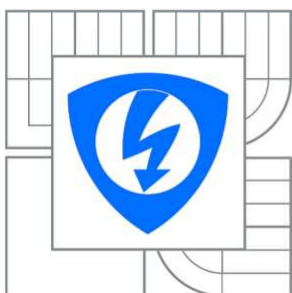




**VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ**

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



**FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A KOMUNIKAČNÍCH  
TECHNOLOGIÍ**

**ÚSTAV RADIOELEKTRONIKY**

FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND COMMUNICATION  
DEPARTMENT OF RADIO ELECTRONICS

## **GPS LOKACE S GSM PŘENOSEM POZICE A TEPLOTY**

GPS TRACKER WITH GSM COMMUNICATION USING SMS PROTOKOL

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

BACHELOR'S THESIS

**AUTOR PRÁCE**

AUTHOR

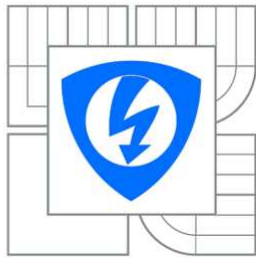
**ADAM REMEŠ**

**VEDOUCÍ PRÁCE**

SUPERVISOR

**Ing. ZOLTÁN SZABÓ, Ph.D.**

BRNO 2014



VYSOKÉ UČENÍ  
TECHNICKÉ V BRNĚ

Fakulta elektrotechniky  
a komunikačních technologií

Ústav radioelektroniky

# Bakalářská práce

bakalářský studijní obor  
Elektronika a sdělovací technika

**Student:** Adam Remeš  
**Ročník:** 3

**ID:** 146940  
**Akademický rok:** 2013/2014

## NÁZEV TÉMATU:

### GPS lokace s GSM přenosem pozice a teploty

#### POKYNY PRO VYPRACOVÁNÍ:

Seznamte se s problematikou konstrukce GSM zařízení, s prací a programováním mikrokontrolérů Atmel AVR nebo STMicroelectronics STM32. Navrhněte schéma zapojení hlavního modulu s GSM, zapojení pro modul GPS lokace a snímače teploty. Naměřené údaje budou předávány pomocí SMS správy na vyžádání uživatele, pro kontrolu bude připojen k hlavnímu modulu displej. Navrhněte obvodová zapojení a DPS. Realizujte a ožijte navržený systém s modulem pro GPS lokace, snímání teploty a kontrolním modulem. Vytvořte potřebné ovládací software v jazyce C. Otestujte funkci daného zařízení.

#### DOPORUČENÁ LITERATURA:

[1] KREJČÍŘÍK, A. SMS - Střežení a ovládání objektů pomocí mobilu a SMS. Praha: BEN technická literatura, 2004. 305 s. ISBN 80-7300-082-2.

[2] MATOUŠEK, D. Práce s mikrokontroléry ATMEL AVR - ATmega16. 1. vyd. Praha: BEN - technická literatura, 2006. 320 s. ISBN 80-7300-174-8.

**Termín zadání:** 10.2.2014

**Termín odevzdání:** 30.5.2014

**Vedoucí práce:** Ing. Zoltán Szabó, Ph.D.

**Konzultanti bakalářské práce:** Ing. Miroslav Martikán

**doc. Ing. Tomáš Kratochvíl, Ph.D.**

*Předseda oborové rady*

#### UPOZORNĚNÍ:

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 následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení části druhé, hlavy VI. díl 4 Trestního zákoníku č.40/2009 Sb.

## **ABSTRAKT**

Předmětem této bakalářské práce je návrh a realizace modulového zařízení pro GPS lokace a teploty s GSM přenosem, která slouží pro určení polohy objektu na vyžádání uživatele za pomoci SMS zprávy. Je určeno pro hlídání vozidel a především lokace již odcizeného vozidla. Součástí práce je návrh hlavního modulu, modulu GPS lokace, modulu zdroje a modulu LCD pro zobrazení údajů.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

GSM komunikace, GPS lokace, bezpečnostní systém, měření teploty

## **ABSTRACT**

The objective of this semestral thesis is the design and implement moduls device for GPS location and temperature with GSM transmission, which is used to determine the position of the object at the request of users using SMS messages. It is designed for watch vehicle and foremost locations already stolen vehicle. Part of this work is the design of the main module GPS location, source module and a module lcd for displaying the data.

## **KEYWORDS**

GSM communication, GPS location, security system, temperature measurement

REMEŠ, A. GPS lokace s GSM přenosem pozice a teploty. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií. Ústav radioelektroniky, 2013. 46 s., 10 s. příloh. Bakalářská práce. Vedoucí práce: Ing. Zoltán Szabó, Ph.D.

## **PROHLÁŠENÍ**

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci na téma „GPS lokace s GSM přenosem pozice a teploty“ jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou všechny uvedeny v seznamu literatury na konci práce.

V Brně dne .....

.....

(podpis autora)

## **PODĚKOVÁNÍ**

Děkuji vedoucímu bakalářské práce ing. Zoltán Szabó, Ph.D. za účinnou metodickou, pedagogickou pomoc a další cenné rady při zpracování mé bakalářské práce. Také děkuji Ing. Tomáši Urbancovi, Ph.D. za konzultace v části VF techniky.

V Brně dne .....

.....

(podpis autora)

# OBSAH

<b>Seznam obrázků</b>	<b>ix</b>
<b>Úvod</b>	<b>1</b>
<b>1 Návod k použití</b>	<b>2</b>
1.1 GSM modul instalace.....	2
1.1.1 SIM karta.....	2
1.1.2 Povolená čísla .....	4
1.1.3 Připojení a instalace antény.....	4
1.1.4 Univerzální výstupy zapojení a užívání.....	5
1.2 GPS modul instalace .....	6
1.2.1 Připojení a instalace antény.....	6
1.2.2 Připojení teplotního čidla .....	7
1.3 Zdroj instalace.....	8
1.4 LCD modul instalace .....	8
1.5 Sestavení modulů .....	9
1.6 Ovládaní.....	10
1.6.1 Relé .....	10
1.6.2 GPS a Teplota .....	10
<b>2 Funkce zařízení</b>	<b>11</b>
2.1 Nastavení povolených čísel.....	11
2.2 Ovládaní hlavního modulu.....	11
2.3 Ovládaní periferního modulu GPS a teploty.....	11
<b>3 Popis použitých technologií</b>	<b>12</b>
3.1 GSM.....	12
3.1.1 Historie GSM .....	12
3.1.2 Složení vysílače.....	13
3.1.3 SIM kata.....	13
3.1.4 Bezpečnost GSM.....	14
3.2 GPS .....	14

3.2.1	Historie GPS .....	14
3.2.2	Popis segmentů .....	15
3.2.3	Princip funkce GPS .....	15
<b>4</b>	<b>Popis modulů</b>	<b>16</b>
4.1	Propojení modulů.....	16
4.2	Blokové propojení modulů .....	16
4.2.1	Hlavní modul.....	17
4.2.2	Modul GPS a teploty.....	17
4.2.3	Modul LCD s tlačítky .....	19
4.2.4	Modul zdroje .....	20
4.3	Komunikace mezi moduly .....	20
<b>5</b>	<b>Konstrukce</b>	<b>22</b>
5.1	Návrh desek plošných spojů .....	22
5.1.1	Výpočet prokovení pro GSM.....	23
5.1.2	Výpočet prokovení pro GPS .....	23
<b>6</b>	<b>Program</b>	<b>24</b>
6.1	Hlavní modul.....	24
6.1.1	Hlavní program .....	25
6.1.2	Podprogram volání.....	27
6.1.3	Podprogram přečti.....	28
6.1.4	Podprogram SMS .....	29
6.1.5	Podprogram číslo .....	30
6.1.6	Podprogram gps .....	31
6.1.7	Podprogram temp .....	32
6.1.8	Podprogram ATdekod.....	33
6.1.9	Podprogram OK .....	35
6.2	GPS modul.....	36
6.2.1	Hlavní program .....	37
6.2.2	Podprogram instr.....	38
6.2.3	Podprogram UART 0_rx.....	39
6.2.4	Podprogram UART 1_rx.....	40
6.3	LCD modul .....	41
<b>7</b>	<b>Závěr</b>	<b>43</b>

7.1	Ukázka funkce a přesnosti .....	43
<b>Literatura</b>		<b>45</b>
<b>Seznam příloh</b>		<b>46</b>



# SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1.1: Popis konektorů na Hlavním modulu .....	2
Obr. 1.2: Držák SIM karty uzavřený bez karty.....	3
Obr. 1.3: Držák SIM karty otevřený .....	3
Obr. 1.4: Držák SIM karty uzavřený.....	4
Obr. 1.5:SIM karta .....	4
Obr. 1.6: SMA konektor pro připojení antény .....	5
Obr. 1.7: Příklad GSM antény s SMA konektorem.....	5
Obr. 1.8: kontakty pro připojení RELÉ 1.-3. Kontakt zprava relé K1, 4.-5. K2 .....	5
Obr. 1.9 Popis konektorů na GPS modulu .....	6
Obr. 1.10: Konektor pro připojení Antény.....	6
Obr. 1.11: Příklad GPS magnetické antény s SMA konektorem na kabelu .....	7
Obr. 1.12: svorkovnice pro připojení čidla .....	7
Obr. 1.13: Rozložení vývodů u čidla .....	8
Obr. 1.14: Popis konektoru zdroje .....	8
Obr. 1.15: Propojení modulů .....	9
Obr. 1.16: zpevnění modulů.....	9
Obr. 1.17: Sestavené moduly .....	10
Obr. 4.1: Blokové schéma propojení jednotlivých modulů. ....	16
Obr. 4.2: Blokové propojení částí v hlavním modulu.....	17
Obr. 4.3: Blokové propojení částí v modulu GPS a teploty.....	18
Obr. 4.4: Blokové propojení částí v modulu LCD s tlačítky .....	19
Obr. 4.5: Blokové propojení částí v modulu zdroje .....	20
Obr. 6.1: Foto hlavního modulu.....	24
Obr. 6.2: Foto GSM antény.....	24
Obr. 6.3: Vývojový algoritmus GSM Hlavní program.....	25
Obr. 6.4: Vývojový algoritmus podprogram gsm_volani .....	27
Obr. 6.5: Vývojový algoritmus podprogram gsm_sms.....	29
Obr. 6.6: Vývojový algoritmus podprogram gsm_cislo .....	30
Obr. 6.7: Vývojový algoritmus podprogram gsm_gps .....	31
Obr. 6.8: Vývojový algoritmus podprogram gsm_temp .....	32

Obr. 6.9: Vývojový algoritmus podprogram gsm_ATdekod .....	33
Obr. 6.10: Vývojový algoritmus podprogram gsm_OK .....	35
Obr. 6.11: Foto GPS modul .....	36
Obr. 6.12: Foto GPS aktivní anténa .....	36
Obr. 6.13: Vývojový algoritmus GPS Hlavní program .....	37
Obr. 6.14: Vývojový algoritmus podprogram gsp_instr .....	38
Obr. 6.15: Vývojový algoritmus podprogram gsp_uart0_rx .....	39
Obr. 6.16: Vývojový algoritmus podprogram gsp_uart1_rx .....	40
Obr. 6.17: Foto LCD modul.....	41
Obr. 6.18: Foto příchozí volání.....	41
Obr. 6.19: Počáteční inicializace s testováním zadávání PIN kódu – nevykazoval dostatečnou stabilitu.....	42
Obr. 7.1: Ukázka komunikace z mobilu .....	43
Obr. 7.2: Měření přesnosti GPS souřadnic – Převzato z: <a href="http://www.mapy.cz">http://www.mapy.cz</a> .....	44

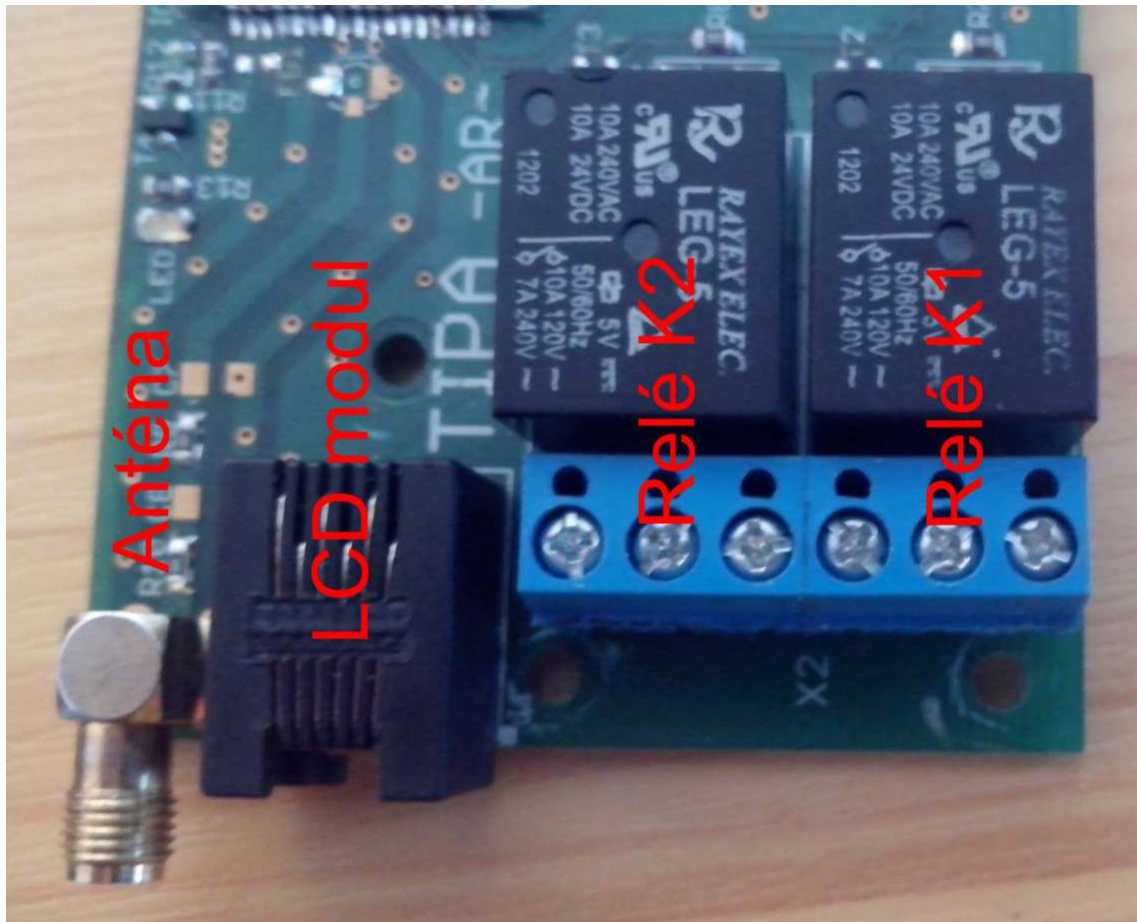
# ÚVOD

Obsahem této práce je návrh a realizace zařízení na určování polohy objektu za pomoci GPS a podává tyto informace za pomoci SMS zprávy. Hlavní myšlenkou bylo vytvořit univerzální systém, který si bude moci sám zákazník sestavit podle zakoupených modulů. Tato práce se zaměřuje především na návrh hlavního modulu, který bude použit jako univerzální modul, a modulu přenosu polohy pro vozidla s přenosem teploty. V bezpečnostní části se práce zaměřuje především na lokaci vozidla a jeho nalezení po odcizení, odtáhnutí nebo vyhledávání na rozlehlých parkovištích.

