VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A KOMUNIKAČNÍCH TECHNOLOGIÍ
ÚSTAV RADIOELEKTRONIKY

FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND COMMUNICATION
DEPARTMENT OF RADIO ELECTRONICS

ZABEZPEČOVACÍ ZAŘÍZENÍ S PŘENOSEM INFORMACÍ POMOCÍ MOBILNÍHO TELEFONU

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE RENÉ LETOCHA
AUTHOR

BRNO 2009

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A KOMUNIKAČNÍCH TECHNOLOGIÍ
ÚSTAV RADIOELEKTRONIKY

FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND COMMUNICATION
DEPARTMENT OF RADIO ELECTRONICS

ZABEZPEČOVACÍ ZAŘÍZENÍ S PŘENOSEM INFORMACÍ POMOCÍ MOBILNÍHO TELEFONU

ALARM DEVICE WITH MESSAGE TRANSMISSION VIA CELL PHONE

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE René Letocha
AUTHOR

VEDOUCÍ PRÁCE prof. Dr. Ing. Zdeněk Kolka
SUPERVISOR

BRNO, 2009

VYSOKÉ UCENÍ
TECHNICKÉ V BRNE

Fakulta elektrotechniky
a komunikačních technologií

Ústav radioelektroniky

Bakalářská práce

bakalářský studijní obor
Elektronika a sdělovací technika

Student: René Letocha ***ID:*** 78039
Ročník: 3 ***Akademický rok:*** 2008/2009

NÁZEV TÉMATU:

Zabezpečovací zařízení s přenosem informací pomocí mobilního telefonu

POKYNY PRO VYPRACOVÁNÍ:

Seznamte se s možnostmi komunikace mikrokontrolerů s mobilními telefony. Navrhnete strukturu zabezpečovacího zařízení pro ochranu oprávněného vstupu do místnosti na základe ID čísla a hesla. V okamžiku otevření vstupních dveří dojde k odeslaní informační zprávy na mobilní telefon. Vyberte vhodné komponenty pro navrhnutou strukturu zabezpečovacího zařízení.

Sestavení navrhnutého zařízení. Naprogramujte zařízení pro komunikaci mezi kontrolérem, prvkem pro zadávání autentizačních údajů a mobilním telefonem.

Navrhněte soubor zpráv odesílaných mobilním telefonem. Navrhněte strukturu komunikačního protokolu pro přenos informace do mobilního telefonu. Otestujte funkčnost a spolehlivost zařízení.

DOPORUCENÁ LITERATURA:

[1] FLAJZAR, T. GSM alarm - přenos poplachu na mobilní telefon. Praha: BEN – technická literatura, 2005.

[2] HRBÁCEK, J. Komunikace mikrokontroléru s okolím 1. Praha: BEN – technická literatura, 2002.

[3] HRBÁCEK J. Komunikace mikrokontroléru s okolím 2. Praha: BEN – technická literatura, 2002.

Termín zadání: 9.2.2009 ***Termín odevzdání:*** 5.6.2009

Vedoucí práce: prof. Dr. Ing. Zdenek Kolka

prof. Dr. Ing. Zbyněk Raida
Předseda oborové rady

UPOZORNENÍ:
Autor bakalářské práce nesmí při vytváření bakalářské práce porušit autorská práva třetích osob, zejména nesmí zasahovat nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a musí si být plně vědom následku porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č.121/2000 Sb., včetně možných trestněprávních důsledku vyplývajících z ustanovení § 152 trestního zákona č.140/1961 Sb.

LICENČNÍ SMLOUVA
POSKYTOVANÁ K VÝKONU PRÁVA UŽÍT ŠKOLNÍ DÍLO

uzavřená mezi smluvními stranami:

1. Pan/paní

Jméno a příjmení:	René Letocha
Bytem:	Na Chmelnici 1131/65, Svatobořice-Mistřín, 696 04
Narozen/a (datum a místo):	13. července 1984 v Kyjově

(dále jen „autor“)

a

2. Vysoké učení technické v Brně

Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií
se sídlem Údolní 53, Brno, 602 00
jejímž jménem jedná na základě písemného pověření děkanem fakulty:
prof. Dr. Ing. Zbyněk Raida, předseda rady oboru Elektronika a sdělovací technika
(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:	Zabezpečovací zařízení s přenosem informací pomocí mobilního telefonu
Vedoucí/ školitel VŠKP:	prof. Dr. Ing. Zdeněk Kolka
Ústav:	Ústav radioelektroniky
Datum obhajoby VŠKP:	_____

   VŠKP odevzdal autor nabyvateli*:

   ☒ v tištěné formě – počet exemplářů: 2
   ☒ v 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.

* hodící se zaškrtněte

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 pořizovaní 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 tísni a za nápadně nevýhodných podmínek.

4. Licenční smlouva nabývá platnosti a účinnosti dnem jejího podpisu oběma smluvními stranami.

V Brně dne: 5. června 2009

……..	……
Nabyvatel	Autor

ABSTRAKT

Tématem mé bakalářské práce je jistý druh zabezpečovacího zařízení, které je schopno na základě vyhodnocených podmětů varovat či informovat přednastaveného uživatele pomocí mobilního telefonu. Systém umí nejen varovat uživatele před nezvaným hostem a tím plnit funkci GSM alarmu, ale rovněž umí i informovat uživatele při vzniku požáru či zatopení objektu vodou. Celý systém byl navržen tak, aby pokryl potřeby zadání projektu a rovněž potřeby koncového zákazníka, který si přál nejen spolehlivost, ale i jednoduchost a přívětivé uživatelské rozhraní.

KLÍČOVÁ SLOVA

Alarm, AT příkazy, Maticová klávesnice, Siemens C35, RS232, GSM

ABSTRACT

The topic of my thesis is a kind of safety equipment that is capable of on the basis of evaluated subject to warn or inform a user preset via mobile phone. The system can not only warn users before nezvaným guest, and thus act as GSM alarm, but can also inform users when a fire or flooding the building with water. The whole system has been designed to cover the needs of the award of the project and also the needs of end users, who wished not only reliability, but also simple and friendly user interface.

KEYWORDS

Alarm, AT commands, Matrix keyboard, Siemens C35, RS232, GSM

LETOCHA, R. *Zabezpečovací zařízení s přenosem informací pomocí mobilního telefonu: bakalářská práce*. Brno: FEKT VUT v Brně, 2009. 39 s., 1 příloha.

Prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci na téma Zabezpečovací zařízení s přenosem informací pomocí mobilního telefonu jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou všechny citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce.

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

V Brně dne 5. června 2009 .....

podpis autora

Poděkování

Děkuji vedoucímu bakalářské práce prof. Dr. Ing. Zdeňku Kolkovi za účinnou metodickou, pedagogickou a odbornou pomoc a další cenné rady při zpracování mé bakalářské práce.

V Brně dne 5. června 2009 .....

podpis autora

Obsah

Obsah **1**
Seznam obrázků **2**
Seznam tabulek **3**
Vývojové diagramy **4**
Seznam programů **5**
Seznam zkratek **6**
Úvod **7**
1 Obvodový návrh **8**
1.1 Napájecí zdroj 8
1.2 Hlavní část GSM 8
1.3 Kódová maticová klávesnice s LCD 10
1.4 Výroba obalu kódové klávesnice 12
2 Komunikace **13**
2.1 Komunikace s kódovou klávesnicí 13
2.1.1 Způsob připojení kódové klávesnice k základní desce 17
2.1.2 Připojení více klávesnic, RS485 18
2.2 Komunikace s mobilním telefonem 19
3 Program **22**
3.1 Vývojový diagram kódové klávesnice 22
3.2 Vývojový diagram základní desky GSM 23
3.3 Vývoj programu 24
3.3.1 Vývoj programu kódové klávesnice 24
3.3.2 Vývoj programu hlavní desky GSM 28
4 Ochranné prvky, lightning **30**
4.1 Tavné pojistky 30
4.2 Bleskojistky 30
4.3 Varistor 30
4.4 Test odolnosti GSM alarmu při LIGHTNINGU 31
5 Návod k obsluze **32**
5.1 Bezpečnostní prvky 32
5.2 Nastavení GSM alarmu 34
5.3 Nastavení mobilního telefonu 37
6 Závěr **38**
7 Použité informační zdroje **39**
8 Přílohy: **40**
8.1 Příloha 1: Finální podoba GSM ALARMU 40

Seznam obrázků

Obrázek 1.1.1 Schéma napájecího zdroje ... 8
Obrázek 1.2.1 Schéma hlavní části GSM alarmu ... 9
Obrázek 1.2.2 Plošný spoj hlavní části GSM alarmu ... 9
Obrázek 1.2.3 Finální podoba hlavní části GSM alarmu ... 10
Obrázek 1.3.1 Schéma maticového uspořádání tlačítek ... 10
Obrázek 1.3.2 Schéma zapojení kódové klávesnice ... 11
Obrázek 1.4.1 a) Nedokončený obrobek, b) Finální podoba, c) Domácí CNC ... 12
Obrázek 2.1.1: Rámec dat odesílaný z CK do AS ... 14
Obrázek 2.1.2: Rámec dat odeslaný z AS do CK, odpověď na Z?K ... 14
Obrázek 2.1.3: Rámec dat odeslaný z CK do AS, změna stavu ... 14
Obrázek 2.1.4: Rámec dat odeslaný z CK do AS, změna hesla ... 15
Obrázek 2.1.5: Rámec dat odeslaný z CK do AS, změna telefonního čísla ... 15
Obrázek 2.1.1.1: Způsob připojení kódové klávesnice ... 17
Obrázek 2.1.1.2: Způsob připojení kódové klávesnice k hlavní desce ... 17
Obrázek 2.1.2.1: Způsob připojení více kódových klávesnic ... 18
Obrázek 2.2.1: Způsob odesílání dat na RS232 ... 20
Obrázek 2.2.2: Systémový konektor Siemens C35 ... 21
Obrázek 3.3.1.1: Tabulka znaků LCD s řadičem HD44780 ... 25
Obrázek 5.1.1: Varovná SMS o přerušení pojistky ... 32
Obrázek 5.1.2: Varovná SMS o zatopení ... 33
Obrázek 5.1.3: Varovná SMS o vzniku požáru ... 33
Obrázek 5.1.4: Způsob připojení záložní baterie ... 34
Obrázek 5.2.1: a) Zadání kódu, b) MENU, c) SET (nastavení) ... 34
Obrázek 5.2.2: a) Způsob výběru funkce, b) Nový kód, c) Potvrzení volby ... 35
Obrázek 5.2.3: Informační SMS o neoprávněném zásahu ... 35
Obrázek 5.2.4: Nové telefonní číslo ... 36
Obrázek 8.1.1: Finální podoba GSM ALARMU ... 40

Seznam tabulek

Tabulka 1: Seznam použitých zkratek 6
Tabulka 2.1.1: ASCII tabulka 13
Tabulka 2.1.2: Přehled všech odesílaných dat mezi CK a AS 16
Tabulka 2.2.1: Vybrané AT příkazy odesílané z AS do MT 19
Tabulka 2.2.2: Popis systémového konektoru Siemens C35 21
Tabulka: 5.3.1: Způsob uložení přednastavených SMS zpráv 37

Vývojové diagramy

Diagram 3.1.1.: Kódová klávesnice 22
Diagram 3.2.1.: Hlavní deska GSM alarmu 23
Diagram 5.2.1: Diagram uživatelského prostředí..... 36

Seznam programů

Program 2.2.1: Manuální vytvoření sériového portu 19
Program 2.2.2: Časová prodleva mezi odesílanými bity..... 20
Program 3.3.1.1: Ošetření stisku tlačítka kódové klávesnice..... 24
Program 3.3.1.2: Časové zpoždění nutné pro zákmit tlačítka..... 24
Program 3.3.1.3: Nutná inicializace znakových LCD s řadičem HD44780 27
Program 3.3.1.4: Volání charakteristických znaků LCD 27
Program 3.3.2.1: Rozvržení dat v paměti EEPROM..... 28
Program 3.3.2.2: Podprogram zajišťující čtení z EEPROM 29
Program 3.3.2.3: Podprogram zajišťující zápis do EEPROM..... 29

Seznam zkratek

Tabulka 1: Seznam použitých zkratek

Zkratka	**Anglicky**	**Česky**
GSM	Global System for Mobile Comunications	Globální Systém pro Mobilní komunikaci
RS232	Recommended Standard number 232	Doporučený standard 232
USART	Universal Synchronous Asynchronous Receiver Transmitter	Univerzální synchronní, asynchronní příjem a vysílání dat
TTL	Transistor-transistor logic	Tranzistorově-tranzistorová logika
AS	Alarm Station	Základní deska GSM alarmu
MT	Mobile Telephone	Mobilní telefon připojen k AS
CK	Code keyboard with LCD	Kódová klávesnice s LCD
LCD	Liquid crystal display	Displej z tekutých krystalů
SW	Software	Programové vybavení
ASCII	American Standard Code for Information Interchange	Americký standardní kód pro výměnu informací
HEX	Hexadecimal	Číselná soustava základu 16
GND	GrouND	Obvodová zem
EEPROM	Electronically Erasable Programmable Read-Only Memory	Elektricky mazatelná paměť s úschovou informace bez napětí
ICSP	In-Circuit Serial Programming	Sériové programování v okruhu
WDT	Watch Dog Timer	Časovač kontrolující běh CPU

Úvod

Dnešní moderní doba nesoucí se v duchu masové automatizace pro zpříjemnění pohodlí každého z nás má nejen dobré stránky, ale jak už to bývá, je nutno myslet i na ty špatné. Nynější doba jakoby naznačovala budoucí cestu vývoje. Tak jako plynové vytápění, tak i střídání stráží před vlastním domem, zdá se být hudbou minulosti, neboť lidé neprahnout po tom být na někom závislý, ale přesně naopak, být nezávislý. Již nyní má každý druhý automatické otvírání garážových vrat a každý desátý automatický závlahový systém. Z toho je patrné, že o blaho každého z nás se stará právě ta, nikdy neúnavná a téměř vždy přesná elektronika.

