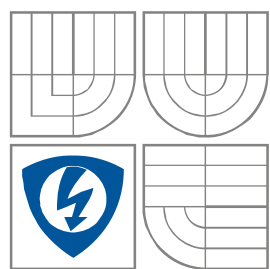


VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A KOMUNIKAČNÍCH
TECHNOLOGIÍ
ÚSTAV MIKROELEKTRONIKY

FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND
COMMUNICATION
DEPARTMENT OF MICROELECTRONICS

KONSTRUKCE GSM MOTOALARMU THE CONSTRUCTION OF GSM MOTORCYCLE ALARM SYSTEM

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

Martin Rulc

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. Pavel Šteffan, Ph.D.

BRNO 2008

Licenční smlouva poskytovaná k výkonu práva užít školní dílo

uzavřená mezi smluvními stranami:

1. Pan/paní

Jméno a příjmení: Martin Rulc
Bytem: Prachovice, U Sokolovny 176, 538 04
Narozen/a (datum a místo): 17. 4. 1985, Pardubice

(dále jen „autor“)

a

2. Vysoké učení technické v Brně

Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií
se sídlem Údolní 244/53, 602 00 Brno
jejímž jménem jedná na základě písemného pověření děkanem fakulty:
Prof. Ing. Radimír Vrba, CSc.
(dále jen „nabyvatel“)

Čl. 1

Specifikace školního díla

1. Předmětem této smlouvy je vysokoškolská kvalifikační práce (VŠKP):
- ☐ disertační práce
 - ☐ diplomová práce
 - ☒ bakalářská práce
 - ☐ jiná práce, jejíž druh je specifikován jako
- (dále jen VŠKP nebo dílo)

Název VŠKP: Konstrukce GSM motoalarmu
Vedoucí/ školitel VŠKP: Ing. Pavel Šteffan, Ph.D.
Ústav: Ústav mikroelektroniky
Datum obhajoby VŠKP:

VŠKP odevzdal autor nabyvateli v:

- ☒ tištěné formě – počet exemplářů 2
- ☒ elektronické formě – počet exemplářů 2

-
2. Autor prohlašuje, že vytvořil samostatnou vlastní tvůrčí činností dílo shora popsané a specifikované. Autor dále prohlašuje, že při zpracovávání díla se sám nedostal do rozporu s autorským zákonem a předpisy souvisejícími a že je dílo dílem původním.
 3. Dílo je chráněno jako dílo dle autorského zákona v platném znění.
 4. Autor potvrzuje, že listinná a elektronická verze díla je identická.

Článek 2

Udělení licenčního oprávnění

1. Autor touto smlouvou poskytuje nabyvateli oprávnění (licenci) k výkonu práva uvedené dílo nevýdělečně užít, archivovat a zpřístupnit ke studijním, výukovým a výzkumným účelům včetně pořizování výpisů, opisů a rozmnoženin.
2. Licence je poskytována celosvětově, pro celou dobu trvání autorských a majetkových práv k dílu.
3. Autor souhlasí se zveřejněním díla v databázi přístupné v mezinárodní síti
 - ☒ ihned po uzavření této smlouvy
 - ☐ 1 rok po uzavření této smlouvy
 - ☐ 3 roky po uzavření této smlouvy
 - ☐ 5 let po uzavření této smlouvy
 - ☐ 10 let po uzavření této smlouvy(z důvodu utajení v něm obsažených informací)
4. Nevýdělečné zveřejňování díla nabyvatelem v souladu s ustanovením § 47b zákona č. 111/ 1998 Sb., v platném znění, nevyžaduje licenci a nabyvatel je k němu povinen a oprávněn ze zákona.

Článek 3

Závěrečná ustanovení

1. Smlouva je sepsána ve třech vyhotoveních s platností originálu, přičemž po jednom vyhotovení obdrží autor a nabyvatel, další vyhotovení je vloženo do VŠKP.
2. Vztahy mezi smluvními stranami vzniklé a neupravené touto smlouvou se řídí autorským zákonem, občanským zákoníkem, vysokoškolským zákonem, zákonem o archivnictví, v platném znění a popř. dalšími právními předpisy.
3. Licenční smlouva byla uzavřena na základě svobodné a pravé vůle smluvních stran, s plným porozuměním jejímu textu i důsledkům, nikoliv v tísní a za nápadně nevýhodných podmínek.
4. Licenční smlouva nabývá platnosti a účinnosti dnem jejího podpisu oběma smluvními stranami.

V Brně dne: 29. 5. 2008

.....
Nabyvatel

.....
Autor

ABSTRAKT

Předkládaná práce se zabývá návrhem a realizací GSM motoalarmu sloužícího jako zabezpečovací systém pro motocykl. Základním zaměřením práce je návrh zabezpečovacího zařízení s ohledem na nízkou spotřebu zařízení během režimu hlídání. Navržené zařízení disponuje především poplachovým vstupem, GSM modulem a sirénou.

ABSTRACT

This work deals with system design and implementation of GSM motorcycle alarm system serving as alarm system for motorcycle. The general aim is system design of alarm device with reference to low power drain in during the period mode monitoring. The alarm device has got above all alarm input, GSM module and horn.

Klíčová slova:

GSM, zabezpečovací systém, nízká spotřeba

Keywords:

GSM, alarm system, low power

Bibliografická citace:

RULC, M. *GSM Motoalarm*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, 2008. 49 s., 16 s. příloh. Vedoucí semestrální práce Ing. Pavel Šteffan, Ph.D.

Prohlášení autora o původnosti díla:

Prohlašuji, že tuto vysokoškolskou kvalifikační práci na téma Konstrukce GSM motoalarmu 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 tohoto projektu 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 29. 5. 2008

.....
podpis autora

Poděkování:

Děkuji vedoucímu diplomové práce Ing. Pavlu Šteffanovi, Ph.D. za účinnou metodickou, pedagogickou a odbornou pomoc a další cenné rady při zpracování mé bakalářské práce.

V Brně dne 29. 5. 2008

POPISNÝ SOUBOR ZÁVEREČNÉ PRÁCE

Autor:	Martin Rulc
Název závěrečné práce:	Konstrukce GSM motoalarmu
Název závěrečné práce ENG:	The construction of GSM motorcycle alarm system
Anotace závěrečné práce:	Předkládaná práce se zabývá návrhem a realizací GSM motoalarmu sloužícího jako zabezpečovací systém pro motocykl. Základním zaměřením práce je návrh zabezpečovacího zařízení s ohledem na nízkou spotřebu zařízení během režimu hlídání. Navržené zařízení disponuje především poplachovým vstupem, GSM modulem a sirénou
Anotace závěrečné práce ENG:	This work deals with system design and implementation of GSM motorcycle alarm system serving as alarm system for motorcycle. The general aim is system design of alarm device with reference to low power drain in during the period mode monitoring. The alarm device has got above all alarm input, GSM module and horn.
Klíčová slova:	GSM, zabezpečovací systém, nízká spotřeba
Klíčová slova ENG:	GSM, alarm system, low power
Typ závěrečné práce:	bakalářská
Datový formát elektronické verze:	GSM_alarm.pdf
Jazyk závěrečné práce:	český
Přidělovaný titul:	Bc.
Vedoucí závěrečné práce:	Ing. Pavel Šteffan, Ph.D.
Škola:	Vysoké učení technické v Brně
Fakulta:	Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií
Ústav:	Ústav mikroelektroniky
Studijní program:	Elektrotechnika, elektronika, komunikační a řídicí technika
Studijní obor:	Mikroelektronika a technologie

OBSAH

1	ÚVOD	- 8 -
2	HLAVNÍ SOUČÁSTI GSM MOTOALARMU	- 9 -
2.1	PROCESOR:	- 9 -
2.2	DÁLKOVÉ OVLÁDÁNÍ:	- 11 -
2.3	NAPÁJECÍ ZDROJ:.....	- 12 -
2.4	GSM MODUL:	- 14 -
2.5	NÁKLONOVÝ SNÍMAČ:	- 15 -
2.6	POPLACHOVÁ SIRÉNA:.....	- 16 -
3	PROGRAMOVÉ VYBAVENÍ PROCESORU	- 18 -
3.1	TVORBA PROGRAMU PRO PROCESOR.....	- 19 -
3.1.1	Vývojový diagram programu	- 20 -
3.2	KOMUNIKACE S GSM MODULE.....	- 23 -
3.2.1	Formát vysílaných a přijímaných AT příkazů.....	- 24 -
3.2.2	Ovládání GSM modulu procesorem.....	- 26 -
3.3	NASTAVENÍ ŘÍDÍCÍCH REGISTRŮ MIKROPROCESORU ATMEL 89S52.....	- 27 -
3.3.1	Nastavení registru SCON	- 27 -
3.3.2	Nastavení registru IE.....	- 29 -
3.3.3	Nastavení registru IP	- 30 -
4	NAVRŽENÝ HARDWARE.....	- 31 -
4.1	NÁVRH DÁLKOVÉ OVLÁDÁNÍ	- 32 -
4.2	NÁVRH NAPÁJECÍHO ZDROJE GSM MOTOALARMU	- 36 -
4.3	NÁVRH SENZORU NÁKLONU:.....	- 38 -
4.4	NÁVRH PROCESOROVÉ DESKY	- 40 -
4.5	NÁVRH REDUKCE NA PŘIPOJENÍ GSM MODULU.....	- 41 -
4.6	POPIS FUNKCE ZAŘÍZENÍ	- 42 -
5	ZÁVĚR	- 45 -
6	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	- 46 -
7	SEZNAM ZKRATEK A PŘÍLOH	- 48 -
7.1	SEZNAM ZKRATEK:	- 48 -
7.2	SEZNAM PŘÍLOH:.....	- 49 -
7.3	OBSAH PŘILOŽENÉHO CD:.....	- 49 -
8	PŘÍLOHY.....	- 50 -

1 Úvod

Celý se svět se potýká se stále častějšími krádeži nejen automobilů ale i motocyklů. Například v členských zemích Evropské unie je každoročně odcizeno přibližně 1,2 miliónu vozidel, což představuje škody přesahující 15 miliard eur. V roce 2006 bylo jen v České republice odcizeno 20996 motorových vozidel (20175 dvoustopých vozidel a 821 jednostopých vozidel) Zaměříme-li se na jednostopá vozidla tak objasněnost krádeží je jen 23%. Každým rokem ale objasněnost krádeží jednostopých vozidel klesá, např. v roce 2005 bylo objasněno 24,5% krádeží. [5]

V dnešní době není nikterak jednoduché zabezpečit motocykl proti krádeži. I když je mnoho způsobů jak mechanického tak elektrického zabezpečení od sériově montovaných zámků řízení přes klasické lanové nebo řetězové zámkové až po zámkové kotoučů a tajných vypínačů zapalování, jednoduchých alarmů, imobilizérů až po zařízení, které při zařazení druhého rychlostního stupně vypne motor, jestliže se před jízdou nepřepnul tajný vypínač. Ovšem všechna tato zařízení mají velkou nevýhodu. Majitel motocyklu není nijak informován o tom, že se jeho stroj někdo pokouší odcizit, a tím pádem nemůže ani začít v tu správnou dobu po něm pátrat, což má často za následek, že motocykl někdo ukryje, a v příhodnou dobu například rozmontuje na náhradní díly. Naší snahou je ovšem začít pátrání ihned poté co s motocyklem někdo začal dělat něco nekalého.

Proto jsem se rozhodl navrhnout GSM motoalarm, který nebude finančně příliš nákladný a jeho instalace a obsluha bude více jak jednoduchá. Tento motoalarm by měl nejenom zloději znepříjemnit krádež upozorněním hlasité sirény, odpojením startovacího nebo zapalovacího okruhu motocyklu, ale v neposlední řadě upozornit majitele na to, že s jeho „miláčkem“ není něco v pořádku.

Aby bylo možno použít alarm v motocyklu, je zapotřebí co nejnižší proudová spotřeba tohoto zařízení. Jde o to, že k nastartování potřebujeme, aby byl akumulátor nabit na cca $\frac{3}{4}$ své jmenovité kapacity. Je zapotřebí dosáhnout, aby alarm měl spotřebu okolo jedné ampérhodiny za čtrnáct dní, což představuje úbytek okolo $\frac{1}{10}$ jmenovité kapacity akumulátoru motocyklu. S tímto požadavkem bude alarm pracovat minimálně měsíc, aniž by se akumulátor musel dobíjet.

2 Hlavní součásti GSM motoalarmu

Pro stavbu GSM motoalarmu je zapotřebí několika prvků, které budou obstarávat jeho správnou funkci. Základním prvkem je mikroprocesor, který obstarává komunikaci s hardwarovým GSM modemem, vyhodnocuje poplachový vstup, ovládá relé a zpracovává signály z dálkového ovládání.

Pro komunikaci s GSM modemem jsou použity AT příkazy, které jsou definovány výrobcem modemu. S jejich pomocí lze kompletně ovládat GSM modem.

Pro napájení zařízení je zapotřebí použít vhodný stabilizovaný zdroj, který bude napájen z akumulátoru motocyklu. Základním požadavkem je, aby alarm bylo možno provozovat co nejdéle bez nutnosti dobíjet akumulátor. Při úvaze, že úbytek kapacity akumulátoru motocyklu má být do 1 Ah za čtrnáct dní, je zapotřebí dosáhnout klidového odběru během hlídání ≤ 3 mA. Vychází to z jednoduchého výpočtu.

$$I_{\max} = \frac{1 \text{ Ah}}{\text{pocet dni} \cdot 24 \text{ h}} = \frac{1 \text{ Ah}}{14 \cdot 24 \text{ h}} = 2,97 \text{ mA} \quad (1)$$

Poplachový snímač je potřeba použít co nejvhodnější pro motocykl, nejen s ohledem na vyvolání náhodného poplachu tak i s ohledem na bezpečnost.

2.1 Procesor:

Pro danou aplikaci jsem zvolil procesor Atmel řady x51, ale i více typů procesorů by jistě bylo schopno splnit moje nároky. Např. PIC i Atmel jsou cenově zhruba stejně dostupné, ale s programováním mám zkušenosti pouze u Atmelu a jeho instrukční soubor v assembleru se mi zdá lepší. Program není primitivně jednoduchý, ale myslím, že v jazyce C by to nebylo velké ulehčení, proto budu procesor programovat v assembleru. Níže jsou popsány parametry obou uvažovaných procesorů.

Procesory PIC (Microchip):

Jedná se o jednočipový mikroprocesor. V jednom pouzdře je procesor, paměť dat a programu, porty a různá zajímavá vylepšení. Jako např. přídatná paměť na data typu EEPROM, A/D Převodník, vstup RTCC - tento vstup dokáže přičítat jedničku po každém impulsu a to nezávisle na PIC procesoru. Sice registr RTCC je osmibitový, ale můžete programově předřadit předděličku a nastavit dělicí poměr. Stačí pustit WDT timer (programově) a čas plyne. Pokud program včas nevynuluje tento registr, tak se provede inicializace obvodu. Jinak si programově můžeme nastavit k tomuto registru WDT předděličku a nastavovat dělicí poměr. Toto se běžné používá k hlídání, aby nedošlo k zacyklení programu díky třeba rušivým signálům na vstupu PICu.

Procesory ATMEL:

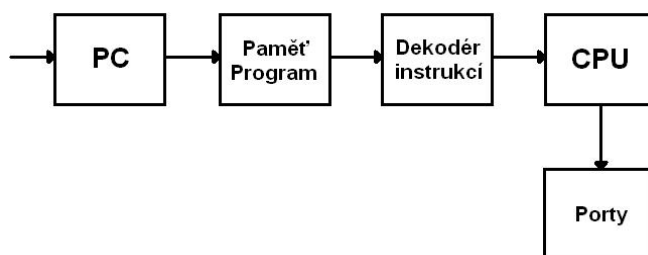
Mikroprocesory řady C52 jsou oblíbeny a rozšířeny mezi mnoha výrobci. Maximální kmitočet je 33MHz. Vyrábí se v pouzdře DIL, PLCC až po malá pouzdra TQFP. Atmel

vyrábí 80C52 s pamětí 8 kB, náš program bude mít velikost něco málo přes 750 B, takže paměti bude více než mnoho. Paměť je programovatelná několikrát EPROM. Dále obsahuje paměť EEPROM pro uchování konstant, má rozšířenou vnitřní paměť RAM na 8x 256b, což je pro naši aplikaci více než dostačující, 8 nebo 10bitový A/D převodník obvykle s osmikanálovým analogovým multiplexerem, rozšířené vstupně/vstupní brány, komparační a záchytný systém.

Jádro 8052:

- 8bitový jednočipový mikroprocesor
- oddělená datová a programová paměť
- na čipu je umístěn CPU, který je vnitřní datovou sběrnicí spojen s pamětí RAM o kapacitě 128bytů a se 4 vstupně/výstupními bránami P0 až P3
- P0 až P3 zajišťují připojení procesoru s vnějšími periferiemi
- chceme-li připojit další procesor (nebo musíme-li), jsou zde řídicí signály pro správu vnější programové (PSEN) nebo datové (WR,RD) paměti
- programová i datová paměť mohou mít až 64kB
- procesor je vybaven řadičem přerušení (2 externí, 3 z časovačů a od sériového kanálu)
- čítače, které usnadňují časování, jsou 16bitové s hodinovým signálem odvozeným z interního generátoru hodin nebo vstupy T0 a T1
- pro styk s ostatními nadřazenými počítači nebo pro spolupráci s jinými procesory je vybaven duplexním (obousměrným) sériovým řadičem

Princip činnosti procesoru:



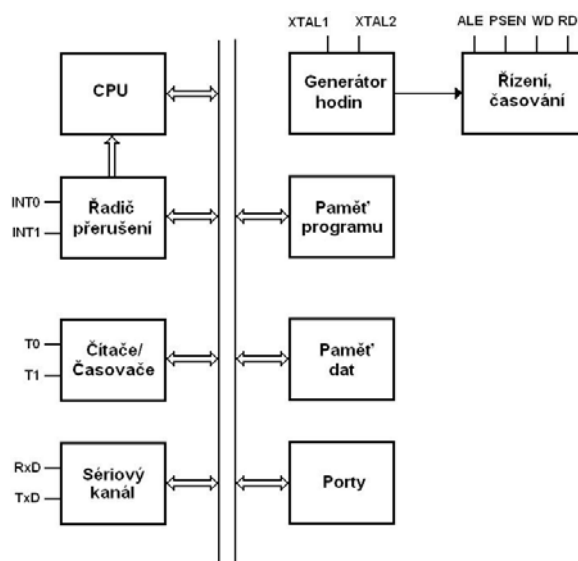
Obr. 1: Princip činnosti procesoru

PC - Programový čítač - je to registr, do kterého se nastaví adresa instrukce, kterou chceme vykonávat.

Paměť programu - Z paměti programu se vybere instrukce, která se dekoduje v dekodéru instrukcí. Dekodér instrukcí předá řídicí jednotce CPU povel, jak má být instrukce provedena.

Řídicí jednotka komunikuje s porty.

Blokové schéma procesoru:



Obr. 2: Blokové schéma procesoru

Mikroprocesor má oddělenou paměť programu a paměť dat. Na čipu je umístěná jednotka CPU, která je sběrnici propojena s pamětí programu. Řadič přerušení zpracovává 6 zdrojů přerušení: 2 vnější, 3 přerušení od čítače časovače a přerušení od sériového kanálu.

2.2 Dálkové ovládání:

Dálkové ovládání slouží k aktivaci a deaktivaci alarmu. Dále jej lze použít pro funkci dálkového startu. Dnes je většinou dálkové ovládání založeno na přenosu signálu pomocí optického spojení nebo vysokofrekvenčního spojení. Optické spojení je založeno na infrapřenosu. Tento přenos informací se většinou používá pro ovládání televizí a zařízení tohoto typu. Pro účely dálkového ovládání alarmů, různých vrat, a celkově systémů, které slouží k zabezpečení majetku je využíváno většinou V_f přenosu. Je to z důvodu toho, že pro přenos informací pomocí vysokofrekvenční technologie většinou není problém s tím, že se vysílač a přijímač musí nacházet v dohledu, lépe řečeno signál projde i přes zeď. V dnešní době je možnost využívat podle ČTÚ [6] několik nespecifikovaných stanic sloužících pro tyto účely. Jejich parametry jsou uvedeny v tabulce 3.1.