Práce je rozdělena do pěti kapitol. První popisuje funkce zařízení, druhá popis použitých technologií, další popisuje jednotlivé moduly a jejich propojení, předposlední kapitolou je návrh konstrukce. Jako poslední kapitola je závěr.

# 1 NÁVOD K POUŽITÍ

## 1.1 GSM modul instalace



Obr. 1.1: Popis konektorů na hlavním modulu

### 1.1.1 SIM karta

SIM karta, která bude vložena do přístroje, musí mít vypnutý PIN kód, jinak zařízení nebude schopno regulérně pracovat.

Pro vložení SIM karty je zapotřebí posunout držák po směru šipky OPEN.



Obr. 1.2: Držák SIM karty uzavřený bez karty

Následně vrchní část odklopit a do ní zasunout SIM kartu.



Obr. 1.3: Držák SIM karty otevřený

Přiklopit zpět a potlačit ve směru šipky LOCK.



Obr. 1.4: Držák SIM karty uzavřený

### 1.1.2 Povolená čísla

Nastavení povolených čísel se provádí za pomoci libovolného mobilního telefonu a to tak, že stačí vytvořit nový kontakt a uložit jej na SIM kartu.



Obr. 1.5: SIM karta

### 1.1.3 Připojení a instalace antény

GSM anténa se připojuje za pomoci šroubovatelného konektoru SMA. Stačí jej zlehka nasadit a zašroubovat.

Anténu není vhodné umístit do místa, kde se problematicky dostává signál. K tomuto účelu lze použít antény s delším přívodním kabelem.



Obr. 1.6: SMA konektor pro připojení antény



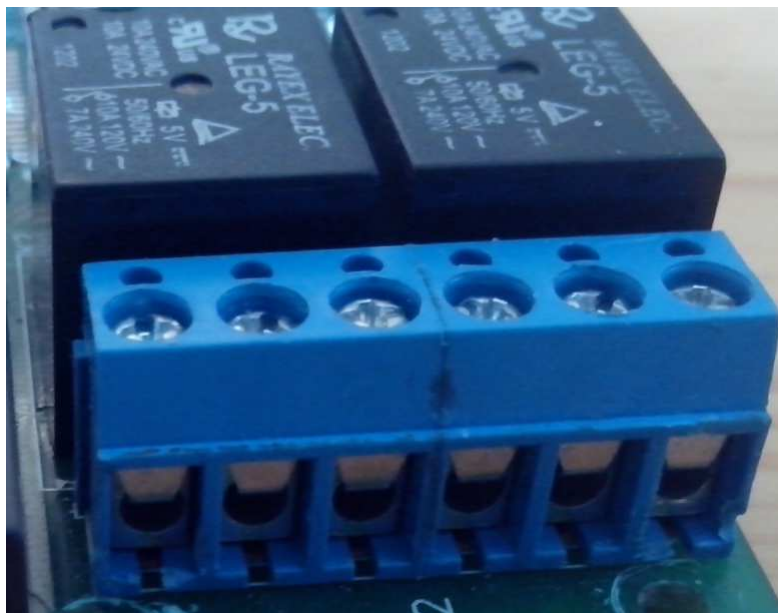
Obr. 1.7: Příklad GSM antény s SMA konektorem

### 1.1.4 Univerzální výstupy zapojení a užívání

Zde je zařízení vybaveno dvěma relé o maximálním proudu 10A při střídavém napětí 240V.

Relé K1 je určeno pro 0,5s impuls a K2 se při každém prozvonění přepne.

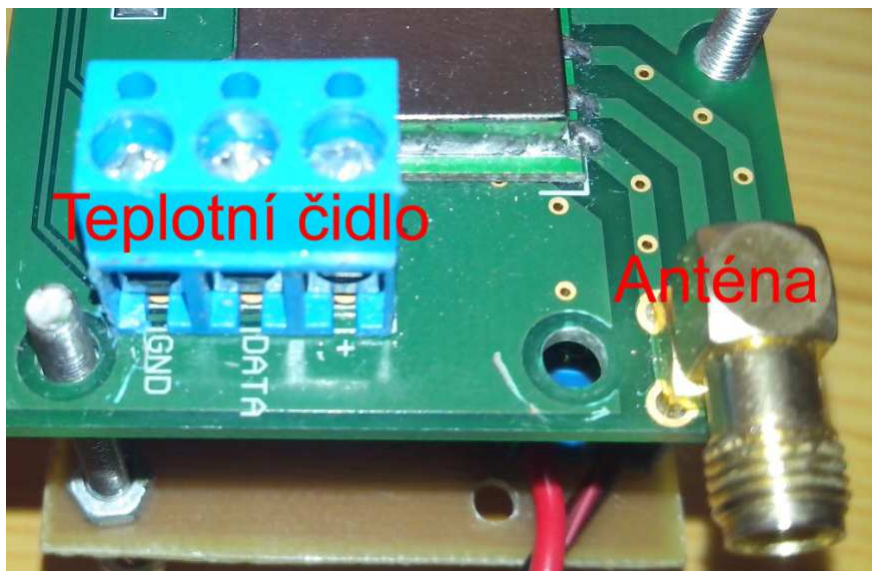
Zapojení je vždy za pomoci tří kontaktů a to středový (společný) a dva krajní výstupní. Pravý slouží pro obvody, které vyžadují rozepnutí obvodu a levý naopak pro obvody, které vyžadují spojení.



Obr. 1.8: kontakty pro připojení RELÉ 1.-3. Kontakt zprava relé K1, 4.-5. K2

## 1.2 GPS modul instalace

Modul není potřeba nějak ovládat ani nastavovat. Stačí jen připojit anténu, čidlo teploty a propojit se zdrojem a hlavním modulem.

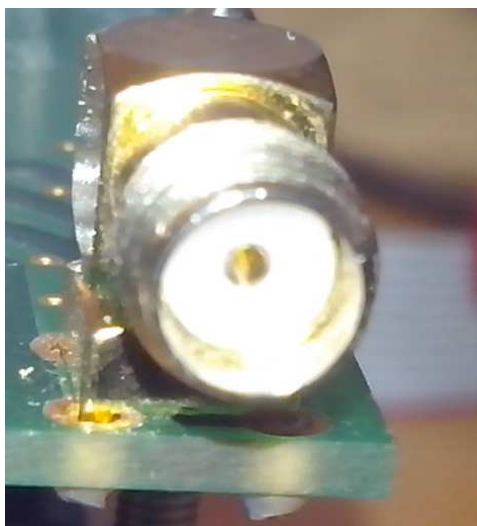


Obr. 1.9 Popis konektorů na GPS modulu

### 1.2.1 Připojení a instalace antény

GPS anténa se připojuje za pomoci šroubovatelného konektoru SMA. Stačí jej zlehka nasadit a zašroubovat.

Anténu je vhodné umístit do místa, kde je volný výhled na oblohu. Například na palubní desku v automobilu, kde bude příjem s největší pravděpodobností nejlepší.



Obr. 1.10: Konektor pro připojení antény

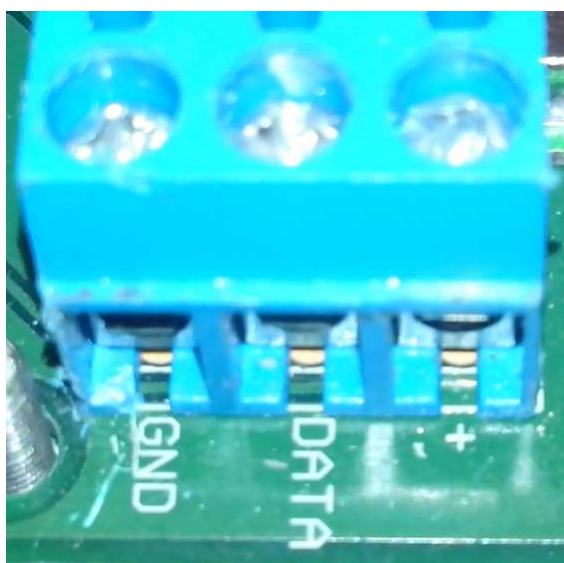




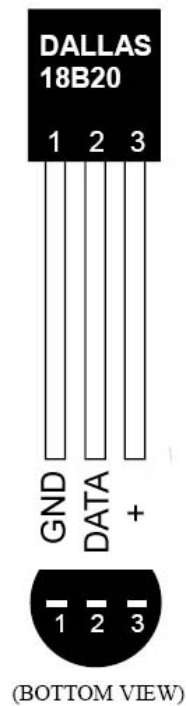
Obr. 1.11: Příklad GPS magnetické antény s SMA konektorem na kabelu

## 1.2.2 Připojení teplotního čidla

Teplotní čidlo se připojuje za pomoci tří vodičů do svorkovnice. A to na piny GND, DATA a +.



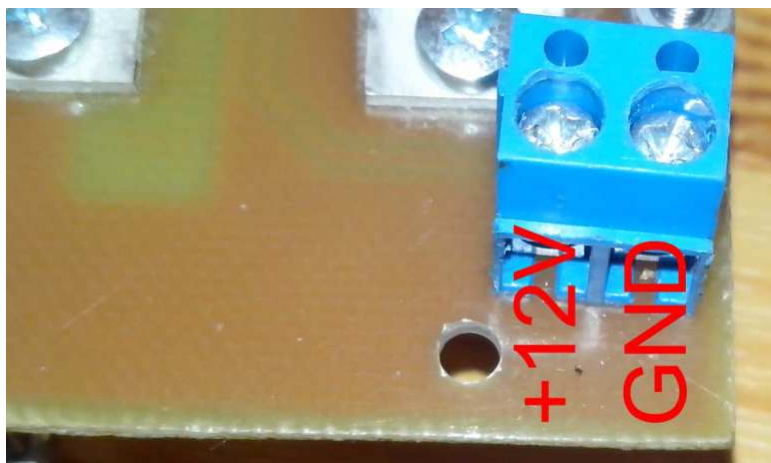
Obr. 1.12: Svorkovnice pro připojení čidla



Obr. 1.13: Rozložení vývodů u čidla

### 1.3 Zdroj instalace

Zde je zapotřebí pouze připojit stejnosměrné napětí 12V. Pozor na případné přepólování.



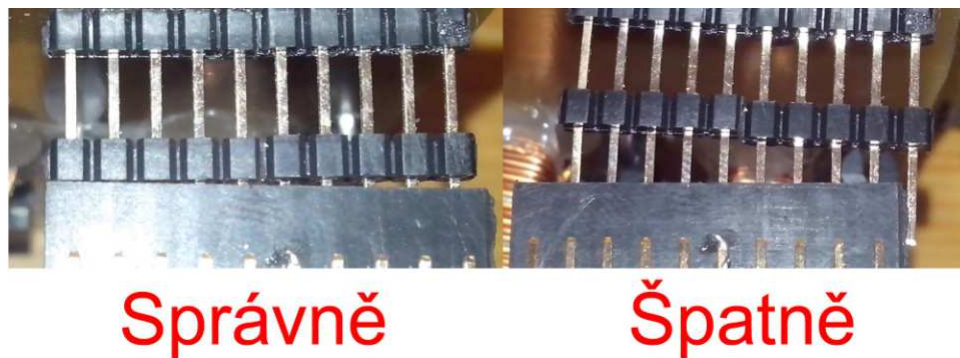
Obr. 1.14: Popis konektoru zdroje

### 1.4 LCD modul instalace

LCD modul stačí pouze propojit s hlavním modulem za pomoci kabelu s konektory RJ12.

## 1.5 Sestavení modulů

Sestavení může proběhnout v libovolném pořadí. Je jen zapotřebí dbát na to, aby datová sběrnice byla na jedné straně a výstupy ven na druhé straně. Vyvarovat se propojení datové sběrnice mimo lištu.



Obr. 1.15: Propojení modulů

Pro zpevnění celé konstrukce je vhodné užít závitové tyče M3 a maticek kolem každé z desek.



Obr. 1.16: Zpevnění modulů

## 1.6 Ovládání

### 1.6.1 Relé

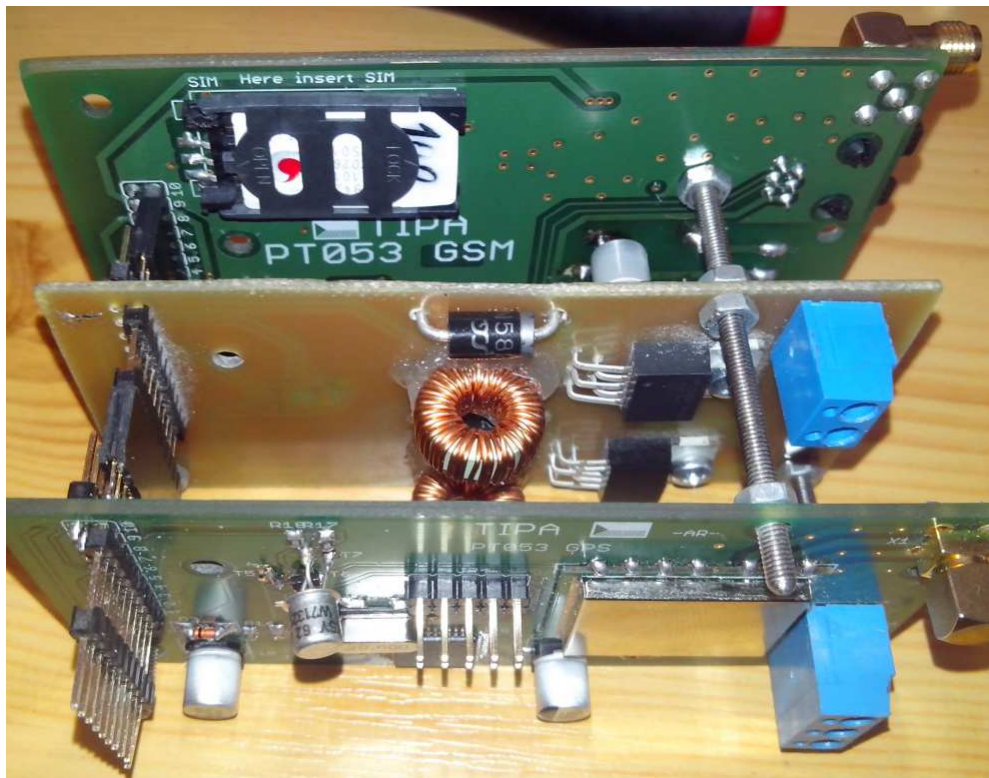
Ovládání relé probíhá pouhým prozvoněním z telefonního čísla, které je již uloženo v seznamu. Zařízení hovor automaticky odmítne a následně dá pokyn relé.

### 1.6.2 GPS a Teplota

Pro vyžádání GPS souřadnic stačí zaslat SMS ve tvaru „GPS“. Informaci o teplotě lze získat zasláním SMS ve tvaru „TEMP“. Obratem přijde zpráva obsahující informace.

Vyžádání obou informací současně lze zasláním SMS ve tvaru „GPS+TEMP“ nebo „TEMP+GPS“.

Zařízení nerozlišuje malá a velká písmena.



Obr. 1.17: Sestavené moduly

## 2 FUNKCE ZAŘÍZENÍ

Tato kapitola popisuje funkce a jejich ovládání uživatelem.