S rostoucí modernizací domácností rostla i poptávka po elektronických zabezpečovacích systémech. Přirozeným vývojem se rozšířila poptávka po tzv. multifunkčních zabezpečovacích systémech, které budou maximálně šity na míru a potřebám střeženého objektu. Mnohem výhodnější by tedy bylo rozvinout původní koncepci klasického GSM alarmu.

Zabezpečovacích zařízení je dnes velká spousta a to nejen se způsobem přenosu poplachové informace, ale taky způsobem připojení čidel a senzorů s možností jejich kombinace. Při bližším pohledu na tyto zařízení je zřejmé, že pracují s mikroprocesorovými obvody, kterých je nyní na trhu nespočet. Mikroprocesor (dále již jen CPU) je obvykle vybaven vstupně/výstupními porty, A/D převodníkem, sériovou linkou USART a podobně i mnoha dalšími. Obliba CPU vzrostla především při zpřístupnění obvodů široké veřejnosti a relativně snadné obsluze a programování. Pro komunikaci mobilního telefonu s CPU, není nutné znát speciální periferie, pouze způsob ovládání mobilního telefonu.

Uvedený zabezpečovací systém je vybaven velkým počtem nezávislých opticky oddělených vstupů. Alarm disponuje sériovou linkou RS232 pro připojení kódové klávesnice, pomocí níž je prováděno základní nastavení. V konstrukci je použit mobilní telefon Siemens C35, který je charakteristický svou jednoduchostí a snadným ovládáním přes systémový konektor. Jedinou nevýhodou může být jeho dostupnost, neboť konstruktéři GSM alarmů si uvědomili jeho praktické využití. Při vhodné změně řídícího programu je možné připojit i jiné typy jako Siemens MT50.

Kapitola 1. se zaměřuje na obvodovou realizaci, návrhem plošných spojů a samotnou konstrukcí.

Kapitola 2. se zabývá komunikací a to nejen mezi kódovou klávesnicí, ale i mobilním telefonem, jelikož v obou případech se jedná o sériový přenos dat.

Kapitola 3. se snaží co možná nepřesněji vystihnou oba programy, nastínit problémy, naznačit části podprogramů, které by mohli usnadnit pozdější pochopení této problematiky méně zdatným studentům.

Kapitola 4. pojednává o možném způsobu ochrany před rušením a vzniku vysokonapěťových výbojů vznikajících při bouřkách. Dále je zde uveřejněný výsledek odolnosti Lightning prováděný v laboratořích firmy Honeywell Brno, Slatina.

Kapitola 5. Obsahuje stručný návod celého GSM alarmu s praktickými ukázkami.

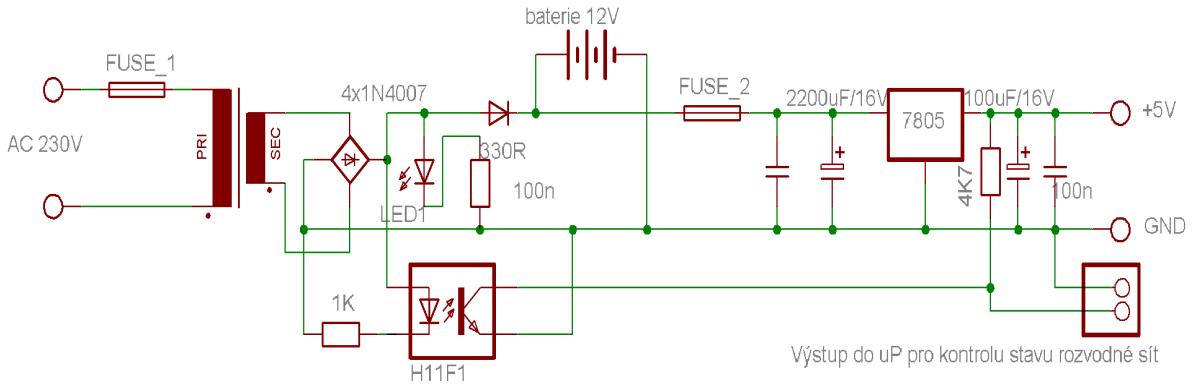
Kapitola 6. je vrcholovou závěrečnou kapitolou v níž je zhodnocen výsledek celé konstrukce.

1 Obvodový návrh

Představa o provedení zabezpečovacího systému byla realizována na dvou nezávislých soběstačných prvcích. Každý prvek (kódová klávesnice, hlavní deska GSM alarmu) vykonává instrukce na základě individuálního programového vybavení. Obě části používají téměř rovnocenné mikroprocesory od firmy Microchip. Kódová klávesnice disponuje CPU PIC16F873 a hlavní deska GSM alarmu ukrývá ve svých útrobách poněkud větší, ale architekturně stejný mikroprocesor PIC16F877. Oba procesory disponují poměrně velkým počtem vstupně/výstupních portů, integrovanou sběrnicí USART a oba pracují s oscilátorem 4MHz. Procesory ke své činnosti nepotřebují kromě napájecího stabilizovaného napětí 5V a oscilátoru téměř nic. Tím je i celá konstrukce poměrně jednoduchá.

1.1 Napájecí zdroj

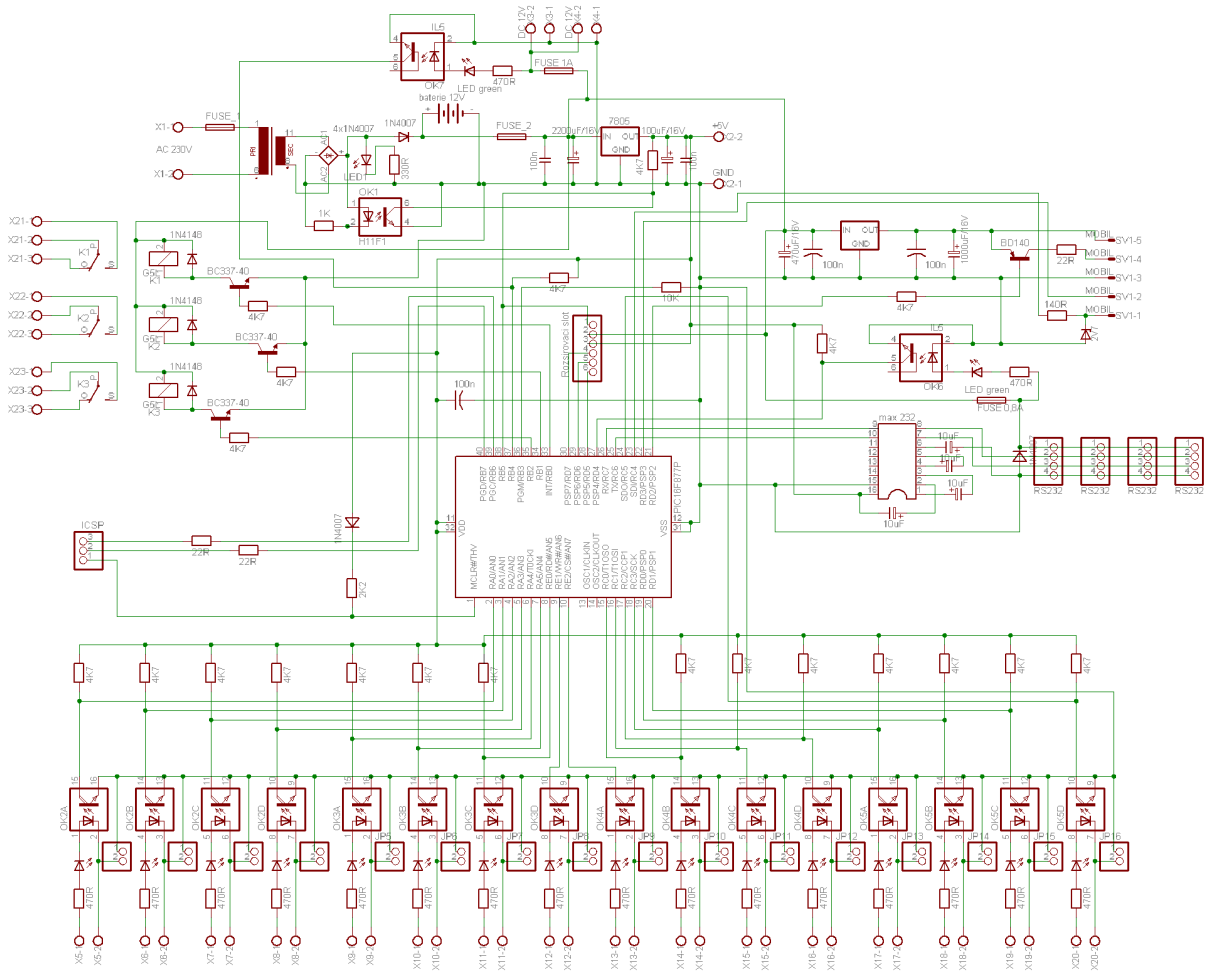
Senzory jsou napájeny stejnosměrným napětím 12V±10%, napájecí napětí senzorů je zbytečné stabilizovat pro velký rozptyl vstupního napětí jednotlivých čidel. Z bezpečnostních důvodů je v konstrukci použitý transformátor se sekundárním napětím 9V (*obrázek 1.1.1*), jelikož při stabilizaci bude užitečné napětí 12,73V dostačující. Toto napětí je dále v obvodu filtrováno soustavou elektrolytických kondenzátorů a rovněž i jištěno tavnou pojistkou, která je v neposlední řadě kontrolována samotným procesorem. Pro stabilizaci napětí pro převodníky úrovní RS232 a samotné procesory je použitý stabilizátor napětí 7805 v katalogovém zapojení.



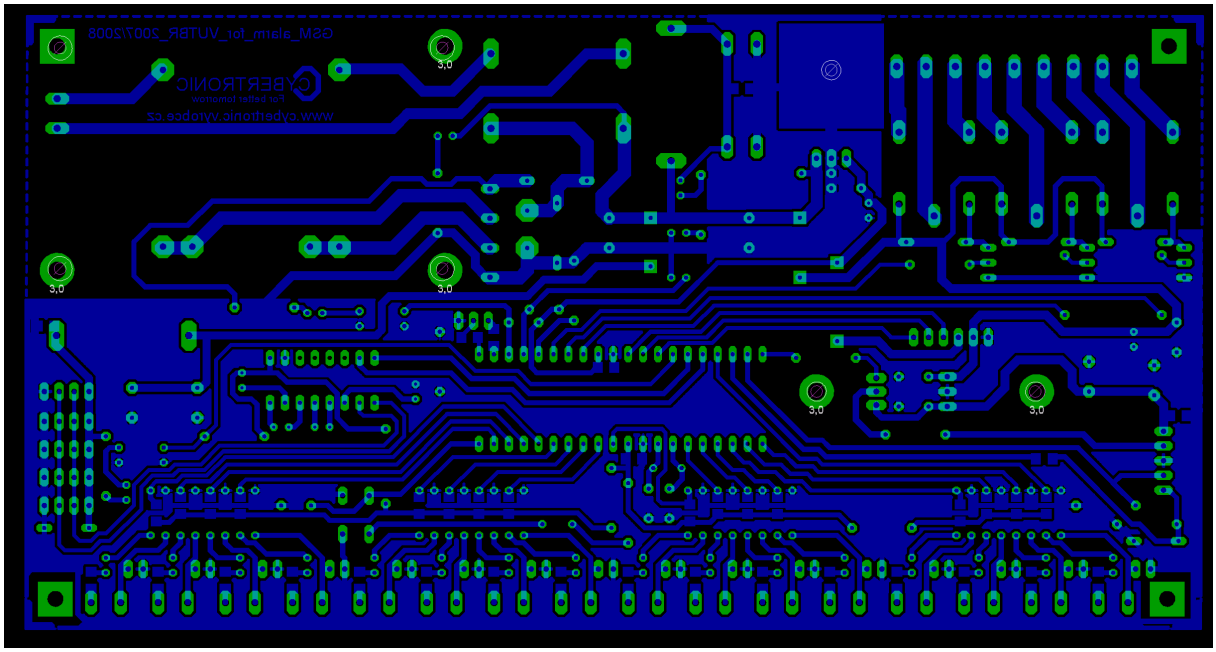
Obrázek 1.1.1 Schéma napájecího zdroje
Obrázek (1.1.1) převzat: LETOCHA, R., 2.část semestrálního projektu, 2008

1.2 Hlavní část GSM

Dominantou hlavní desky GSM alarmu (*obrázek 1.2.1*) je 16 nezávislých opticky oddělených vstupů, které chrání samotný mikroprocesor před poškozením. Konstrukce je doplněna o trojici relé pro budoucí použití přičemž jedno z nich je využito pro spínání optického majáku či zvukové sirény. Mobilní telefon je připojen na virtuální sériový port vytvořený uměle s přizpůsobením pro TTL rozhraní MT. Program procesoru PIC16F877 je aktualizován pomocí malého konektoru s funkcí ICSP s kterou disponují všechny mikroprocesory od Microchipu.