Tab. 1: Technické parametry stanic

Kmitočtové pásmo	Vyzářený výkon, popř. intenzita magnetického pole
6765 – 6795 kHz	42 dB μ A/m/10m
13,553 – 13,567 MHz	42 dB μ A/m/10m
26,957 – 27,283 MHz	42 dB μ A/m/10m nebo 10 mW e.r.p.
40,660 – 40,700 MHz	10 mW e.r.p.
138,200 – 138,450 MHz	10 mW e.r.p.
433,050 – 434,790 MHz	10 mW e.r.p.
868,000 – 868,600 MHz	25 mW e.r.p.

Pro naše účely využijeme v dálkovém ovládní hybridních modulů na volné frekvenci 433,92 MHz. Tyto moduly obvykle využívají amplitudovou nebo frekvenční modulaci.

AM modulace je méně odolná proti rušení. Zejména impulsní rušení, které vzniká při spínání spotřebičů nebo v nedokonalé odrušené tyristorové regulaci, může způsobit větší chybovost přenosu. Systém s AM modulací dosahuje nižších přenosových rychlostí typicky do 2400 bit/s. Výhodou je nízká cena modulů, lze přenášet data kódem, který obsahuje stejnosměrnou složku. U modulů pracujících s AM modulací se nejčastěji používá pro přenos digitálních dat On/Off klíčováním vysílače. Prakticky se u vysílače zapíná a vypíná nosná vlna logickým signálem. Na přijímací straně se opět detekuje přítomnost nebo nepřítomnost nosné a podle toho se nastavuje výstupní logická úroveň. V nabídce jsou však i typy, které lze řídit analogově a tedy spojitě modulovat nosnou vlnu. Tento typ zařízení je určen především pro nenáročný přenos dat malou rychlostí.

FM modulace dosahuje vyšší spolehlivosti přenosu. Je prakticky odolná proti impulsnímu rušení. Dosahuje se také vyšších přenosových rychlostí (až 48000 bit/s) než u systémů s AM modulací. Hlavní nevýhodou je částečná nemožnost přenášet data kódem, který obsahuje stejnosměrnou složku. Cena modulů je také vysoká.

2.3 Napájecí zdroj:

Celé zařízení bude napájeno z akumulátoru motocyklu, který bývá většinou olověný uzavřený (bezúdržbový) o jmenovitém napětí 12,6 V. Akumulátory pro motocykly jsou obvykle montovány o kapacitách okolo 10 Ah. Tato kapacita bohatě postačí pro nastartování motoru, ale s dlouhodobým napájením jakéhokoliv elektronického prvku při vypnutém motoru (akumulátor není dobíjen) se nepočítá.

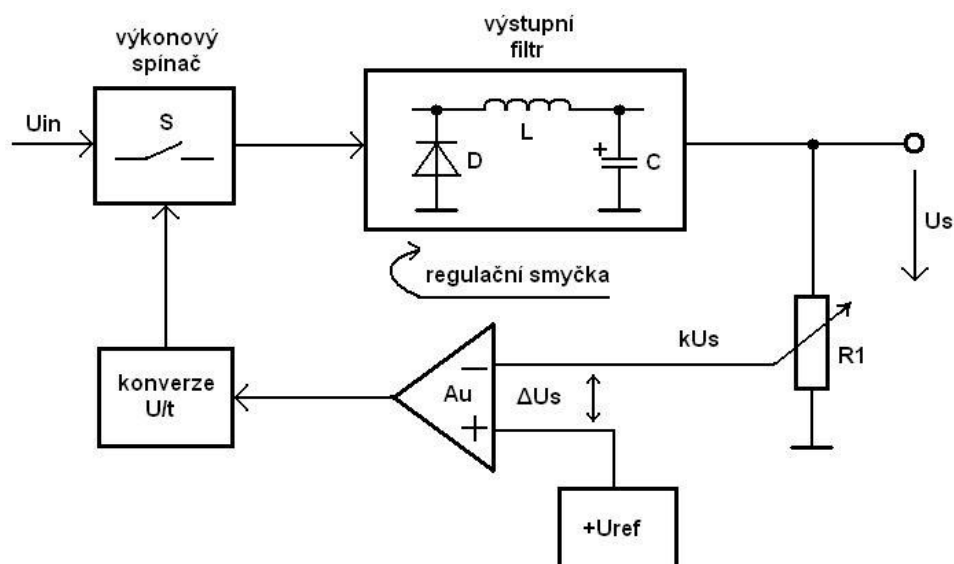
Z tohoto důvodu je zapotřebí co nejmenšího odběru režimu hlídání. Nabízí se dvě možné varianty zdrojů. Lze použít zdroj lineární a spínaný.

Rozdíl mezi těmito verzemi zdrojů je především ve způsobu používání výkonového regulačního členu. Ve spínaných zdrojích je výkonový člen zatěžován impulsně. Je střídavě spínán a rozpínán. Využívají se výhody impulsního režimu daného prvku. V impulsním režimu může být odebíraný impulsní výkon podstatně větší, než jaký je možné odebírat v lineárním režimu s použitím stejného výkonového prvku. Spínané zdroje mají svoje přednosti ale i nedostatky.

Největší výhodou u spínaných zdrojů je jejich vysoká účinnost (většinou okolo 90%). Ta je dána tím, že výkonový prvek pracuje ve spínacím režimu, je mnohem méně tepelně namáhán, tudíž nevyžádá tolik tepla, které je u zdrojů neztrátovější složkou. Spínané zdroje jsou výhodné tam, kde je velký rozdíl mezi vstupním a výstupním napětím.

Mezi hlavní nevýhody spínaných zdrojů patří jejich pomalejší reakce výstupního napětí na změny zatěžovacího proudu. Při požadavku malého zvlnění se musí uvažovat vliv impulsního charakteru zdroje. Vysoká frekvence spínání bývá zdrojem rušivých signálů.

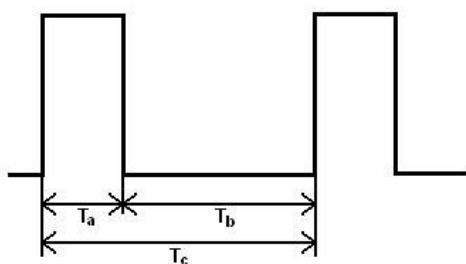
Vyrábí se tři základní typy spínaných zdrojů. AC – DC snižující, DC – DC zvyšující a DC – DC snižující. V našem případě bude použit snižující DC – DC.



Obr. 3: Blokové schéma spínaného zdroje

Na blokovém schématu je znázorněna funkce spínaného zdroje a jeho regulace. Vstupní napětí U_{in} je přivedeno na spínací prvek (obvykle výkonový tranzistor). Ten spíná napětí s frekvencí a střídou danou v konvertoru U/t , která je dána zpětnovazební smyčkou, v které jsou zapojeny zdroj referenčního napětí, dělič napětí a napěťový komparátor. Na výstupu ze spínače musí být umístěn LC filtr. Jeho princip použití je v tom, že veškerá energie odebraná měničem v aktivním pracovním cyklu je akumulována. V pasivním intervalu, kdy je tranzistor rozpojen, je zátěž napájena energií, která je akumulována filtrem.

Podstata regulace spočívá v řízení vzájemných časových relací aktivního T_a a pasivního T_b intervalu pracovního cyklu. Celý pracovní cyklus se pak označuje T_c .



Obr. 4: Časový průběh řídicího signálu pro spínací prvek

Pracovní cyklus T_c může být ovládán těmito způsoby:

- Konstantní interval T_a a proměnná perioda T_c
- Konstantní interval T_b a proměnná perioda T_c
- Proměnný poměr intervalů T_a/T_b , konstantní T_c (PWM regulace)

2.4 GSM modul:

Pro bezdrátový přenos informace z alarmu k uživateli je využit GSM modul. Jeho aplikace je nezbytně nutná pro informování uživatele na dálku. Pomocí GSM sítě lze informovat například prozvoněním nebo zasláním varovné zprávy o narušení objektu v našem případě motocyklu.

Pro funkci GSM modulu lze využít jakýkoliv GSM mobil, který má systémový konektor a možnost ovládání AT příkazy. Ovšem z hlediska kvality přístroje je lepší použít některý z GSM modulů pro profesionální použití.

Při výběru GSM modulu byly důležité pouze některé základní parametry. Mezi tyto parametry patří kompatibilita se všemi českými operátory, možnost ovládat modul pomocí základní sady AT příkazů a samozřejmě provedení modulu, myšleno ve směru jednoduché montáže a minimálních rozměrů.

Na českém trhu je k dostání několik desítek těchto modulů od výrobců, jako je například SIEMENS, MOTOROLA, TELIT a další.

Pro danou aplikaci jsem použil GSM modul od italské společnosti Telit Communications S.p.A., konkrétně typ GM862-GUAD. Rozhodl jsem se pro něj z důvodu, že pro moji aplikaci dostačují jeho parametry, a jeho příznivé ceny (cca 800kč).

Tento modul pracuje ve všech běžně používaných frekvenčních pásmech GSM sítě, lze jej hardwarově zapínat, vypínání může probíhat jak hardwarově tak softwarově, lze s ním komunikovat pomocí sériové komunikace s využitím základní sady AT příkazů. Mezi jeho další přednosti patří jeho rozměry a možnost připojení pomocí konektoru MOLEX 52991-050, což je konektor SMD, prostřednictvím tohoto konektoru je modul napájen, jeho další piny slouží pro sériovou linku, zapínání a vypínání modulu, hlasové funkce atd. Připojení antény k tomuto modulu je možné pomocí konektoru MMCX female, který je umístěn na 50 Ohm koaxiálním kabelu.

Tab. 2: Základní technické parametry modulu GM862-QUAD [23]

Parametr	Hodnota	Jednotka
Rozměry	43,9 x 43,9 x 6,9	mm
Napájecí napětí	3,4 až 4,2	V
Proudový odběr	peak 950	mA
Proudový odběr vysílání GSM	250,5	mA
Proudový odběr příjem GSM	224,1	mA
Rychlost sériového portu	4800 až 115200	Bd
GSM pásma	850, 900, 1800, 1900	MHz
Vysílaný Vf výkon	peak 2	W
Připojení SIM karty	Přímo v modulu	-
Hmotnost	19	g
Pracovní teplota	-30 až 80	°C



Obr. 5: GSM modul TELIT GM862-QUAD

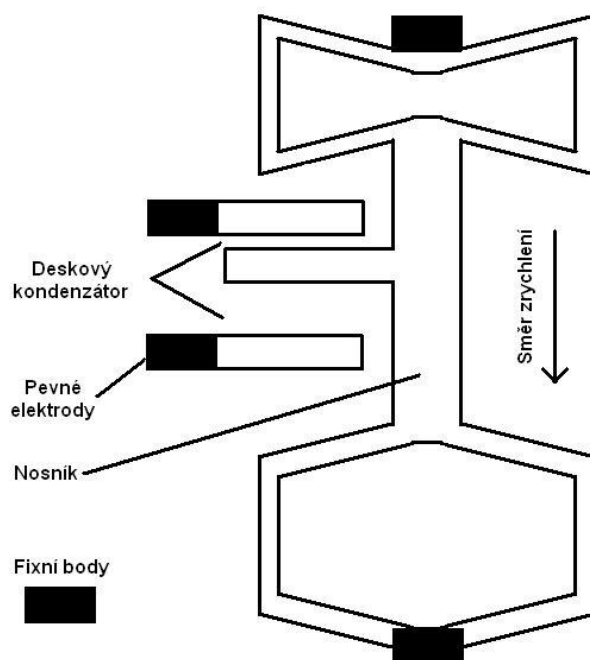
2.5 Náklonový snímač:

Pro zjištění, zdali se s motocyklem děje něco nepřipustného je zapotřebí použít náklonového nebo otřesového čidla. Při použití otřesového čidla ovšem může nastat situace, že bude vyvolán poplach například průjezdem velkého nákladního auta.

Proto připadá v úvahu použití senzoru náklonu. Pro senzor náklonu lze použít obyčejného náklonového snímače pracujícím pouze na kontaktním principu (např. rtuťového náklonového snímače, jazýčkových kontaktů relé atd.), nebo bezkontaktního snímače (např. akcelerometru ve statickém režimu).

Při použití senzoru náklonu na principu spínače může nastat situace, že časem kontakty zoxidují atp. proto je jejich použití nevhodné, použití rtuťového snímače je též nevhodné z důvodu, že rtuť je zdraví nebezpečná a v případě nehody by mola způsobit životu nebezpečnou situaci. Proto jako senzor náklonu byl vybrán akcelerometr, který bude sloužit jako nejlepší varianta pohybového čidla.

Akcelerometr funguje na jednoduchém fyzikálním principu. Je v něm použito tří elektrod. Dvě elektrody jsou umístěny pevně a třetí elektroda se pohybuje mezi nimi. Tato elektroda je zavěšena na direktivních pružinkách a při zrychlování, či zpomalování se mění kapacita mezi elektrodami.



Obr. 6: Princip funkce měřiče zrychlení

Akcelerometry se vyrábějí v provedení jednoosé, dvouosé a tříosé. Pro zjištění náklonu stačí pouze využití jedné osy náklonu. Těchto akcelerometrů je na trhu několik typů. Ovšem většina z nich je pro nás nepoužitelná, z důvodu dosti velké vlastní spotřeby. Hlavními výrobci akcelerometrů jsou zahraniční firmy MSI, Analog Devices a Freescale. První dva výrobci vyrábí akcelerometry s nejnižší vlastní spotřebou 1 mA, což je pro účel minimální spotřeby nepřijatelné. Proto byl vybrán akcelerometr od firmy Freescale, který má vlastní spotřebu pouze 0,5 mA.

2.6 Poplachová siréna:

Alarm je vhodné mít vybaven poplachovou sirénou, která upozorňuje nejbližší okolí motocyklu nato, že se motocyklem někdo pokouší neoprávněně manipulovat. Jeto jeden z nejjednodušších způsobů jak odradit zloděje od lupu.

Na českém trhu je několik druhů sirén, z nichž lze vybrat tu správnou. Tyto sirény lze rozdělit podle provedení na dvě skupiny.

První z nich je magnetodynamická siréna. Základem této sirény je kmitající cívka vložená pohyblivě v konstantním magnetickém poli a pevně spojená s membránou. Tato cívka se pohybuje v souladu se změnou protékajícího proudu, tím je rozkmitávána membrána a generován akustický tón. Tyto sirény jsou využívány z důvodu velkého odběru (řádově okolo 1,5 A) spíše v alarmech automobilových. Tyto sirény při svém odběru běžně dosahují akustického výkonu okolo 120 dB.

Druhým typem jsou sirény piezoelektrické. Jejich základem je piezoelektrický krystal. Tento krystal je deformován působením elektrického pole, při této deformaci se prohýbá i nosný materiál, na kterém je krystal nanesen a je generován akustický tón. Piezoelektrické sirény mají odběr při akustickém výkonu okolo 115 dB cca 300 mA.

Jak již bylo uvedeno výše, pro motoalarm je vhodné použít sirénu piezoelektrickou. Při výběru sirény bylo nalezeno několik vhodných kandidátů. Při porovnání poměru cena x výkon, byla vybrána siréna KPE-1600. Tuto sirénu montují výrobci alarmů jak do motoalarmů tak do autoalarmů.

Tab. 3: Parametry sirény KPE-1600

Parametr	Hodnota	Jednotka
Napájení	12	V
Odběr	250	mA
Generovaná frekvence	2,5	kHz
Akustický výkon	119	dB
Rozměry	54,5x53	mm



Obr. 7: Siréna KPE-1600

3 Programové vybavení procesoru

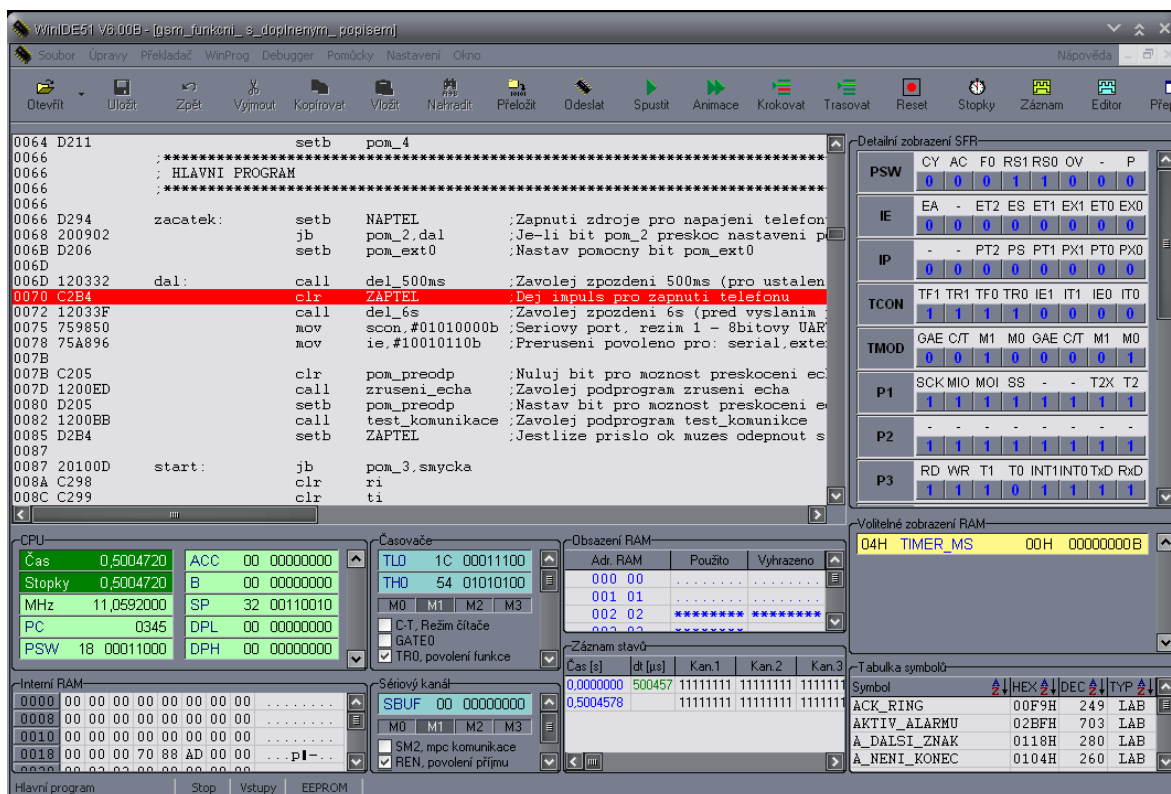
Programování procesoru Atmel 89S52 je možné pomocí obyčejného assembleru nebo pomocí vyšších programovacích jazyků jako je například C, C++ atd.

Pro programování procesoru jsem vybral programování pomocí assembleru. Program lze potom psát například v textovém souboru, potom je zapotřebí program přeložit do strojového (respektive IntelHex) kódu. Pro překlad je zapotřebí použít překladač například Asm51, který na svých stránkách nabízí zdarma ke stažení přímo firma Atmel.

Ovšem výhodnější je programování ve Vývojovém prostředí, které integruje všechny potřebné programové moduly, počínaje editorem kódu, přes překladač až po debugger. Existuje několik druhů programů ať již komerčních tak nekomerčních, které všechny tyto náležitosti obsahují. Například mezi nejznámější patří ze zahraničních KEIL μ Vision, μ Scope a z českých μ CpuEdit a WinIDE51.

Já jsem vybral programování ve WinIDE51. Toto vývojové prostředí obsahuje nejenom editor kódu, překladač a debugger, ale i praktické pomůcky pro nastavování a definování jednotlivých obsahů SFR, výpočet zpožďovací smyčky a převod mezi jednotlivými číselnými systémy.

Při programování jsem nejvíce ocenil debugger, kde je možné jednoduše nasimulovat vytvořený program. V debuggeru je možné sledovat obsahy všech registrů SFR, dále s jeho pomocí zřetelně vidíme, v jaké logické úrovni jsou jednotlivé brány i s časem změny jejich úrovně. Další užitečná pomůcka je, že všechny obsahy SFR lze jednoduše měnit při krokování (simulaci) programu.



Obr. 8: Ukázka programu WinIDE51 – prostředí debuggeru

Vlastní program do procesoru je nahráván pomocí SPI sériové linky, na rozdíl od procesorů označených xxCxx, které se programují paralelně. Programování pomocí SPI je mnohem pohodlnější z důvodu, že při ladění programu lze nahrávat program do procesoru přímo v aplikaci pomocí tří signálových vodičů, které vedou signály SCK (hodiny), MOSI (vstup), MISO (výstup).