### 2.1 Nastavení povolených čísel

Zařízení je navrženo tak, aby se zamezilo jeho ovládání z libovolného telefonního čísla. Proto je zapotřebí určitým způsobem nastavit povolená čísla. Ty se budou zadávat tak, že se ze zařízení vyjme SIM karta, na kterou se do telefonního seznamu uloží dané číslo. V praxi zařízení funguje tak že po přijetí SMS nebo po volání do zařízení proběhne kontrola, zda je dané telefonní číslo v seznamu, který se po počáteční inicializaci překopíruje do paměti pro rychlejší kontrolu. Po té co je dané číslo nalezeno v seznamu se teprve dostaneme do části, kdy se řeší daný příkaz, pro volání nebo rozpoznání textu SMS a následné provedení příslušné operace.

### 2.2 Ovládání hlavního modulu

Hlavní modul má v sobě implementováno 2 výstupy.

Jsou osazené 2 relé, které plní každé malinko jinou funkci. A to v případě relé K1 odešle 0,5s impulz. Tento impulz je určen například pro ovládání elektrických vrat.

U relé K2 je funkce podobná, ale nevysílá impulzy, nýbrž se při každém prozvonění s povoleného čísla se pouze přepne do opačného stavu, než ve kterém se nacházelo.

### 2.3 Ovládání periferního modulu GPS a teploty

Tento modul přijímá pouze příkazy od hlavního modulu. Ty jsou v hlavním modulu zpracovány po přijetí SMS zprávy s vyžádáním dané informace. Takže s textem "GPS" - pro přesné GPS souřadnice, „TEMP" pro teplotu, "GPS+TEMP" nebo "TEMP+GPS" pro přesné GPS souřadnice a teplotu, která je zasílána v jednotkách °C.

Při zjišťování polohy musíme počítat s prodlevou cca 1 minutu z důvodu čekání na získání přesných GPS souřadnic. Čas je nastaven tak, aby bylo dosaženo ve většině případů dostatečné přesnosti. Při příjmu a dopočítání přesné polohy dříve, bude odezva kratší. Záleží pouze na umístění a kvalitě antény.

## 3 POPIS POUŽITÝCH TECHNOLOGIÍ

Práce využívá 2 bezdrátové technologie, a to GSM a GPS

### 3.1 GSM

Telefony podle standardů z rodiny GSM (GSM, EDGE, UMTS W-CDMA a LTE) používá celosvětově téměř 90 % mobilních účastníků. Na konci roku 2011 používalo mobilní telefony (všech standardů) přibližně 5,9 miliardy účastníků. Největším soupeřem GSM je systém CDMA2000, který na konci roku 2011 používalo přibližně 626 milionů účastníků, převážně v Severní Americe a Asii. [1]

GSM je buňková síť, pokryté území je rozděleno do jakýchsi buněk, které vypadají jako včelí plástve. Vysílač se nachází uprostřed dané buňky nebo je umístěn v bodě, který je společný pro 3 sousedící buňky a má 3 anténové systémy do rozlišných směrů. Sousedící buňky využívají vždy jiných kmitočtů, aby nedocházelo ke vzájemnému rušení. Jednotlivé vysílače jsou mezi sebou propojeny bezdrátově, opticky nebo nejužívanější řešení je optickým nebo metalickým kabelem. [1]

#### 3.1.1 Historie GSM

Jméno systému GSM pochází z názvu pracovní skupiny („Groupe Spécial Mobile“), která navrhla první verze standardu. Navzdory dnešní popularitě, v roce 1982, kdy byla skupina GSM založena, se předpokládalo, že mobilní telefony bude používat jen malý zlomek obyvatel. Na začátku 80. let 20. století byly uváděny do provozu buňkové mobilní sítě první generace systémů NMT a AMPS. Telefony pro tyto sítě nebyly přenosné, ale kvůli své hmotnosti, spotřebě a rozměrům se montovaly do automobilů. Signál pokrýval pouze největší města a jejich blízké okolí. Kvůli ceně mobilních telefonů a hovorného se jednalo o luxusní službu i pro obyvatele vyspělých zemí. Nepříjemná byla i nejednotnost systémů v různých zemích a neexistence roamingových smluv mezi operátory, což omezovalo použitelnost mobilních telefonů na jednu nebo několik málo zemí. [1]

Skupina GSM navrhla systém používající digitální technologii pro přenos hovorů i signalizace; digitální systémy mobilní telefonie se označují jako systémy 2. generace (2G). Použití digitální technologie umožňuje poskytování dalších služeb, od komunikace pomocí krátkých textových zpráv (SMS), datových přenosů, až po menší služby, které zvyšují komfort uživatelů, jako je zobrazování čísla volajícího, hlasová schránka, přesměrování hovorů a další. Digitalizace přináší zvýšení kvality zvuku, značně ztěžuje odposlech hovorů a umožňuje i jejich šifrování. Použití časového dělení umožňuje využít jednoho kmitočtu v jedné buňce více uživateli současně a zároveň značně snižuje spotřebu (telefon vysílá jenom zlomek času hovoru). Použití SIM karty umožňuje snadnou změnu mobilního telefonu. [1]

Skupina GSM původně patřila CEPT. Technické základy systému GSM byly definovány v roce 1987. V roce 1989 převzala kontrolu ETSI a kolem roku 1990 byla první specifikace GSM na světě a obsahovala přes 6000 stran textu. Obchodní operace

začala Radiolinja z Finska v roce 1991. Později bylo rozhodnuto, že se zachovají iniciály GSM, ale změní se význam zkratky. [1]

Vedle datových přenosů CSD (Circuit Switched Data), které se platí stejně jako telefonní hovory, zavádí v roce 1997 GSM standard levnější datové přenosy pomocí paketových dat pod zkratkou GPRS. Digitální technologie umožňuje i zvyšování rychlosti přenosu dat – EDGE. [1]

V roce 1998 byl zformován Projekt Partnerství 3. Generace (3GPP). Původně měl pouze vytvořit specifikaci pro příští (třetí, 3G) generaci mobilních sítí. Avšak 3GPP převzal také údržbu a vývoj GSM specifikace. ETSI je partnerem 3GPP. V rámci tohoto projektu byla v roce 1999 publikována specifikace Universal Mobile Telecommunications System (UMTS), která, přestože vychází z kódového multiplexu používaného v systému CDMA2000, je pokračování projektu GSM. Mnoho uživatelů „mobilních dat“ v síti „GSM“ si ani neuvědomuje, že ve skutečnosti používají síť UMTS. [1]

Všudypřítomnost GSM standardu a „roamingové smlouvy“ mezi mobilními operátory dělají z mezinárodního telefonování běžnou záležitostí. I přes svůj vývoj zachovává GSM zpětnou kompatibilitu s původními GSM telefony. GSM je v současnosti vyvíjeno skupinou 3GPP převážně jako otevřený standard. [1]

### 3.1.2 Složení vysílače

Vysílač je zároveň také přijímačem, protože se jedná o aktivní obousměrnou technologii. Vysílače, nebo-li základnové převodní stanice, je řízena pomocí ovladače základnové stanice BSC, která obvykle ovládá 10 až 100 BTS, a především se stará o alokaci rádiových kanálů, přijímá údaje z mobilních telefonů a ovládá předání mezi BTS. [2]

### 3.1.3 SIM karta

Jednou z klíčových vlastností GSM je SIM karta. SIM karta je vyjímatelná čipová karta, obsahující informace potřebné k přihlášení uživatele do sítě a je na ní uložen telefonní seznam a SMS. Uživatel může kartu vytáhnout ze svého mobilního telefonu a jednoduše ji použít v jiném telefonu. Nebo naopak může v jednom mobilním telefonu střídat více operátorů nebo využívat více Sim karet najednou pokud to konstrukce telefonu umožňuje. [3]

Z technického hlediska je SIM mikropočítač, který provádí operace nad daty v SIM uloženými. Skládá se z CPU, pamětí ROM, RAM a EEPROM a vstupně-výstupních obvodů. První SIM karty měly velikost 85 x 54 mm, dnešní standardizovaná velikost je 25 x 15 mm. Pro komunikaci s externím zařízením se využívá 8, respektive 6 kontaktů. Jedná se o datový vodič (DATA), napájecí vodič (Vcc) a programovací napájecí napětí (Vpp) v dnešní době se již ale nepoužívá. Dále kontakt Reset (Res), kontakt na vodič hodinového signálu (CLK) a zemnicí kontakt (GND). Nepřipojené zůstávají 2 kontakty označované C4 a C8, které jsou rezervovány pro pozdější využití. [3]

SIM karta je chráněna několika přístupovými kódy:

PIN1 - slouží k přístupu k běžným funkcím telefonu

PIN2 - chrání pevnou volbu telefonního seznamu (využito např. O2)

PUK1 - je určen pro nové nastavení PIN1  
PUK2 - je určen pro nové nastavení PIN2  
BPUK - je určen pro nastavení přístupového kódu BPIN pro přístup do GSM bankovníctví. [3]

Každá SIM karta má přiděleno jedinečné sériové číslo označované jako ICCID, díky které odesílá do sítě a díky tomu se může dekodovat ke kterému číslu je karta přidělena. [3]

### **3.1.4 Bezpečnost GSM**

Síť GSM byla navržena s průměrnou úrovní zabezpečení. Systém byl navržen tak, aby ověřoval uživatele použitím sdíleným-tajným šifrováním. Komunikace mezi uživatelem a základovou stanicí může být šifrována. Vývoj UMTS představil možnost USIM, která používá delší autorizační klíč, který zajišťuje vyšší bezpečnost a oboustrannou autorizaci mezi uživatelem a sítí – zatímco GSM autorizuje jen uživatele do sítě (a ne obráceně). Bezpečnostní model proto nabízí důvěrnost a autentičnost, ale omezené autorizační schopnosti. [1]

## **3.2 GPS**

GPS je vojenský globální družicový polohový systém provozovaný Ministerstvem obrany Spojených Států Amerických, s jehož pomocí je možno určit polohu a přesný čas kdekoli na Zemi nebo nad Zemí s přesností do deseti metrů. Přesnost GPS lze s použitím dalších metod ještě zvýšit až na jednotky centimetrů. Část služeb tohoto systému s omezenou přesností je volně k dispozici i civilním uživatelům. [4]

Jedná se o systém kterého byl vývoj zahájen roku 1973 a plně operační dostupnosti bylo dosaženo v roce 1994. Skládá se z několika segmentů a to: kosmická segment, řídicí segment a uživatelský segment. [4]

### **3.2.1 Historie GPS**

Projekt navazuje na předchozí GNSS Transit (1964–1996) a rozšiřuje ho především kvalitou, dostupností, přesností a službami. Původní název systému je NAVSTAR GPS (Navigation Signal Timing and Ranging Global Positioning System), který nesou také družice, které systém GPS využívá ke své činnosti. Vývoj NAVSTAR GPS byl zahájen v roce 1973 sloučením dvou projektů určených pro určování polohy System 621B (USAF) a pro přesné určování času Timation (US Navy). Mezi léty 1974–1979 byly prováděny testy na pozemních stanicích a byl zkonstruován experimentální přijímač. Od roku 1978–1985 začalo vypouštění 11 vývojových družic bloku I. V roce 1979 byl rozšířen původní návrh z nedostačujících 18 na 24 družic. Od roku 1980 začalo vypouštění družic se senzory pro detekci jaderných výbuchů jako výsledek dohod o zákazu jaderných testů mezi USA a USSR. [4]

Počátkem 80. let se projekt dostává do finančních problémů. V roce 1983, kdy sovětská stíhačka ve vzdušném prostoru SSSR sestřelila civilní dopravní letadlo Korean Air Flight 007 (KAL 007), přičemž všech 269 lidí na palubě zahynulo, oznámil americký prezident Ronald Reagan, že po dokončení bude GPS k dispozici i pro civilní



účely. [4]

V roce 1990 během války v Zálivu byla dočasně deaktivována selektivní dostupnost (SA) pro neautorizované uživatele, z důvodu nedostatku armádních přijímačů. Zapojena byla opět 1. července 1991. [4]

Počáteční operační dostupnost (IOC) byla vyhlášena 8. prosince 1993, plná operační dostupnost pak 17. ledna 1994, kdy byla na orbitu umístěna kompletní sestava 24 družic. [4]

Definitivní zrušení selektivní dostupnosti nastalo 1. května 2000. První družice bloku IIR-M podporující nový civilní signál označovaný L2C byla vypuštěna 25. září 2005.[2]

### **3.2.2 Popis segmentů**

Kosmický segment se skládá z družic, které obíhají zemí na střední oběžné dráze ve výšce 20200km nad zemským povrchem. Původně se počítalo s 24 družicemi rozmístěnými na 6-ti drahách s inklinací 55° a vzájemný posuvem 60°, na každé dráze s 4 družicemi pravidelně rozmístěnými. Nyní systém pracuje s 31 operačními družicemi a na jedné dráze je rozmístěno 5-6 družic nepravidelně. [5]

Řídící segment je část systémů který je na zemském povrchu a stará se o řízení družic, aby se nevychýlili ze své oběžné dráhy, a o korekci údajů jejich přesné polohy. Velitelství segmentu sídlí na letecké základně c Los Angeles[5]

Uživatelský segment jsou přijímače GPS, na základě přijatého signálu stanoví polohu a nadmořskou výšku antény, datum a přesný čas. Z těchto údajů se dále dopočítává rychlost, směr pohybu a další. Přijímače pro civilní sektor mají omezení na maximální výšku 18km a maximální rychlost 515m/s, z důvodů zamezení zneužití této technologie. [5]

### **3.2.3 Princip funkce GPS**

Jedná se o čistě pasivní systém, u kterého družice pouze vysílají svoji přesnou polohu a přesný čas, tyto údaje opravuje a upřesňuje řídicí segment, po přijetí těchto signálů přijímačem, je schopen spočítat aktuální polohu a další. Co se týče počtu družic na určení polohy tak je zapotřebí teoreticky 2 družice, ale jelikož dochází k deformaci, zakřivení signálů vlivem atmosféry, interference a šumu přijímače, je zapotřebí družic několik. Zde se používá systém triangulace - signály nám ohraničí prostor ve kterém se přijímač s největší pravděpodobností nachází. [5]

## 4 POPIS MODULŮ

V následující kapitole je popsáno propojení všech modulů a blokové zapojení jednotlivých modulů.

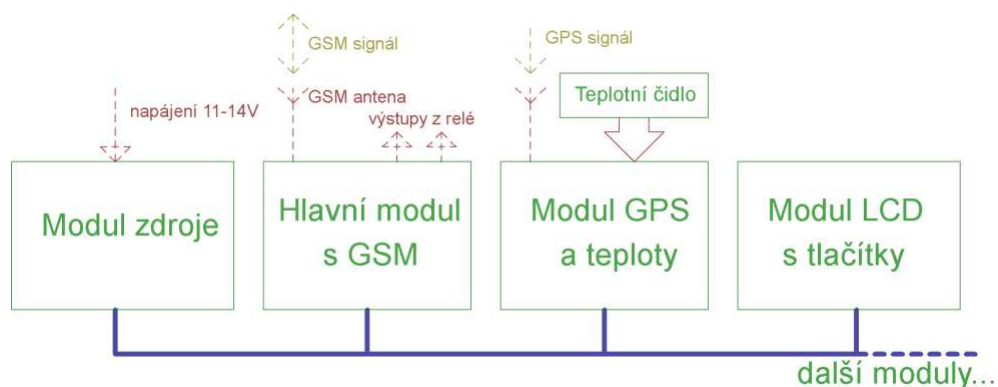
### 4.1 Propojení modulů

Zařízení je konstruováno jako univerzální modulovité zapojení, které bude dále rozšiřováno o další moduly. Například: termostaty, hydrostaty, univerzální vstupy pro sledování aktuálního stavu a univerzální výstupy pro ovládání například světel na chatě (náhodné zapnutí odradí zloděje). Bude sestaveno z několika modulů, které budou mezi sebou propojeny za pomoci sériového kanálu UART, pracujícím v multiprocessorovém režimu se specifickým komunikačním protokolem.