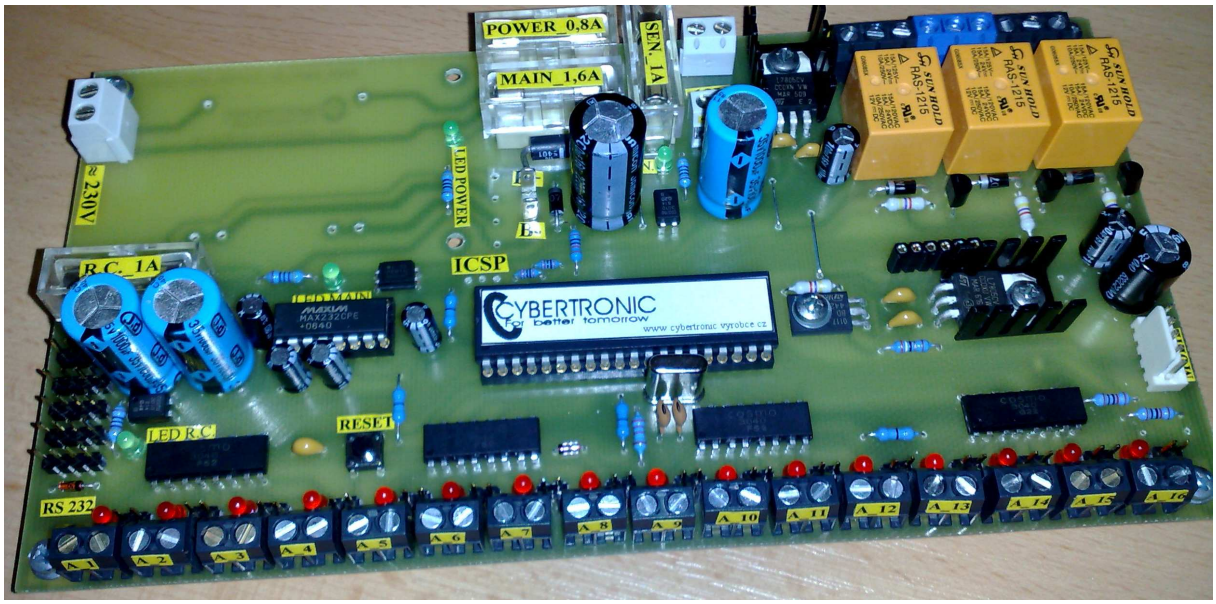


Obrázek 1.2.1 Schéma hlavní části GSM alarmu



Obrázek 1.2.2 Plošný spoj hlavní části GSM alarmu

Obrázky (1.2.1 a 1.2.2) převzaty: LETOCHA, R., 2.část semestrálního projektu, 2008

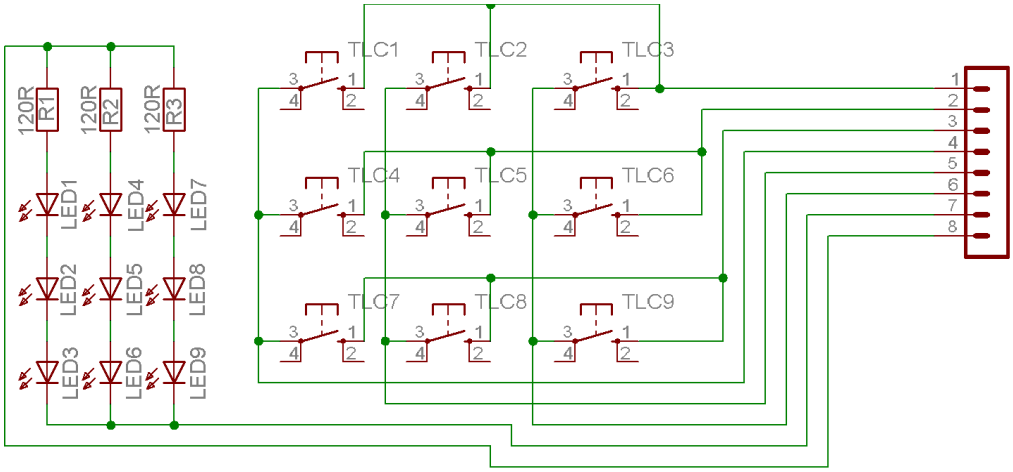


Obrázek 1.2.3 Finální podoba hlavní části GSM alarmu
Obrázek (1.2.3) převzat: LETOCHA, R., 2.část semestrálního projektu, 2008

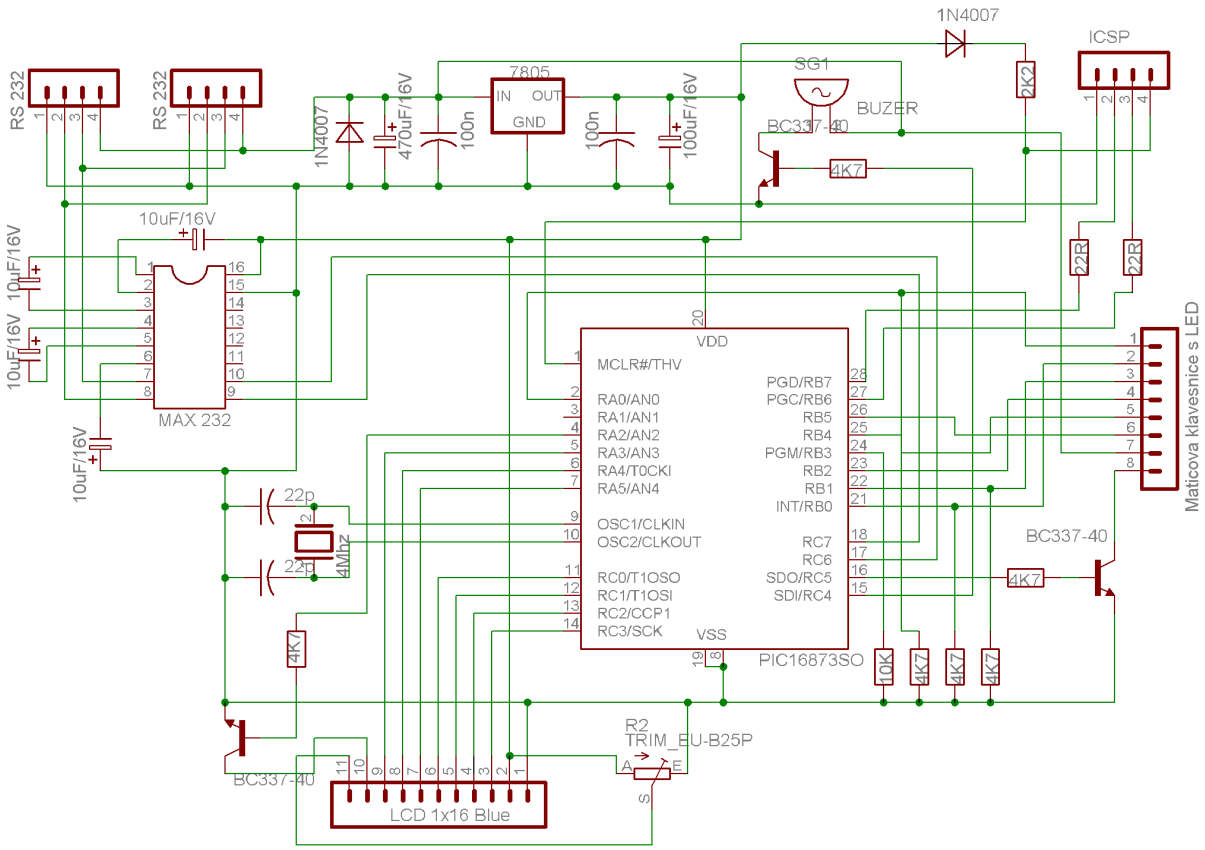
1.3 Kódová maticová klávesnice s LCD

Z požadavků miniaturizace ovládacího prvku (kódové klávesnice) bylo nutno vytvořit tuto část převážně z SMD součástek velikosti 1206. Tím modul klávesnice dostal poměrně profesionální vzhled.

Srdcem konstrukce je PIC16F873 v pouzdře SMD, který je ovšem stejně výkonný jako v pouzdře DIL. Zobrazovací prvek 16 x 1 od firmy Hitachi s řadičem HD 44780 je připojen k procesoru pomocí plochého kabelu, jelikož konstrukce nedovolila jinak. Napájecí napětí je i zde stabilizováno stabilizátorem napětí 7805 s filtračními a blokujícími kondenzátory. Uspořádání tlačítek v matici je aplikováno na dalším plošném spoji s doplněním o vysoko svítivé bílé luminiscenční diody. Ani zde nechybí programovací ICSP konektor pro rychlou a pohodlnou aktualizaci SW.



Obrázek 1.3.1 Schéma maticového uspořádání tlačítek
Obrázek (1.3.1) převzat: LETOCHA, R., 2.část semestrálního projektu, 2008



Obrázek 1.3.2 Schéma zapojení kódové klávesnice
Obrázek (1.3.2) převzat: LETOCHA, R., 2.část semestrálního projektu, 2008

1.4 Výroba obalu kódové klávesnice

Už dlouhou dobu platí pravidlo, že dobré zboží se prodává samo. To ovšem platí i o netradičním, zvláštním výrobku. Kódová klávesnice měla být původně implementovaná do komerčně dostupných plastových krabiček. Vzhledem k tomu, že design nebyl ohromující, tak z nápadu velice rychle sešlo. Další nápad na sebe nenechal dlouho čekat.

Obal kódové klávesnice byl vyfrézován na CNC domácí výroby s konstrukcí tuhou pro frézování železa s přesností 0,01mm. Fréza je řízena programem MACH 3 dostupný: http://www.cncshop.cz Pro zhmotnění obalu stačil pouze trojrozměrný návrh v programu Invertor.

a)

b)

c)

Obrázek 1.4.1 a) Nedokončený obrobek, b) Finální podoba, c) Domácí CNC
Obrázek (1.4.1c) převzat: www.cnc-hobby.eu

Ve finále je klávesnice lakována odolným průhledným lakem. Vrchní část tvoří v barvách potištěná vysoce odolná samolepící fólie, která je navíc jemně průsvitná a tím umožňuje poměrně rovnoměrné nasvícení v barvách LCD displeje.

2 Komunikace

2.1 Komunikace s kódovou klávesnicí

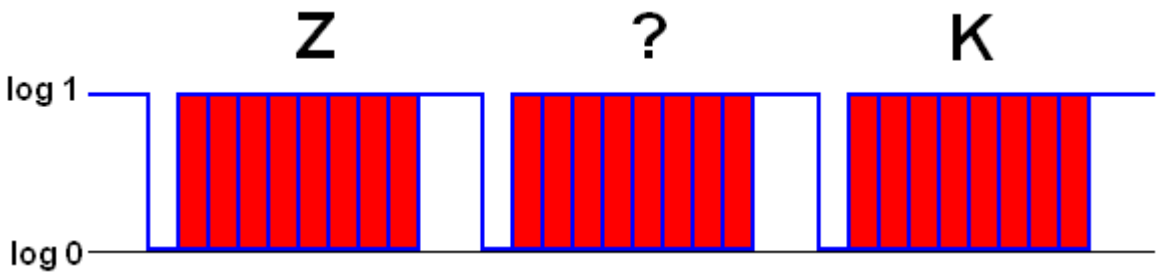
Komunikace mezi AS a CK probíhá pomocí asynchronní sériové linky RS232 s parametry 9200 bitů za sekundu, žádnou paritou, stop-bit = 1, data-bit = 8. Sériový port přenáší data dle doporučení RS232 s logickou úrovní -12V = logická jednička, +12V = logická nula. O převod napěťových úrovní se stará patřičná obvodová část na straně AS. Není nutné se tím zaobírat při vývoji SW.

Veškeré informace jako telefonní číslo, uložené heslo z bezpečnostních důvodů musí být uloženo mimo kódovou klávesnici, přímo v paměti hlavní desky GSM alarmu a to i při ztrátě napájecího napětí. CK posílá rámec dat nesoucí vždy začátek rámce, znak, kterým se ptá v jakém je alarm stavu a konec rámce. Části odesílaných datových rámců jsou složeny z ASCII symbolů (*tabulka 2.1.1*).