3.1 Tvorba programu pro procesor

Nejdříve je zapotřebí, uvědomit si, jak má vlastně program fungovat a co od něj požadujeme.

Je zapotřebí, aby byl program napsán tak, že bude komunikovat s GSM modulem po sériové lince, během režimu hlídání je zapotřebí, aby zařízení mělo, co nejmenší spotřebu to lze dosáhnout tím, že procesor uvedeme do Power Down módu. Tento mód lze opustit dvěma způsoby, buď že procesor resetujeme, nebo aktivujeme vstup vnějšího přerušení. V našem případě je zvolen způsob, že úsporný režim opustíme aktivací vnějšího vstupu. Procesor obsahuje dva citlivé vstupy pro vnější přerušení. Jeden z nich je použit na dálkové ovládání, a druhý z nich je použit na vyvolání poplachu.

Při vyvolání poplachu je sepnuto napájení GSM modulu, které je během režimu hlídání vypnuto, je sepnuto relé odpojení startéru, a je aktivován sériový přenos dat do GSM modulu. Pomocí sériové komunikace jsou odeslány příkazy potřebné pro prozvánění prvních čtyř čísel uložených na SIM kartě. Jsou-li všechna čísla prozvoněna, je ještě odeslán příkaz pro odeslání SMS, která je uložena prvním místě SIM. Po ukončení těchto úkonů zůstane GSM modul zapnutý. Vypnout jej lze opětovnou aktivací či deaktivací alarmu.

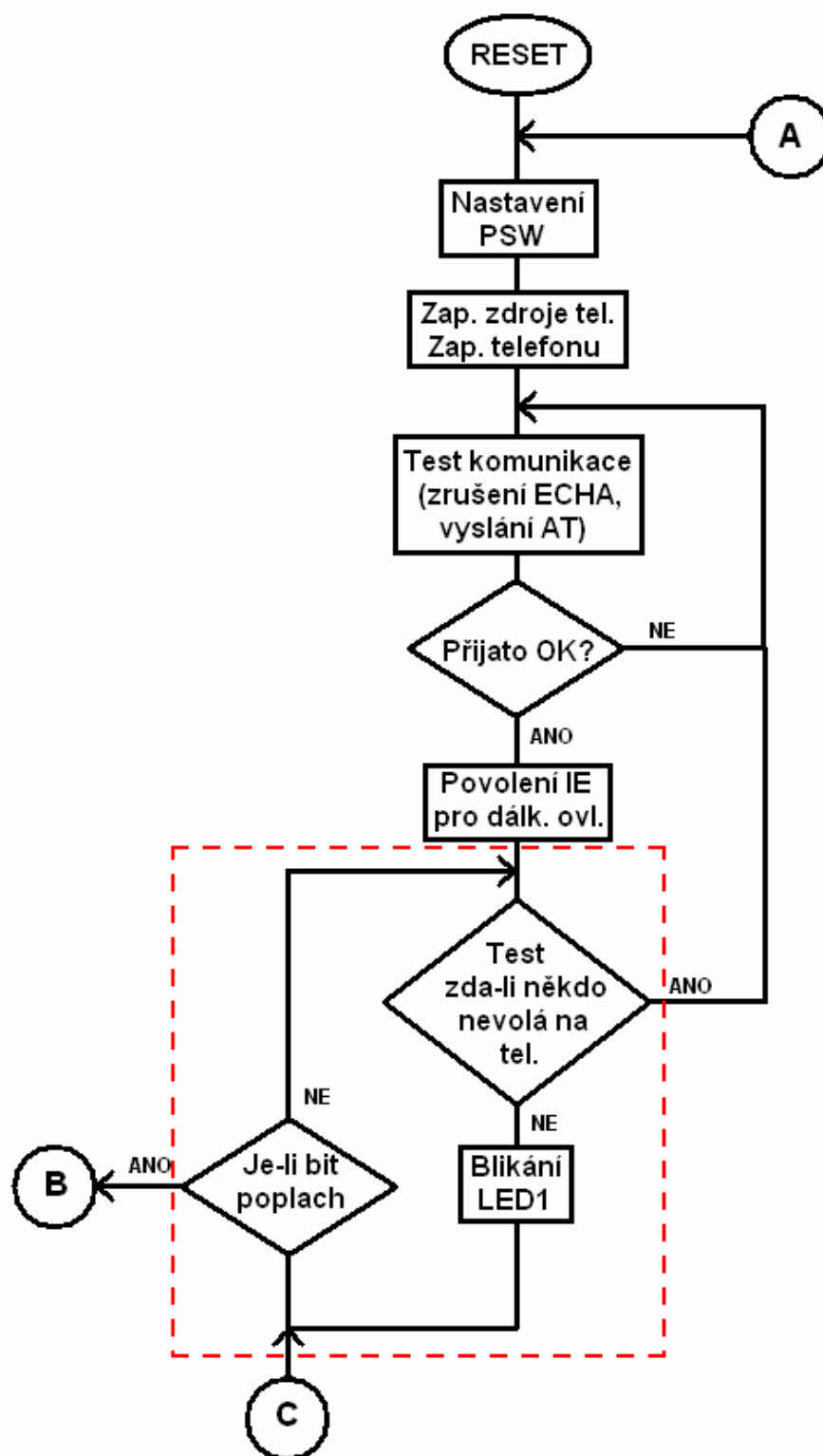
Pro zjednodušení programování byl vytvořen vývojový diagram programu, který je znázorněn na obrázcích 9, 10 a 11.

Na prvním z nich je zobrazen běh hlavní smyčky programu s nastavením registrů pro obsluhu sériové linky, nastavení zdrojů přerušení a podobně. Při běhu hlavní smyčky programu je možné vyvolat externí přerušení od citlivého vstupu $\overline{INT1}$. Ve vývojovém diagramu je naznačena oblast, kde je možné vyvolat toto přerušení, červeným šrafováním. Dále je možné vyvolat přerušení od citlivého vstupu $\overline{INT0}$, toto přerušení se nejdříve musí povolit pomocí dálkového ovladače.

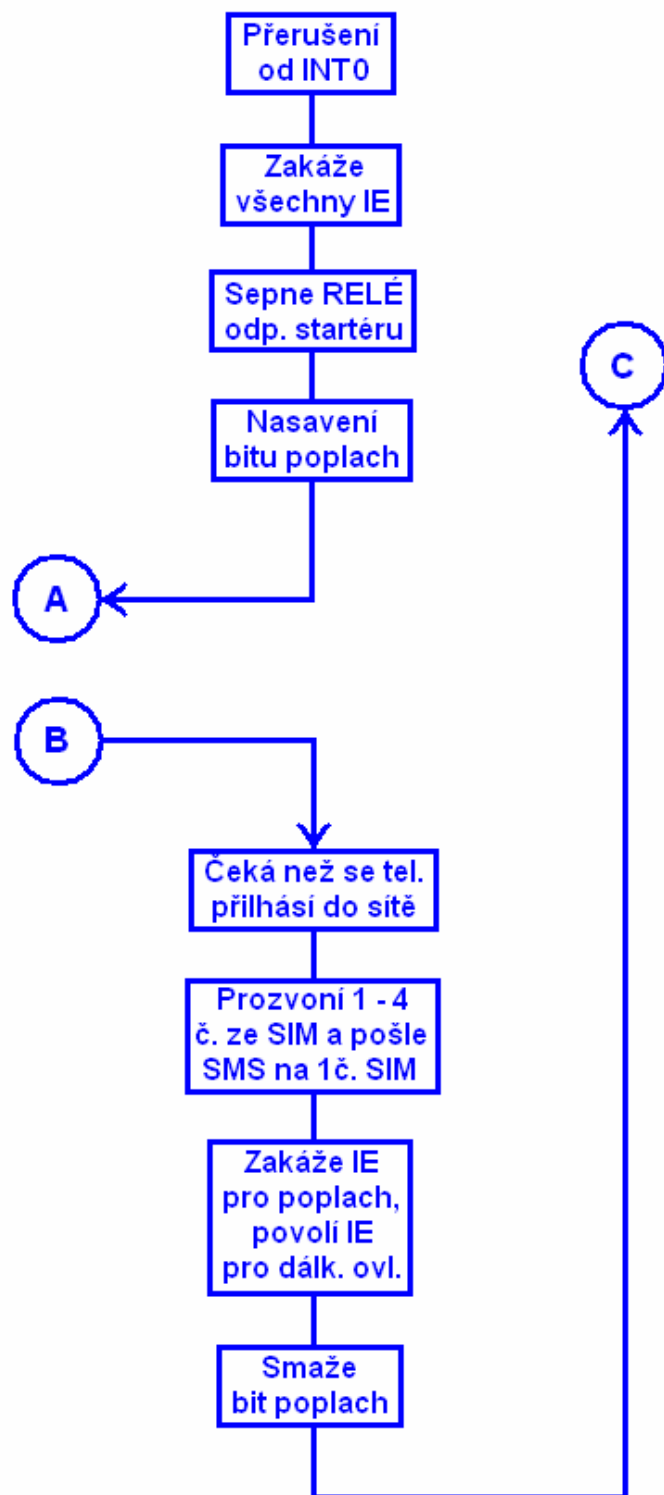
Na druhém vývojovém diagramu je přerušení od $\overline{INT0}$, slouží pro vyvolání poplachu, lépe řečeno pro vyvolání podprogramu `ext_preruseni`, během kterého jsou prozváněna čísla GSM modulem a aktivována poplachová siréna.

Třetí vývojový diagram zobrazuje obsluhu po aktivování přerušení od $\overline{INT1}$. Při běhu tohoto podprogramu je obsluhována rutina dálkového ovladače.

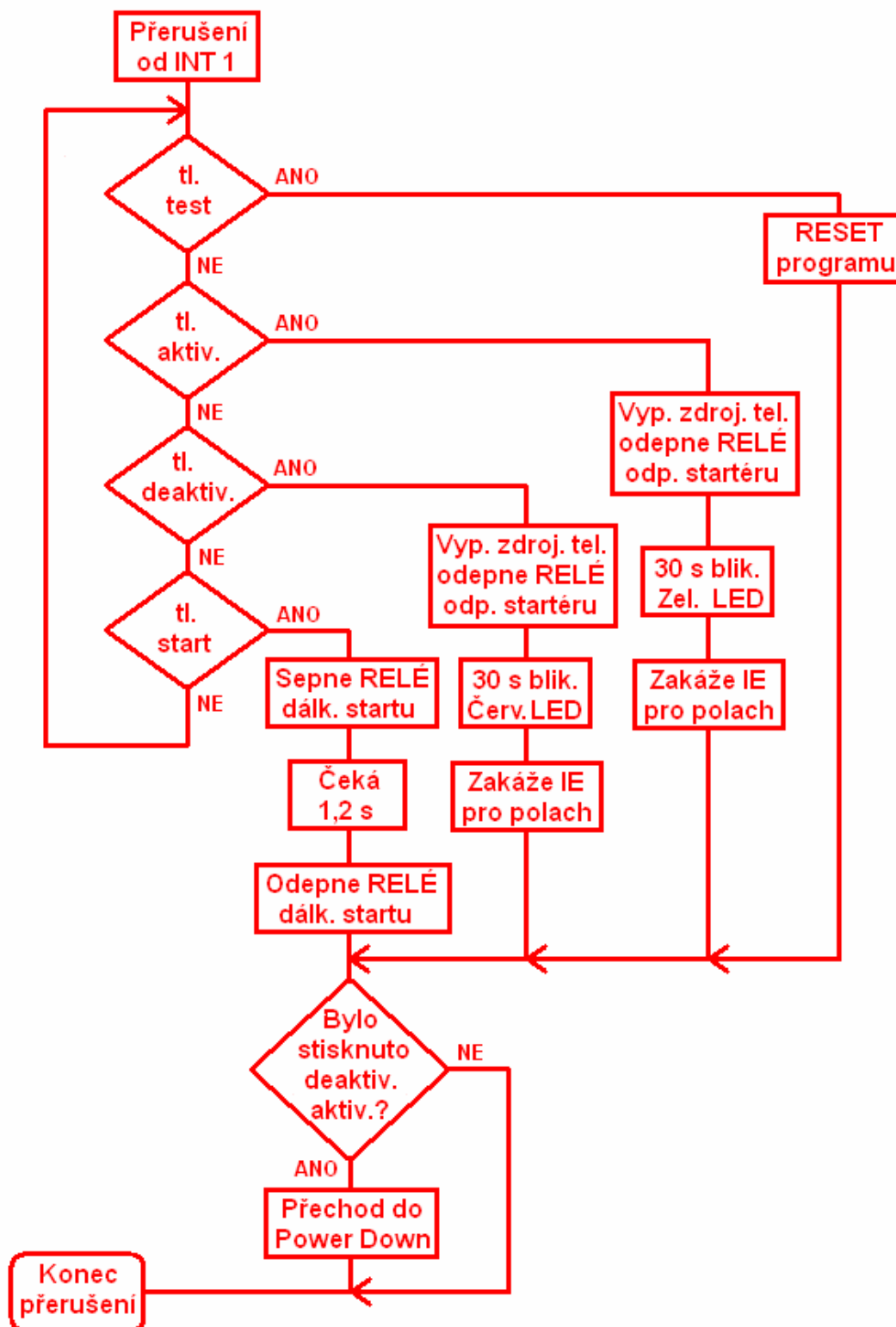
3.1.1 Vývojový diagram programu



Obr. 9: Vývojový diagram – běh hlavního programu



Obr. 10: Vývojový diagram – obsluha přerušení $\overline{INT0}$



Obr. 11: Vývojový diagram – obsluha přerušení $\overline{INT1}$

3.2 Komunikace s GSM modulem

Vlastní komunikace s GSM modulem probíhá pomocí AT příkazů. Tyto příkazy byly původně vyvinuty pro ovládání modemů, ale s příchodem mobilních telefonů se rozšířily i na ně. Nejjednodušším AT příkazem je samotná dvojice příkazů AT. Odpovědí na správně zadaný a provedený příkaz je OK. Zadávání příkazů a odpovědi od modulu jsou popsány v kapitole 3.2.1.

Ne každý výrobce však implementuje kompletní sadu AT příkazů. Některé GSM moduly AT příkazy vůbec nepodporují. U těchto modulů se provádí komunikace v binárním režimu – modem musí být softwarově emulován, což výrazně znesnadňuje implementaci do ovládacího softwaru. AT příkazy jsou ASCII znaky zasílané po lince Tx do GSM modulu. Tyto příkazy mohou mít různý tvar. Odpověď od GSM modulu přichází po lince Rx. AT příkazů je velké množství a je možné je rozdělit do několika skupin viz Tab. 9. Obecně se AT příkaz skládá z uvozujícího slova AT a dále samotného příkazu. AT příkaz musí být zakončen znakem <CR> (0x0Dh) jenž představuje Enter. Podle tohoto znaku modul pozná, že je konec odesílání AT příkazu.

GSM modul má standardně nastaveno tzv. ECHO, což je přeposílání přijatého AT příkazu. Echo lze využít ke kontrole správnosti komunikace s GSM modulem.

Mnou použité AT příkazy jsou pro GSM modul GM862-QUAD a jedná se o sadu GSM 07.07 a GSM 07.05

Tab. 4: Možné skupiny AT příkazů

Typ AT příkazu	Popis AT příkazu	Příklad
Standardní AT příkazy	Základní sada AT příkazů definovaná Pro modemy. Podle ITU-T. ¹⁾	ATA ATD
AT příkazy pro FAX	Tyto AT příkazy jsou používány pro FAX aplikace	AT+FRM AT+FTM
AT příkazy GSM 07.07	Rozšíření základních AT příkazů pro Použití v GSM aplikacích. Definice Podle ETSI. ²⁾	AT+CCLK AT+CSQ
AT příkazy GSM 07.05 pro SMS	Rozšíření AT příkazů o příkazy pracující s SMS. Pokud tyto AT příkazy MT nepodporuje nelze realizovat ovládání pomocí SMS	AT+CMSS AT+CMGD
AT příkazy pro GPRS	AT příkazy pro MT podporující GPRS.	AT+CGAT ATD*98#
AT příkazy GSM 11.14 pro SIM Toolkit aplikace	AT příkazy pro telefony a SMS podporující SIM Toolkit	AT^SSAT AT^SSTGI
Speciální rozšiřující AT příkazy pro GSM moduly TELIT	Speciální příkazy pro moduly TELIT. (mute mikrofону, vypnutí MT...)	AT^SNFM AT^SPIC
Poznámka:		
1) International Telecommunication Union, Telecommunication sector		
2) European Telecommunications Standards Institute		

3.2.1 Formát vysílaných a přijímaných AT příkazů

AT příkazy posílané do GSM modulu jsou zadávány v těchto podobách

Test AT příkazu, zda li GSM modul rozumí příkazu ATx<CR>

Načtení nastavení hodnot z GSM modulu AT+<příkaz>?<CR>

Zápis dat nebo hodnot do GSM modulu AT+<příkaz>=<parametr><CR>

Zkratka AT je začátek příkazu, <příkaz> doplníme podle požadovaného povelu, <parametr> se zadává pouze v případě, požaduje-li to příkaz pro nastavení pro nastavení nebo zápis dat a <CR> je potvrzení příkazu klávesou ENTER. Při komunikaci z mikroprocesoru je potvrzení <CR> nahrazeno znakem 0Dh.

Ukázka posílaných AT příkazů:

(Tučně je naznačení **odesílaný** příkaz do GSM modulu a kurzívou jsou naznačeny *přijímané* znaky z GSM modulu. U odesílaného i přijímaného znaku je též uvedena syntaxe posílání v hexa podle ascii tabulky.)

Povel do modulu:

Příklad:

A T <CR>
41 54 0D

Odpověď od modulu:

<CR><LF> *odpověď od modulu* <CR><LF>

Příklad:

<CR> <LF> *O K* <CR> <LF>
0D 0A 4F 4B 0D 0A

<CR> <LF> *R I N G* <CR> <LF>
0D 0A 52 49 4E 47 0D 0A

<CR> <LF> *B U S Y* <CR> <LF>
0D 0A 42 55 53 59 0D 0A

<CR> <LF> *E R R O R* <CR> <LF>
0D 0A 45 52 52 4F 52 0D 0A

<CR> <LF> *N O C A R R I E R* <CR> <LF>
0D 0A 4E 4F 20 43 41 52 52 49 45 52 0D 0A

Modul posílá tyto zprávy: *OK, NO CARRIER, ERROR, NO DIALTONE, BUSY, CONNECT*. Při příchodím zvonění na mobil, modul posílá na sériový kanál *RING*.

AT – Kontrola komunikace s modulem:

AT<CR>OK

Příklad:

41 54 0D - (AT)
0D 0A 4F 4B 0D 0A - (OK)

A/ – Opakování posledního příkazu:

A/<CR>odpověď podle posledního příkazu

Příklad:

41 2F 0D - (A/)
Odpověď podle posledního příkazu

ATA – Vyzvednutí příchozího hovoru:

ATA<CR>OK

Příklad:

41 54 41 0D - (ATA)
0D 0A 4F 4B 0D 0A - (OK)

ATH – Ukončení hovoru:

ATH<CR>OK

Příklad:

41 54 48 0D - (ATH)
0D 0A 4F 4B 0D 0A - (OK)

ATD – Vytočení telefonního čísla:

ATD<CR>OK

Příklad:

41 54 44 0D - (ATD)
0D 0A 4F 4B 0D 0A - (OK)

Při vytáčení telefonního čísla je zapotřebí určit jaké číslo se má vytáčet. Tudiž je zapotřebí za příkaz ATD napsat ještě číslo, které chceme vytočit. Jsou dvě možnosti určení vytáčeného čísla.

1. Napsat přímo za příkaz volané číslo ATD+420601123456;
2. Napsat za příkaz pozici na SIM, kde je číslo uloženo ATD>1; (číslo 1 reprezentuje první pozici na SIM kartě.