Zařízení je vždy sestaveno z jednoho hlavního modulu a několika periferních modulů. Můžeme jich připojit libovolný počet, který je omezen jen adresami. Tato práce se zabývá moduly, u kterých je násobnost těchto modulů zbytečná. Postrádala by smysl. Proto budou moduly rozděleny do několika skupin: Hlavní modul, jednotkové moduly a množné moduly. V budoucnu bude práce rozšířena o další moduly ze skupiny množných modulů, u kterých bude možnost zapojit i více stejných modulů. Mezi takové patří například: termostat, měřič spotřeby, univerzální vstupy, univerzální výstupy a další.

### 4.2 Blokové propojení modulů

Blokové propojení modulů ukazuje obr. 3.1. Z obr. 3.1 je patrné, že konstrukce je navrhována univerzálně a veškeré moduly jsou připojeny na jedné sběrnici, po které jsou vedeny data i napájení jednotlivých modulů.

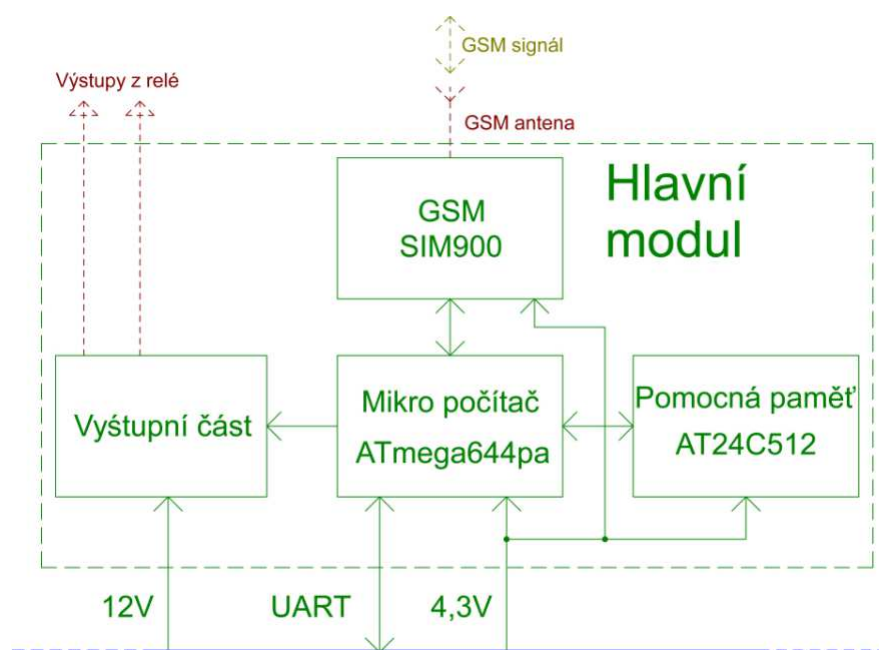


Obr. 4.1: Blokové schéma propojení jednotlivých modulů.

## 4.2.1 Hlavní modul

Hlavní modul se skládá z několika částí, těmi jsou:

- Modul obsluhující GSM (SIM900)
- Mikro počítač pro řízení komponentů na modulu a také řízení komunikace s ostatními moduly (ATmega644PA)
- Pomocná paměť pro uložení dat (at24c512)
- Výstupní část



Obr. 4.2: Blokové propojení částí v hlavním modulu

Obvod pro GSM se stará kompletně o obsluhu a zpracování GSM signálů a komunikaci ze SIM kartou. Tento modul má v sobě implementované části i NF signálů, takže umí provést telefonní hovory, SMS přenosy a datová spojení přes GPRS a EDGE. U telefonních hovorů zařízení využívá pouze možnost prozvonění. Poté provede porovnání volajícího čísla se seznamem povolených čísel. Při shodě vyše impuls 0,5s za pomoci relé K1. Toto relé je určeno především jako impuls pro ovládní bran s elektrickým pohonem. Relé K2 je ovládáno pomocí SMS rovněž jen od uživatelů uložených na SIM kartě.

Podrobnější schéma a desky plošných spojů jsou v příloze označené jako A.1 až A.5.

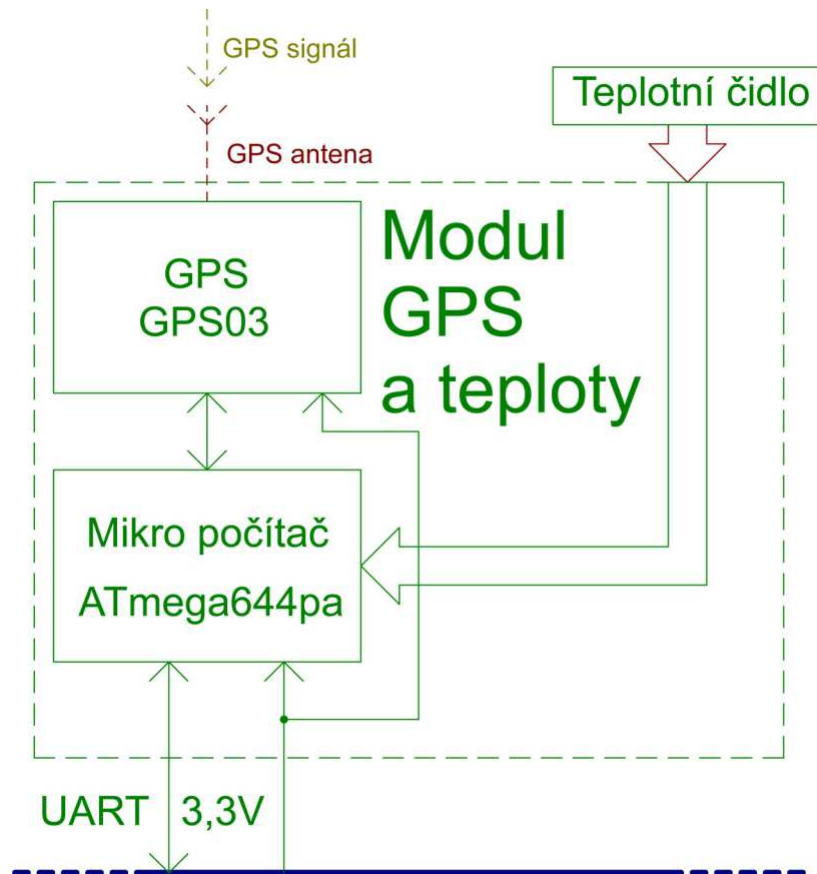
## 4.2.2 Modul GPS a teploty

Modul polohy GPS a teploty se skládá ze 3 částí:

- Modul pro zpracování GPS (GPS03 od firmy: Hope Microelectronics Co.,

Ltd.)

- Mikro počítač pro řízení komponentů na modulu a komunikaci s hlavním modulem (ATmega644PA)
- Teplotní čidlo (DS18B20)



Obr. 4.3: Blokové propojení částí v modulu GPS a teploty

Modul pro zpracování GPS se po zapnutí stará kompletně o příjem signálů z GPS satelitů a o jejich zpracování. Na svém výstupu periodicky odesílá vypočtená data, těmi jsou GPS souřadnice, datum, přesný čas získaný z GPS satelitů a údaje o počtu navázaných satelitů. Tyto údaje odesílá do mikro počítače k dalšímu zpracování.

Mikro počítač na základě požadavků z hlavního modulu spustí modul pro GPS a čeká na požadovaná data. Ty zpracuje a odešle do hlavního modulu. Nebo dle požadavku zapne čidlo teploty a zjistí teplotu na čidle. Po zjištění odesílá hlavnímu modulu informace. Při požadavku z hlavního modulu na oba tyto úkony je provede a odešle data zpět.

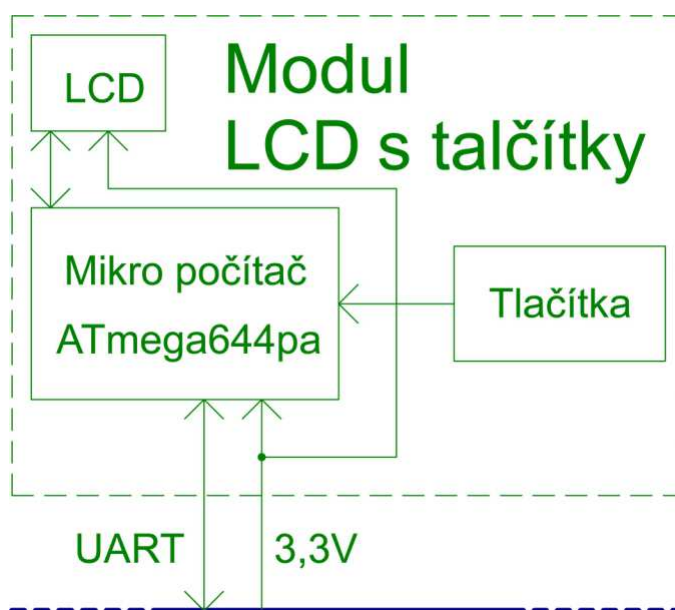
Teplotní čidlo je digitální. Po zapnutí napájení začíná komunikovat s mikro počítačem po jednodrátové sériové sběrnici. Každé čidlo má svou 48-mi bitovou adresu, takže teoreticky lze připojit paralelně několik čidel a oslovovat je adresou. Ale toho zapojení nevyužívá. Počítá s osazením jen jednoho čidla. Díky malé proudové spotřebě čidla, která se pohybuje v řádech desítek mikroampér, si systém může dovolit spínat toto čidlo bez pomocného tranzistoru přímo z mikro počítače.

Podrobnější schéma a desky plošných spojů jsou v příloze označené jako B.1 až B.4.

### 4.2.3 Modul LCD s tlačítky

Modul LCD s tlačítky je sestaven ze 3 částí:

- LCD znakový displej (LCD2004)
- Mikro počítač pro řízení komponentů na modulu a komunikaci s hlavním modulem (ATmega644PA)
- Tlačítka na ovládání modulu



Obr. 4.4: Blokové propojení částí v modulu LCD s tlačítky

Tento modul je realizován jako informační modul, který podává informace k uživateli.

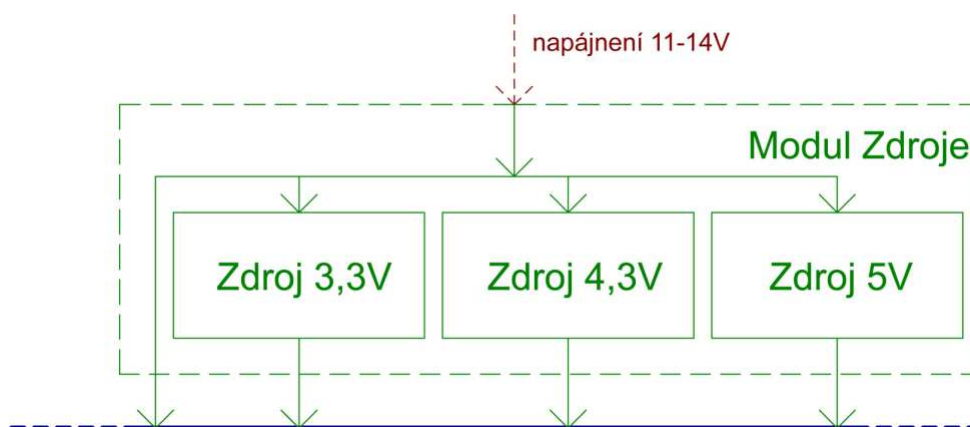
K zobrazování slouží grafický LCD displej. Výběr, případně nastavení, se ovládá za pomoci 5 tlačítek, které jsou uspořádány v útvaru +. Toto vše je propojeno na mikro počítač, který zpracovává informace získané přes sběrnici a následně vykresluje na displej.

Podrobnější schéma a desky plošných spojů jsou v příloze označené jako C.1 až C.3.

## 4.2.4 Modul zdroje

Modul zdroje je sestaven ze 3 částí:

- Zdroj 5V (LM2576-5.0)
- Zdroj 3,3V (LM2576-3.3)
- Zdroj 4,3V (MIC29302)



Obr. 4.5: Blokové propojení částí v modulu zdroje

Zdroj 5V je zde pro napájení periférií které vyžadují toto napětí. Mezi takové periférie patří LCD displej, tím pádem celý modul s LCD displejem a tlačítka. Zdroj je realizován na bázi spínaného měniče DC-DC, který oproti klasickému lineárnímu stabilizátoru vykazuje menší ztráty a vyšší účinnost. Ovšem oproti lineárnímu stabilizátoru vykazuje větší zvlnění na výstupu, proto je zapotřebí na výstupní LC filtr.

Zdroj 3,3V, je zde obdobně jako zdroj 5V, pro napájení periférií, které vyžadují toto napětí. Tohoto napětí využívá celý modul GPS a teploty. Zdroj je stejně jako 5V zdroj realizován na bázi DC-DC měniče.

Zdroj 4,3V je zde pro napájení modulu na zpracování GSM, a pro napájení celého hlavního modulu s GSM. Tento zdroj je realizován taktéž na bázi DC-DC měniče, ale má mírně odlišnou technologii od předchozích dvou. Oproti nim je zdroj kvalitnější, pracující na jiné frekvenci a nezpůsobuje takové zvlnění. Proto není zapotřebí LC filtru.

Podrobnější schéma a desky plošných spojů jsou v příloze označené jako D.1 až D.4.

## 4.3 Komunikace mezi moduly

Hlavní modul jako jediný může posílat signály periferním modulům a naopak periferní moduly mohou posílat data jen do hlavního modulu.

Zde systém řeší komunikaci tím, že hlavní modul pošle na sběrnici adresu daného periferního modulu a poté si daným příkazem řekne jaké informace od něj chce. Daný modul odpoví zpět požadovaná data nebo informaci, o stavu nebo chybové hlášky. Tím

ukončí komunikaci. Po ukončení komunikace mezi hlavním a periferním modulem vyšle hlavní modul vyhrazenou adresu, kterou řekne všem periferním modulům, že je sběrnice volná až do další adresace. Zde nastává okamžik, kdy si o slovo může říct periferní modul tím, že odešle do hlavního modulu svou adresu a bude čekat až jej hlavní modul osloví tak, že vyšle jeho adresu zpět.

## 5 KONSTRUKCE

Konstrukce již myslí na usazení do kovového boxu, kterým může být AH310, AH311 nebo AH315. Boxy se liší pouze jedním rozměrem a to šířkou, která bude zapotřebí v budoucnu kvůli různému počtu modulů v boxu. moduly budou umístěny stejně jako rozšiřující karty v PC, vertikálně na základnu této krabičky. Konstrukce myslí i upevnění modulů pomocí šroubů M3, kde je vždy ve stejném místě na DPS umístěna díra, takže lze skrz všechny moduly zašroubovat šrouby. Samotné uchycení do krabičky bude provedeno pomocí kovových nebo plastových úhlových spojek které jsou běžně dostupné.

Dále je konstrukce udělaná tak, aby se moduly daly propojovat a libovolně do sebe spojovat. Díky tomuto konstrukce nevyžaduje přesné uspořádání jednotlivých modulů a lze je seskládat libovolně. To je zabezpečeno tím, že v konstrukci je přes každý modul provedena sběrnice, na které jsou navedeny cesty pro napájení, +3,3V, +4,3V, +5V, dostatečně silná zem označena zkratkou GND a obousměrná sériová linka. Ta zabezpečuje komunikaci periferních modulů s hlavním modulem. Výjimkou je modul zdroje, který bude v budoucnu připojen na sběrnici a to proto, že bude monitorovat stav baterie v automobilu nebo svého záložního zdroje.