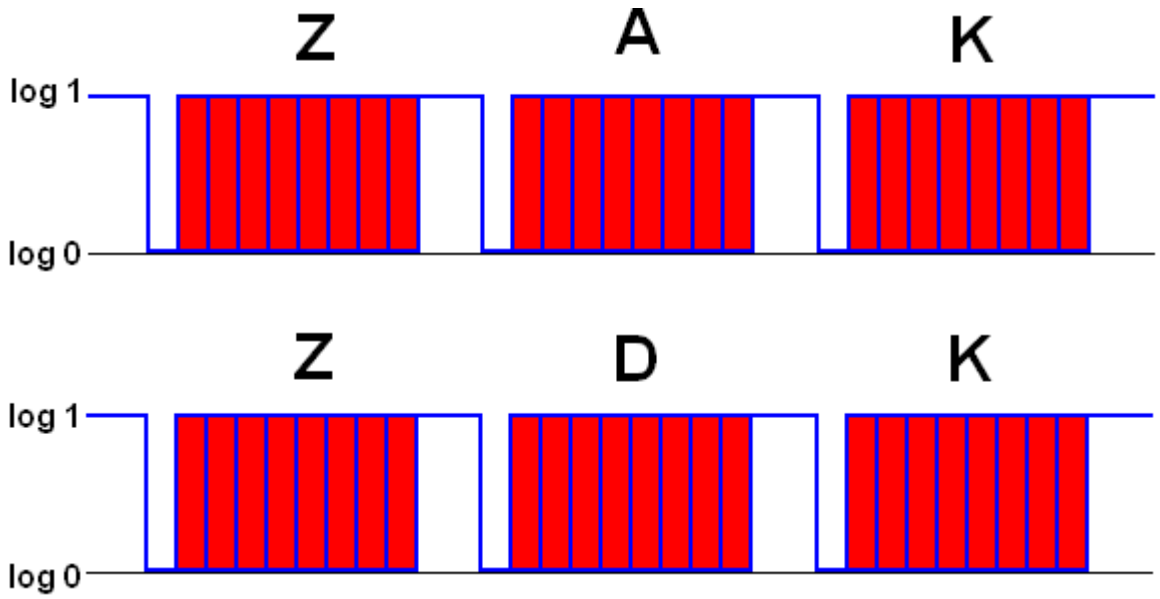
Tabulka 2.1.1: ASCII tabulka

Hex	Znak	Hex	Znak	Hex	Znak
20	SPC	40	@	60	`
21	!	41	A	61	a
22	"	42	B	62	b
23	#	43	C	63	c
24	$	44	D	64	d
25	%	45	E	65	e
26	&	46	F	66	f
27	'	47	G	67	g
28	(	48	H	68	h
29	)	49	I	69	i
2a	*	4a	J	6a	j
2b	+	4b	K	6b	k
2c	,	4c	L	6c	l
2d	-	4d	M	6d	m
2e	.	4e	N	6e	n
2f	/	4f	O	6f	o
30	0	50	P	70	p
31	1	51	Q	71	q
32	2	52	R	72	r
33	3	53	S	73	s
34	4	54	T	74	t
35	5	55	U	75	u
36	6	56	V	76	v
37	7	57	W	77	w
38	8	58	X	78	x
39	9	59	Y	79	y
3a	:	5a	Z	7a	z
3b	;	5b	[	7b	{
3c	<	5c	\	7c	|
3d	=	5d	]	7d	}
3e	>	5e	^	7e	~
3f	?	5f	_	7f	DEL

Při uvedení CK do provozu připojením napájecího napětí dojde k neprodlenému odeslání datového rámce ve tvaru „Z?K“ směrem od CK do AS (*obrázek 2.1.1*). Kódová klávesnice se tím ptá základní desky GSM alarmu v jakém je stavu. AS tím okamžitě reaguje a vyšle opět datový rámec „ZAK“, nebo „ZDK“ podle toho, jestli je alarm aktivován, či deaktivován (obráz*ek 2.1.2*).

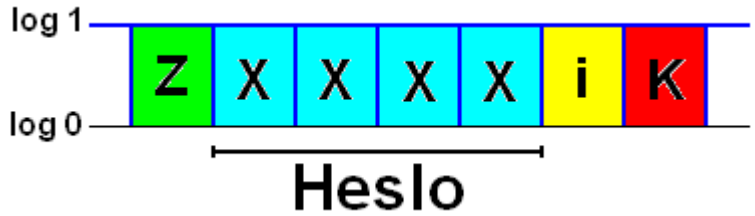


Obrázek 2.1.1: Rámec dat odesílaný z CK do AS



Obrázek 2.1.2: Rámec dat odeslaný z AS do CK, odpověď na Z?K

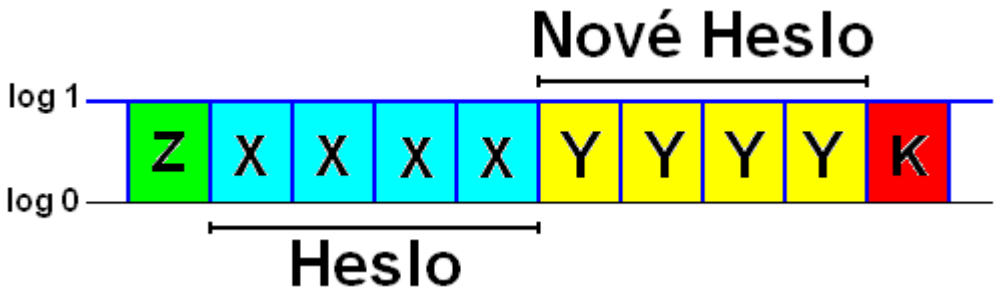
Pokud proběhne výměna datových rámců bezchybně, tak na LCD kódové klávesnice se objeví stav GSM alarmu podle toho, zda-li je alarm aktivován, či deaktivován. Změna stavu AS je řízena jen z CK a to poněkud delším datovým rámcem doplněným o 4 byty zadaného hesla a 1 byt nesoucí informaci o změně, která má být při shodě zadaného hesla s uloženým, vykonána (*obrázek 2.1.3*).



Obrázek 2.1.3: Rámec dat odeslaný z CK do AS, změna stavu

Pokud bude zadané heslo shodné s heslem uloženým v paměti AS, tak dojde k vykonání úkolu, který je charakterizován odesílaným bytem za heslem {i}. Pokud zadané heslo nebude shodné s heslem uloženým v paměti AS, tak AS odešle do CK rámec dat neprovedeno „ZNK„ a dojde k opětovnému vypsání stavu GSM alarmu na LCD kódové klávesnice.

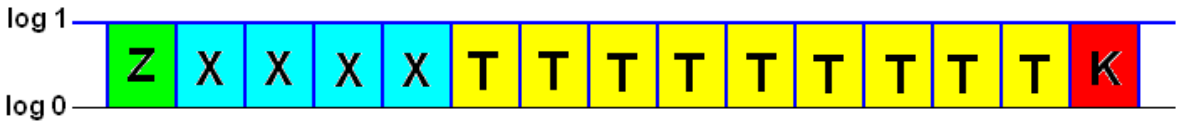
Obdobným způsobem dochází i k přenosu datového rámce se změnou stávajícího hesla. Datový rámec začíná startovacím bytem „Z“, kde za ním následují 4 byty zadaného hesla „XXXX“ a dále následují 4 byty nového hesla „YYYY“. Datový rámec je opět ukončen bytem „K“ (*obrázek 2.1.4*).



Obrázek 2.1.4: Rámec dat odeslaný z CK do AS, změna hesla

Pokud zadané heslo bude shodné s heslem uloženým v paměti GSM alarmu, tak dojde k přepsání starého hesla novým. Po úspěšné změně hesla AS odešle do CK informaci o tom, že akce byla úspěšně provedena „ZOK“.
Pokud zadané heslo nebude shodné s heslem uloženým v paměti GSM alarmu, nedojde k přepsání starého hesla novým. Tento neúspěšný pokus je charakterizován odesláním datového rámce z AS do CK s informací neprovedeno „ZNK“.

Pro větší komfort je možné zadat i telefonní číslo uživatele, pomocí kódové klávesnice. Tento způsob si ovšem vyžádal další datový rámec začínající značkou „Z“ se 4mi byty zadaného hesla „XXXX“ a následně 9ti byty zadaného telefonního čísla „TTTTTTTTT“. Datový rámec je opět ukončen značkou „K“ (*obrázek 2.1.5*).



Obrázek 2.1.5: Rámec dat odeslaný z CK do AS, změna telefonního čísla

Pokud zadané heslo bude shodné s heslem uloženým v paměti GSM alarmu, tak dojde k přepsání starého telefonního čísla novým. Po úspěšné změně telefonního čísla AS odešle do CK informaci o tom, že akce byla úspěšně provedena „ZOK“.
Pokud zadané heslo nebude shodné s heslem uloženým v paměti GSM alarmu, tak nedojde k přepsání starého telefonního čísla novým. Tento neúspěšný pokus o změnu telefonního čísla vyvolá odeslání datového rámce o neúspěšně provedené akci „ZNK“.

Kromě těchto datových rámců, které jsou přenášeny AS⇒CK, AS⇐CK je zde ještě jeden datový rámec rezervován pro přenos AS⇒CK. Jedná se o „ZPK“, který vyvolá v kódové klávesnici podmět doprovázený akustickým tónem s nápisem na LCD !!! pojistky !!!. Souhrn přenášených datových rámců (*tabulka 2.1.2*).

Tabulka 2.1.2: Přehled všech odesílaných dat mezi CK a AS

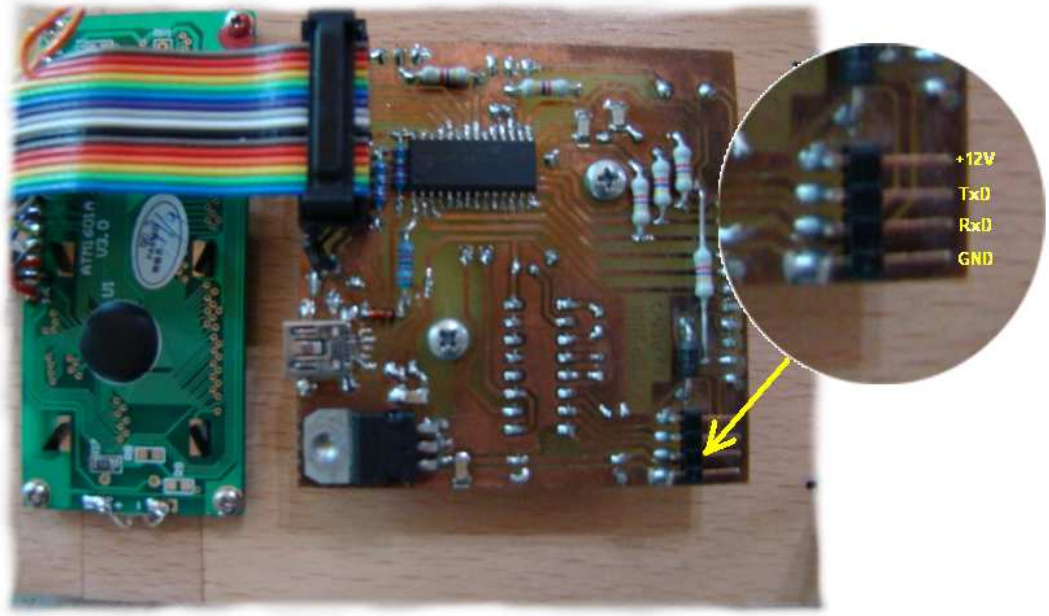
Přenášený datový rámec:	Význam jednotlivých bytů:	Celkový počet bytů:
ZNK	Z - začázek rámce N - neprovedeno K - konec rámce	3
Z?K	Z - začázek rámce ? - je alarm aktivován/deaktivován K - konec rámce	3
ZAK	Z - začázek rámce A - aktivováno K - konec rámce	3
ZDK	Z - začázek rámce D - deaktivováno K - konec rámce	3
ZPK	Z - začázek rámce P - vadné pojistky K - konec rámce	3
ZXXXXYYYYK	Z - začázek rámce X - stávající heslo Y - nové heslo, které má nahradit X K - konec rámce	10
ZXXXXiK	Z - začázek rámce X - stávající heslo i - povel pro aktivaci/deaktivaci K - konec rámce	7
ZXXXXTTTTTTTTTTK	Z - začázek rámce X - stávající heslo T - nové telefonní číslo K - konec rámce	15

2.1.1 Způsob připojení kódové klávesnice k základní desce

Připojení je vhodné realizovat pomocí stíněného čtyř žilového vodiče, ale není to bezprostředně podmínkou. Důležité je mít na paměti maximální dovolenou délku použitého kabelu. Výrobek byl úspěšně testován s délkou stíněného kabelu 40m v prostředí s průmyslovým rušením simulovaným ve vývojové laboratoři Honeywell, Brno.

