// zjistení napeti aku
unsigned char zjisti_napeti(void)
{
    // cekej na konec konverze A/D prevodniku
    while ((ADCSRA & 0x10)==0);
    ADCSRA|=0x10; // vynuluj flag
    unsigned char data = ADCH; // uloz stav
    return(data); // vrat stav
}

// vyhodnocení stavu aku
void stav_bat(void)
{
    if(!prisel) // pokud neprisel kod
        V_Bat=255; // zmen hodnotu
    prisel=0; // vynuluj promenu prisel
    switch (bat)
    {
```

```

    case 0:
        bat++;
        if (V_Bat<174)
            LED_ON_V;
        if (P_Bat<174)
            LED_ON_P;
        break;
    default:
        bat=0;
        LED_OFF_V;
        LED_OFF_P;
    }
}
// signalizace zablikanim
void zablikej(void)
{
    LED_ON_S;
    _delay_ms(100);
    LED_OFF_S;
    _delay_ms(100);
    LED_ON_S;
    _delay_ms(100);
    LED_OFF_S;
}
// preruseni pri prijeti dat
ISR (USART_RX_vect)
{
    if((UCSR0A&((1<<FE0)|(1<<DOR0)|(1<<UPE0)))==0) // kontrola prijatych dat
    {
        unsigned char data = UDR0;           // uloz prijata data
        reciev(data);                         // vrat prijata data
    }
}
// preruseni pri pretecení citace
ISR (TIMER1_OVF_vect)
{
    TCNT1=(0xFFFF-15625); // nastav hodnotu citace
    ADCSRA|=0x40;         // start A/D konverze
    stav_bat();           // zavolej fci stav_bat
    P_Bat=zjisti_napeti(); // zjisti napeti prijimace
    LED_ON_S;             // rozsvit LED signalu
    posli_kod();          // zavolej fci posli_kod
    LED_OFF_S;           // zhasni LED signalu
}

int main(void)
{
    uPinit();

    for (unsigned char i=0; i<16; i++) // nacti kod z pameti eeprom
    {
        kod[i] = eeprom_read_byte(i);
        kod2[i] = (kod[i]|0x80);
    }

    zablikej();

    // Global enable interrupts
    sei();
}

```

```
ENABLE_HI;

while(1)
{
    if(BUT_1) // stisknuto tlacitko?
    {
        TCNT1=(0xFFFF-15625); // nastav hodnotu citace
        for (unsigned char i=0; i<16; i++)// nacti kod z pameti eeprom
        {
            kod[i] = eeprom_read_byte(i);
            kod2[i] = (kod[i]|0x80);
        }
        zablikej();
    }
    if(BUT_2) // stisknuto tlacitko?
    {
        TCNT1=(0xFFFF-15625); // nastav hodnotu citace
        for (unsigned char i=0; i<16; i++)// nacti kod z pameti eeprom
        {
            kod[i] = eeprom_read_byte(i+16);
            kod2[i] = (kod[i]|0x80);
        }
        zablikej();
    }
    if(BUT_3) // stisknuto tlacitko?
    {
        TCNT1=(0xFFFF-15625); // nastav hodnotu citace
        for (unsigned char i=0; i<16; i++)// nacti kod z pameti eeprom
        {
            kod[i] = eeprom_read_byte(i+32);
            kod2[i] = (kod[i]|0x80);
        }
        zablikej();
    }
    if(BUT_4) // stisknuto tlacitko?
    {
        TCNT1=(0xFFFF-15625); // nastav hodnotu citace
        for (unsigned char i=0; i<16; i++)// nacti kod z pameti eeprom
        {
            kod[i] = eeprom_read_byte(i+48);
            kod2[i] = (kod[i]|0x80);
        }
        zablikej();
    }
}
}
```