### 5.1 Návrh desek plošných spojů

Zde systém užívá části, ve kterých jsou vysoké frekvence. Proto je zapotřebí řešit vzdálenost mezi prokvy kolem vedení tohoto vysokofrekvenčního vedení. Ty se vypočítávají z vlnové délky. Ta se spočítá podle vztahu (4.1)

$$\lambda_{\min} = \frac{c}{f_{\max}} \quad (4.1)$$

Kde  $\lambda_{\min}$  je vlnová délka,  $c$  je rychlost světla a  $f_{\max}$  je frekvence. Vzdálenost prokův je přímo závislá na vlnové délce  $\lambda_{\min}$  takže nepřímo na frekvenci. Proto je za potřebí dosadit tu nejvyšší frekvenci  $f_{\max}$ .

$$l_{\text{vzduch}} = \frac{\lambda_{\min}}{4} \quad (4.2)$$

Zde  $l_{\text{vzduch}}$  nám představuje maximální vzdálenost mezi prokvy ve vzduchu.

$$l_{\max} = \frac{l_{\text{vzduch}}}{\sqrt{\epsilon_{ps_r}}} \quad (4.3)$$



Maximální vzdálenost prokůvů  $l_{\max}$  se vypočítá podělením maximální mezery ve vzduchu  $l_{\text{vzduch}}$  odmocninou  $\epsilon_{ps_r}$  pro daný materiál.

Návrh předpokládá na výrobu desek plošných spojů užití materiálu označovaného FR4, pro který je stanovena hodnota  $\epsilon_{ps_r} = 4.7$ .

Pro větší bezpečnost je zapotřebí volit vzdálenost  $l$  menší než  $l_{\max}$ .

### 5.1.1 Výpočet prokovení pro GSM

GSM pracuje na více frekvencích. Proto, jak vyplývá podle vztahu (4.1), se použije ta největší frekvence  $f_{\max} = 1800\text{MHz}$ :

$$\lambda_{\min} = \frac{c}{f_{\max}} = \frac{3 \cdot 10^8}{1800 \cdot 10^6} \approx 0.166666\text{m} \quad (4.4)$$

$$l_{\text{vzduch}} = \frac{\lambda_{\min}}{4} = \frac{0.166666}{4} \approx 0.041666\text{m} \quad (4.5)$$

$$l_{\max} = \frac{l_{\text{vzduch}}}{\sqrt{\epsilon_{ps_r}}} = \frac{0.041666}{\sqrt{4.7}} = 0.019219\text{m} = 19.219\text{mm} \quad (4.6)$$

### 5.1.2 Výpočet prokovení pro GPS

GPS pracuje na více frekvencích. Proto, jak vyplývá podle vztahu (4.1), se použije ta největší frekvence  $f_{\max} = 1841,4\text{MHz}$ :

$$\lambda_{\min} = \frac{c}{f_{\max}} = \frac{3 \cdot 10^8}{1841,4 \cdot 10^6} \approx 0.163008\text{m} \quad (4.7)$$

$$l_{\text{vzduch}} = \frac{\lambda_{\min}}{4} = \frac{0.163008}{4} \approx 0.040752\text{m} \quad (4.8)$$

$$l_{\max} = \frac{l_{\text{vzduch}}}{\sqrt{\epsilon_{ps_r}}} = \frac{0.040752}{\sqrt{4.7}} = 0.018797\text{m} = 18.797\text{mm} \quad (4.9)$$

## 6 PROGRAM

Zařízení pracuje s více procesory. Proto je zde více programů, pro přehlednost jsou rozděleny do několika podprogramů.

### 6.1 Hlavní modul

Hlavní modul využívá modulu pro GSM „SIM900“, který komunikuje za pomoci sběrnice UART o rychlosti 9600kbps. Ovládání tohoto modulu probíhá za pomoci AT příkazů. Komunikace mezi moduly je rovněž za pomoci sběrnice UART, proto bylo za potřebí mít k dispozici mikropočítač s více kanály tohoto sériového kanálu. Jako další sběrnice se zde využívá také I2C, a to pro komunikaci s EEPROM pamětí.

Kompletní program hlavního modulu v příloze na CD.

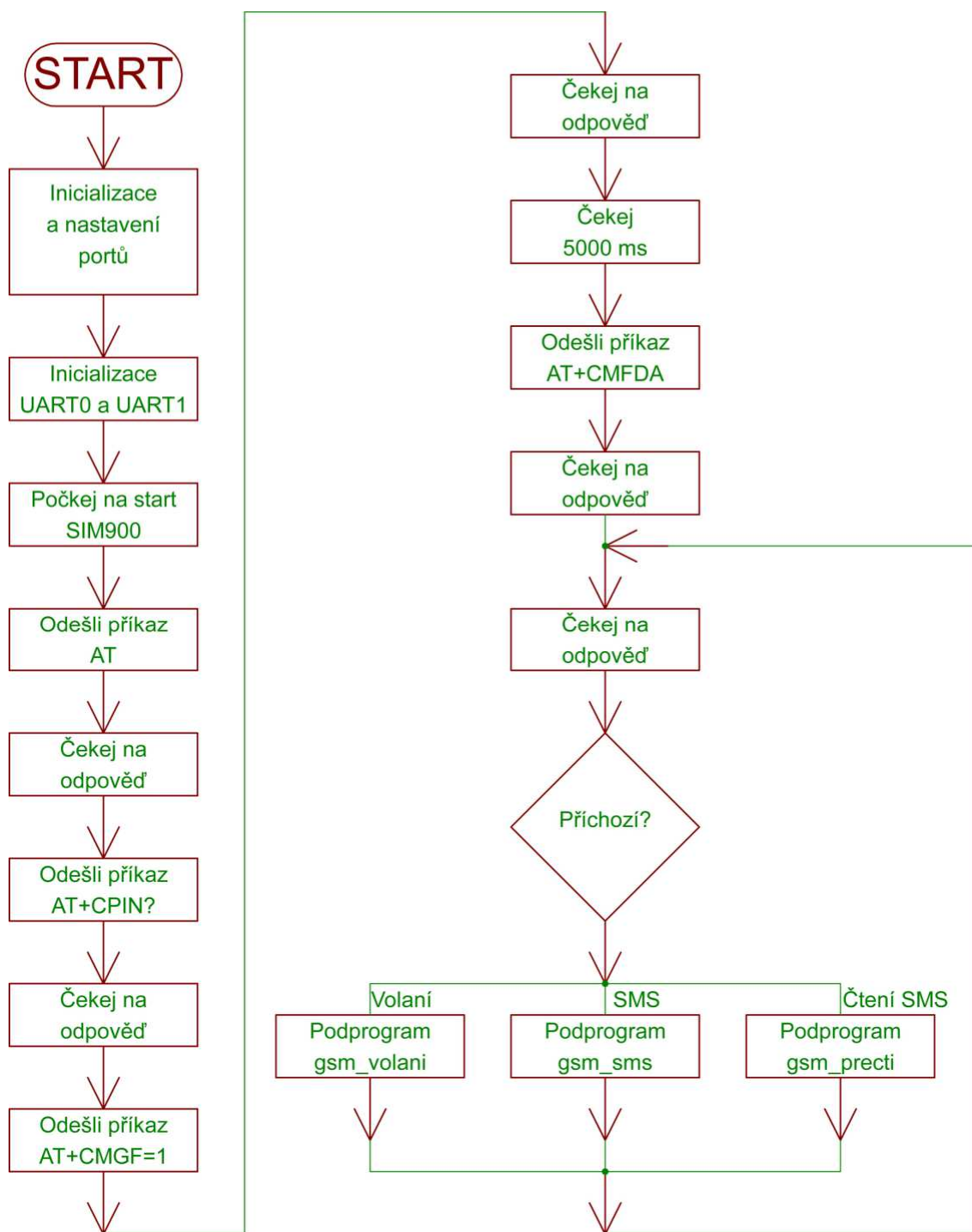


Obr. 6.1: Foto hlavního modulu



Obr. 6.2: Foto GSM antény

## 6.1.1 Hlavní program

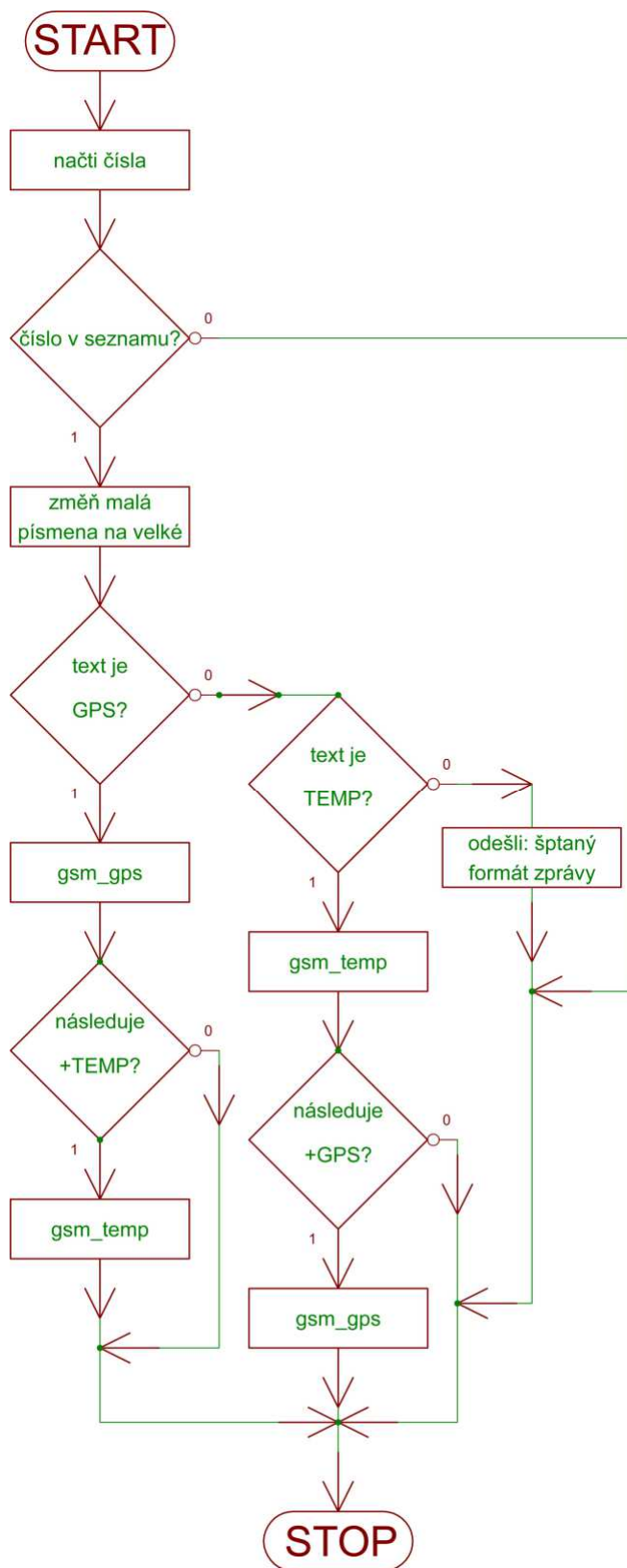


Obr. 6.3: Vývojový algoritmus GSM hlavní program

Hlavní smyčka začíná počáteční inicializací a nastavení portů. Poté následuje inicializace periférií jako je například UART0. Následně počká na start modulu SIM900. Začne inicializace, kontrola zda SIM karta je bez PIN kódu, nastavení formátu komunikace a vymazání všech příchozích i odchozích SMS, aby uvolnil místo pro příchozí zprávy.

Po úvodním segmentu program již čeká na příkaz od uživatele. Tím kterým může být příchozí volání nebo SMS, podle toho spustí příslušný podprogram. Ten již zpracuje a provede příslušné operace.

## 6.1.2 Podprogram volání



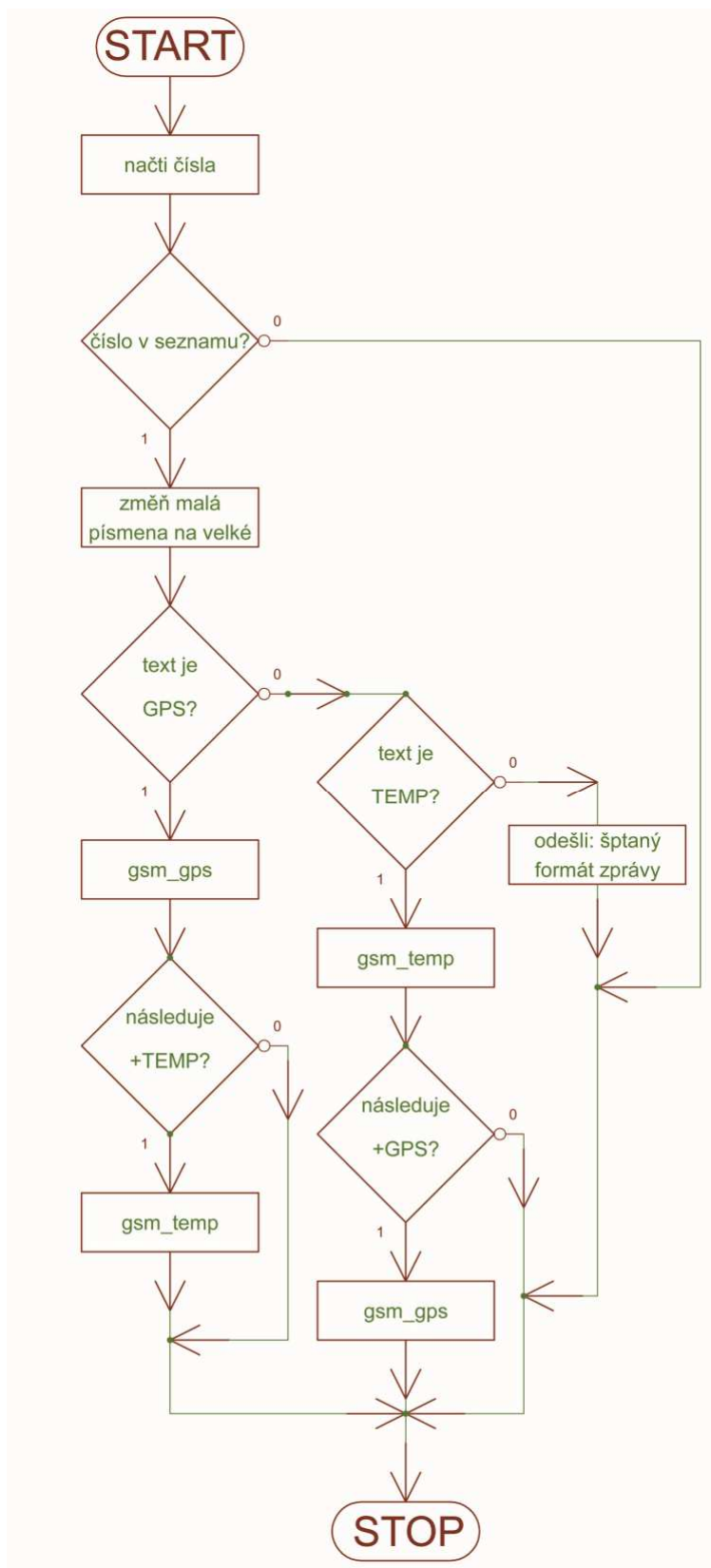
Obr. 6.4: Vývojový algoritmus podprogram gsm\_volani

Nejdříve podprogram ukončí příchozí hovor a načte si číslo, z kterého přichází hovor. Následně provede kontrolu, zda je dané číslo v telefonním seznamu. Pokud ano vyšle 0,5s impulz na K1 a přepne na K2. Poté se tento podprogram ukončí. V případě, že číslo v seznamu není, bez reakce se rovnou ukončí.