Spojení musí být realizováno s hlavní deskou takto (obrázek 2.1.1.1, 2.1.1.2):

+12V hlavní desky ⇒ +12V kódové klávesnice
GND hlavní desky ⇒ GND kódové klávesnice
TxD hlavní desky ⇒ RxD kódové klávesnice
RxD hlavní desky ⇒ TxD kódové klávesnice



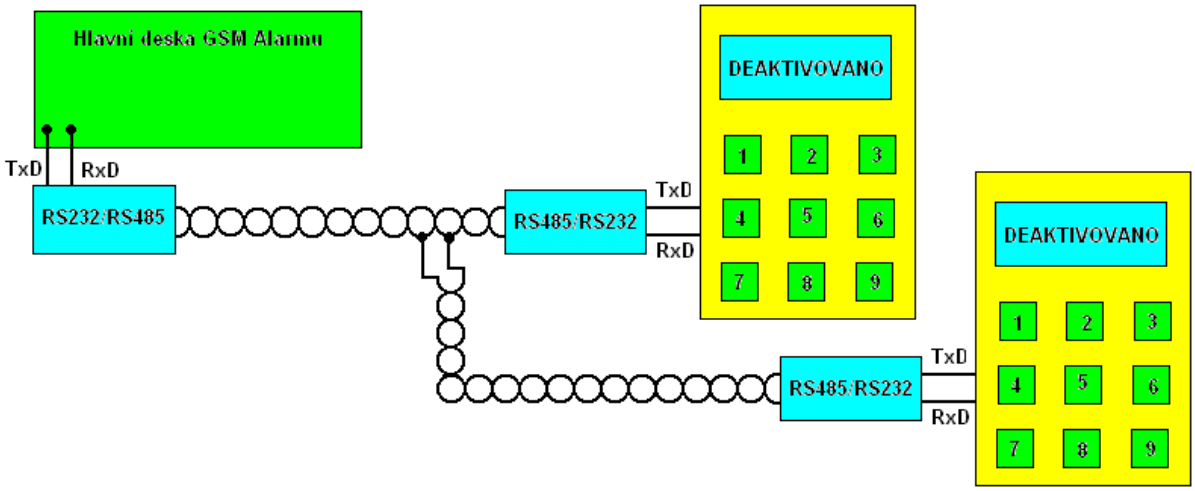
Obrázek 2.1.1.1: Způsob připojení kódové klávesnice

Obrázek 2.1.1.2: Způsob připojení kódové klávesnice k hlavní desce

2.1.2 Připojení více klávesnic, RS485

Pro použití většího počtu klávesnic je nutné doimplementovat rozhraní RS485, nejlépe čtyř-vodičové, tedy plně-duplexní (*obrázek 2.1.2.1*). Jedná se o plnohodnotnou náhradu za rozhraní RS232, bez nutnosti řízení směru toku dat.

Logické úrovně jsou reprezentovány rozdílným napětím mezi oběma vodiči. Je to rozdíl oproti RS232, kde se úrovně vztahují k referenčnímu napětí (GND). RS485 je svou konstrukcí mnohem robustnější, odolnější, jelikož je vyhodnocováno rozdílové napětí mezi oběma vodiči. To omezuje eliminaci naindukovaného rušivého napětí ⇒ možnost použít delšího vedení (1200m).



Obrázek 2.1.2.1: Způsob připojení více kódových klávesnic

2.2 Komunikace s mobilním telefonem

Komunikace s mobilním telefonem je rovněž pomocí sériové linky. Problém nastal s napěťovým přizpůsobením. Řídící procesor v AS je napájen stabilizovaným napětím 5V a tedy i logické úrovně jsou v rozmezí 0-5V. Mobilní telefon pracuje s napěťovými úrovněmi 3V. Je tedy nezbytně nutné napěťové úrovně přizpůsobit. Pokud by napěťové přizpůsobení nebylo provedeno, tak nejen, že selhávala komunikace mezi AS a MT, ale v horším případě MT úplně ztrácel signál a neustále se přihlašoval do sítě. Napěťové přizpůsobení je provedeno stabilizátorem se Zenerovou diodou 2,7V.

MT komunikuje rovněž pomocí datových rámců jako AS s CK. Těmto rámcům se říká AT příkazy (*tabulka 2.2.1*).

Tabulka 2.2.1: Vybrané AT příkazy odesílané z AS do MT

AT příkaz:	Popis:	Způsob odeslání do MT:
ATD	Vytočení tel.čísla	ATD777123456; <CR>
AT+CPBS	Definuje vyber paměti MT	AT+CPBS="SM" <CR>
ATH	Zrušení probíhajícího volání	ATH <CR>
AT+CMSS	Odešle uloženou SMS v paměti MT	AT+CMSS=1 <CR>

Soubor ASCII znaků je posílán do MT rychlostí 19200 bytů za sekundu, 1 Stop-bit, Parita žádná. Vzhledem k tomu, že USART ovládacího procesoru je již využit pro komunikaci s kódovou klávesnicí a není možné jej použít pro komunikaci s MT, tak je procesor vybaven dalším sériovým portem, který je vytvořen čistě programově (*program 2.2.1*).

```
SEND_M      CLRWDT                      ; manuální odeslání dat RS232
            BCF         TXD             ; START bit
            MOVWF       RS_TX
            MOVLW       8
            MOVWF       BIT_CTR
            CALL        TIMETB
            BTFSS       RS_TX,0
            BCF         TXD             ; odešle 0
            BTFSC       RS_TX,0
            BSF         TXD             ; odešle 1
            RRF         RS_TX,1         ; rotace vpravo
            DECFSZ      BIT_CTR         ; dekrementace bit counter
            GOTO        $-7             ; skok o sedm řádků výše
            CALL        TIMETB
            BSF            TXD
            CALL        TIMETB
            CALL        TIMETB
            RETURN
```

Program 2.2.1: Manuální vytvoření sériového portu

Podstata programového odeslání je založena na rotaci proměnné RS_TX v níž je uložen číselný výraz, který má být bezprostředně odeslán. Pokud je kontrolovaný bit „1“, tak výstup procesoru s přiřazeným jménem TXD bude rovněž po dobu TIMETB v logické jedničce. Pokud je kontrolovaný bit „0“, bude příslušný výstup procesoru s názvem TXD po dobu TIMETB nulován. Provede se rotace proměnné RS_TX vpravo a celý postup se opakuje dokud BIT_CTR nebude „0“. Z toho plyne, že v proměnné BIT_CTR je uložen počet rotací

odpovídající počtu bitů v celém bytu. Po ukončení komunikace je nutné nastavit výstup TXD do vysoké úrovně = „1“ (*obrázek 2.2.1*).

Časová prodleva TIMETB je vypočtena z komunikační rychlosti [2.2.1] s kterou pracuje mobilní telefon Siemens C35 (*program 2.2.2*)

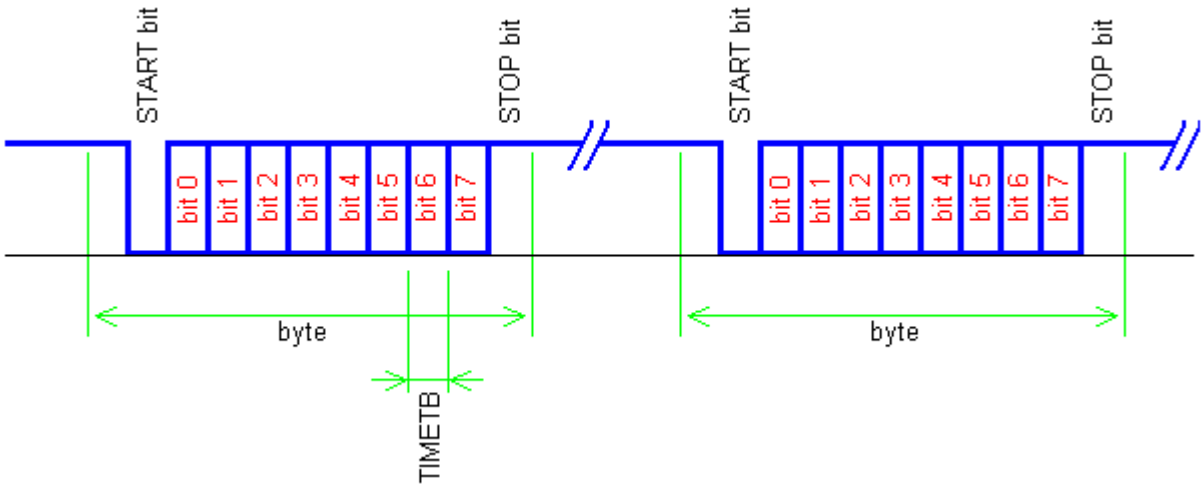
```
TIMETB      CLRWDT                  ;42us (Pro přenos dat 1/19200bd=52us)
            MOVLW         0x0D      ;0D se uloží do W
            MOVWF         TMP0      ;hodnota z W se vloží do proměnné TMP0
            DECFSZ        TMP0,F    ;podmíněná dekrementace TMP0
            GOTO          $-1       ;skok o řádek výš
                          NOP       ;prázdná instrukce, 1us - doladění
                          NOP       ;prázdná instrukce, 1us - doladění
                          RETURN    ;ukončení podprogramu => ukončení
```

Program 2.2.2: Časová prodleva mezi odesílanými bity

$$TIMETB = \frac{1}{kom.rychlost} = \frac{1}{19200} = \underline{\underline{52us}} \qquad (2.2.1)$$

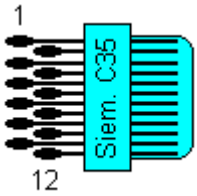
Z provedení časové konstanty TIMETB je zřejmé, že se nejedná o nic jiného, než zaneprázdnit procesor na přesně stanovenou dobu. V tomto případě se jedná o odčítání jeničky z proměnné v níž je uloženo číslo s takovou hodnotou, která odpovídá časovému zaneprázdnění procesoru. Při vynulování proměnné TMP0 dojde k podmíněnému přeskoku jednoho řádku a tím i ukončení celého podprogramu. Tolik složitosti jen proto, nýbrž procesor nezná žádný příkaz jako Delay{}. Instrukce NOP jsou tzv.prázdné instrukce, které nic nevykonají a přitom zaberou procesoru jeden instrukční cyklus. V tomto případě jedním instrukčním cyklem je 1us, jelikož je použit oscilátor 4Mhz.

Časové konstanty je možné vypočítat ručně, nebo použít vhodný program, kde stačí zadat zpoždění a frekvenci oscilátoru. Program poté automaticky vygeneruje celý podprogram, který stačí pouze implementovat do programu.



Obrázek 2.2.1: Způsob odesílání dat na RS232

Pokud dojde z jakýchkoliv důvodů k vypnutí MT, tak bude nejpozději při jakékoliv změně alarmu či vyvolání poplachu opětovně aktivován pomocí systémového konektoru. Aktivace proběhne vždy když bude 7.pin systémového konektoru přizemněný a na 3.pin systémového konektoru MT (*obrázek 2.2.2*) bude krátkodobě přivedeno kladné napětí (postačí +5V). Tím dojde vždy k zapnutí mobilního telefonu. V zapojení je 7.pin trvale přizemněný, procesor ovládá pouze 3.pin přes PNP tranzistor.



Obrázek 2.2.2: Systémový konektor Siemens C35

Tabulka 2.2.2: Popis systémového konektoru Siemens C35

Číslo pinu:	Funkce:	Použití v GSM alarmu:
1	GND (stínění)	✓
2	Vstup pro nastavení nabíjecího režimu	
3	Vstup pro nabíjení baterie	✓
4	Výstup baterie	
5	Výstup DATA (TxD)	✓
6	Vstup DATA (RxD)	✓
7	Detekce / nastavení příslušenství(CLK)	✓
8	Detekce / nastavení příslušenství(DATA)	
9	GND pro externí mikrofon	
10	Vstup pro externí mikrofon	
11	Výstup externího reproduktoru	
12	GND pro externí reproduktor	

GSM mobil (Siemens C35) je z důvodu poměrně vysoké komunikační rychlosti (19200bd) nutné připojit k hlavní řídící desce pomocí krátkého stíněného vodiče. Úspěšně otestovaná délka je 30cm. Použití nekvalitního vodiče může způsobit v průmyslovém prostředí výpadky komunikace mezi AS a MT! V nejhorším případě při poplachu by MT vůbec nemusel rozeznat AT příkaz vyslaný z AS a tím by vůbec neupozornil majitele střeženého objektu!