Příklad:

41 54 44 2B 34 32 30 36 30 31 31 32 33 34 35 36 3B 0D
0D 0A 4F 4B 0D 0A
- (ATD+420601123456;)
- (OK)

41 54 44 3E 31 3B 0D - (ATD>1;)
0D 0A 4F 4B 0D 0A - (OK)

AT+CMSS – Odeslání SMS z paměti:

AT+CMSS<CR>OK

Příklad:

41 54 2B 43 4D 53 53 0D - (AT+CMSS)
0D 0A 4F 4B 0D 0A - (OK)

Při odesílání SMS je zapotřebí určit z kolikáté pozice SIM se má SMS odeslat. Tudiž je zapotřebí za příkaz AT+CMSS napsat číslo pozice SMS.

Zápis takového příkazu potom vypadá takto:

Příklad:

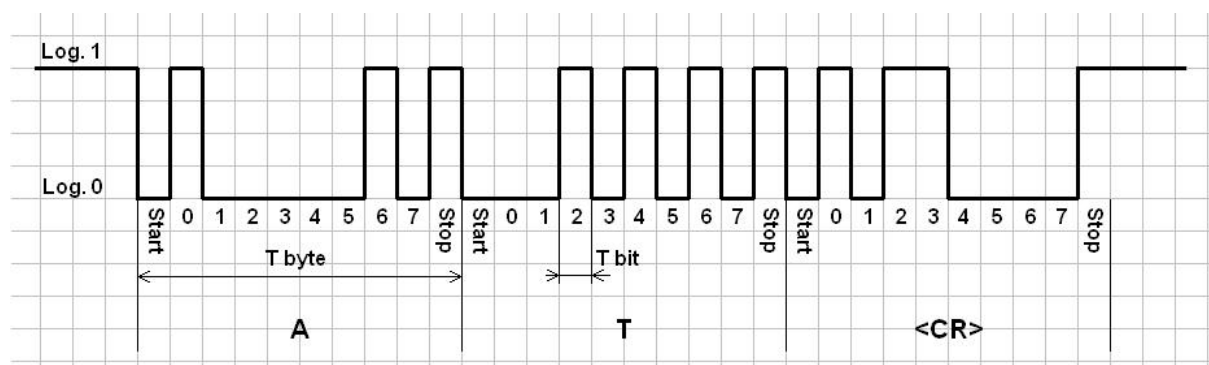
41 54 2B 43 4D 53 53 3D 31 0D - (AT+CMSS=1)
0D 0A 2B 43 4D 53 53 3A 20 31 0D 0A - (+CMSS:1)
0D 0A 4F 4B 0D 0A - (OK)

3.2.2 Ovládání GSM modulu procesorem

Jak již bylo napsáno výše, GSM modul je možné ovládat pomocí AT příkazů. Modul má nastaven sériový port pro vysílání a přijímání dat rychlostí 19200 Bd, modul komunikuje syntaxí, která je tvořena jedním start bitem, osmi datovými bity, které jsou posílány od LSB po MSB a jedním stop bitem, který musí být dlouhý minimálně jeden datový bit. Přenos dalšího slova je opět zahájen start bitem. Jedná se o asynchronní přenos, protože stop bit má definovanou pouze minimální délku, takže může být i mnohem delší. Přenos každého slova je synchronizován a tedy i zahájen startovací sekvencí (start bitem).

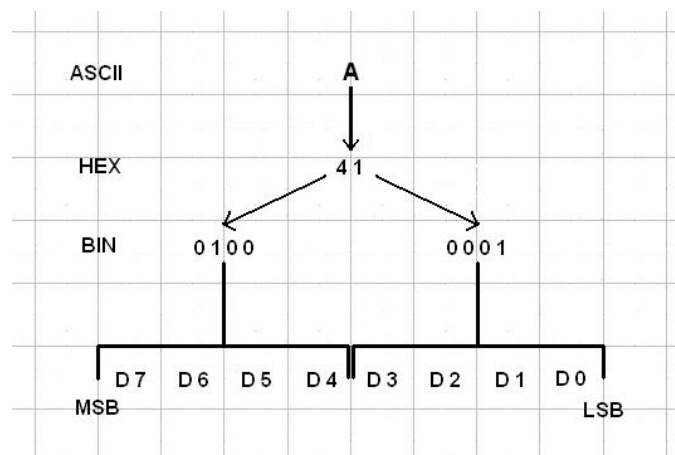
Délka start bitu a datového bitu se určí z požadované rychlosti následovně:

$$Doba\ trvání\ bitu\ (s) = \frac{1}{Baud\ rate} = \frac{1}{19200} = 52,1\ \mu s \quad (3)$$



Obr. 12: Časový průběh odesílání příkazu AT

Vysílaná a přijímaná data jsou kódována tak, že každý byte představuje jeden znak příkazu. Každý znak musíme převést na posloupnost jedniček a nul (D0 až D7). ASCII znak nejdříve převedeme do tvaru HEXa a potom z tvaru HEXa na BIN.



Obr. 13: Příklad převodu znaku z ASCII na BIN

Sled jedniček a nul si dosadíme na místo D0 až D7, doplníme start a stop bity a odešleme do GSM modulu. Toto opakujeme s dalšími znaky AT příkazu.

3.3 Nastavení řídicích registrů mikroprocesoru Atmel 89S52

Pro komunikaci s GSM modulem, jak již bylo napsáno výše, je použita sériová linka. Proto je nutné nastavit v procesoru její rychlost a vybrat mód v jakém bude pracovat.

Procesor s jádrem 89S52 podporuje čtyři režimy sériového kanálu. Řídicím registrem pro nastavení v jaký mód bude použit je registr **SCON**.

3.3.1 Nastavení registru SCON

Tab. 5: Rozložení jednotlivých bitů v registru SCON

7	6	5	4	3	2	1	0
SM0	SM1	SM2	REN	TB8	RB8	TI	RI

TI – Příznak prázdného vysílacího registru – nastavuje se automaticky po odvysílání osmého bitu v módu 0 nebo při zahájení vysílání stopbitu v ostatních módech. Příznak se při přerušení nuluje programově.

RI – Příznak přijatých platných dat se nastaví na konci příjmu osmého bitu v módu 0 nebo uprostřed přijímaného stopbitu v ostatních módech. Nuluje se stejně jako **TI** programově.

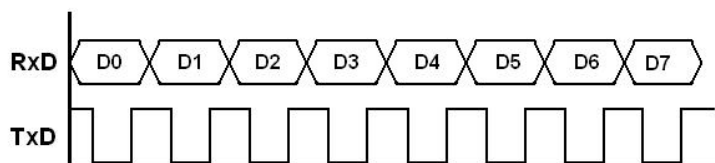
SM2 – Povolení vytvoření víceprocesorové sběrnice v módu 2 a 3. Je-li **SM2** = 1, nenastavuje se při příjmu bit **RI** (nevyvolá se přerušení), jestliže přijatý devátý bit (**RB8**) má hodnotu log. 1. V módu 1 může být **SM2** využit ke kontrole platnosti stopbitu a příjmu dat jenom s platným stopbitem. V módu 0 se **SM2** nevyužívá.

SM0, SM1 – konfigurační bity určující jeden z módů sériového kanálu

Tab. 6: Módy sériového kanálu

Mód	SM0	SM1	Režim	Přenosová rychlost
0	0	0	8 bitový posuvný registr	OSC/12
1	0	1	8 bitový asynchronní přenos	Čítač/časovač 1
2	1	0	9 bitový asynchronní přenos	OSC/64 nebo OSC/32
3	1	1	9 bitový asynchronní přenos	Čítač/časovač 1

Mód 0 – sériová data se vysílají nebo přijímají vstupem P3.0 (**RxD**) synchronně s hodinovým signálem, vysílaným na výstupu P3.1 (**TxD**). Přenášená osmibitová informace se přenáší počínaje bitem s nejnižší váhou. Přenosová rychlost je rovna OSC/12 – při krystalu 12 MHz je tedy 1 bit dlouhý 1 μ s.



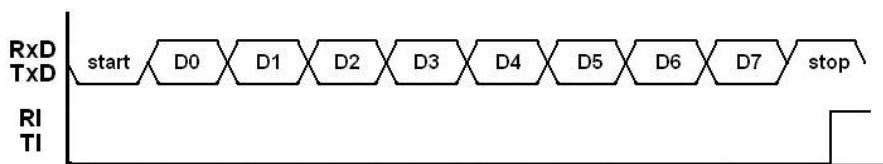
Obr. 14: Mód 0 sériového kanálu

Mód 1 – 8bitový UART. Hodnoty se vysílají výstupem **TxD** a přijímají vstupem **RxD**. První bit je vždy v log. 0 a představuje start bit, po něm následuje 8 datových bitů, počínaje bitem s nejnižší váhou. Poslední bit je vždy v log. 1 a představuje stop bit. Při příjmu se stop bit ukládá do bitu **RB8** v registru **SCON**. Přenosová rychlost je volná a je určena periodou přetečení čítače/časovače 1 a hodnotou bitu **SMOD** v registru **PCON**. Pro přenosovou rychlost je možné, za předpokladu že čítač/časovač 1 pracuje v módu 2, odvodit vztah:

$$\text{Baud Rate} = \frac{1}{T} = \frac{2^{SMOD}}{32} \cdot \frac{f_{osc}}{12 * [256 - (TH1)]} \quad (2)$$

kde TH1 je obsah registru TH1 a f_{osc} je frekvence oscilátoru.

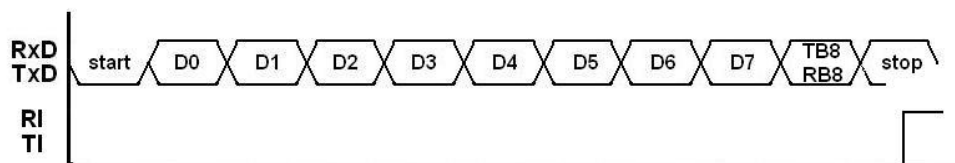
Pro dosažení nízkých přenosových rychlostí se využívá čítač/časovač v módu 1.



Obr. 15: Mód 1 sériového kanálu

Mód 2 – 9bitový UART. Při vysílání je na **TxD** generováno postupně 11 bitů v intervalech daných přenosovou rychlostí, která je podle bitu **SMOD** v **PCON** rovna buď OSC/32 (**SMOD** = 1) nebo OSC/64 (**SMOD** = 0). Je přenášen jeden start bit, 9 datových bitů a jeden stop bit. Devátým vysílaným bitem je bit **TB8** z registru **SCON**. Přijatý devátý bit se ukládá do bitu **RB8** v témž registru. Tento devátý bit může být využit buď jako čistě datový bit nebo může představovat paritní bit.

Hodnotu parity (sudá) získáme z registru příznaků **PSW**, pokud do střadače vložíme přenášenou hodnotu.



Obr. 16: Mód 2 sériového kanálu

Mód 3 – 9bitový UART s programovatelnou přenosovou rychlostí. Vysílání i příjem probíhá stejně jako v módu 2 s tím rozdílem, že přenosová rychlost je určena periodou přetečení čítače/časovače 1 a nastavením bitu **SMOD** v registru **PCON**.

Ve všech čtyřech módech se vysílání spouští instrukcí pracující s **SBUF** jako s cílovým registrem. V módu 0 se příjem spouští podmínkami **RI** = 0 a **REN** = 1 (oba bity v **SCON**), v ostatních módech se příjem spouští příchodem start bitu při **REN** = 1

Pro komunikaci s GSM modulem je použit **Mód 1** (vysílání začíná start bitem, následuje 8 datových bitů a zpráva je ukončena stop bitem), přesně takovou syntaxi zasílání a přijímání dat po sériovém kanálu má modul. GSM modul jak je napsáno výše používá komunikační rychlost 19200 Bd. Pro nastavení komunikační rychlosti je zapotřebí nastavit obsah **TH1**. Výpočet obsahu **TH1** je dán vztahem (2):

$$19200 = \frac{2^1}{32} \cdot \frac{11,0592 \text{ MHz}}{12 \cdot [256 - 3]}$$

3.3.2 Nastavení registru IE

Mikroprocesor s jádrem 89S52 je navržen tak, že po resetu je příjem jakéhokoliv přerušení zakázán. Pokud potřebujeme, aby program na přerušení reagoval, je zapotřebí daný zdroj přerušení povolit. Povolení přerušení je řízeno registrem **IE** (Interrupt Enable).

Jak je z tabulky 12 zřejmé, pokud je zapotřebí zakázat všechny přerušení, stačí vynulovat bit EA. Pro povolení přerušení je třeba **EA** nastavit a dále je nutné nastavit bit odpovídajícího přerušení.

Všechny bity v **IE** jsou adresovatelné, tak lze pohodlně zakazovat / povolovat libovolné přerušení nezávisle na ostatních.

Tab. 7: Rozložení jednotlivých bitů v registru IE

7	6	5	4	3	2	1	0
EA	-	ET2	ES	ET1	EX1	ET0	EX0

EA – Povolení všech přerušení:

EA = 0 přerušovací systém je zablokován

EA = 1 přerušovací systém je povolen

Příjem jednotlivých přerušení je řízen bity ET2 až EX0

ET2 – Povolení přerušení od čítače/časovače 2

ES – Povolení přerušení od sériového kanálu

ET1 – Povolení přerušení od čítače/časovače 1

EX1 – Povolení přerušení od INT1

ET0 – Povolení přerušení od čítače/časovače 0

EX0 – Povolení přerušení od INT0

3.3.3 Nastavení registru IP

Mikroprocesor 89S52 rozlišuje pouze dva stupně priority: nízkou (0) a vysokou (1).

Pro prioritu přerušení platí tyto pravidla:

- obslužný program s nízkou prioritou může být přerušen obsluhou přerušení s vysokou prioritou
- obslužný program přerušení s vysokou prioritou nelze přerušit
- jsou-li aktivována dvě přerušení současně, obslouží se nejdříve přerušení s vysokou prioritou.

Mají-li obě přerušení stejnou prioritu, je rozhodující hardwarově nastavená priorita, která je uvedena v tabulce 14.

Tab. 8: Rozložení jednotlivých bitů v registru IP

7	6	5	4	3	2	1	0
-	-	PT2	PS	PT1	PX1	PT0	PX0

PT2 – Priorita přerušení od čítače/časovače 2

PS – Priorita přerušení od sériového kanálu

PT1 – Priorita přerušení od čítače/časovače 1

PX1 – Priorita přerušení od INT1

PT2 – Priorita přerušení od čítače/časovače 0

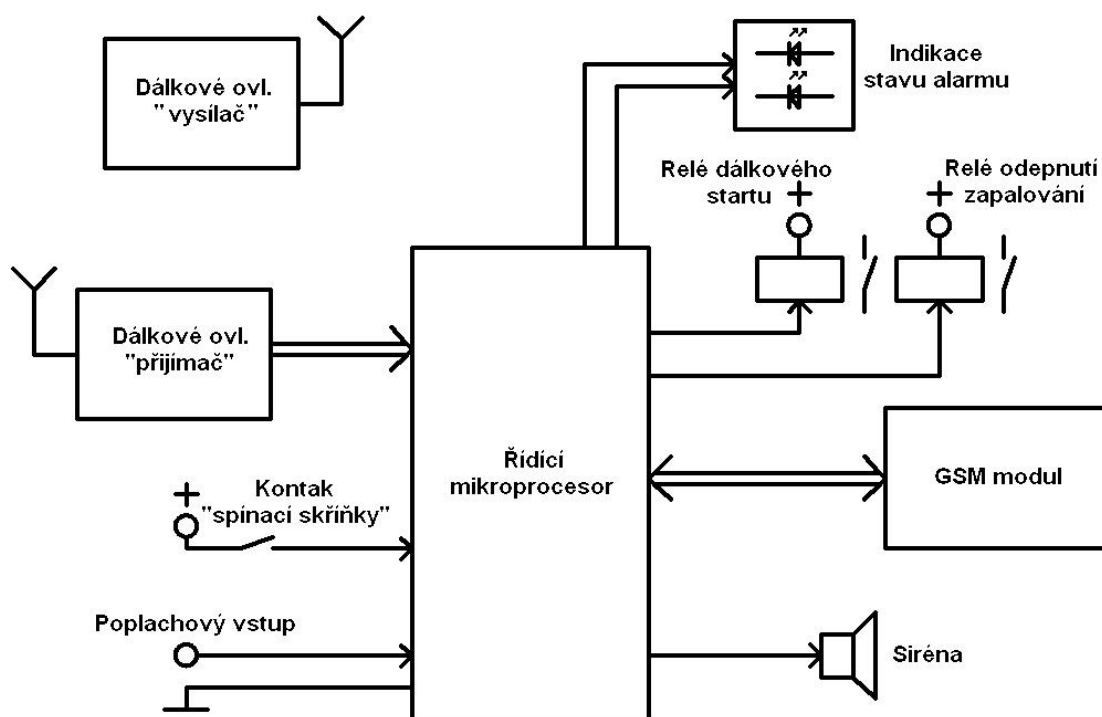
PX0 – Priorita přerušení od INT0

Tab. 9: HW priorita přerušení

Zdroj	HW priorita
INT0	1 (max.)
Čítač/časovač 0	2
INT1	3
Čítač/časovač 1	4
Sériový kanál	5
Čítač/časovač 2	6 (min.)

4 Navržený hardware

GSM motoalarm se skládá z několika částí. Základem zařízení je mikroprocesor, který bude zpracovávat všechny informace. Dalším prvkem alarmu je dálkové ovládání, pomocí kterého lze aktivovat a deaktivovat alarm či sepnout relé, které lze použít ke startu motoru na dálku. Dále je použito náklonové čidlo a obvodové zajištění pro sedadlo, případné kufrý a další příslušenství. Dalším prvkem bude hlasitá siréna, která upozorní okolí na nekalé dění s motocyklem. Posledním prvkem je připojený GSM modul s hardwarovým modemem, který nás upozorní pomocí sítě GSM v případě poplachu.



Obr. 17: Blokové schéma alarmu

V následujících kapitolách je probráno vlastní řešení jednotlivých elektronických obvodů, které jsou použity v motoalarmu.

4.1 Návrh dálkové ovládní

Pro naše účely použijeme z důvodu minimální spotřeby modulace AM. Ta byla vybrána podle [7], kde je porovnání technických parametrů modulů přijímačů italské firmy Telecontrolli. Z parametrů modulů je zřejmé, že kdybychom využívali frekvenční modulace, tak by spotřeba modulu neklesla pod 5 mA při 5 V, což je v našem případě nepřijatelné. Ovšem při použití amplitudové modulace se spotřeba u modulů, které jsou označovány jako nízkospotřebové pohybuje do 0,3 mA při 5 V, což vyhovuje našim požadavkům na minimální spotřebu.

Vysílač dálkového ovládní:

Jak již bylo napsáno výše, k vysílání budeme využívat frekvence 433,92 MHz z volně využitelných nespecifikovaných stanic. Ovšem je velmi nepraktické vysílání jednoduchého kódu například 1010b. Je to z důvodu toho, že kdyby přišel někdo s ovladačem pracujícím též na frekvenci jako náš vysílač, bylo by velmi pravděpodobné, že se mu podaří náš objekt odemknout nebo zamknout. Je zapotřebí použít kódování a posléze v přijímači dekodování vysílané informace.

V dnešní době je na trhu několik integrovaných obvodů, které se přímo vyrábějí pro funkci kódování a dekodování informace dálkových ovladačů. Z nejčastěji používaných je to MC145026, HT12, TRC1300, MM57C200, UM3750, AS2787 a další.

V našem případě bylo zvoleno kódování pomocí obvodu firmy Holtek HT12E z důvodu, že na přijímači straně bude umístěn obvod od stejné firmy s označením HT12D, kterému výrobce garantuje při napájecím napětí 5 V typickou klidovou spotřebu 200 μ A [9], což je nejméně z výše uváděných IO.

Obvod HT12E kóduje podle osmi adresních linek informaci ze čtyř datových linek, které vysílá na sériový výstup. To znamená, že je možné nastavit 2^8 kódů, které bude vysílat (toto se používá z důvodu změny vysílaného kódu vůči jiným kódérům) a použít čtyři vstupní datové informace, v našem případě tlačítka, které bude posílat.