### **6.1.3 Podprogram přečti**

Podprogram má pouze jediný úkol, a to vyslat k modulu SIM900 instrukci AT+CMGR=1. To znamená „pošli mi SMS z paměti na pozici 1“.

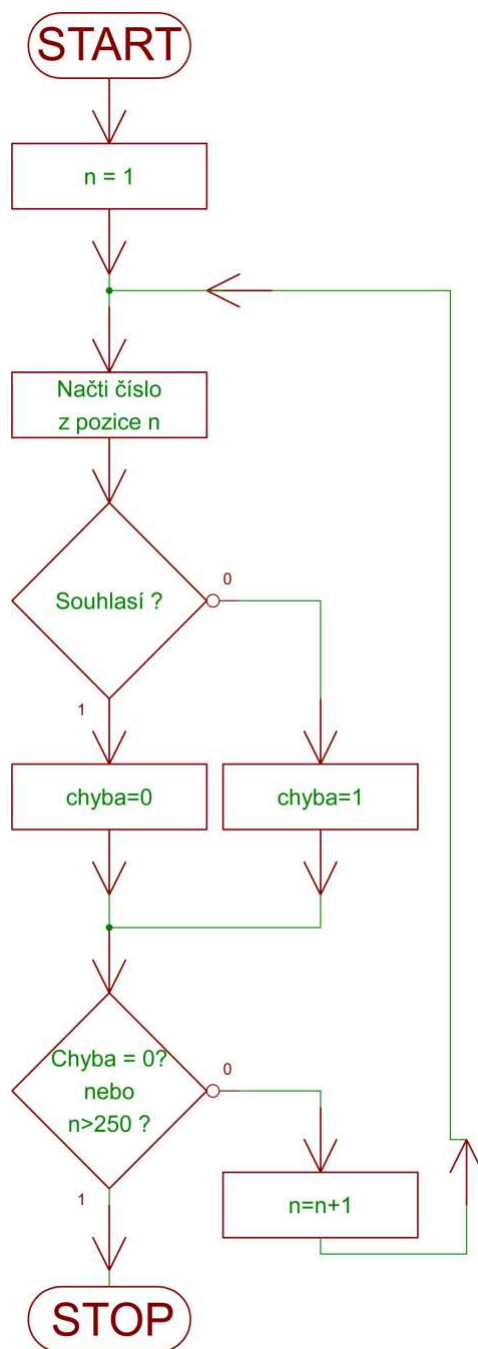
### 6.1.4 Podprogram SMS



Obr. 6.5: Vývojový algoritmus podprogram gsm\_sms

Po přečtení SMS tento podprogram zkontroluje, zda účastník, od kterého přišla zpráva, je v seznamu. Pokud ne, přejde bez reakce rovnou na konec. V případě, že účastník v seznamu je, začne s převodem všech písmen na velké. Následně se rozpoznává, zda účastník chce GPS, TEMP nebo jejich kombinaci. Podle toho se spustí příslušný příkaz pro vyvolání požadovaných dat. V situaci, kdy text SMS nesouhlasí ani s jednou s možností, pošle zpět informaci o tom, že formát SMS je vadný.

### 6.1.5 Podprogram číslo



Obr. 6.6: Vývojový algoritmus podprogram gsm\_cislo



Při vstupu do tohoto podprogramu je proměnná n nastavena na hodnotu 1. Poté načte číslo z pozice n. Následně má za úkol zkontrolovat, zda načtené číslo a číslo z SMS nebo volání, odpovídá. Pokud ano podprogram se ukončí s příznakem chyba=0. V případě že neodpovídá, opakuje tuto kontrolu dokud neprojde všechny pozice pro uložení čísla. nebo do té doby než najde shodu. V situaci, kdy shodu nenajde, vrátí příznak chyba=1.

### 6.1.6 Podprogram gps



Obr. 6.7: Vývojový algoritmus podprogram gsm\_gps

Tento podprogram vyšle po UART adresu modulu GPS. Následně odešle instrukci „chci\_GPS“. Čeká na návrat dat. Po návratu je odešle zpět na číslo, ze kterého přišel požadavek na daná data.

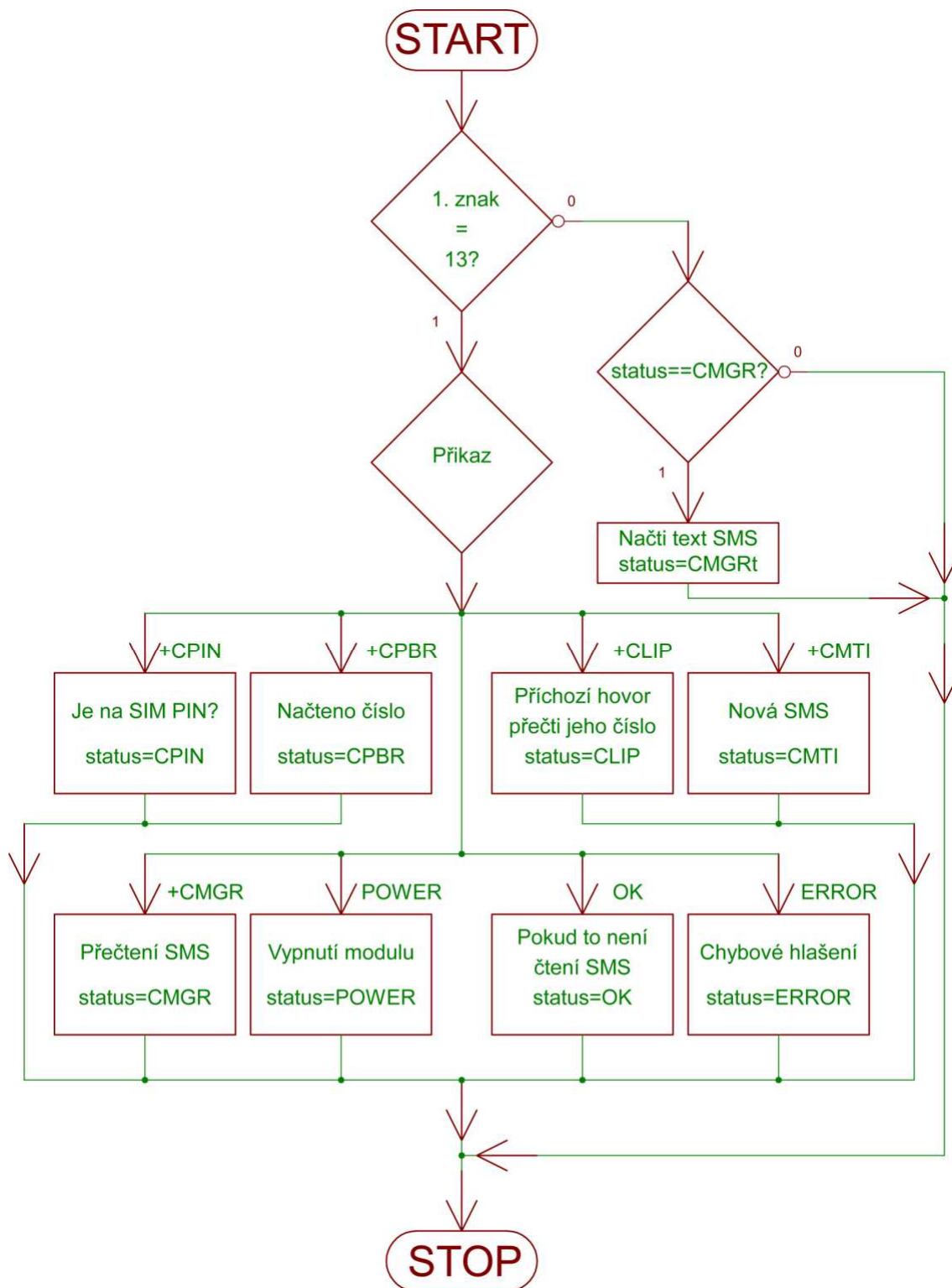
### 6.1.7 Podprogram temp



Obr. 6.8: Vývojový algoritmus podprogram gsm\_temp

Podprogram má podobný úkol jako podprogram gsm\_gps. Jediný rozdíl je, že místo instrukce „chci\_GPS“, vyšle „chci\_TEMP“. Opět čeká na data a následně je pošle zpět účastníkovi, který si data vyžádal.

## 6.1.8 Podprogram ATdekod



Obr. 6.9: Vývojový algoritmus podprogram gsm\_ATdekod

Tento podprogram má především za úkol rozklíčovat zpětná data z modulu SIM900 a případně uložit jejich parametry. Každá instrukce je ohraničena znakem CR

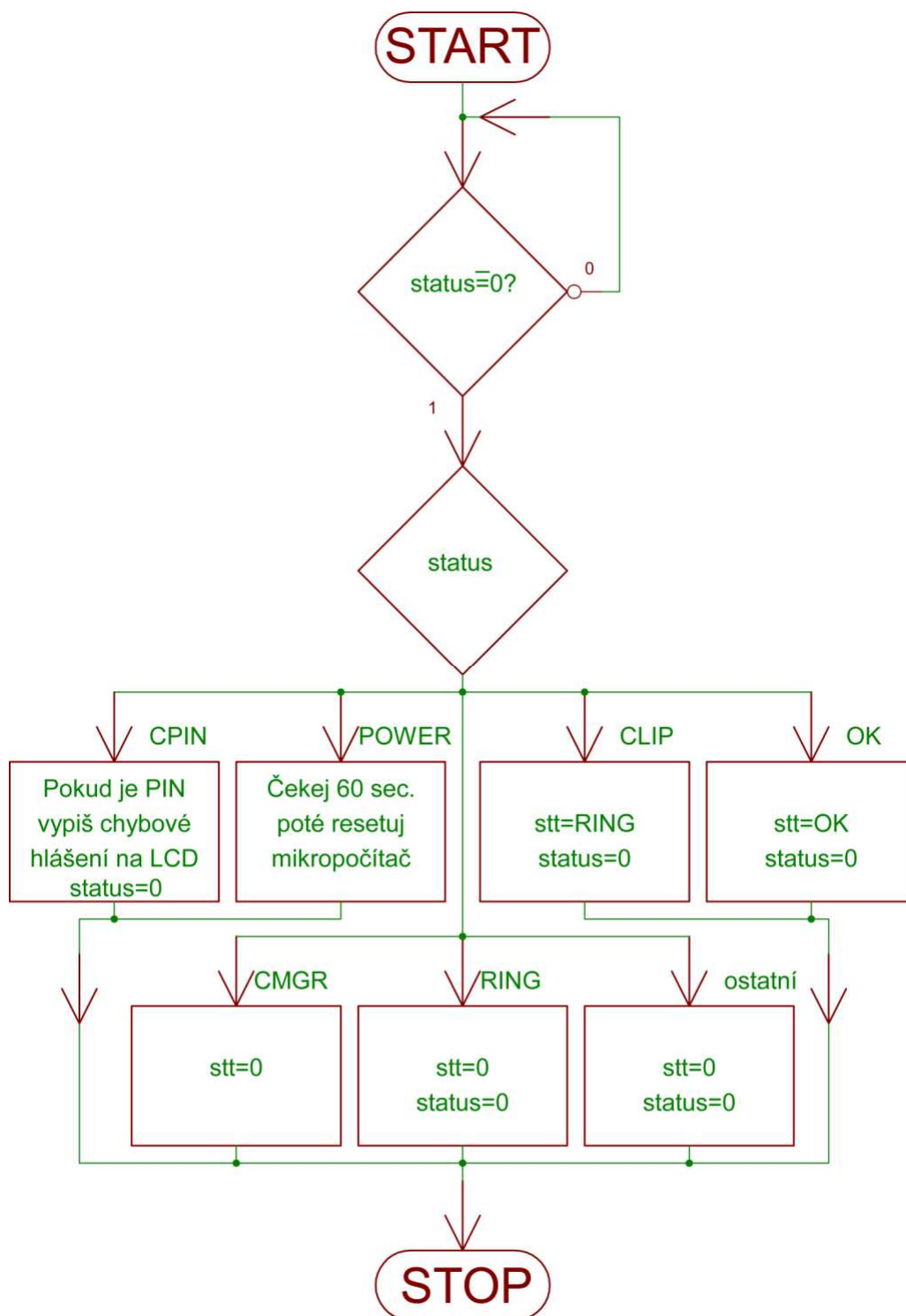
(CARRIAGE RETURN), který má v ASCII tabulce dekadickou hodnotu 13. Proto se kontroluje jestli je 1. znak roven 13. Poté může dekodovat již instrukci. Výjimku v ohrazení znakem 13 tvoří instrukce CMGR, která slouží pro čtení SMS. Pokud první znak není roven 13, podprogram kontroluje zda se nejedná o CMGR.

V případě, že je první znak CR, rozlišuje instrukce:

- |       |   |  |
|-------|---|--|
| CPIN  | - | kontrola zda je nebo není nastaven PIN na SIM                              |
| CPBR  | - | Instrukce určena pro čtení čísel z telefonního seznamu                     |
| CLIP  | - | Nastavení a oznámení o určení čísla účastníka příchozího hovoru            |
| CMTI  | - | Oznámení o příchozí SMS  |
| CMGR  | - | Instrukce určená pro přečtení SMS  |
| POWER | - | NORMAL POWER DOWN – tato instrukce je vyslána ze SIM900 při vypnutí modulu |
| OK    | - | Potvrzení o úspěšném provedení instrukce                                   |
| ERROR | - | Chybové hlášení o chybě při provedení instrukce                            |

Po provedení bloku pro dané instrukce je nastavena proměnná „status“, „stt“ a samotný podprogram ukončen.

## 6.1.9 Podprogram OK



Obr. 6.10: Vývojový algoritmus podprogram gsm\_OK

Podprogram OK plní podobnou funkci jako ATdekod, s tím rozdílem, že tento podprogram již neprobíhá v přerušení. Proto může trvat i déle. V prvním kroku je smyčka a čeká na změnu proměnné „status“. Jakmile není rovna nule, tak se podle této proměnné přepne do jednotlivého bloku, který již provede příslušné operace.

Pro CPIN v případě že je vyžadován PIN kód vyše směrem k displeji chybové hlášení s žádostí, aby byla vložena SIM karta bez PIN kódu.

POWER počká 60 sekund a poté restartuje mikropočítač.

CLIP nastaví příznak ring, který znamená příchozí volání s identifikací. Po ukončení se spustí podprogram gsm\_volani.

OK nastaví stt na OK.

CMGR neprovede nic.

RING vynuluje status, jinak nereaguje.

Po všech blocích následuje ukončení samotného podprogramu.

## 6.2 GPS modul

Mikropočítač komunikuje s GPS modulem pouze jednosměrně. A to tak, že GPS modul periodicky vysílá zjištěné údaje ve stylu datových vět. Po identifikaci dané věty je zapotřebí zjistit, zda je dostatečná přesnost. Pokud ano, postupuje dále.

Kompletní program GPS modulu v příloze na CD.