Připojení mezi AS a MT musí být realizováno takto (*obrázek 2.1.1.1 a 2.1.1.2*):

+5V hlavní desky ⇒ +5V mobilního telefonu
GND hlavní desky ⇒ GND mobilního telefonu (stínění!)
TxD hlavní desky ⇒ RxD mobilního telefonu
RxD hlavní desky ⇒ TxD mobilního telefonu
3.pin (zapínání) ⇒ zapnutí MT (+5V)

3 Program

3.1 Vývojový diagram kódové klávesnice

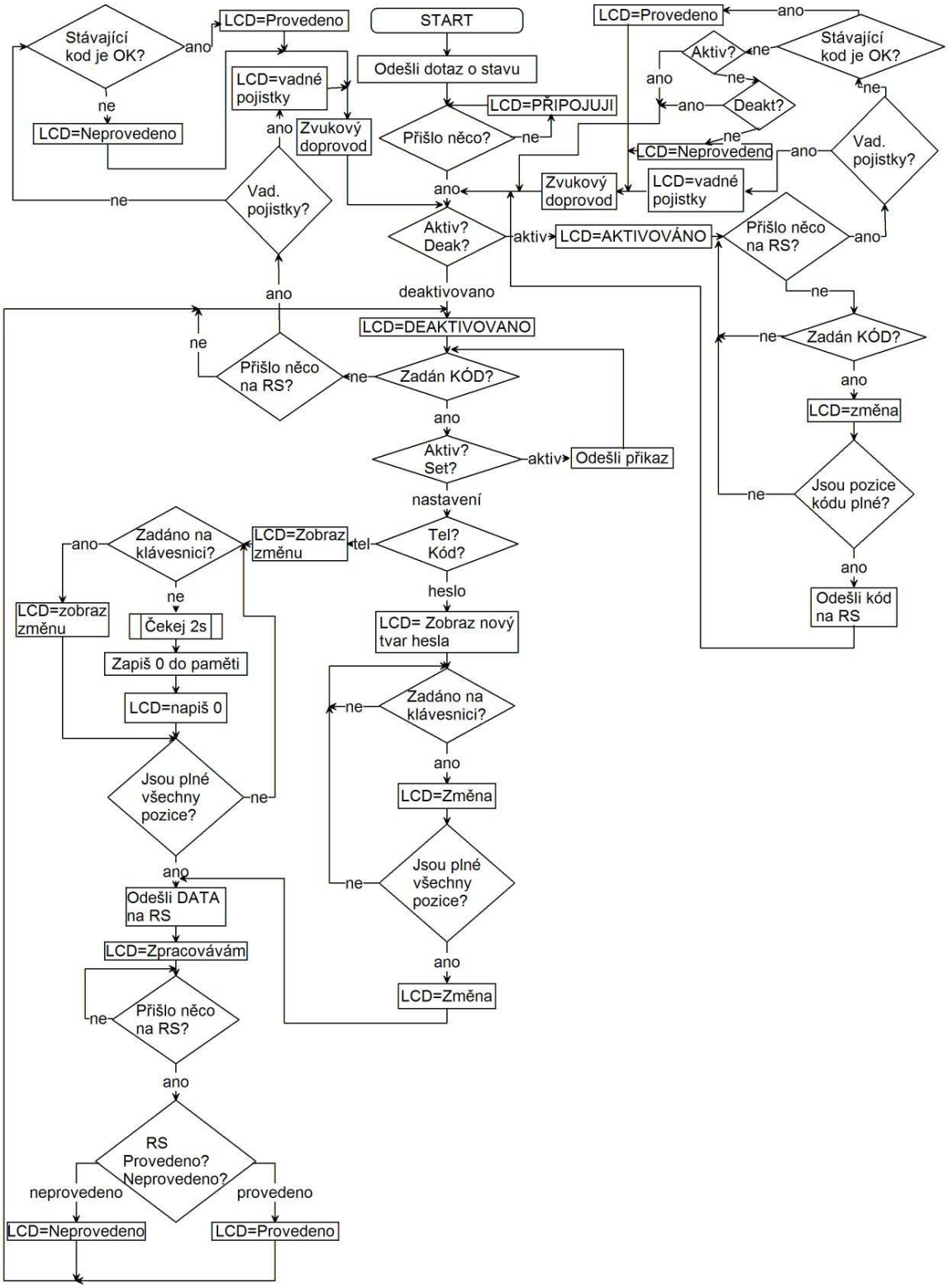


Diagram 3.1.1.: Kódová klávesnice

3.2 Vývojový diagram základní desky GSM

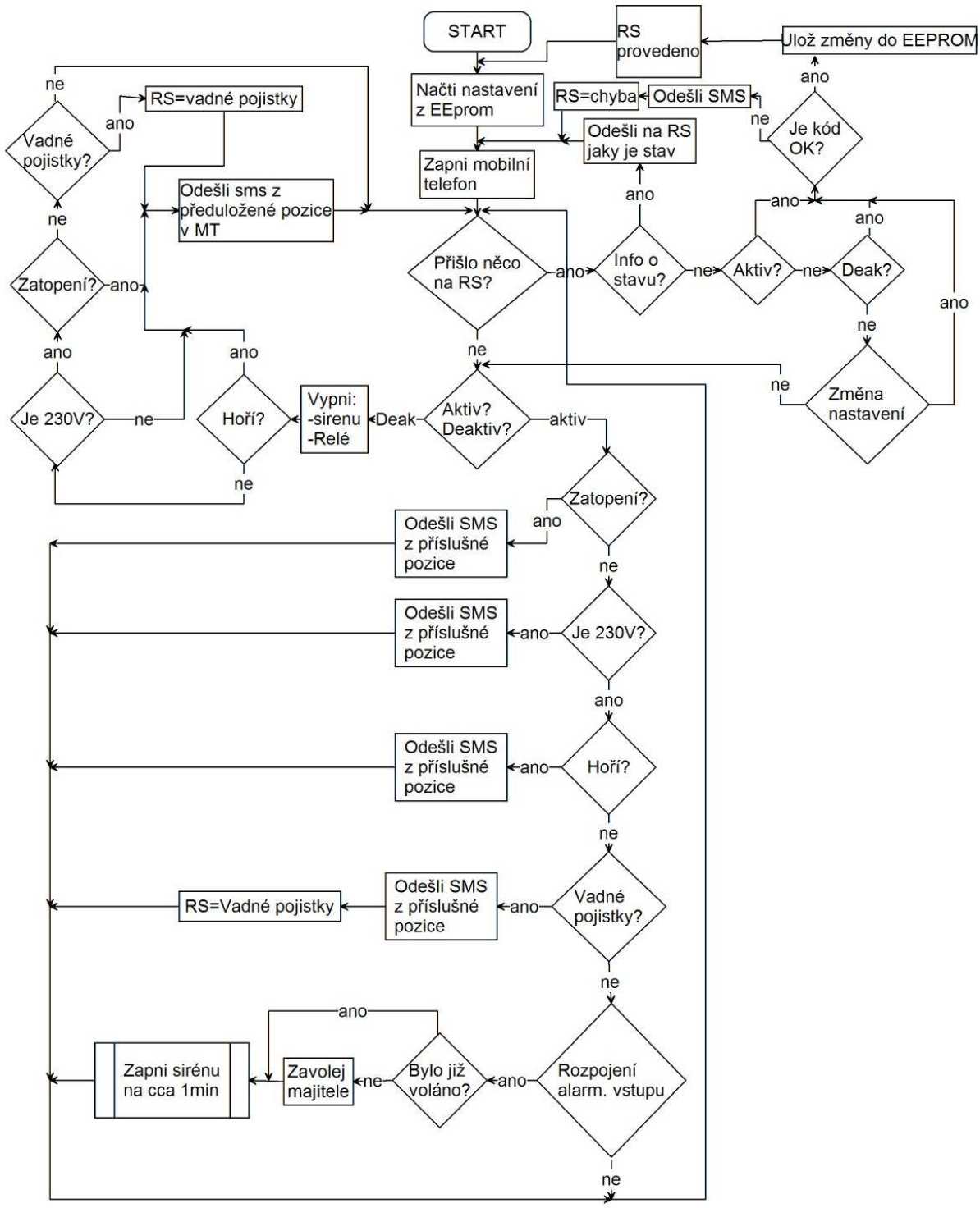


Diagram 3.2.1.: Hlavní deska GSM alarmu

3.3 Vývoj programu

Vývoj programu je předem dán samotným zpracováním GSM alarmu. Na základě těchto informací a požadavků, které jsou na alarm kladeny je program vytvářen. Navzdory složitosti systému je díky snadnému uživatelskému prostředí alarm dostupný široké veřejnosti. Celá konstrukce je složena ze dvou částí, kde každá část má svůj charakteristický procesor.

3.3.1 Vývoj programu kódové klávesnice

Kódová klávesnice má architekturně stejný procesor jako hlavní deska. Je pouze v jiném pouzdře a disponuje mnohem menším počtem vstupně/výstupních portů. Klávesnice, respektive uspořádání tlačítek je uspořádáno do matice, kde příslušné informace jsou čteny multiplexně. Procesor má nastaveny vstupní piny pro řádky a výstupní piny pro sloupce. Znamená to, že se v krátkých časových intervalech, ale tak, aby se stíhala provádět kontrola zákmitu tlačítek (*program 3.3.1.1*), přepíná logická úroveň „0“ na „1“ a čtou se řádky klávesnice. (Př.: první sloupec je nastaven „1“, procesor nyní čte příslušné tři řádky. Když dojde k zmáčknutí tlačítka {1}, tak bude čtena logická jednička z prvního řádku klávesnice.)

```
            BTFSC       RAD_A      ; Kontrola zmáčknutého tlačítka 1
            GOTO        $+9        ; Pokud nebylo zmáčknuté, skoč na 9.ř
            CALL        ZAKMIT     ; Časová prodleva
            BTFSC       RAD_A      ; Opětovná kontrola stisku tlačítka
            GOTO        $+6        ; Pokud není přeskoč
            BTFSS       RAD_A      ; Drží ještě tlačítko?
            GOTO        $-1        ; Ano, skok o řádek výš!
            CALL        PIPOK      ; Po uvolnění tlačítka pípni
            MOVLW       '1'        ; Ulož hodnotu tlačítka do paměti
            GOTO        ULOZ_RAM
```

Program 3.3.1.1: Ošetření stisku tlačítka kódové klávesnice

```
ZAKMIT      MOVLW       0x01       ; 14998us čas pro eliminaci zákmitů
            MOVWF       TMP2       ; Zde se nastavují proměnné
            MOVLW       0x1D
            MOVWF       TMP1
            MOVLW       0x0AB
            MOVWF       TMP0
            DECFSZ      TMP0,F
            GOTO        $-2
            DECFSZ      TMP1,F
            GOTO        $-6
            DECFSZ      TMP2,F
            GOTO        $-10
            RETURN                 ; Návrat z podprogramu
```

Program 3.3.1.2: Časové zpoždění nutné pro zákmit tlačítka

Příslušné informace výsledkem zmáčknutého tlačítka kódové klávesnice jsou nejen ukládány do paměti pro možnost pozdějšího zpracování, ale jsou i vypisovány na vestavěný LCD displej s lehce pochopitelným grafickým rozvržením. V zapojení je použitý znakový LCD displej 1x16 znaků s řadičem HD44780. Informace do displeje je předávána paralelně, po

dvou částech pro úsporu pinů řídícího procesoru. V interní paměti jsou uloženy znaky (*obrázek 3.3.1.1*), které jsou volány příslušnou adresací.

Obrázek 3.3.1.1: Tabulka znaků LCD s řadičem HD44780

Pro správnou funkčnost LCD je přesná inicializace a dodržení postupu dle doporučení výrobce. Postup možné inicializace znázorněn níže (*program 3.3.1.3*):

```
LCDINIT     CLRWDT
            CLRF        REG_TRISB     ; inicializace LCD displeje
            CALL        TIMELCD       ; 30 * 0.5mS = 15mS
            MOVLW       B'00110000'   ; Nastaveni 8-bitove komunikace
            CALL        SENDPRIKAZ
            MOVLW       B'00110000'   ; Nastaveni 8-bitove komunikace
            CALL        SENDPRIKAZ
            MOVLW       B'00110000'   ; Nastaveni 8-bitove komunikace
            CALL        SENDPRIKAZ
            MOVLW       B'00100000'   ; Nastaveni 4-bitove komunikace
            CALL        SENDPRIKAZ
            MOVLW       B'00101000'   ; 2 řádky
            CALL        LCDPUTCMD
            MOVLW       B'00000001'   ; Smazat LCD
            CALL        LCDPUTCMD
            MOVLW       B'00001100'   ; Zapnutí displeje
            CALL        LCDPUTCMD
            MOVLW       B'00000110'   ; Inkrementace, normální mod.
            CALL        LCDPUTCMD
            RETURN
```

```
SENDPRIKAZ  CLRWDT
            CALL        LCDBUSY       ; Wait for LCD to be ready
            BCF         RW
            BCF         RS
            BSF         E
            CALL        ZAPIS_W       ; Zapíše reg. W na PortB.
            BCF         E
            RETURN

LCDBUSY     CLRWDT
            MOVWF       RAM           ; Ulož reg. W do LCD_TEMP
            MOVF        REG_TRISB,W
            ANDLW       B'00001111'
            IORLW       B'11110000'   ; Byty 4 az 7
            MOVWF       REG_TRISB
            TRIS        PORTB

LCD_BUSY    CLRWDT
            BCF         RS
            BSF         RW
            BSF         E
            MOVF        PORTB,W       ; Read busy flag + DDram address
            BCF         E
            BSF         E
            BCF         E
            ANDLW       B'10000000'   ; Test na BF příznak.
            BTFSS       STATUS,Z
            GOTO        LCD_BUSY
            BCF         RW
            MOVF        REG_TRISB,W
            ANDLW       B'00001111'   ; Byty 4 az 7
            MOVWF       REG_TRISB
            TRIS        PORTB
            MOVF        RAM,W         ; Obnov reg. W
            RETURN

LCDPUTCHAR  CLRWDT
            CALL        LCDBUSY       ; Wait for LCD to be ready
            BCF         RW
            BSF         RS
            BSF         E
            CALL        ZAPIS_W       ; Zapíše reg. W na PortB.
            BCF         E
            BSF         E
            SWAPF       RAM,F
            CALL        ZAPIS_W       ; Zapíše reg. W na PortB.
            BCF         E
            RETURN


LCDPUTCMD   CLRWDT
            CALL        SENDPRIKAZ
            BSF         E
            SWAPF       RAM,F
            CALL        ZAPIS_W       ; Zapíše reg. W na PortB.
            BCF         E
            RETURN
```

```
ZAPIS_W     CLRWDT
            MOVLW       B'00001111'
            ANDWF       PORTB,F
            MOVLW       B'11110000'
            ANDWF       RAM,W
            IORWF       PORTB,F
            RETURN                      ; OR mezi w a potrb

SMAZ        CLRWDT
            MOVLW       B'00000001'     ; Smazat LCD, neměnit!!!
            CALL        LCDPUTCMD
            RETURN

BLINK       CLRWDT
            MOVLW       B'00001111'     ; Zobrazení blikajícího kurzoru
            CALL        LCDPUTCMD
            RETURN

NOBLINK     CLRWDT
            MOVLW       B'00001100'     ; Vypnutí kurzoru
            CALL        LCDPUTCMD
            RETURN
```