Tab. 10: Technické parametry HT12E [9]

Symbol	Parametr	Podmínky testování		Min.	Typ.	Max.	Jednotka
		V_{DD}	Podmínky				
V_{DD}	Napájecí napětí	-	-	2,4	5	12	V
I_{STB}	Klidový proud	3V	Zastavený oscilátor	-	0,1	1	μ A
		12V		-	2	4	μ A
I_{DD}	Pracovní proud	3V	Bez zátěže, $f_{OSC}=3kHz$	-	40	80	μ A
		12V		-	150	300	μ A
I_{DOUT}	Výstupní řídicí proud	5V	$V_{OH}=0,9V_{DD}$	-1	-1,6	-	mA
			$V_{OL}=0,1V_{DD}$	1	1,6	-	mA
V_{IH}	„H“ vstupní napětí	-	-	0,8 V_{DD}	-	V_{DD}	V
V_{IL}	„L“ vstupní napětí	-	-	0	-	0,2 V_{DD}	V
f_{OSC}	Frekvence oscilátoru	5V	$R_{OSC}=1,1M\Omega$	-	3	-	kHz

K vysílání zakódované informace bude použit Vf modul RT2 italské firmy Telecontrolli. Jedná se o hybridní modul vysílače pracujícím na „volné“ frekvenci 433,92 MHz. Modul se dodává v provedení DIL, má integrovanou anténu, keramický SAW rezonátor, který zajišťuje stabilitu vysílané frekvence.

Tab. 11: Technické parametry RT2-433,92 [8]

Symbol	Parametr	Min.	Typ.	Max.	Jednotka
V_{DD}	Napájecí napětí	3	-	14	V
I_S	Pracovní proud	-	3	-	mA
F_W	Pracovní frekvence	-	433,92	-	MHz
	Max. datový tak	-	-	2	kHz
T_{OP}	Rozsah pracovní teploty	-25	-	+80	°C

Vlastní řešení vysílače – schéma zapojení:

Při stavbě vysílače jsem kladl hlavní důraz na spolehlivost, ale také na malé rozměry a mechanickou pevnost. Vysílač je řešen použitím již hotového modulu, který dodává několik firem. Jedinou nevýhodou těchto vysílačů je jejich velikost a mechanická pevnost. Mechanická pevnost vychází z faktu, že modul vysílače je vyroben technologií tlustých vrstev, které jsou nanесeny na keramické destičce, která není příliš odolná vůči mechanickému pnutí z důvodu použití nosné keramické destičky. Proto jsem se rozhodl použít vysílač RT2 italské firmy Telecontrolli, který je sice vyroben technologií tlustých vrstev, ale není nikterak veliký, tím se určitě potlačí i jeho možné mechanickému pnutí v dálkovém ovládání např. při pádu na zem atd. Tyto vlivy lze také minimalizovat tím, že vysílač bude umístěn do kompaktní klíčenky, která bude vyrobena např. z ABS plastu, který se vyznačuje dobrou mechanickou pevností a zvýšenou teplotní stabilitou. K napájení bude použita baterie GP11A o napětí 6V. Jako indikace vysílání bude sloužit LED dioda, která bude svítit v okamžiku stisku tlačítka. Ovládání bude navrženo univerzálně pro použití všech čtyř tlačítek, i když budou zřejmě zapotřebí pouze tři.

Tento vysílač dálkové ovládání pracuje v tzv. „momentary módu“, kde je výstup aktivní pouze po dobu stisknutí tlačítka. Po stlačení některého ze čtyř tlačítek se přes odpovídající diodu (D1-D4) aktivuje vstup TE kodéru a rozsvítí se LED1. Kodér začne vysílat data, kterými je modulován Vf vysílač. Rychlost posílání dat je dána rezistorem R1 a napájecím napětím IO. Kmitočet oscilátoru byl zvolen přibližně okolo 3 kHz čemuž podle katalogového listu IO [9] odpovídá hodnota rezistoru $R1 = 1M\Omega$. Kodér je možno nastavit pomocí vývodů A0 až A8 na 2^8 kódu, čehož bychom využili při konstrukci více zařízení, abychom předešli možnosti ovládání několika přijímačů jedním vysílačem. Vysílací část je tvořena Vf modulem RT2.

Vlastní řešení vysílače – deska plošných spojů:

Při návrhu plošného spoje musí být myšleno nato, aby bylo možné vysílač umístit do kompaktní krabičky, která je běžně k dostání. Zvolil jsem krabičku KM 11B z katalogu [10], která je připravena na umístění baterie, plošného spoje, indikační diody a tlačítek. Tato

krabíčka se vyrábí ve čtyřech variantách a to se změnou počtu použitých tlačítek, což je pro nás velkou výhodou. Do krabíčky lze vložit plošný spoj o velikosti 57,5 mm x 25 mm. Podle těchto rozměrů se musíme řídit při vlastním návrhu. Dalším kritériem při tvorbě plošného spoje je správné rozmístění tlačítek, LED diody a baterie.

K návrhu plošného spoje jsem využil software EAGLE, ve kterém je spousta knihoven součástek a jejich možná jednoduchá editace.

Ve vlastním návrhu plošného spoje je použito kombinované montáže součástek, kde integrovaný obvod, tlačítka a modul vysílače jsou v klasickém provedení a rezistory, diody a kondenzátory jsou v provedení SMD.

Schéma vysílače + kompletní dokumentace k desce plošných spojů je umístěna v přílohách.

Přijímač dálkového ovládání:

Na přijímač jsou kladeny nároky hlavně ze strany spotřeby. Jelikož bude přijímač stále aktivní, je zapotřebí, aby měl co nejnižší spotřebu. Proto jsem sáhl po hybridním integrovaném obvodu AM přijímače s příznivou spotřebou firmy Telecontrolli RR11-433,92. Tato firma vyrábí ještě jeden modul s nižší spotřebou, která by byla mnohem přijatelnější, bohužel neuvádí čas potřebný k aktivaci přijímače.

RR11 je superreakční přijímač. Citlivost obvykle přesahuje -95 dBm (2,2 μ Vrms) při připojení na 50 Ohmů. Má krátký spínací čas (150 ms). Vyznačuje se vysokou frekvenční stabilitou i v přítomnosti mechanických vibrací, při ruční manipulaci a v širokém rozsahu teplot. Přesnost frekvence je velmi vysoká díky patentovanému laserovému ladicímu procesu.

Tab. 12: Technické parametry RR11-433,92 [11]

Symbol	Parametr	Min.	Typ.	Max.	Jednotka
V _{DD}	Napájecí napětí	4,5	5	5,5	V
I _S	Pracovní proud	-	300	-	μ A
F _W	Pracovní frekvence	-	433,92	-	MHz
	Frekvenční zdvih	-	$\pm 0,2$	$\pm 0,5$	MHz
	Max. datový tak	-	-	2	kHz
	RF citlivost (100%AM)	-	-95	-	dBm
	Hladina vyzařovaného spektra	-	-65	-60	dBm
T _{ON}	Čas potřebný k aktivaci	-	100	150	msec
V _{OL}	LOW - úroveň výstupního napětí	-	-	0,6	V
V _{OH}	HIGH - úroveň výstupního napětí	3,6	-	-	V
T _{OP}	Rozsah pracovní teploty	-25	-	+80	°C

Na výstup přijímače je připojen dekodér posílané informace. Jako dekodér je použit obvod HT12D, který je určen pro dekódování informace z kodéru HT12E jenž je použit ve vysílači. Obvod HT12D je vyroben technologií CMOS, z čehož vyplívá jeho nízký příkon. Pro nastavení oscilátoru stačí použít rezistor s pěti procentní přesností. Jeho adresa je nastavována binárně na 2^8 kombinací. K funkci obvodu stačí minimum externích součástek. Největším plusem obvodu je nízký klidový proud. Přijatý kód je třikrát zkoušen pro jeho správnost.

Tab. 13: Technické parametry HT12D [12]

Symbol	Parametr	Podmínky testování		Min.	Typ.	Max.	Jednotka
		V_{DD}	Podmínky				
V_{DD}	Napájecí napětí	-	-	2,4	5	12	V
I_{STB}	Klidový proud	5V	Zastavený oscilátor	-	0,1	1	μA
		12V		-	2	4	μA
I_{DD}	Pracovní proud	5V	Bez zátěže, $f_{OSC}=150kHz$	-	200	400	μA
I_O	„H“ proud datového výstupu	5V	$V_{OH}=4,5V$	-1	-1,6	-	mA
	„L“ proud datového výstupu	5V	$V_{OL}=0,5V$	1	1,6	-	mA
I_{VT}	„H“ proud výstupu VT	5V	$V_{OH}=4,5V$	-1	-1,6	-	mA
	„L“ proud výstupu VT	5V	$V_{OH}=0,5V$	1	1,6	-	mA
V_{IL}	„H“ vstupní napětí	5V	-	3,5	-	5	V
V_{IL}	„L“ vstupní napětí	5V	-	0	-	1	V
f_{OSC}	Frekvence oscilátoru	5V	$R_{OSC}=51k\Omega$	-	150	-	kHz

Vlastní řešení vysílače – schéma zapojení:

Zapojení vychází z katalogových listů Vf modulu dekodéru. Vstupní část přijímače je tvořena Vf modulem RR11, který zajišťuje příjem Vf signálu. Signál se v modulu nejprve zesílí, potom je RF směšovači vyselektován na přesnou frekvenci 433,92 MHz, která je dána přesným oscilátorem. Ze směšovače je signál veden přes LP filtr do AM zesilovače. Na výstupu AM zesilovače je napěťový signál bez jasné logické úrovně, která je získána v komparátoru. Tento logický signál je veden do obvodu dekodéru HT12D.

Schéma zapojení přijímače dálkového ovládání je umístěno v přílohách, konkrétně v příloze 3, kde je schéma procesorové desky.

Příjem vysokofrekvenčního signálu zajišťuje RF modul. Demodulovaný signál je přiveden do obvodu dekodéru. Frekvence oscilátoru dekodéru je nastavena, podle doporučení výrobce, odporem $R1 = 51 k\Omega$ na padesátinásobek frekvence oscilátoru vysílače, tato hodnota je 150 kHz. Pokud je dekódovaný signál shodný s hodnotou nastavenou na adresových vstupech A0 – A7, a současně je-li dekódovaný signál třikrát za sebou správný, objeví se na výstupu VT krátký impuls „vysoké úrovně“. Současně je však ještě sepnut jeden z datových výstupů D0 – D3 na kterém se objeví „nízká úroveň“. Podle toho jaké tlačítko na straně vysílače bylo stisknuto. Na datových výstupech není zapojen již žádný další prvek. Tyto výstupy budou připojeny přímo na brány řídicího procesoru celého alarmu.

Schéma zapojení je připojeno ke schématu procesorové desky z důvodu návrhu společného plošného spoje. Plošný spoje přijímače je též společný s procesorovou deskou.

4.2 Návrh napájecího zdroje GSM motoalarmu

Pro náš účel je zapotřebí použití snižujícího stabilizovaného zdroje. Nabízí se varianta použití pouze spínaného zdroje, ty ovšem mají většinou vysokou vlastní spotřebu. Proto jsem pro napájení zvolil kombinace lineárního stabilizátoru a snižujícího spínaného zdroje. Lineárním stabilizátorem bude napájen přijímač dálkového ovládání, procesor, případná čidla a zbytek elektroniky potřebné k funkci procesorové desky. Spínaným zdrojem bude napájen GSM modul. Lineární stabilizátor s výstupním napětím 5 V, může dodávat do zátěže až 100 mA, což bude pro napájení řídicí elektroniky postačující (dálkové ovládání max. 5 mA, procesor max. 30 mA a zbytek elektroniky max. 5 mA). U spínaného zdroje bude výstupní napětí možné regulovat pomocí trimru, v rozsahu (3,45 – 6,35) V. Regulace výstupního napětí je použita z důvodu možnosti připojení GSM modulu případně GSM telefonu s hardwarovým modemem. Zařízení bude primárně konstruováno na použití GSM modulu, který při přihlašování do sítě a volání odebírá proud nárazově až 950 mA.

Výše uvedeným parametrům vyhovuje lineární regulátor firmy National Semiconductors LP2950ACZ-5,0. Ve spínaném zdroji bude použit integrovaný obvod spínaného zdroje firmy ON Semiconductors MC34063.

Obvod MC34063 je integrovaný obvod spínaného STEP-UP/DOWN zdroje s integrovaným výkonovým prvkem. Obvod v sobě má vestavěnou proudovou pojistku, dovoluje spínací proudy do 1,5 A, odporovým děličem lze nastavit výstupní napětí a jeho pracovní frekvence je do 100 kHz. K jeho funkci je zapotřebí pouze minimum externích součástek. Příznivý faktem je, že jeho vlastní spotřeba při napájení 12 V je cca 3,4 mA a jeho účinnost se pohybuje okolo 85%. Regulace výstupního napětí je zajištěna pomocí pulsně – šířkové modulace (PWM). Jako spínací prvek je v něm zabudován bipolární NPN tranzistor. Pro dosažení větších výkonů k němu lze připojit externí výkonový spínací prvek. Je vyráběn v 8 pinových pouzdrech SOIC a PDIP.

Tab. 14: Technické parametry MC34063 [14]

Symbol	Parametr	Podmínky	Min.	Typ.	Max.	Jednotka
V_{IN}	Napájecí napětí	-	3,0	-	40	V
V_{IR}	Rozsah vstupního napětí komparátoru	-	-0,3	-	40	V
V_{FB}	Zpětnovazební napětí	$V_{IN}=7,5V$ až 76V	1,225	1,25	1,275	V
η	Účinnost	$V_{IN}=12V$, $V_{OUT}=5V$, $I_{LOAD}=0,5A$	86			%
I_Q	Klidový napájecí proud	$V_{IN}=(5-40)V$	-	-	4	mA
$I_{C(off)}$	Kolektorový proud v rozepnutém stavu	$V_{CE}=40 V$	-	0,01	100	μA
I_{LIM}	Špičkový spínaný proud	-	-	1,5	-	A
$V_{CE(sat)}$	Saturační napětí	$I_{SWITCH}=1A$	-	0,6	0,9	V
f_{OSC}	Frekvence oscilátoru	-	62	80	100	kHz
T_{OP}	Pracovní teplota	-	-40	-	+125	$^{\circ}C$

Obvod LP2950ACZ-5,0 je monolitický stabilizátor s pevným výstupním napětím 5 V. Disponuje vysoce přesným výstupním napětím, výstupním proudem 100mA, velmi nízkou

vlastní spotřebou, nízkým úbytkem napětí mezi vstupem a výstupem, velmi dobrou zatěžovací charakteristikou, proudovou a teplotní pojistkou.

Tab. 15: Technické parametry LP2950ACZ-5,0 [13]

Symbol	Parametr	Podmínky testování	Min.	Typ.	Max.	Jednotka
V_{OUT}	Výstupní napětí	$T_J=25^{\circ}\text{C}$	4,975	5	5,025	V
I_{STB}	Klidový proud	$I_L=100\text{ }\mu\text{A}$	-	75	90	μA
		$I_L=100\text{ mA}$	-	3	5	mA
I_{MAX}	Proudový limit	$V_{OUT}=0\text{V}$	-	200	220	mA
T_{JMAX}	Teplotní limit	-	-	150	-	$^{\circ}\text{C}$
e_N	Zvlnění výst. napětí	$C_L=200\text{ }\mu\text{F}$	-	160	-	$\mu\text{V rms}$

Vlastní řešení zdroje – schéma zapojení:

Schéma zapojení vychází z nutnosti nízkého klidového proudu, tak že obvod procesoru je napájen trvale lineárním stabilizátorem a napájení GSM modulu je spínáno pomocí brány procesoru. Lineární stabilizátor je v klasickém třívývodovém provedení, takže ke správnosti funkce je zapotřebí pouze připojení filtračních a blokovacích kondenzátorů. Zapojení spínaného zdroje vychází z doporučeného zapojení v katalogovém listu. Pro jeho funkci není zapotřebí mnoho okolních součástek, protože obvod disponuje veškerou řídicí elektronikou spínaného zdroje. Pouze je k němu zapotřebí připojit filtrační kapacitu, časovací kondenzátor oscilátoru, indukčnost, schottkyho diodu a odporový dělič, kterým se zpětnovazebně řídí výstupní napětí.

Při návrhu zdroje bylo nutné dopočítat některé hodnoty součástek spínaného zdroje. Nejdříve bylo zapotřebí vypočítat odpory v děliči pro zpětnou vazbu. Zde výrobce doporučuje použít odpor R3 do 3 k Ω . Zvolil jsem tudíž odpor R3 = 1,2 k Ω , a zapojil k němu do série trimr pro přesné nastavení výstupního napětí o hodnotě 1k0. Při uvažování střední hodnoty odporu trimru bude tudíž odpor mezi zpětnou vazbou a zemí 1,7 k Ω . Pro výpočet hodnoty odporu R3 platí vztah:

$$R2' = \frac{(V_{OUT} - 1,25)}{1,25} \cdot R4 \quad (3)$$

Uvažujeme-li výstupní napětí 5V.

$$R2' = \frac{(5 - 1,25)}{1,25} \cdot 1,7 \cdot 10^3 = 4,1\text{k}\Omega$$

Od hodnoty odporu R2 je ovšem zapotřebí odečíst ještě polovinu odporu trimru. Pak tedy výsledná hodnota odporu bude přibližně 3,6 k Ω .

Dále je zapotřebí spočítat hodnotu odporu, který určuje maximální dodávaný proud.

$$R1 = \frac{0,3}{2 \cdot I_{OUT(max)}} = \frac{0,3}{2 \cdot 0,7} = 0,22\Omega \quad (4)$$

Zbytek součástek jsem volil podle typického zapojení v katalogovém listu. Ještě stojí za zmínku, že elektrolytické kondenzátory je zapotřebí použít s nízkou ESR.

Návrh plošného spoje napájecího zdroje bude proveden současně s návrhem spoje k hlavní řídicí elektronice, na které bude umístěn spolu s ovládacím procesorem alarmu.

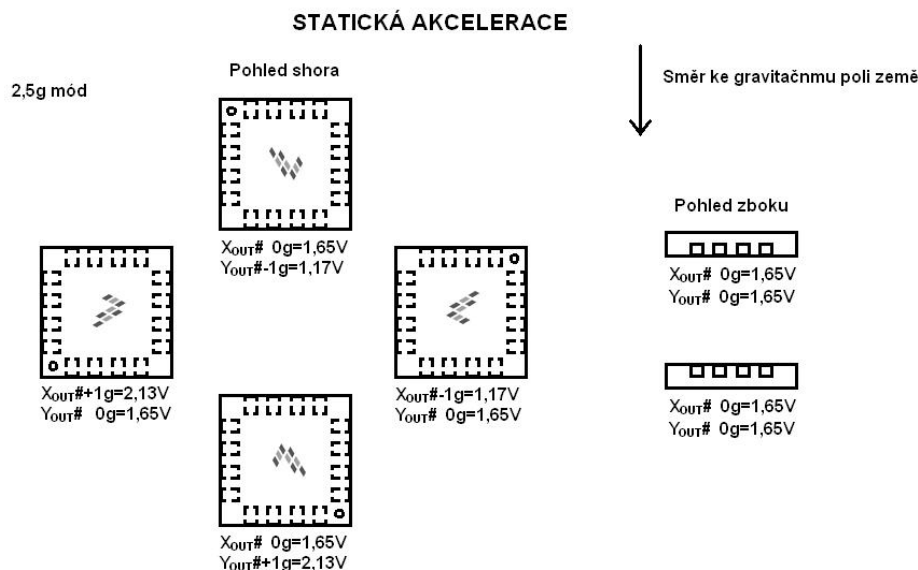
4.3 Návrh senzoru náklonu:

Jako senzor náklonu je použit akcelerometr. Jedná se o kapacitní mikromechanický senzor, který převádí zrychlení na jednotku napětí. Snímací část je vyrobena technologií iMEMS. Obvod obsahuje jednopólovou dolní propust, teplotní kompenzátor a obvod předvolby citlivosti, díky kterému je lze vybrat ze čtyř možností, jak hodně se bude měnit výstupní napětí v závislosti na jednotce zrychlení. Akcelerometr dokáže měřit zrychlení ve dvou osách. Využit bude pouze jeden výstupní signál.

Pro aplikaci jako snímač náklonu bude akcelerometr použit v statickém režimu.