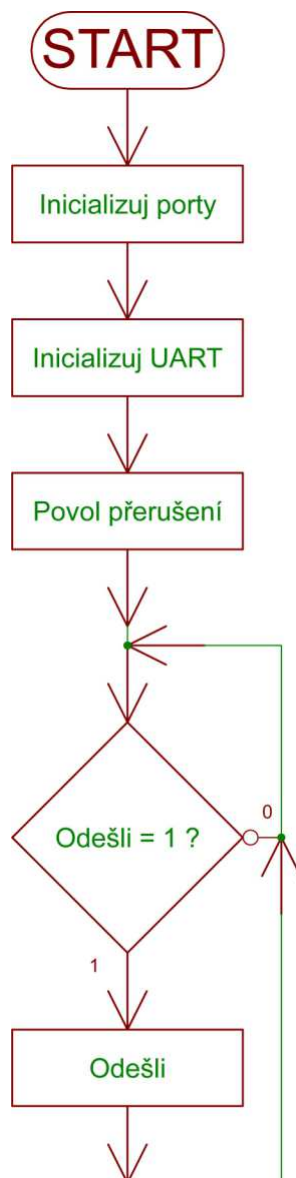


Obr. 6.11: Foto GPS modul



Obr. 6.12: Foto GPS aktivní anténa

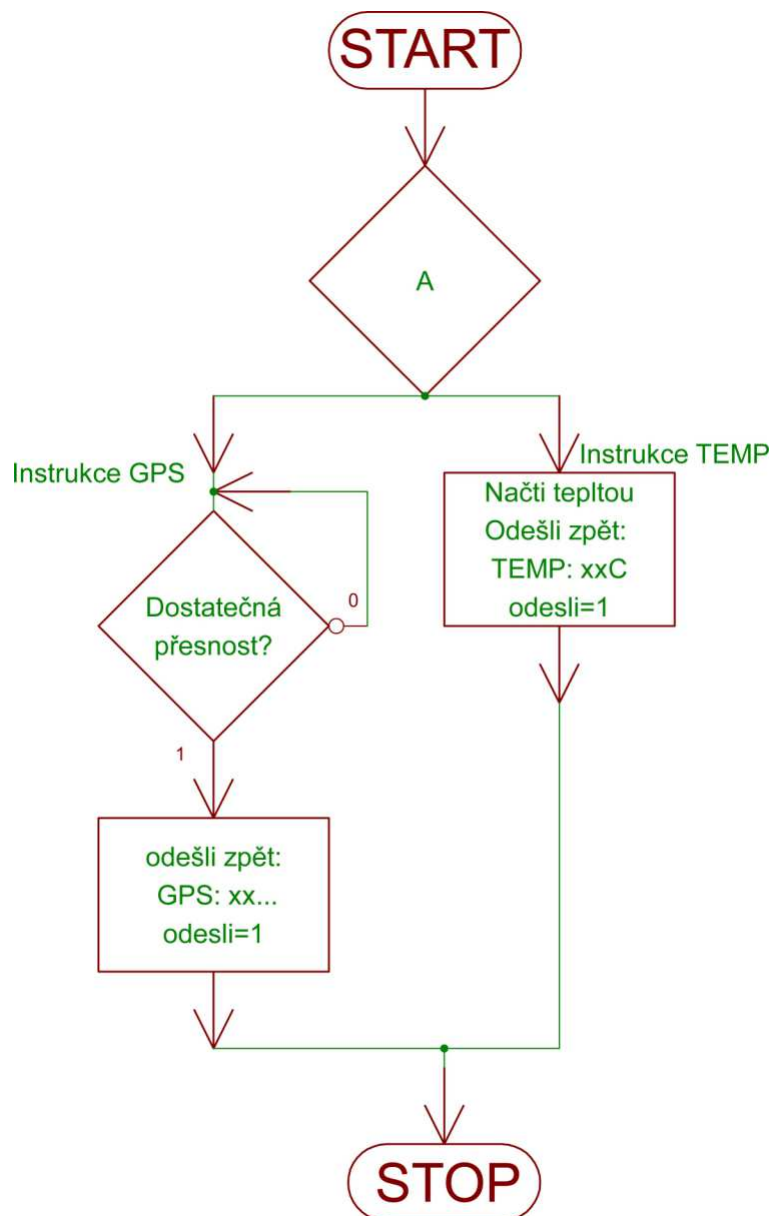
## 6.2.1 Hlavní program



Obr. 6.13: Vývojový algoritmus GPS hlavní program

Hlavní program provede inicializaci portů a UART. Povolí přerušení, vstoupí do nekonečné smyčky, kde čeká až bude proměnná odešli=1. Jakmile tato situace nastane, odešle data směrem k GSM modulu.

## 6.2.2 Podprogram instr

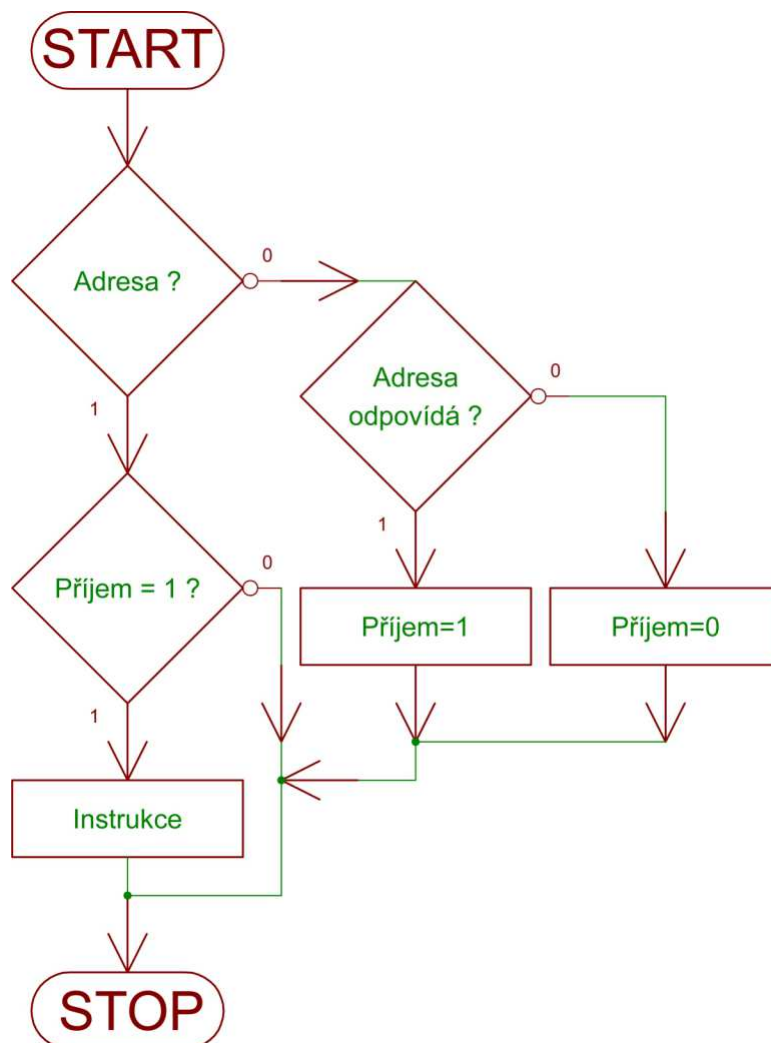


Obr. 6.14: Vývojový algoritmus podprogram `gsp_instr`

Ihned ze začátku se ptá, jaký je požadavek a podle toho pokračuje dále. Pokud je požadavek na „GPS“, čeká na dostatečnou přesnost. Jakmile tato situace nastane, odešle zpět GPS souřadnice. V případě požadavku „TEMP“ načte teplotu z čidla DS18S20. Následně odešle zpět naměřenou teplotu. Poté je podprogram ukončen.



### 6.2.3 Podprogram UART 0\_rx



Obr. 6.15: Vývojový algoritmus podprogram gsp\_uart0\_rx

Po přijetí znaku zjišťuje, zda je to adresa. Pokud ano, kontroluje, jestli je to jeho adresa. V případě, že ano nastaví Přijem=1, jinak Přijem=0.

Pokud to není adresa, kontroluje, zda je příjem roven 1. Poté buď pokračuje a přijatý znak nahraje do „A“, kde si ho vezme podprogram gps\_instr, nebo se ukončí rovnou v případě, že Přijem je roven 0.

## 6.2.4 Podprogram UART 1\_rx



Obr. 6.16: Vývojový algoritmus podprogram gsp\_uart1\_rx

Po příjmu se zjistí, zda jde o větu GPGGA. Pokud ano, postupně bude ukládat data do stejnojmenné proměnné.

## 6.3 LCD modul

LCD modul plní funkci pouze konzole, která zobrazuje komunikaci mezi GSM modulem SIM900 a mikro počítačem ATmega644PA.

Program je velice jednoduchý. Z toho důvodu není zapotřebí vývojový algoritmus. Po samotném spuštění jsou pouze inicializovány porty, UART a LCD. Dále je jen smyčka, která při příchodu znaku přes UART zjistí, zda je z ASCII tabulky a zda je to platný znak pro zobrazení. Pokud ano, vypíše ho na displej.

Tlačítka zde žádnou funkci nemají. Jsou připraveny do budoucna, kdy bude sestava modulů doplněna o další moduly, jako je například termostat, vlhkostat atd. Zde bude zapotřebí i možnosti ručního nastavení.

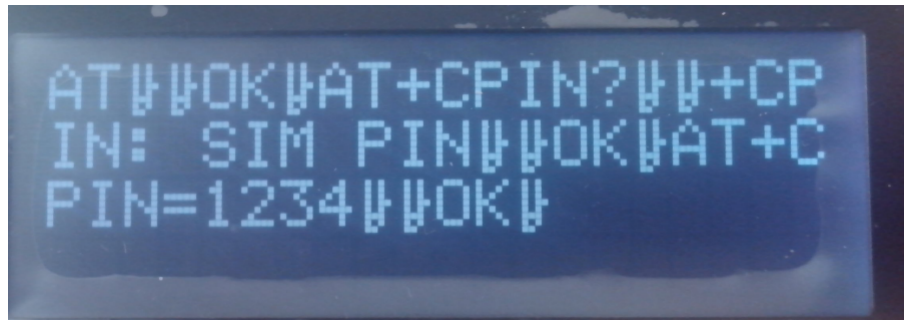
Kompletní program LCD modulu v příloze na CD.



Obr. 6.17: Foto LCD modul



Obr. 6.18: Foto příchodzí volání



Obr. 6.19: Počáteční inicializace s testem zadávání PIN kód – nevykazovalo dostatečnou stabilitu

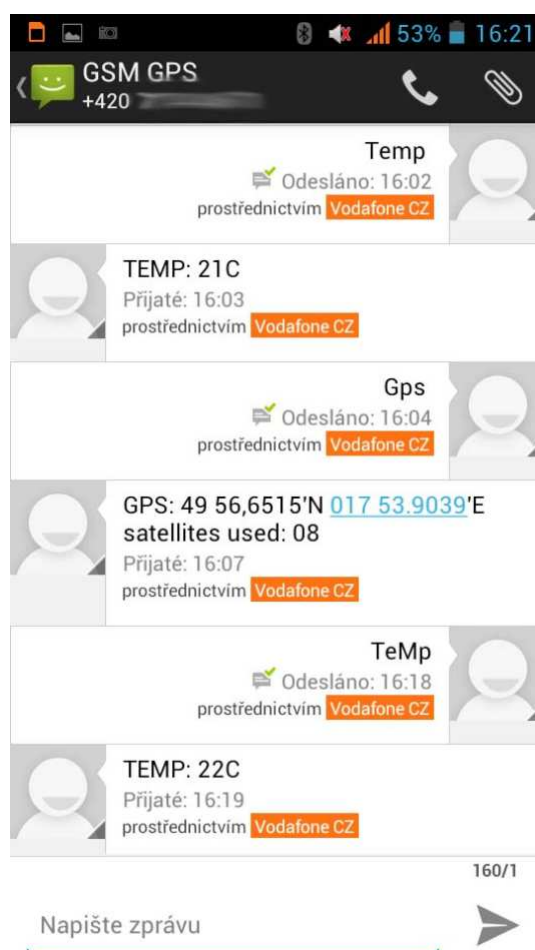
## 7 ZÁVĚR

Zařízení umí na vyžádání vyslat teplotu s přesností +/- 1°C, což garantuje digitální teplotní čidlo od firmy Dallas DS18B20. Určit GPS polohu, která je podle provedených testů s přesností od 3 do 15m. Na prozvonění přepnout relé K1 a vyslat impulz o délce 0,5s za pomoci relé K2. Tento impulz většinou požadují motory, které jsou umístěny na branách, a můžou být ovládány za pomoci externího vstupu.

Momentálně obsahuje jen omezený počet modulů. Do budoucna přidány další. Po jejich doplnění a důkladných, dlouhodobých testech i v extrémních podmínkách, půjde do samotné výroby a prodeje.

Jako pokračování této práce bude upraven firmware a zprovozněna univerzálnost přidávání modulů. Případně opraví nedostatky, které se projeví teprve v průběhu testů.

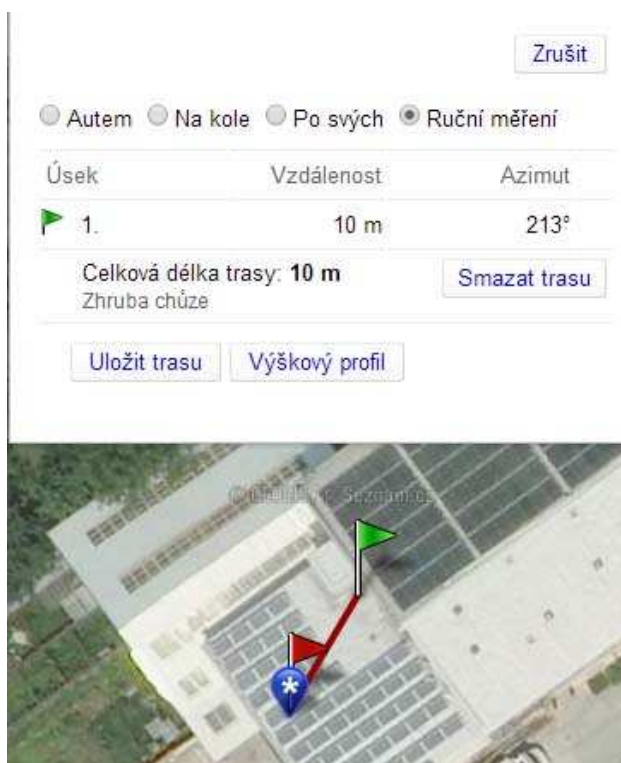
### 7.1 Ukázka funkce a přesnosti



Obr. 7.1: Ukázka komunikace z mobilu

GPS poloha změřená zařízením je N 49° 56,6515' E 17° 53,9039', což je podle

portálu mapy.cz, 10m vzdálené od skutečného umístění antény GPS. Porovnání na Obr.7.2. Zelená vlajka je skutečné umístění antény, červená vlajka s hvězdičkou změřená GPS pozice.