Program 3.3.1.3: Nutná inicializace znakových LCD s řadičem HD44780

Po inicializaci stačí jen volat znaky s příslušnou adresací (*obrázek 3.3.1.1*). Pokud jde o sled znaků jdoucí bezprostředně po sobě, je možné volat tyto znaky jak jdou po sobě (*program 3.3.1.4*). Pokud je volajícím znakem znak s proměnnou hodnotou, je nutné mít i správně uloženou proměnnou a pak přímo v zobrazení znaku volat příslušnou adresu kde je proměnná uložena.

```
A_A         MOVLW       B'01000001'     ; Text který má být zobrazen
            CALL        LCDPUTCHAR
            RETURN

A_B         MOVLW       B'01000010'     ; Text který má být zobrazen
            CALL        LCDPUTCHAR
            RETURN

A_C         MOVLW       B'01000011'     ; Text který má být zobrazen
            CALL        LCDPUTCHAR
            RETURN
```

Program 3.3.1.4: Volání charakteristických znaků LCD

Velký nedostatek nastal při zjištění výrobního nedostatku kódové klávesnice, která postrádala „0“. Absence tohoto tlačítka značně ovlivnilo zadávání telefonního čísla přes tuto klávesnici. Chyba je kompenzována vhodnou úpravou SW. Pokud dojde k zadávání nového telefonního čísla, tak stačí při zadávání právě „0“ chvíli počkat, procesor doplní nulu automaticky při nečinnosti. Tímto je možné i automatické doplnění nul na všechny sub pozice telefonního čísla. To má za následek úplné vyřazení mobilního telefonu.

3.3.2 Vývoj programu hlavní desky GSM

Podstatně jednodušší byl vývoj SW hlavní GSM desky, která sebou nenesla žádný výrobní nedostatek, navíc zde není na systém kladena podmínka jednoduchosti. V podstatě jde o načítání a porovnávání dat s RS232, případné uložení do paměti čí přepnutí režimu z jednoho do druhého stavu aktivace či deaktivace. Vzhledem k tomu že řídící procesor je vybaven jedním rozhraním USART, bylo nutné doimplementovat „ruční“ odesílání dat pro mobilní telefon (*program 3.2.1*).

Při zapojení napájecího napětí 230V procesor nejprve provede patřičné, nutné inicializace a vyčte nastavení z paměti EEPROM (program 3.3.2.1-3), která na základě své struktury dokáže uchovat informaci i bez napájecího napětí. Podle vyčtených dat dojde k aktivaci či deaktivaci systému (*diagram 3.2.1*). Avšak v obou případech je prováděna kontrola vstupů rizikových senzorů (detekce kouře, vody). Pokud bude některý z rizikových vstupů přerušen (aktivován), procesor okamžitě odešle SMS uloženou na patřičné pozici ze SIM karty mobilního telefonu.

```
            ORG             0x2100        ;(256 bytu)
            de              0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF
            de              0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF
            de              0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF
            de              0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF
            de              0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF
            de              0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF
            de              0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF
            de              0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF
;                           ----------------------------------------------
            de              0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF
            de              0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF
            de              0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF
            de              0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF
            de              0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF
            de              0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF
            de              0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF
            de              0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF
;                           ----------------------------------------------
            de              0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF
            de              0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF
            de              0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF
            de              0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF
            de              0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF
            de              0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF
            de              0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF
            de              0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF
;                           ----------------------------------------------
            de              0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF
            de              0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF
            de              0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF
            de              0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF
            de              0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF
            de              0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF
            de              0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF
            de              0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF
```

Program 3.3.2.1: Rozvržení dat v paměti EEPROM

```
READ        MOVF        EE_ADR,W       ; !!! adresa v EE_ADR !!!
            BCF         STATUS,RP0     ; banka 2
            BSF         STATUS,RP1     ; banka 2
            MOVWF       EEADR
            BSF         STATUS,RP0     ; banka 3
            BCF         EECON1,EEPGD   ; nastaveni datové paměti
            BSF         EECON1,RD      ; EEPROM read
            BCF         STATUS,RP0     ; banka 2
            MOVF        EEDATA,W       ; W = EEDATA
            BCF         STATUS,RP0     ; banka 0
            BCF         STATUS,RP1     ; banka 0
            RETURN
```

Program 3.3.2.2: Podprogram zajišťující čtení z EEPROM

```
WRITE       BCF         STATUS,RP0     ; banka 0
            BCF         STATUS,RP1     ; banka 0
            BCF         PIR2,EEIF      ; smaž bit kompletního zápisu
            MOVF        EE_ADR,W ;
            BSF         STATUS,RP1     ; banka 2
            MOVWF       EEADR

            BCF         STATUS,RP1     ; banka 0
            MOVF        EE_DATA,W      ;
            BSF         STATUS,RP1     ; banka 2
            MOVWF       EEDATA

            BSF         STATUS,RP0     ; banka 3
            BCF         EECON1,EEPGD   ; nastaveni datové paměti
            BSF         EECON1,WREN    ; povolit zápis do EEPROM

            BCF         NTCON,GIE      ; !!! zakázáno přerušeni !!!
                                       ; aktivace zápisu
            MOVLW       055h
            MOVWF       EECON2
            MOVLW       0AAh
            MOVWF       EECON2
            BSF         EECON1,WR      ; spustit zapis
            BCF         STATUS,RP0     ; banka 0
            BCF         STATUS,RP1     ; banka 0
            BTFSC       EECON1,WR      ; pockat na konec zapisu
            GOTO        $-1
            CALL        TIME01         ; dává čas potřebný k zápisu
            RETURN
```

Program 3.3.2.3: Podprogram zajišťující zápis do EEPROM

V proměnné *EEADR* je uložena adresa čtení, zápisu. V druhé proměnné *EEDATA* je pak informace vyčtená, či ukládaná.

4 Ochranné prvky, lightning

Dnešní polovodičová technika, především procesory jsou velmi náchylné na výkyv či zvýšení napájecího napětí přes dovolenou mez. Každý konstruktér by při vývoji měl tyto faktory zohlednit. Nejvíce trpí zařízení připojená do rozvodné napájecí sítě 230V, nebo i ty, které používají senzory s dlouhým vedením. Takové vedení se chová jako anténa, váže na sebe veškeré rušivé a škodlivé elementy. Při bouřce i v nepřímé blízkosti dojde k elektromagnetickému výboji, který v tomto vedení naindukuje pro procesor obvykle zničující napětí.

4.1 Tavné pojistky

Tavná pojistka je elektrický přístroj který chrání elektrotechnické zařízení či obvod před poškozením nadměrným proudem. Princip jištění spočívá v tom, že pojistka tvoří nejslabší místo elektrického obvodu. Při zahřátí vyšším, než povoleným proudem se vodič uvnitř pojistky přetaví a elektrický obvod přeruší.

Je zřejmé, že tento druh pojistek neochrání zařízení před vysokým napětím naindukovaným do vodičů při bouřce. Pojistky reagují na relativně pomalé děje. Naindukované napětí vlivem magnetického pole při bouřce trvá v řádech mikrosekund a méně, proto tavné pojistky jako ochrana proti blesku nelze použít!

4.2 Bleskojistky

Bleskojistka je hojně používaná součástka v keramickém pouzdře různých velikostí, podle svodového napětí. V podstatě se jedná o vhodně umístněné dva hroty, kde vzdálenost mezi hroty je určena zmiňovaným svodovým napětím. Bleskojistky se hojně používají v zapalovacích modulech spalovacích kotlů pro ochranu řídící elektroniky při vytváření výboje pro zážeh jiskřiště.

Při použití této součástky jako prvku ochrany proti blesku je velmi vhodné použít kaskádu, tedy jakési paralelní spojení těchto prvků s různým svodovým napětím od nejvyššího po nejnižší. Tím je zaručena ochrana v celém napěťovém spektru. Nevýhodou může být mnohdy robustnost celého systému.

4.3 Varistor

Varistor je nelineární polovodičová součástka jejíž odpor je závislý na napájecím napětí. Při zvětšování napětí mezi vývody varistoru dochází nejprve k pomalému a skoro lineárnímu vzrůstu proudu. Tato součástka se používá pro ochranu před naindukovaným napětím velmi často a to nejen pro přijatelné rozměry. Dojde li k naindukování napětí na vedení, překračující mez prahového napětí varistoru, varistor okamžitě začne zmenšovat odpor a tím „zkratovat“ převyšující napětí. Rovněž je doporučeno kaskádní paralelní spojení těchto prvků s různým prahovým napětím.

4.4 Test odolnosti GSM alarmu při LIGHTNINGU

Celý GSM alarm ve finální podobě byl testován na odolnost proti rušivým vlivům a pak samotné odolnosti na napěťové špičky vznikající především při bouřkách. Test byl nutností prověření spolehlivosti konstrukce a robustnosti rozhraní RS232 s propojovacím kabelem 40m.

Kódová klávesnice byla připojena 40m stíněným kabelem jdoucím přes feritové kleštiny do hlavní desky GSM alarmu. Feritové kleštiny byly připojeny ke generátoru s možností nastavení velikosti špičkového napětí, frekvence, počtu opakování. Špičkové napětí ve feritových kleštinách bylo měněno od 500V přibližně do 4000V spolu s frekvencí a to tak, aby byla proměřena i rezonanční frekvence celého připojeného kabelu. Při napětí 2000V docházelo k výpadkům komunikace, při navýšení špičkového napětí na 2,5kV došlo k zničení převodníku úrovní RS232 (MAX232) a poškození vstupu mikroprocesoru na straně hlavní desky GSM alarmu. Dle doporučení není nutné dělat ochranu signální části při odolnosti do 2kV. Celý GSM alarm tedy prošel téměř dobře.

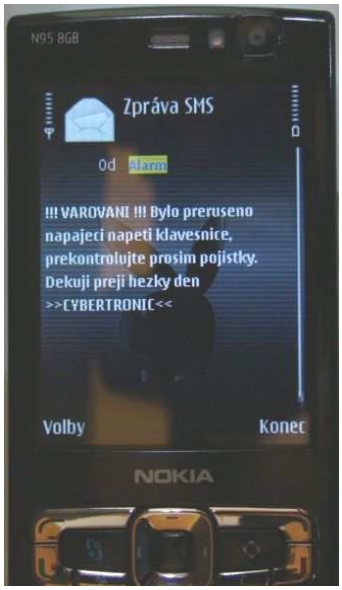
Další test se prováděl na odolnost vlivu rušivého napětí v rozvodné síti 230V. Toto rušení se považuje za nejhorší, nejhůře odstranitelné. Finální GSM alarm byl připojen na napájecí napětí 230V přes generátor rušení, kde se rovněž měnila frekvence rušení a špičkové napětí. Při tomto testu zařízení příliš neodolalo. Již při 1,2kV špičkového rušivého napětí docházelo k restartům obou procesorů. GSM telefon se úplně vypnul. Při dalším zvýšení špičkového napětí došlo k zničení keramických kondenzátorů u stabilizátoru napětí a následně ke zničení mikroprocesoru na straně kódové klávesnice. Zničení keramických kondenzátorů se projevilo malým vstupním odporem a tím neúměrným zatěžováním stabilizátoru napětí 7805. Po opravě GSM alarmu a přidáním varistoru do napájecí cesty s prahovým napětím 24V došlo k překvapivým změnám. Touto malou změnou celý obvod bez problémů vydržel 4kV špičkového rušivého napětí produkovaného generátorem. Dokonce nedocházelo k vypínání mobilního telefonu.

Nyní zabezpečovací systém disponuje poměrně velkou spolehlivostí, odolností a schopnosti konkurovat komerčním produktům.

5 Návod k obsluze

5.1 Bezpečnostní prvky

Pro plnohodnotnou funkci GSM zabezpečovacího systému je především správné zapojení. Základní deska GSM alarmu je napájena síťovým napětím 230V/50Hz s galvanickým oddělením od sítě a rovněž všech 16 vstupů je opticky odděleno pro náročné prostředí. Možnost napájení senzorů přímo s desky (12V/1A). Napěťové výstupy jsou ošetřeny tavnými pojistkami o nominálních hodnotách odpovídající proudovému zatížení příslušných výstupů. GSM systém pozná vadnou pojistku a neprodleně kontaktuje majitele na přednastavené číslo SMS zprávou nesoucí i informaci o okruhu, který byl dané pojistce přiřazen (*obrázek 5.1.1*).