Tab. 16: Technické parametry MMA6271 [18]

Symbol	Parametr	Min.	Typ.	Max.	Jednotka
V _{DD}	Napájecí napětí	2,2	3,3	3,6	V
I _{DD}	Napájecí proud	-	500	800	μA
T _{OP}	Rozsah pracovní teploty	-40	-	105	°C
Rozsah měřeného zrychlení					
g _{FS}	g-Select @ 2: 00	-	±2,5	-	g
g _{FS}	g-Select @ 2: 10	-	±3,3	-	g
g _{FS}	g-Select @ 2: 01	-	±6,7	-	g
g _{FS}	g-Select @ 2: 11	-	±10	-	g
Výstupní signál					
V _{OFF}	V _{OUT} při nulovém g	1,485	1,65	1,815	V
S _{2,5g}	Citlivost při 2,5g	444	480	516	mV/g
S _{3,3g}	Citlivost při 3,3g	333	360	387	mV/g
S _{6,7g}	Citlivost při 6,7g	167	180	193	mV/g
S _{10g}	Citlivost při 10g	111	120	129	mV/g
NL _{OUT}	Nelinearita	-1,0	-	1,0	%



Obr. 18: Princip měření statické akcelerace senzorem MMA6271

Vlastní řešení snímače – schéma zapojení:

Zapojení vychází z katalogového listu akceleračního snímače. Napájení tohoto obvodu je 3,3 V, tudíž je zapotřebí použít nízkopříkonový stabilizátor. Na výstup ze snímače je připojen integrační článek, který slouží jako dolní propust.

Na výstup integračního článku je připojen operační zesilovač ve funkci komparátoru. Porovnává napětí z odporového děliče, kterým se nastavuje náklonová citlivost snímače na výstupu čidla. V zapojení je možnost ještě výběru citlivosti pomocí vývodů g-select, kterými je možno nastavit, jak velká bude změna výstupního napětí na jednotku zrychlení. Pro účel statické akcelerace bylo zvoleno, že změna výstupního napětí o 120 mV je vyvolána změnou zrychlení o 10 g. Tato citlivost byla zvolena z důvodu, aby snímač nevyvolával poplach při lehkém otřesu.

Operační zesilovač je použit jednoduchý s napájením pouze kladným napětím. TLV3701 [19] je obvod se řadí se mezi obvody rodiny nanopower, což znamená, že jejich vlastní spotřeba je minimální. Pro napájení komparátoru je možno též použít napětí 3,3 V, jako je použito pro akcelerační snímač.

Stabilizátor použitý pro napájení akceleračního snímače a komparátoru, jenž je použit, má velmi nízkou vlastní spotřebu. Jeho vlastní spotřeba při výstupním proudu do 10 mA, je pouze 1,2 μA .

Schéma zapojení snímače náklonu je umístěno v přílohách.

Vlastní řešení snímače – deska plošných spojů:

Při návrhu plošného spoje je použito kombinované montáže součástek. Použitý akcelerometr, komparátor a stabilizátor se vyrábí pouze v provedení SMD. Zbytek pasivních součástek byl volen také v provedení SMD z důvodu miniaturizace. Jediným použitým prvkem v klasické montáži je součástka ze skupiny konstrukčních prvků, konkrétně se jedná o konektor pro připojení čidla.

Kompletní dokumentace k desce plošných spojů je umístěna v přílohách.

4.4 Návrh procesorové desky

Při návrhu procesorové desky bylo zapotřebí vzít v úvahu, jak by mělo zařízení pracovat. Základním požadavkem je co nejnižší spotřeba. Z tohoto důvodu je nutné, aby v pohotovostním režimu, ve kterém bude alarm pracovat většinu času, byl procesor v režimu Power – Down. Z tohoto režimu je možné procesor probudit aktivací vnějšího přerušení procesoru $\overline{INT0}$, $\overline{INT1}$. Proudová spotřeba procesoru v režimu Power – Down se pohybuje okolo 20 μA .

Po aktivaci poplachového vstupu, který bude aktivován připojením kladného napětí na vstup tranzistoru přes odpor R1, dojde k uzemnění vstupu vnějšího přerušení $\overline{INT0}$, tím se procesor „probudí“ a začne dále vykonávat naprogramované operace.

Dále bude možné „probuzení“ alarmu dálkovým ovladačem a přivedením napětí na vstup optočlenu OC2, toto probuzení bude obstarávat vstup vnějšího přerušení $\overline{INT1}$, tímto způsobem bude možné alarm aktivovat a deaktivovat z nebo do režimu hlídání.

Po vyvolání poplachu se zapne zdroj napájení pro GSM modul, dále začne houkat siréna připojená na CON4, dojde k zapnutí GSM modulu a přepnutí kontaktů relé K1.

Zapnutí GSM modulu bude obstarávat tranzistor T4. Na kolektory tranzistorů T1 a T2 budou připojeny LED diody, které budou použity, jako indikace stavu v jakém se alarm právě nachází. Relé K2 bude spínáno na podmět dálkového ovladače, a bude sloužit k funkci dálkového startu.

Ke konektoru ISP bude připojován programátor pro nahrávání obslužného programu pro procesor IC1. Konektor GSM bude využit na připojení GSM modulu. Komunikace tohoto modulu bude probíhat pomocí sériové linky.

Vlastní řešení procesorové desky – schéma zapojení:

Na procesorové desce jsou umístěny součástky zdroje, přijímače dálkového ovládání a řídicí procesor se zbytkem okolních součástek, které jsou zapotřebí pro připojení čidel a relátek. Kompletní schéma zapojení je umístěno v Příloze 1. Volba součástek pro alarm byla uzpůsobena možnosti jejich dostupnosti na českém trhu. Při návrhu zapojení jsem musel respektovat fakt, že procesor v době resetu má, podle datasheetu, na svých bránách logickou jedničku. Kvůli tomuto faktu bylo zapotřebí při spínání relátek dvou tranzistorů namísto jednoho, čímž zbytečně přibývá počet použitých součástek. Pro připojení indikačních LED diod stačilo naopak pouze použití jednoho tranzistoru, protože tam nám nevadí, že se dioda v době resetu rozsvítí. Pro připojení sirény bylo použito tranzistoru s kolektorovým proudem 1 A, což je dostačující pro připojení vybrané sirény.

Vlastní řešení procesorové desky – deska plošných spojů:

Pro umístění součástek byla volena jednostranná deska plošných spojů. Samotný návrh na jednostrannou desku nebyl příliš jednoduchý. Složitost vyplývala z množství součástek umístěných na desce. Na desce jsou použity součástky pro normální i SMD montáž. Na desce jsou rozmístěny součástky pokud možno co nejpřehledněji pro jednoduchou a rychlou montáž. Všechny vstupní a výstupní připojovací konektory jsou umístěny v jedné řadě, kvůli jednoduché zástavbě zařízení do motocyklu. K návrhu plošného spoje byl použit software

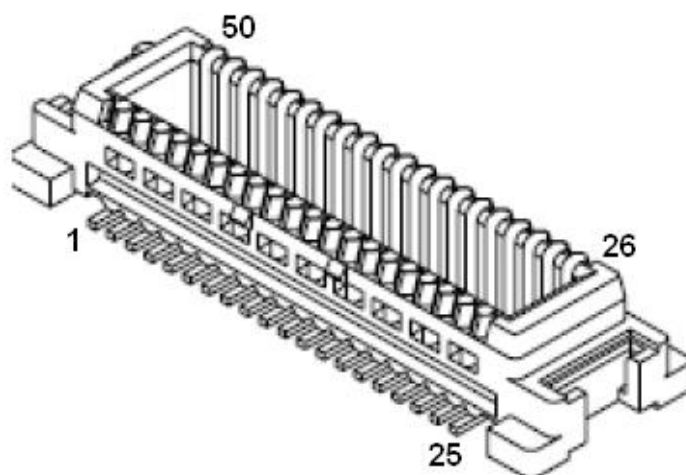
EAGLE, který disponoval téměř všemi knihovnami součástek. Podklady pro výrobu plošných spojů jsou umístěny v přílohách. Je tam umístěn obrazec spojů, osazovací plán pro součástky s klasickými vývody a osazovací plán pro součástky v pouzdrech SMD.

V přílohách je uvedena spolu s výkresy plošných spojů ještě soupiska součástek pro výrobu GSM motoalarmu.

4.5 Návrh redukce na připojení GSM modulu

Na propojení GSM modulu a procesorové desky je zapotřebí vyrobit kabel, který bude respektovat osazení pinů obou konektorů. Ze strany procesorové desky bude použit konektor PFL10 a pro připojení GSM modulu bude použit konektor MOLEX 52991-050. Použití konektoru MOLEX je podmíněno tím, že alarm bude konstruován pro použití tohoto GSM modulu.

Osazení jednotlivých pinů konektoru MOLEX:



Obr. 19: Rozložení pinů konektoru

V následující tabulce jsou uvedeny čísla (pozice) jednotlivých pinů konektoru, které je nutné využít pro připojení GSM modulu. Zbytek pinů je neobsazen.

Tab. 17: Význam jednotlivých pinů konektoru

Pin	Název	Popis
1	Vbatt	Napájení modulu
2	GND	Zem
3	Vbatt	Napájení modulu
4	GND	Zem
5	Vbatt	Napájení modulu
7	Vbatt	Napájení modulu
17	ON/OFF	Vstup pro signál zapnout/vypnout
20	TXD	Výstup dat (sériová linka)
37	RXD	Vstup dat (sériová linka)

Obsazení jednotlivých pinů konektoru procesorové desky:

Pro připojení propojovacího kabelu na procesorové desce je použit konektor MLW10, který má standardně požívané rozložení pinů

Tab. 18: Význam jednotlivých pinů

Pin	Název	Popis
1	POWER	Zapínání GSM modulu
2	RX	Vstup dat (sériová linka)
3	TX	Výstup dat (sériová linka)
4	NC	Nezapojen
5	Batt	Napájení GSM modlu +5V
6	Batt	Napájení GSM modlu +5V
7	Batt	Napájení GSM modlu +5V
8	GND	GND
9	GND	GND
10	GND	GND

Na redukci je ještě použit jeden tranzistor, který slouží pro zapínání a vypínání modulu. Vlastní zapojení propojovacího redukce a plošný spoj jsou uvedeny v přílohách.

4.6 Popis funkce zařízení

GSM motoalarm je dálkově ovládaný alarm pro motocykly a skútry. Je vybavený GSM modulem, vestavěným náklonovým senzorem, dálkovým ovládáním, poplachovou sirénou, relém pro dálkový start a relém pro odpojení zapalování. Jako doplněk lze použít i obvodové zajištění pro sedadlo, kufr nebo stojan. Zařízení je ještě vybaveno dvoubarevnou indikační LED diodou, která indikuje v jakém stavu je zařízení.

Aktivace alarmu:

Alarm lze aktivovat dvěma způsoby:

- **Aktivace alarmu pomocí dálkového ovládání.** – Probíhá pomocí stisku tlačítka aktivace na dálkovém ovládání. Po stisku tlačítka indikuje LED dioda přechod do režimu hlídání tím, že červená dioda svítí a zelená bliká s periodou 200 ms. Diody indikují stav 30 s, potom obě zhasnou. Po dokončení obsluhy LED diod je alarm ve stavu hlídání.
- **Aktivace alarmu bez dálkového ovládání** – K aktivaci alarmu lze použít stisku brzdové páčky a sepnutí klíčku zapalování. Je nutné použít kombinaci, že nejdříve bude stisknuta páčka brzdy, poté sepnuto zapalování, vypnuto zapalování a

puštěna páčka brzdy. Dále následuje obsluha LED diod jako při aktivaci pomocí dálkového ovládání.

Deaktivace alarmu:

Alarm lze deaktivovat dvěma způsoby:

- **Deaktivace alarmu pomocí dálkového ovládání.** – Probíhá pomocí stisku tlačítka deaktivace na dálkovém ovládání. Po stisku tlačítka indikuje LED dioda přechod do režimu hlídání tím, že zelená dioda svítí a červená bliká s periodou 200 ms. Diody indikují stav 30 s, potom obě zhasnou. Po dokončení obsluhy LED diod je alarm ve stavu nečinnosti (nelze vyvolat poplach).
- **Deaktivace alarmu bez dálkového ovládání** – K deaktivaci alarmu lze použít stisku brzdové páčky a sepnutí klíčku zapalování. Je nutné použít kombinaci, že nejdříve bude stisknuta páčka brzdy, poté sepnuto zapalování, vypnuto zapalování a puštěna páčka brzdy. Dále následuje obsluha LED diod jako při deaktivaci pomocí dálkového ovládání.

Poznámka: Při aktivaci či deaktivaci pomocí kombinace stisku brzdové páčky se zapalováním, je předpoklad, že zařízení bylo v opačném stavu, než do kterého jej chceme převést.

Dálkový start:

- **Dálkový start pomocí dálkového ovládání** – Dálkový start lze provést pouze, nachází-li se alarm v deaktivovaném stavu. Po stisku tlačítka je sepnuto na 1,2 s relé dálkového startu.

Vyvolání poplachu a jeho vypnutí:

- Poplach je vyvolán nakloněním motocyklu do vodorovné polohy (vyhodnocení náklonu snímačem), nebo přivedením impulsu na poplachový vstup (obvodové zajištění sedadel atd.).
- Po vyvolání poplachu je okamžitě sepnuta poplachová siréna a relé odepnutí zapalování. Po 30 sekundách od vyvolání poplachu je vytočeno první ze čtyř čísel, umístěných na SIM na pozici 1 až 4. Prozvánění na telefonní číslo probíhá 15 sekund. Po prozvonění prvního jsou prozváněna zbylá tři čísla. Po prozvonění všech čtyř čísel je ještě odeslána varovná SMS zpráva, která musí být umístěna na prvním místě SIM karty. Tato zpráva je odeslána na první číslo ze SIM karty.

Poplach lze ukončit dvěma způsoby:

- Poplach lze ukončit kdykoliv, pomocí dálkového ovládání (tlačítkem aktivace či deaktivace), nebo pomocí páčky brzda a sepnutím zapalování (alarm přejde do deaktivovaného stavu).
- Další možnost ukončení poplachu je prozvoněním GSM motoalarmu. Po prvním prozvonění se vypne siréna, dalším prozvoněním je převeden alarm do deaktivovaného stavu.



Obr. 20: Celkový pohled na funkční vzorek zařízení

5 Závěr

Zařízení zhotovené v bakalářské práci je zkonstruováno tak, že jej lze využít jako víceúčelové zařízení pro hlídání nejen motocyklu, ale i například automobilu nebo jiného objektu či zařízení, kde lze získat stejnosměrné napájecí napětí 12 V.

Při ožiování jsem byl nucen změnit hodnoty některých rezistorů, oproti navrženým v Semestrálním projektu 2, z důvodu minimalizace spotřeby v režimu hlídání. Po odzkoušení sestaveného vzorku byla spotřeba zařízení menší než spotřeba původně uvažovaná. Podařilo se sestavit zařízení, které má odběr pouze 2,3 mA, z čehož spotřeba vlastního alarmu (procesorová deska) je pouze 1,4 mA, zbytek odebíraného proudu připadá pro snímač náklonu. Graf spotřeby měřený pomocí osciloskopu je umístěn v přílohách.

Celý program je psán jazyce symbolických adres (assembleru). V programu je využito sériové komunikace pro komunikaci s GSM modulem, dále je využito interního přerušení, které lze vyvolat kdykoliv při běhu programu, a lze jím obnovit běh programu po převedení procesoru do režimu Power down (nečinnost s minimální spotřebou). Program též obstarává obsluhu dálkového ovládání sirény a připojených relé.

Zařízení obsahuje všechny zadané prvky, především GSM modul, pomocí kterého jsme informování o poplachu za pomoci GSM mobilní sítě. Při vyvolání poplachu je sepnuta hlasitá siréna, dále jsou prozvoněna první čtyři čísla ze SIM a odeslána varovná SMS. Po provedení všech výše zmiňovaných činností, lze vypnout prozvoněním sirénu a druhým prozvoněním alarm deaktivovat.

V úvahu při realizaci ještě přišla konfigurace zařízení pomocí zařízení bluetooth z osobního počítače. Ale z důvodu obsazenosti sériového portu mikroprocesoru a nepotřeby na zařízení cokoli nastavovat, maximálně jaká čísla budou prozváněna byla tato možnost zavržena.

Realizované zařízení je plně funkční a splňuje všechny pokyny a požadavky, které byly v zadání projektu.

Cena předloženého zařízení byla vypočítána na cca 2170 Kč za použité součástky + je nutné připočítat cenu na výrobu plošných spojů. Cena zařízení by tudíž vyšla okolo 3000 Kč. Při sériové výrobě by cena zařízení zřejmě ještě klesla, aspoň co se součástek týče.

Na doprovodném CD nosiči jsou umístěny kompletní předlohy pro výrobu plošných spojů a program pro procesor pro možnost stavby zařízení.

6 Seznam použité literatury

- [1] WEIGEL, O. *Jak zabránit krádeži automobilu*. Brno: Nakladatelství Computer press, 2002. 79 stran. ISBN 80-7226-349-8.
- [2] KREJČÍK, A. *SMS – Střežení a ovládání objektů pomocí mobilu a SMS* Praha: Nakladatelství BEN-technická literatura, 2004. 304 stran. ISBN 80-7300-082-2.
- [3] MATOUŠEK, D. *Práce se mikrokontroléru ATMEL AT89C2051*. Praha: Nakladatelství BEN-technická literatura, 2002. 264 stran. ISBN 80-7300-094-6.
- [4] MATOUŠEK, D. *Vývojový kit USB51KIT pro AT89S51 a AT89S52*. Praha: Nakladatelství BEN-technická literatura, 2005. 24 stran. ISBN 80-7300-162-4.
- [5] MINISTERSTVO VNITRA. *Bezpečnost a prevence - Krádeže vozidel*. [cit. 2008-10-12]. Dostupné z WWW: http://www.mvcr.cz/rs_atlantic/project/article.php?id=24388
- [6] ČESKÝ TELEKOMUNIKAČNÍ ÚŘAD. *Využívání rádiových kmitočtů a provozování zařízení krátkého dosahu*. [cit. 2008-10-12]. Dostupné z WWW: http://www.ctu.cz/1/download/OOP/Rok_2007/VO_R_10_03_2007_4.pdf
- [7] TELECONTROLLI. *Porovnávací datasheet k bezdrátovým modulům*. [cit. 2008-4-28]. Dostupné z WWW: http://www.telecontrolli.com/pdf/Wireless15_sf.pdf
- [8] TELECONTROLLI. *Datasheet k bezdrátovému modulu RT2*. [cit. 2008-4-28]. Dostupné z WWW: <http://www.telecontrolli.com/pdf/receiver/rt2.pdf>
- [9] HOLTEK. *Datasheet k integrovanému obvodu HT12E*. [cit. 2008-4-28]. Dostupné z WWW: http://www.holtek.com.tw/pdf/consumer/2_12ev110.pdf
- [10] PLASTOVÉ KRABIČKY A&A. *Katalog plastových krabiček*. [cit. 2008-4-28]. Dostupné z WWW: <http://www.krabicky.cz/katalog/katalog.pdf>
- [11] TELECONTROLLI. *Datasheet k bezdrátovému modulu RR11*. [cit. 2008-4-28]. Dostupné z WWW: <http://www.telecontrolli.com/pdf/receiver/rr11.pdf>
- [12] HOLTEK. *Datasheet k integrovanému obvodu HT12D*. [cit. 2008-4-28]. Dostupné z WWW: http://www.holtek.com.tw/pdf/consumer/2_12dv110.pdf
- [13] NATIONAL SEMICONDUCTOR. *Datasheet k integrovanému obvodu LP2950*. [cit. 2008-4-28]. Dostupné z WWW: <http://cache.national.com/ds/LP/LP2950.pdf>
- [14] ON SEMICONDUCTOR. *Datasheet k integrovanému obvodu MC34063*. [cit. 2008-4-28]. Dostupné z WWW: <http://www.onsemi.com/pub/Collateral/MC34063A-D.PDF>
- [15] ATMEL CORPORATE. *Datasheet k integrovanému obvodu AT89S52*. [cit. 2008-4-28]. Dostupné z WWW: http://www.atmel.com/dyn/resources/prod_documents/doc1919.pdf
- [16] TELIT. *Seznam AT příkazů pro GM862-QUAD*. [cit. 2008-4-28]. Dostupné z WWW: <http://www.telit.com/module/infopool/download.php?id=542>
- [17] GME ELECTRONIC. *Katalog produktů firmy GME electronic*. [cit. 2008-4-28]. Dostupné z WWW: www.gme.cz
- [18] FREESCALE. *Datasheet k integrovanému obvodu MMA6271*. [cit. 2008-4-28]. Dostupné z WWW: http://www.freescale.com/files/sensors/doc/data_sheet/MMA6271QT.pdf