!!! VAROVÁNÍ !!!
Bylo přerušeno napájecí napětí klávesnice, překontrolujte prosím pojistky! Děkuji, přeji hezký den
>>CYBERTRONIC<<

Obrázek 5.1.1: Varovná SMS o přerušení pojistky

Dalším bezpečnostním prvkem s kterým GSM systém disponuje je možnost odeslání příslušné SMS zprávy při živelné pohromě. Pokud budou k alarmu připojeny správné senzory je možnost detekce požáru i zatopení nejen sklepních prostor s nezávislých opticky oddělených vstupů. Tyto bezpečnostní vstupy nelze nijak deaktivovat, pokud jsou jednou zapojeny, budou fungovat i při deaktivovaném alarmu a plnit tím funkci plnohodnotného bezpečnostního systému. Vstupy jsou primárně koncipované s reakcí při rozpojení. V klidu by měli být všechny vstupy spojeny, tento stav je opticky signalizován a to vždy u patřičné svorkovnice.

Pokud dojde k rozpojení okruhu hlídajícího zatopení, dojde k okamžitému testu zapnutého mobilního telefonu a odeslání varovné SNS zprávy (*obrázek 5.1.2*).

Pokud dojde k rozpojení požárního okruhu, dojde k okamžitému testu zapnutého mobilního telefonu a odeslání varovné SMS zprávy (*obrázek 5.1.3*).

!!! VAROVÁNÍ !!!
Bylo zjištěno ohrožení zatopení!
Neprodleně se ujistěte, že je vše
v pořádku ! Děkuji, přeji hezký den
>>CYBERTRONIC<<

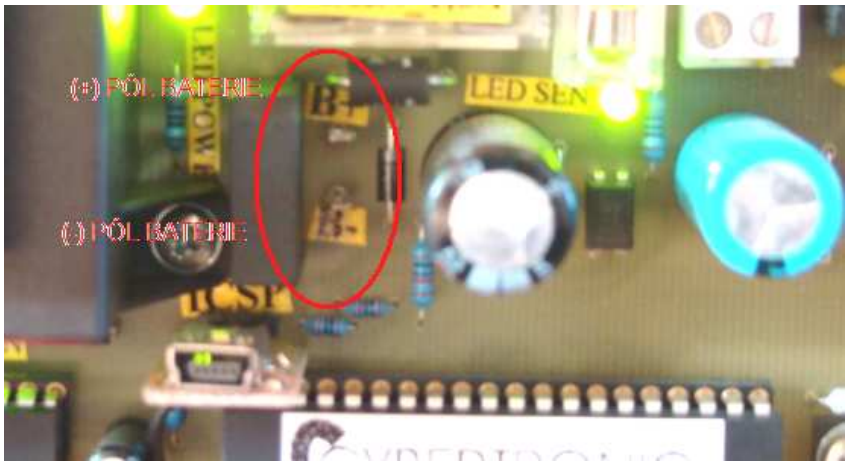
Obrázek 5.1.2: Varovná SMS o zatopení

!!! VAROVÁNÍ !!!
Byl detekován kouř! Neprodleně se
ujistěte, že je vše v pořádku !
Děkuji, přeji hezký den
>>CYBERTRONIC<<

Obrázek 5.1.3: Varovná SMS o vzniku požáru

Největší důraz je kladen na uvedené tři bezpečnostní prvky. Proto fungují vždy, za jakýchkoliv podmínek.

Pro zvýšení bezpečnostního stupně je doporučeno použít záložní akumulátor, připojitelný na vyhrazené svorky základní desky (*obrázek 5.1.4*). Záložní akumulátor musí mít jmenovité napětí 12V a proud nejlépe 7Ah.



Obrázek 5.1.4: Způsob připojení záložní baterie

5.2 Nastavení GSM alarmu

Pro změnu údajů případně samotnou aktivaci či deaktivaci je důležité mít správně nastavený kód. Způsob ovládání je zachycen na diagramu (*diagram 5.2.1*). V deaktivovaném režimu při zadání i špatného kódu, je klávesnice přepnuta do režimu MENU, vyzývá tím k AKTIVACI či NASTAVENÍ parametrů GSM alarmu. Pokud bude provedena jakákoliv změna, odešle klávesnice rámec dat do základní desky pro zpracování. Při negativním zadání vstupního kódu dojde k chybnému vyhodnocení, GSM alarm upozorní majitele formou SMS a kódová klávesnice se vrátí zpět do prvotního definovaného stavu bez jakýchkoliv změn.

Pro nastavení kódové klávesnice musí být klávesnice v deaktivovaném stavu (*obrázek 1.4.1b)* a musí být zadán správný vstupní kód (*obrázek 5.2.1a*). Při splnění těchto podmínek je klávesnice neprodleně přepnuta do režimu MENU (*obrázek 5.2.1b*), kde je možnost výběru AKTIVACE či SET (nastavení).

Je-li zadána aktivace, systém odešle rámec dat ke zpracování, kde následně po kladném vyhodnocení vstupního kódu bude alarm aktivován. Skutečná aktivace ovšem nastane, až po uplynutí odchodového času cca 60 sekund s optickým i akustickým potvrzením (*obrázek 5.2.2c*). Po uplynutí 60ti sekundového okamžiku již nesmí být ve střežených prostorách pohyb, neboť by systém začal opět odpočítávat 15ti sekundový příchodový čas, po uplynutí spustí poplach. V ideálním případě je nutno v příchodovém čase alarm deaktivovat (*obrázek 1.4.1b*).

a) b) c)

Obrázek 5.2.1: a) Zadání kódu, b) MENU, c) SET (nastavení)

Po zadání NASTAVENÍ je klávesnice přepnuta do režimu výběru nastavení telefonního čísla, nebo přístupového kódu (*obrázek 5.2.1c*). Příslušná volba je vždy prováděna tlačítkem pod příslušným nápisem LCD (*obrázek 5.2.2a*).

a) b) c)

Obrázek 5.2.2: a) Způsob výběru funkce, b) Nový kód, c) Potvrzení volby

Volba změny přístupového kódu přepne zobrazení kódové klávesnice do režimu zadání nového přístupového kódu (*obrázek 5.2.2b*). Nový kód musí mít 4 znaky, po jeho zadání dojde k odeslání rámce dat pro zpracování. Pokud je prvotní vstupní kód zadán správně, je toto nastavení vyhodnoceno kladně s patřičným zvukovým i optickým doprovodem (*obrázek 5.2.2c*). Nesprávné vyhodnocení je signalizováno akusticky i opticky s nápisem na LCD NEPROVEDENO, přičemž dojde k okamžitému odeslání informační SMS (*obrázek 5.2.3*) uživateli.

POZNÁMKA: !!! Při zapomenutí přístupového kódu je nutný servis GSM alarmu !!!

!!! INFORMACE !!!
Došlo k neúspěšnému pře-nastavení alarmu. Děkuji, přeji hezký den
>>CYBERTRONIC<<

Obrázek 5.2.3: Informační SMS o neoprávněném zásahu

Volba změny telefonního čísla musí být zadávána v krátkých intervalech (< 1,5s). Toto opatření kompenzuje nedostatek absence „0“ na kódové klávesnici (*obrázek 5.2.4*). Bez této funkce by obvykle nebylo možné zadat telefonní číslo. Doporučuje se při zobrazení volby změny telefonního čísla okamžitě zadávat nové telefonní číslo, v případě nutnosti nuly,

vyčkat delší dobu (1,5s < x < 3s), tím systém nulu doplní sám. Po zadání celého telefonního čísla se nastavení ukončí a odešle se datový rámec pro zpracování. Pokud je prvotní vstupní kód zadán správně, je toto nastavení vyhodnoceno kladně s patřičným zvukovým i optickým doprovodem (*obrázek 5.2.2c*).

Tip.: Pro vypnutí odesílání SMS zpráv a uskutečňování informačního volání je dobré, nechat systém doplnit nuly na všechny dílčí pozice telefonního čísla. Tuto změnu vyhodnotí sám mobilní telefon za chybnou a patřičný příkaz neprovede.

Obrázek 5.2.4: Nové telefonní číslo

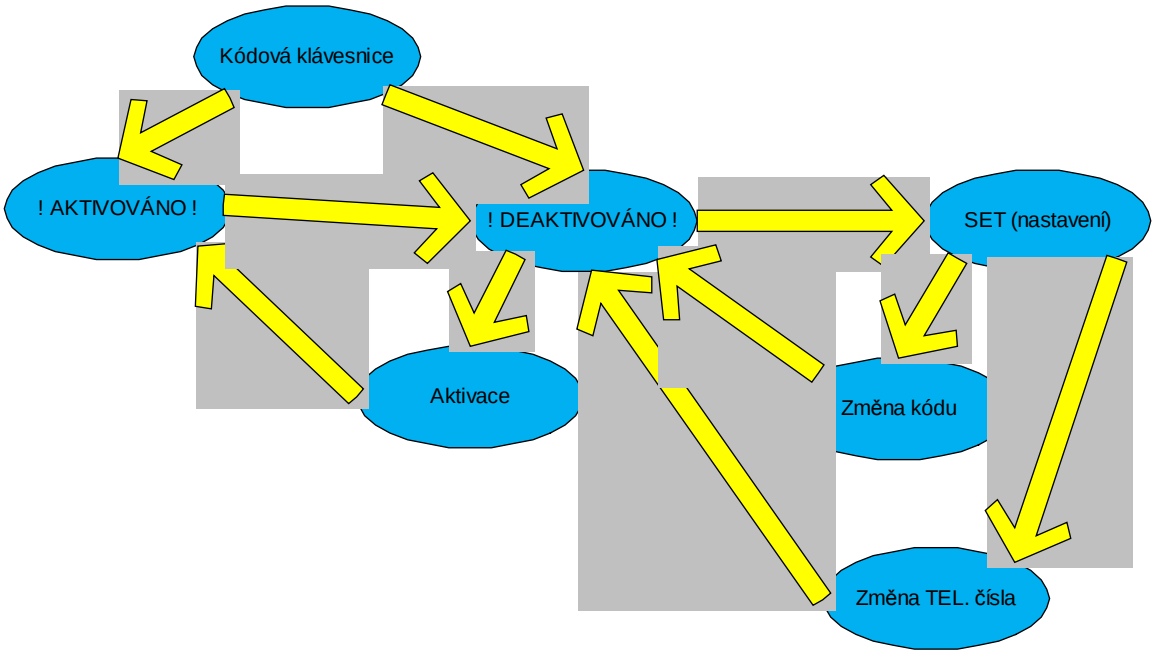


Diagram 5.2.1: Diagram uživatelského prostředí

5.3 Nastavení mobilního telefonu

Mobilní telefon je nutné nastavovat v případě nutnosti odesílat informační SMS zprávy, jelikož tyto zprávy jsou uloženy na dané pozici v paměti SIM karty. Pro správný a sladěný chod alarmu je nutné, aby na příslušné pozici v paměti SIM karty byla uložena SMS zpráva charakterizující nahodilou událost. Zprávy musí být uloženy v uvedeném pořadí (*tabulka 5.3.1).* Z důvodu komfortu je vhodné vypnout i veškeré vyzvánění mobilního telefonu.

Tabulka: 5.3.1: Způsob uložení přednastavených SMS zpráv

Pozice v paměti SIM:	Přiřazeno podmětu:
1	Ztráta napájecího napětí klávesnice
2	Ztráta napájecího napětí senzorů
3	Ztráta napájecího síťového napětí 230V
4	Neoprávněný zásah
5	Detekce požáru
6	Detekce zatopení

6 Závěr

Byl popsán návrh GSM alarmu od návrhu obvodu po vývoj programového vybavení. Byly naznačeny problémy a způsob jejich kompenzací. Práce byla dále rozšířena o funkce požárního hlásiče a hlásiče zatopení dle potřeb koncového zákazníka. Finální produkt byl podroben několikatýdennímu testu stability a destruktivním testům v laboratořích firmy Honeywell, Brno-Slatina. Na základě změřených výsledků byl přidán ochranný prvek do napájecí cesty, tím došlo k zvýšení celkové odolnosti a zároveň pokrytí přání zákazníka.

7 Použité informační zdroje

[1] BEZSTAROSTI, J., Čekací smyčky s PIC DELAY. Dostupný z WWW : < http://www.bezstarosti.cz/soft/picdelay/picdelay.htm >

[2] BRAMO, Způsob připojení mobilního telefonu. Dostupný z WWW : < http://bramo.ic.cz/>

[3] WIKIPEDIE, Vlastnosti polovodičových součástek. [Cit. 13.5.2009] Dostupný z WWW : < http://cs.wikipedia.org/wiki/Hlavn%C3%AD_strana>

[4] DATASHEET CATALOG, Technické informace součástek. Dostupný z WWW : < http://www.datasheetcatalog.com/>

[5] FLAJZAR, T. GSM alarm – přenos poplachu na mobilní telefon. Praha: BEN – technická literatura, 2005.

[6] DOVEDA BOYS, Teorie programování. Dostupný z WWW : < http://www.cmail.cz/doveda/programy/index.htm#lcd>

[7] LETOCHA, R., 2.část semestrálního projektu, 2008

[8] HRBÁČEK, J. Komunikace mikrokontroléru s okolím 1. Praha: BEN – technická literatura, 2002

[9] GRAVIROVANIE SK, Návrh domácí CNC pro vrtání otvorů DPS a frézování konstrukčních krabiček. Dostupný z WWW : < www.cnc-hobby.eu>

8 Přílohy:

8.1 Příloha 1: Finální podoba GSM ALARMU

Obrázek 8.1.1: Finální podoba GSM ALARMU