-
- [19] TEXAS INSTRUMENTS. *Datasheet k integrovanému obvodu TLV3701* [cit. 2008-4-28]. Dostupné z WWW: <http://focus.ti.com/lit/ds/symlink/tlv3701.pdf>
- [20] TEXAS INSTRUMENTS. *Datasheet k integrovanému obvodu TPS79733*. [cit. 2008-4-28]. Dostupné z WWW: <http://focus.ti.com/lit/ds/symlink/tps79733.pdf>
- [21] BRAMO.IC. *Ovládání mobilního telefonu*. [cit. 2008-4-28]. Dostupné z WWW: <http://www.bramo.ic.cz/ovlmt.htm>
- [22] WINIDE51. *Dokumentace k vývojovému prostředí WinIDE51*. [cit. 2008-4-28]. Dostupné z WWW: <http://www.winide51.wz.cz/51/doc.php>
- [23] TELIT. *Dokumentace k GSM modulu TELIT GM862-QUAD*. [cit. 2008-4-28]. Dostupné z WWW: http://www.telit.net/en/products/gsm-gprs.php?p_id=12&p_ac=show&p=4

7 Seznam zkratek a příloh

7.1 Seznam zkratek:

AC – *Alternately voltage* – Střídavé napětí

AM – *Amplitude modulation* – Amplitudová modulace

ASCII – *American Standard Code for Information Interchange* – Americký standardní kód pro výměnu informací

BIN – *Binary code* – Binární kód

ČTÚ – Český telekomunikační úřad

DC – *Direct voltage* – Stejnoseměrné napětí

ESR – *Equivalent series resistance* – Ekvivalentní sériový odpor kondenzátoru

FM – *Frequency modulation* – Frekvenční modulace

HEX – *Hexadecimal code* – Šestnáctkový kód

iMEMS – *Micro Electro Mechanical Systems* – Pulsně šířková modulace

IO – *Integrated circuit* – Integrovaný obvod

ISP – *In System Programmable* – Procesor je možné programovat přímo v cílovém výrobku

SMD – *Surface mount device* – Součástka pro povrchovou montáž

SOIC – *Small outline IC package* – Nízkoroztečové pouzdro integrovaného obvodu

PDIP – *Plastic dual inline package* – Plastové oboustranně vývodové pouzdro

PWM – *Pulse width modulation* – Pulsně šířková modulace

SIM – *Subscriber identity module* – Účastnická identifikační karta

7.2 Seznam příloh:

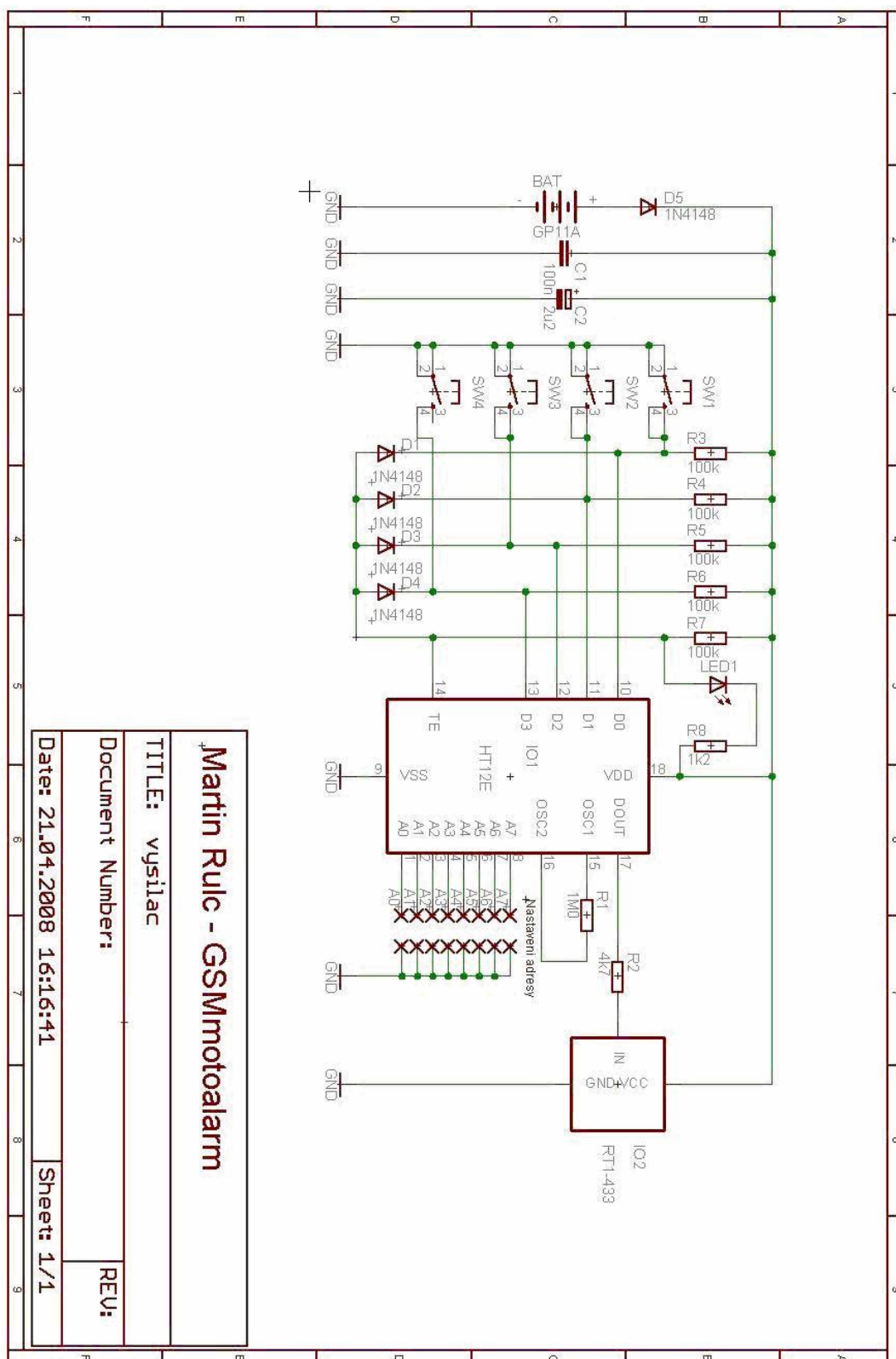
- PŘÍLOHA 1 – Schéma zapojení Vysílače dálkového ovládání
- PŘÍLOHA 2 – Matrice plošného spoje Vysílače dálkového ovládání + osazovací plán Vysílače DO
- PŘÍLOHA 3 – Soupiska součástek pro Vysílač DO
- PŘÍLOHA 4 – Schéma Náklonového snímače
- PŘÍLOHA 5 – Matrice plošného Náklonového snímače + osazovací plán snímače
- PŘÍLOHA 6 – Soupiska součástek pro Náklonový snímač
- PŘÍLOHA 7 – Schéma Procesorové desky
- PŘÍLOHA 8 – Matrice plošného spoje Procesorové části + osazovací plán Procesorové desky součástkami
- PŘÍLOHA 9 – Soupiska součástek pro Procesorovou desku
- PŘÍLOHA 10 – Schéma zapojení Redukce pro připojení GSM modulu
- PŘÍLOHA 11 – Matrice plošného spoje Redukce pro připojení GSM modulu + osazovací plán redukce
- PŘÍLOHA 12 – Soupiska součástek Redukce pro připojení GSM modulu
- PŘÍLOHA 13 – Graf spotřeby GSM motoalarmu

7.3 Obsah přiloženého CD:

- \HW – složka obsahující návrhy plošných spojů
- \SW – složka obsahující software procesoru
- \TEXT – složka obsahující text práce v elektronické podobě
- \OBRÁZKY – složka obsahující použité obrázky v textu
- \ZIP – složka obsahující záložní archiv kompletní práce

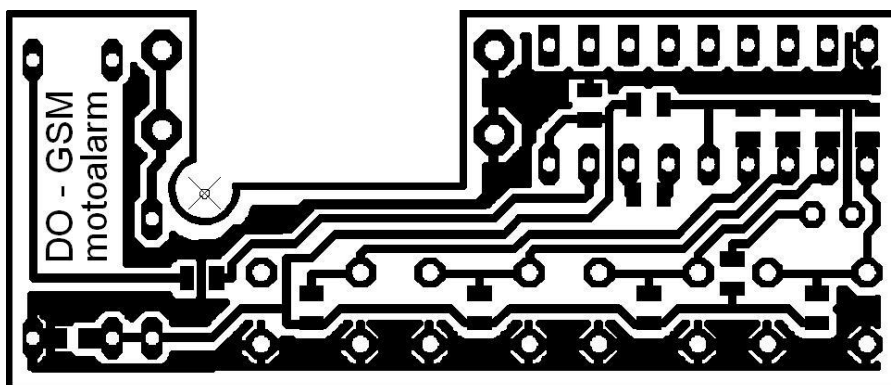
8 Přílohy

Příloha 1 – Schéma zapojení Vysílače dálkového ovládání

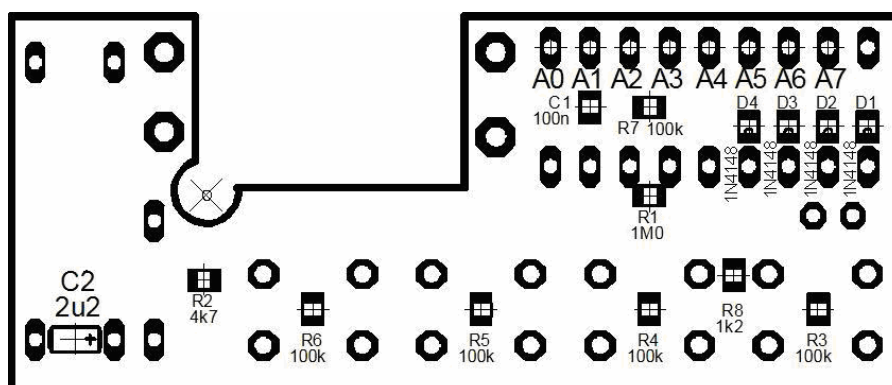


Příloha 2 – Matrice plošného spoje Vysílače dálkového ovládání + osazovací plán vysílače DO

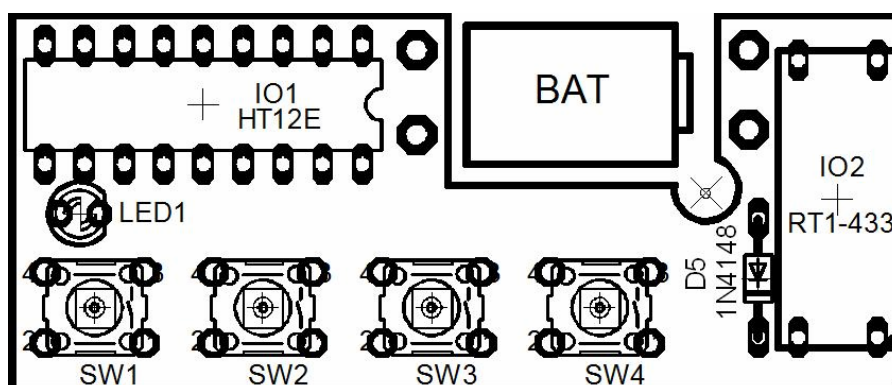
Motiv desky plošného spoje dálkového ovládání (měřítko 2:1)



Osazovací plán plošného spoje dálkového ovládání – SMD součástky (měřítko 2:1)



Osazovací plán plošného spoje dálkového ovládání – klasické součástky (měřítko 2:1)

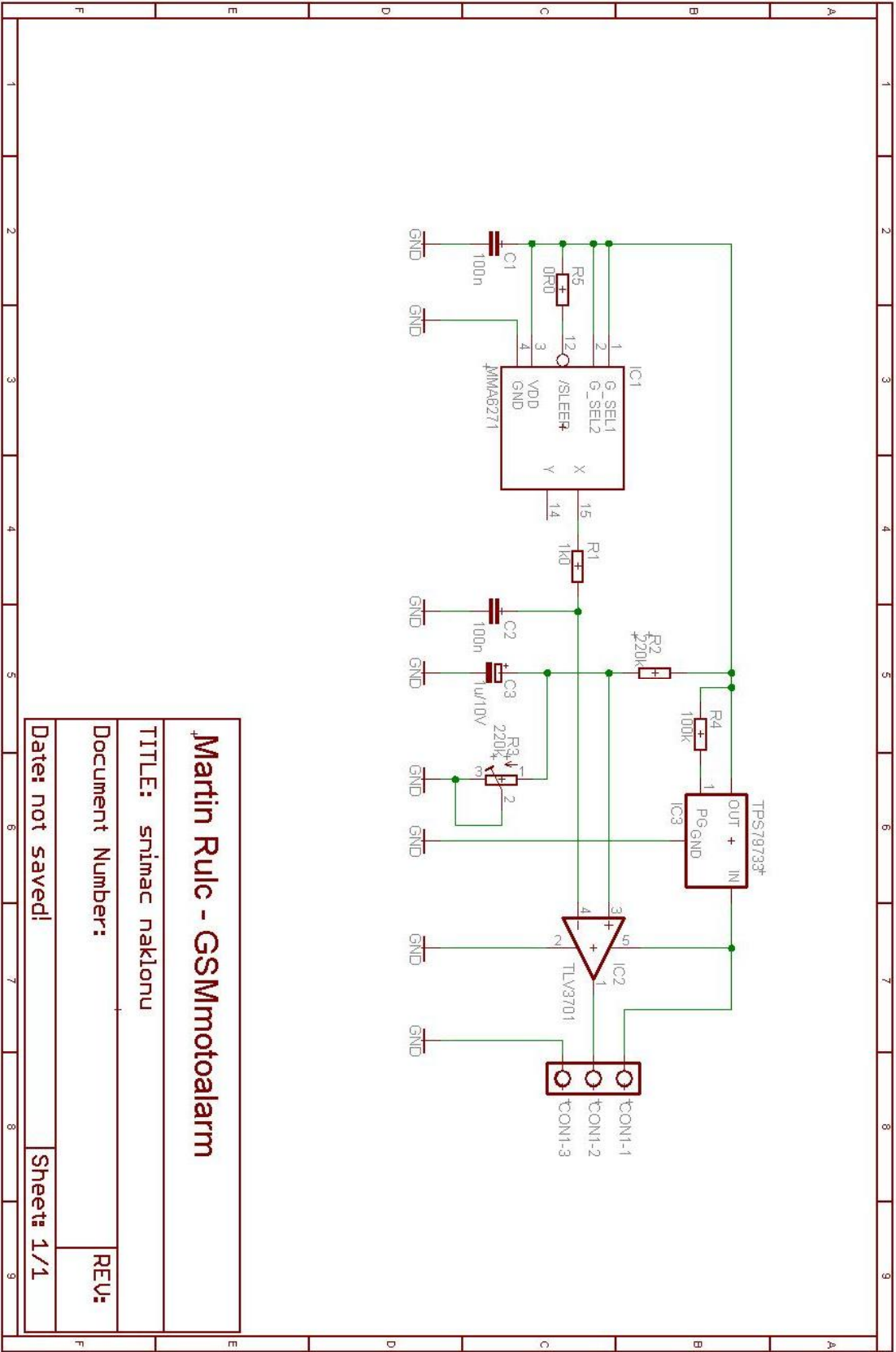


Příloha 3 – Soupiska součástek pro Vysílač DO

Pozice	Hodnota	Pouzdro	Označení GME <i>případně</i> GES
R1	1M	0805	R0805 1M
R2	4k7	0805	R0805 4k7
R3	100k	0805	R0805 100k
R4	100k	0805	R0805 100k
R5	100k	0805	R0805 100k
R6	100k	0805	R0805 100k
R7	100k	0805	R0805 100k
R8	100	0805	CK0805 100n
C1	100n	0805	CK0805 100n
C2	2u2/16V	SMD-A	CTS 2M2/16V
D1	1N4148	0805	1N4148 SMD 0805
D2	1N4148	0805	1N4148 SMD 0805
D3	1N4148	0805	1N4148 SMD 0805
D4	1N4148	0805	1N4148 SMD 0805
D5	1N4148	DO-35	1N4148
IO1	HT12E	DIL18	-
IO2	RT1-433	RT1	-
LED1	L934	LED3MM	L939LGD
SW1	-	B1720	P-B1720A
SW2	-	B1720	P-B1720A
SW3	-	B1720	P-B1720A
SW4	-	B1720	P-B1720A
BAT	6V	GP11A	B-GP 11A
Krabíčka U-KM11B3			

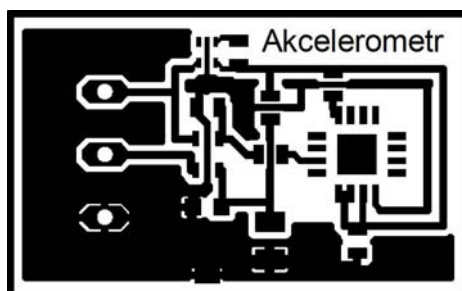
Cena součástek na konstrukci Dálkového ovládání činí k datu 1.5.2008, podle katalogů dodavatelů (GME, GES a další), přibližně 250 Kč. Je zapotřebí připočítat ještě cenu plošného spoje.

Příloha 4 – Schéma Náklonového snímače

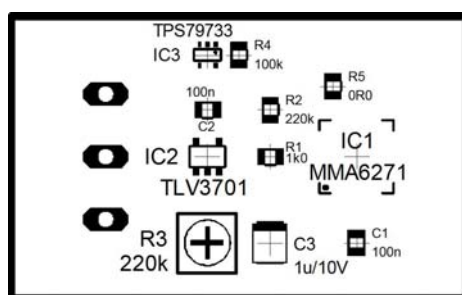


Příloha 5 – Matrice plošného Náklonového snímače + osazovací plán snímače

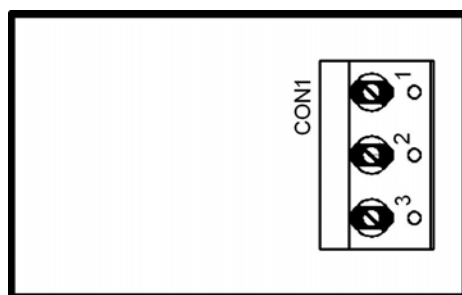
Motiv desky plošného spoje náklonového snímače (měřítko 2:1)



Osazovací plán plošného spoje náklonového snímače – SMD součástky (měřítko 2:1)



Osazovací plán plošného spoje snímače – klasické součástky (měřítko 2:1)

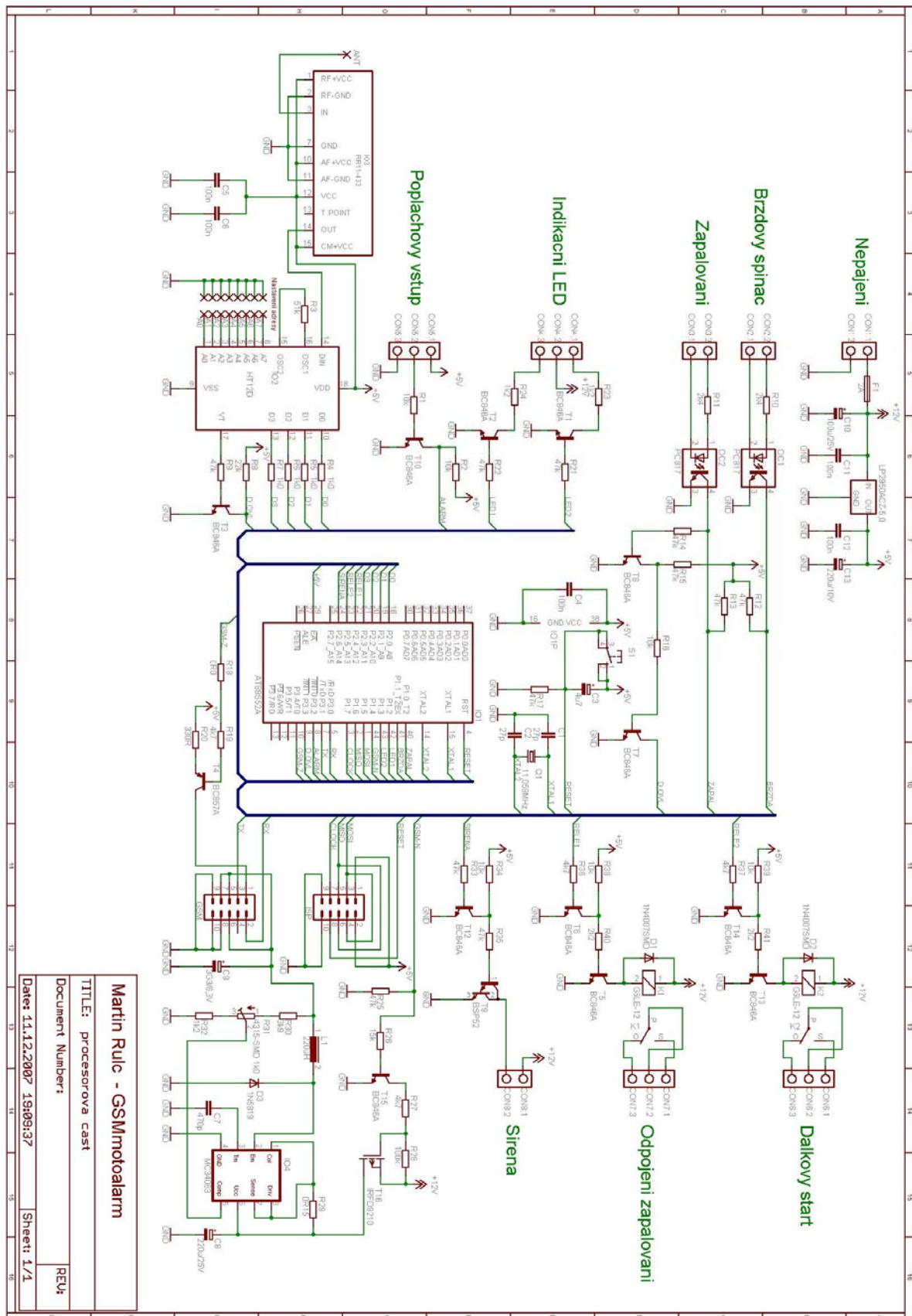


Příloha 6 – Soupiska součástek pro Náklonový snímač

Pozice	Hodnota	Pouzdro	Označení GME <i>případně</i> GES
R1	1k0	0805	R0805 1k
R2	220k	0805	R0805 220k
R3	220k	trimr 4315-SMD	4315-SMD 220k
R4	100k	0805	R0805 100k
R5	0R0	0805	R0805 0R
C1	100n	0805	CK0805 100n
C2	100n	0805	CK0805 100n
C3	1u0/10V	SMD-A	CTS 1M/10V
IC1	MMA6271	QFN16	-
IC2	TLV3701	SOT-23 5pin	-
IC3	TPS79733	SC70	-
CON1	ARK120/2	AK508/2	ARK120/2

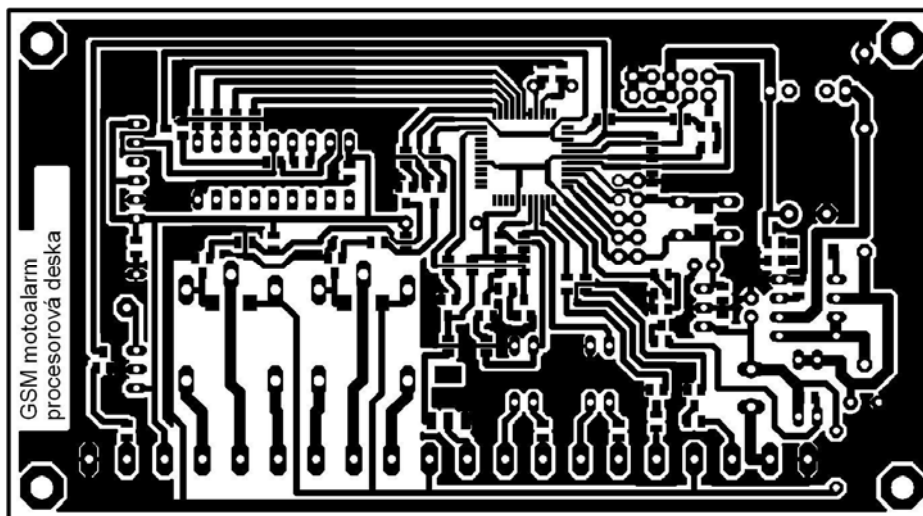
Cena součástek na konstrukci Náklonového snímače činí k datu 1.5.2008, podle katalogů dodavatelů (GME, GES a další), přibližně 335 Kč. Je zapotřebí připočítat ještě cenu plošného spoje.

Příloha 7 – Schéma Procesorové desky

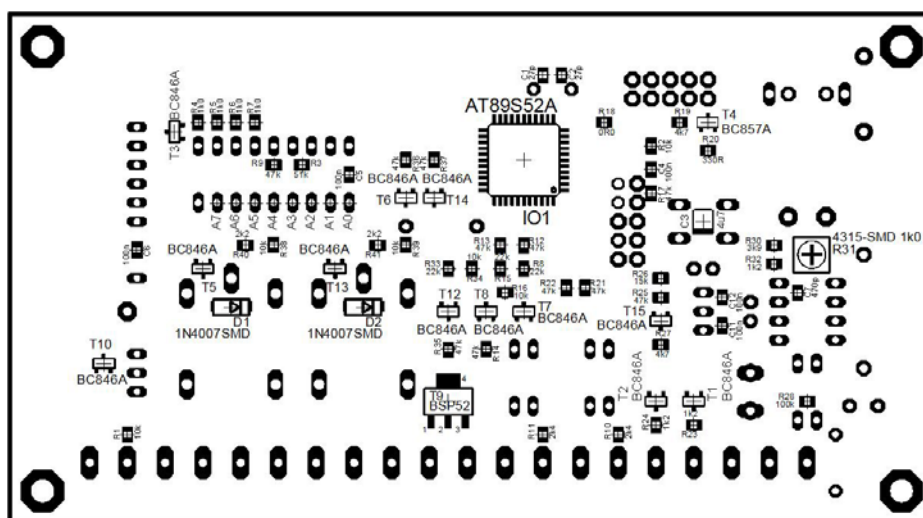


Příloha 8 – Matrice plošného spoje Procesorové části + osazovací plán procesorové desky součástkami

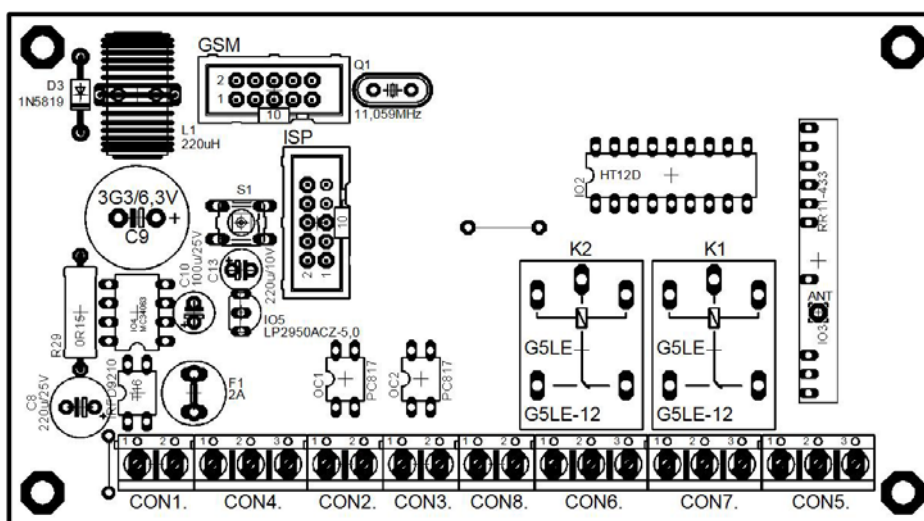
Motiv desky plošného spoje procesorové desky



Osazovací plán procesorové desky – SMD součástky



Osazovací plán procesorové desky – klasické součástky



Příloha 9 – Soupiska součástek pro Procesorovou desku

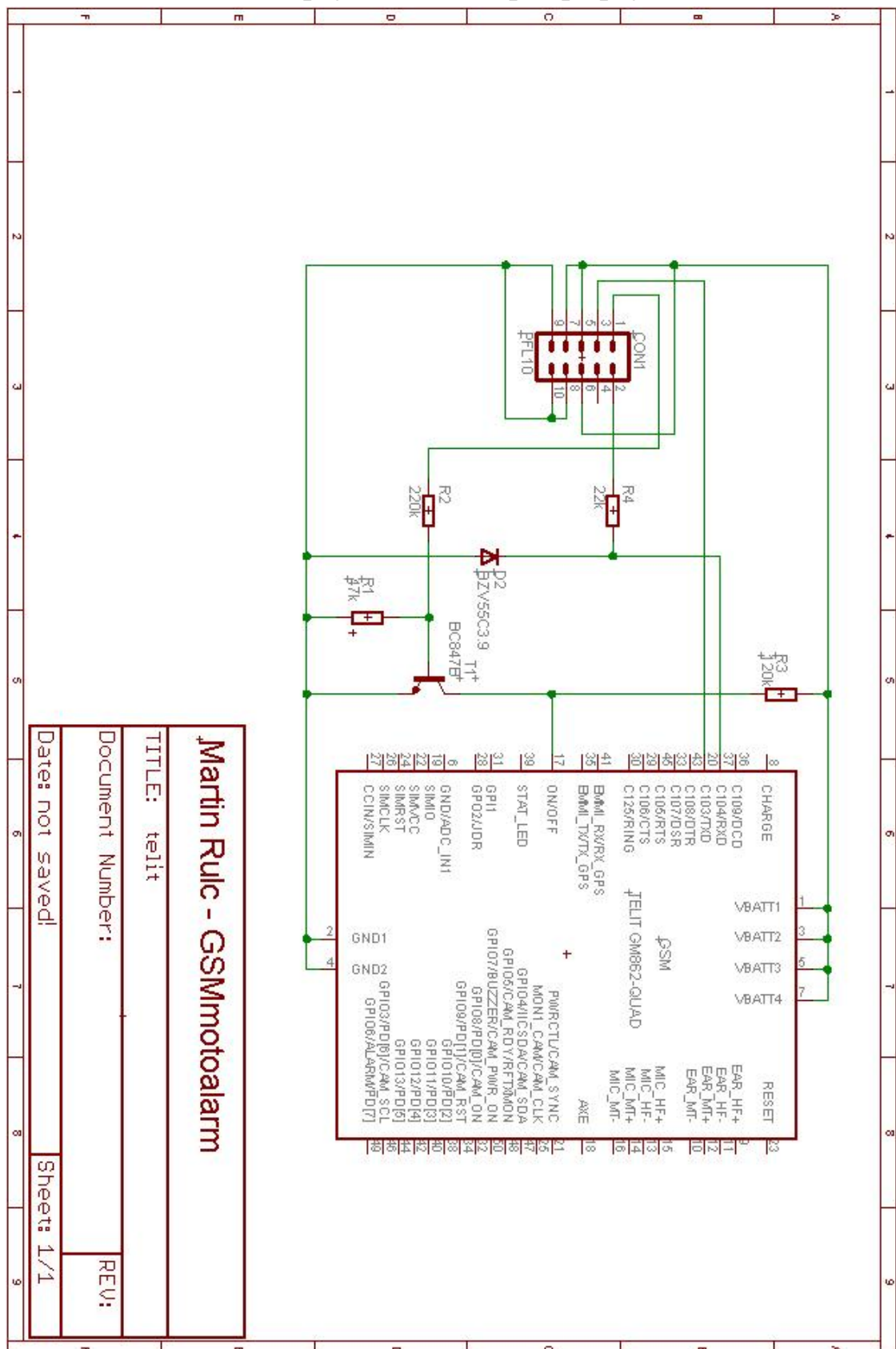
Pozice	Hodnota	Pouzdro	Označení GME <i>případně</i> GES
R1	10k	0805	R0805 10k
R2	10k	0805	R0805 10k
R3	51k	0805	R0805 51k
R4	1k0	0805	R0805 1k
R5	1k0	0805	R0805 1k
R6	1k0	0805	R0805 1k
R7	1k0	0805	R0805 1k
R8	100k	0805	R0805 100k
R9	47k	0805	R0805 47k
R10	2k4	0805	R0805 2k4
R11	2k4	0805	R0805 2k4
R12	47k	0805	R0805 47k
R13	47k	0805	R0805 47k
R14	360k	0805	R0805 360k
R15	100k	0805	R0805 100k
R16	10k	0805	R0805 10k
R17	47k	0805	R0805 47k
R18	0R0	0805	R0805 0R
R19	10k	0805	R0805 10k
R20	330R	0805	R0805 330R
R21	47k	0805	R0805 47k
R22	47k	0805	R0805 47k
R23	1k2	0805	R0805 1k2
R24	1k2	0805	R0805 1k2
R25	47k	0805	R0805 47k
R26	47k	0805	R0805 47k
R27	4k7	0805	R0805 4k7
R28	100k	0805	R0805 100k
R29	0R15/2W	0414/15	RR W2 E0,15
R30	3k9	0805	R0805 3k9
R31	1k0	trimr 4315-SMD	4315-SMD 1k
R32	1k2	0805	R0805 1k2
R33	22k	0805	R0805 22k
R34	36k	0805	R0805 36k
R35	1k0	0805	R0805 1k
R36	220k	0805	R0805 220k
R37	220k	0805	R0805 220k
R38	30k	0805	R0805 30k
R39	30k	0805	R0805 30k

R40	2k2	0805	R0805 2k2
R41	2k2	0805	R0805 2k2
C1	27p	0805	CK080527P NPO
C2	27p	0805	CK080527P NPO
C3	4u7	SMD/B	CTS 4M7/20V B
C4	100n	0805	CK0805100N X7R
C5	100n	0805	CK0805100N X7R
C6	100n	0805	CK0805100N X7R
C7	470p	0805	CK0805470P NPO
C8	220u/25V	E3,5-8	E220M/25V
C9	3300u/6,3V	E5-13	E3300M/6,3V
C10	100u/25V	E2,5-6	E100M/25V
C11	100n	0805	CK0805100N X7R
C12	100n	0805	CK0805100N X7R
C13	220u/10V	E2,5-6	E220M/10V
D1	1N4007SMD	DO214	1N4007 SMD
D2	1N4007SMD	DO214	1N4007SMD
D3	1N5819	DO41-10	1N5819
T1	BC847A	SOT23	BC847A
T2	BC847A	SOT23	BC847A
T3	BC847A	SOT23	BC847A
T4	BC857A	SOT23	BC857A
T5	BC847A	SOT23	BC847A
T6	BC847A	SOT23	BC847A
T7	BC847A	SOT23	BC847A
T8	BC847A	SOT23	BC847A
T9	BSP52	SOT223	BSP52 SMD
T10	BC847A	SOT23	BC847A
T11	BC847A	SOT23	BC847A
T12	BC847A	SOT23	BC847A
T13	BC847A	SOT23	BC847A
T14	BC847A	SOT23	BC847A
T15	BC847A	SOT23	BC847A
T16	IRFD9120	DIL04	IRFD9120
OC1	PC817	DIL04	PC817
OC2	PC817	DIL04	PC817
Q1	11,059MHz	HC49/S	Q 11,059 MHZ
IO1	AT89S52A	TQFP44	89S52-24AU
IO2	HT12D	DIL18	-
IO3	RR11-433	RR11	-
IO4	MC34063	DIL08	MC34063AP1

IO5	LP2950-5,0	TO92	LP2950ACZ-5,0
L1	220uH	SFT830S	DPU220A/3
K1	G5LE-12	G5LE	RELEG5LE-12
K2	G5LE-12	G5LE	RELEG5LE-12
S1	B1720	B3F-10xx	P-B1720
GSM	MLW10	ML10	MLW10G
ISP	MLW10	ML10	MLW10G
CON1	ARK120/2	AK508/2	ARK120/2
CON2	ARK120/2	AK508/2	ARK120/2
CON3	ARK120/2	AK508/2	ARK120/2
CON4	ARK120/3	AK508/3	ARK120/3
CON5	ARK120/3	AK508/3	ARK120/3
CON6	ARK120/3	AK508/3	ARK120/3
CON7	ARK120/3	AK508/3	ARK120/3
CON8	ARK120/2	AK508/2	ARK120/2
F1	2,5A	TR5	MSF2-02,5

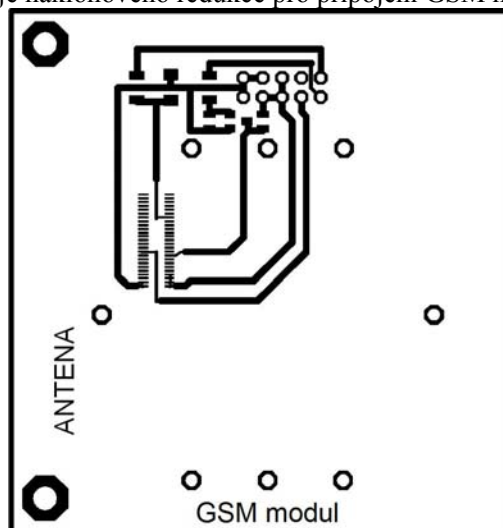
Cena součástek na konstrukci Procesorové desky činí k datu 1.5.2008, podle katalogů dodavatelů (GME, GES a další), přibližně 620 Kč. Je zapotřebí připočítat ještě cenu plošného spoje.

Příloha 10 – Schéma zapojení Redukce pro připojení GSM modulu

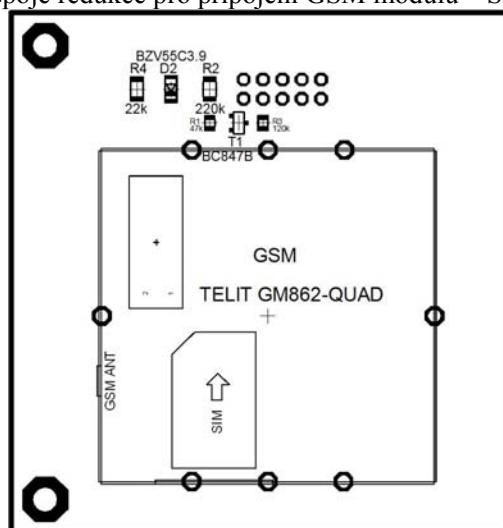


Příloha 11 – Matrice plošného spoje Redukce pro připojení GSM modulu + osazovací plán redukce

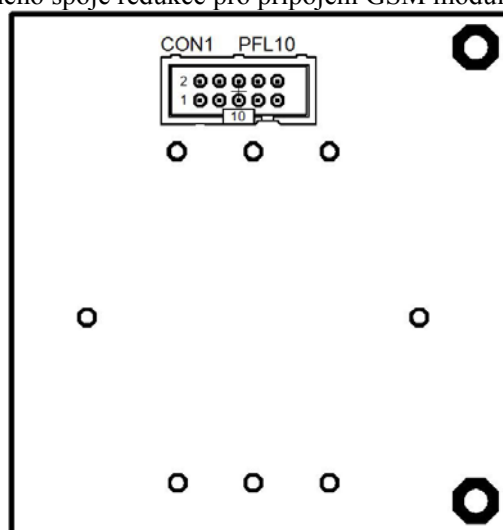
Motiv desky plošného spoje náklonového redukce pro připojení GSM modulu



Osazovací plán plošného spoje redukce pro připojení GSM modulu – SMD součástky



Osazovací plán plošného spoje redukce pro připojení GSM modulu – klasické součástky



Příloha 12 – Soupiska součástek Redukce pro připojení GSM modulu

Pozice	Hodnota	Pouzdro	Označení GME <i>případně</i> GES
R1	47k	0805	R0805 47k
R2	220k	0805	R0805 220k
R3	120k	0805	R0805 120k
R4	22k	0805	R0805 22k
D1	BZV55C3,9	SOD80	BZV55C3,9SMD
T1	BC847B	SOT23	BC847B
GSM	GM862-QUAD	-	-
CON1	MLW10	ML10	MLW10G

Cena součástek na konstrukci Redukce pro připojení GSM modulu činí k datu 1.5.2008, podle katalogů dodavatelů (GME, GES a další), přibližně 965 Kč. Je zapotřebí připočítat ještě cenu plošného spoje.

Příloha 13 – Graf spotřeby GSM motoalarmu

Spotřeba byla měřena pomocí osciloskopu. Jako snímací prvek sloužil rezistor o odporu $10\ \Omega$ na kterém byl měřen úbytek napětí, který je v grafu zobrazen.