Obr. 7.2: Měření přesnosti GPS souřadnic – Převzato z: <http://www.mapy.cz>

## LITERATURA

- [1] Wikipedia: GSM. [online]. [cit. 2013-12-11]. Dostupné z: [http://cs.wikipedia.org/wiki/Global\\_System\\_for\\_Mobile\\_Communications](http://cs.wikipedia.org/wiki/Global_System_for_Mobile_Communications)
- [2] Wikipedia: Systém základnových stanic. [online]. [cit. 2013-12-11]. Dostupné z: [http://cs.wikipedia.org/wiki/Syst%C3%A9m\\_z%C3%A1kladnov%C3%BDch\\_stanic](http://cs.wikipedia.org/wiki/Syst%C3%A9m_z%C3%A1kladnov%C3%BDch_stanic)
- [3] Wikipedia: SIM karta. [online]. [cit. 2013-12-11]. Dostupné z: [http://cs.wikipedia.org/wiki/SIM\\_karta](http://cs.wikipedia.org/wiki/SIM_karta)
- [4] Wikipedia: Global Positioning System. [online]. [cit. 2013-12-11]. Dostupné z: [http://cs.wikipedia.org/wiki/Global\\_Positioning\\_System](http://cs.wikipedia.org/wiki/Global_Positioning_System)

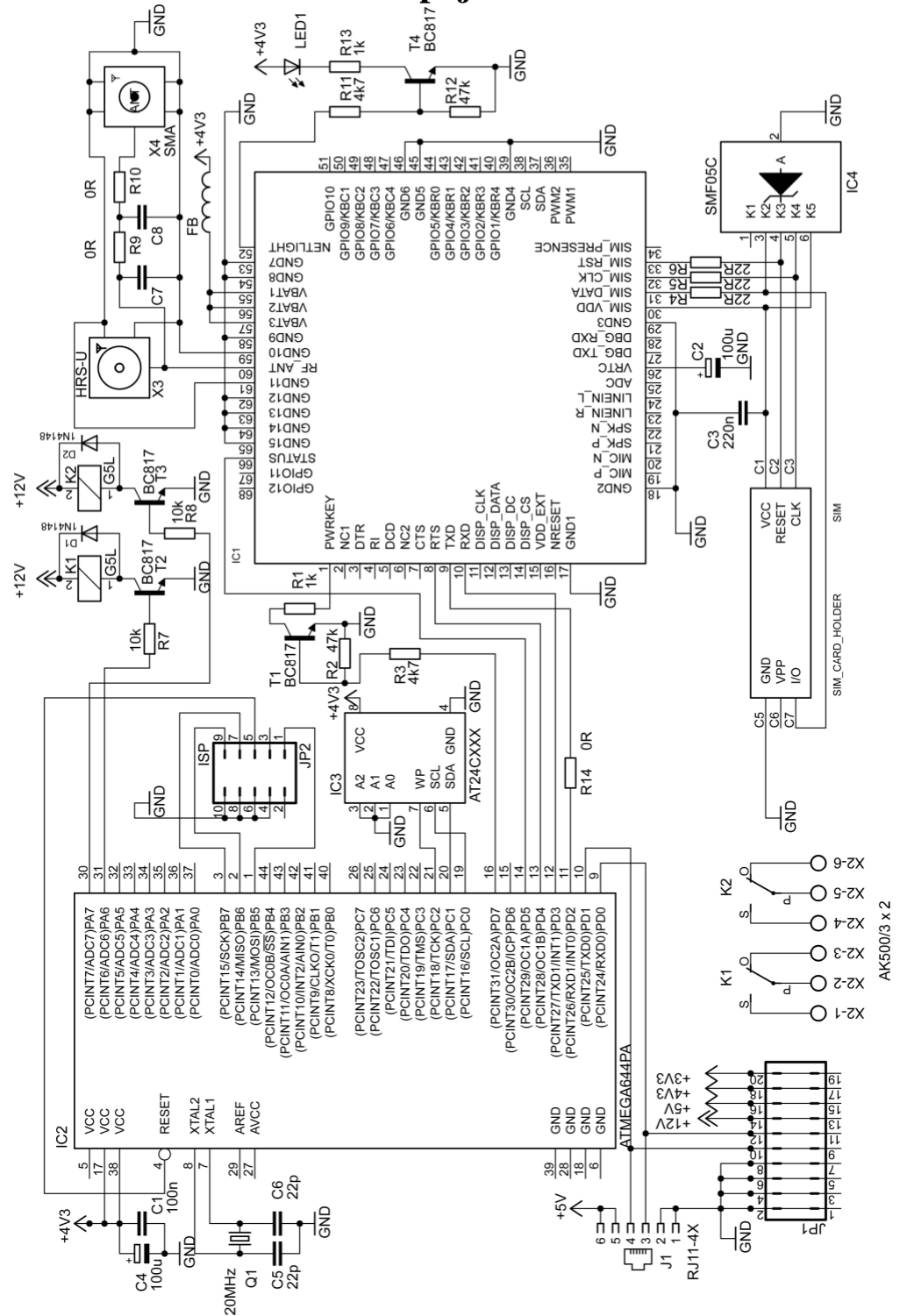
# SEZNAM PŘÍLOH

<b>A</b>	<b>Hlavní modul</b>	<b>47</b>
A.1	Schéma zapojení .....	47
A.2	Deska plošného spoje – top .....	48
A.3	Deska plošného spoje – bottom .....	48
A.4	Rozmístění součástek - top .....	49
A.5	Rozmístění součástek - bottom .....	49
<b>B</b>	<b>Modul gps a teploty</b>	<b>50</b>
B.1	Schéma zapojení .....	50
B.2	Deska plošného spoje – top .....	51
B.3	Deska plošného spoje – bottom .....	51
B.4	Rozmístění součástek - top .....	51
<b>C</b>	<b>Modul LCD s tlačítky</b>	<b>52</b>
C.1	Schéma zapojení .....	52
C.2	Deska plošného spoje – top .....	53
C.3	Rozmístění součástek - top .....	54
<b>D</b>	<b>Modul zdroje</b>	<b>55</b>
D.1	Schéma zapojení .....	55
D.2	Deska plošného spoje – bottom .....	55
D.3	Rozmístění součástek - top .....	56
D.4	Rozmístění součástek - top .....	56

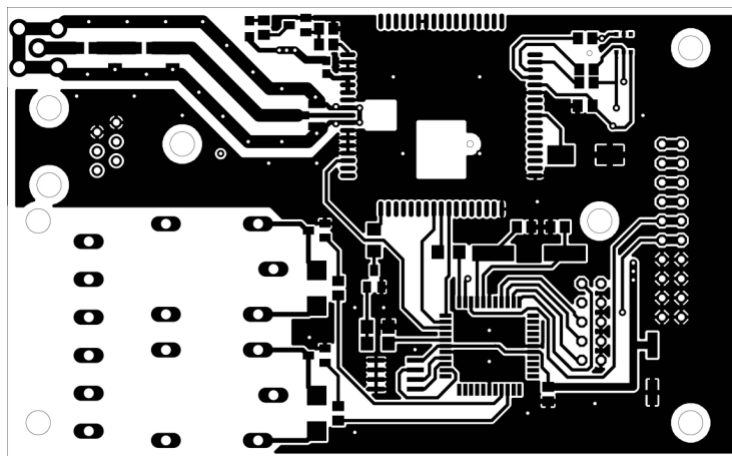


# A HLAVNÍ MODUL

## A.1 Schéma zapojení

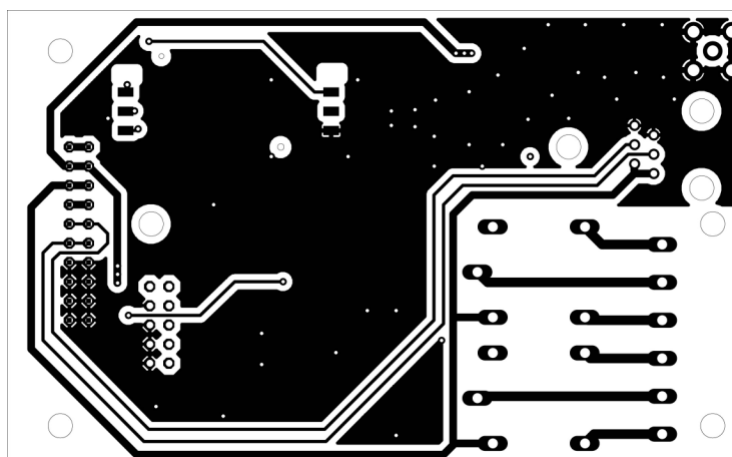


## A.2 Deska plošného spoje – top



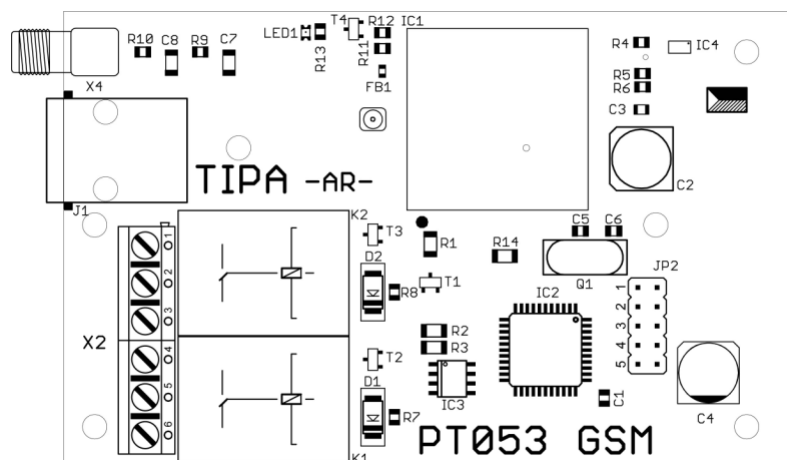
Rozměr desky 60 x 97,47 [mm], měřítko M1:1

## A.3 Deska plošného spoje – bottom



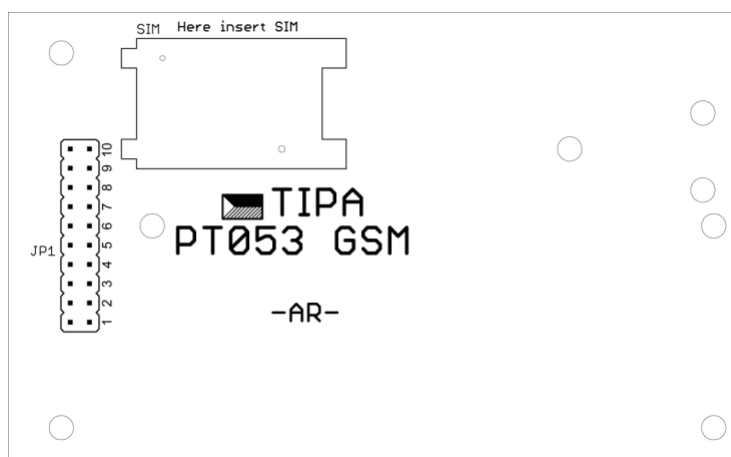
Rozměr desky 60 x 97,47 [mm], měřítko M1:1

## A.4 Rozmístění součástek - top



Rozměr desky 60 x 97,47 [mm], měřítko M1:1

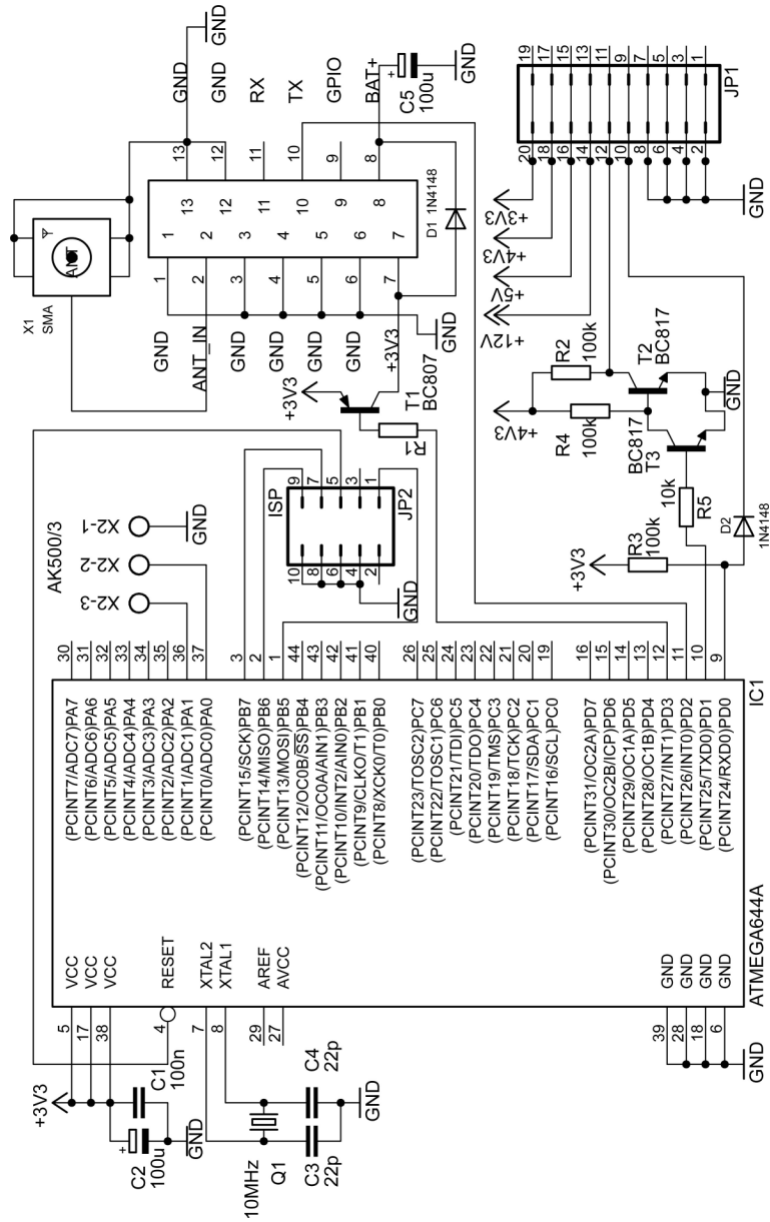
## A.5 Rozmístění součástek - bottom



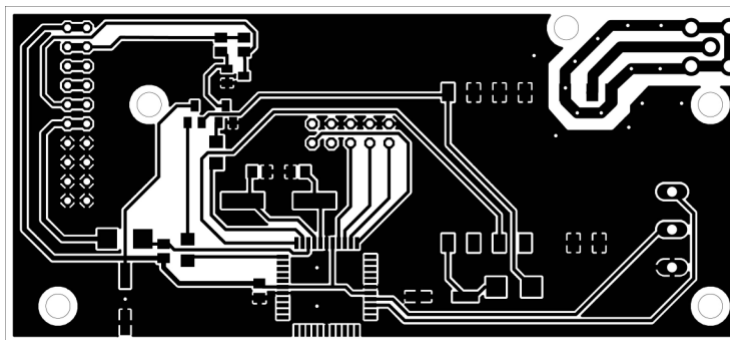
Rozměr desky 60 x 97,47 [mm], měřítko M1:1

# B MODUL GPS A TELPOTY

## B.1 Schéma zapojení

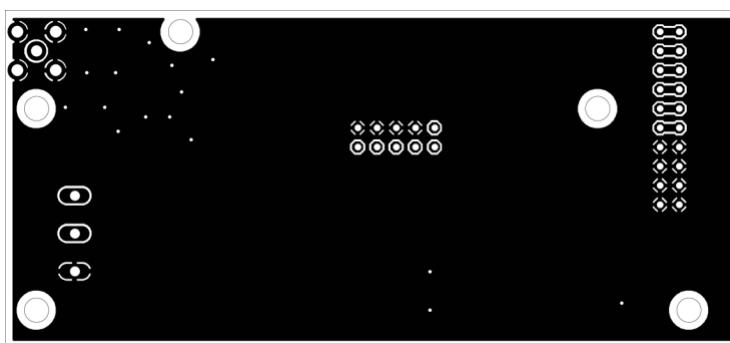


## B.2 Deska plošného spoje – top



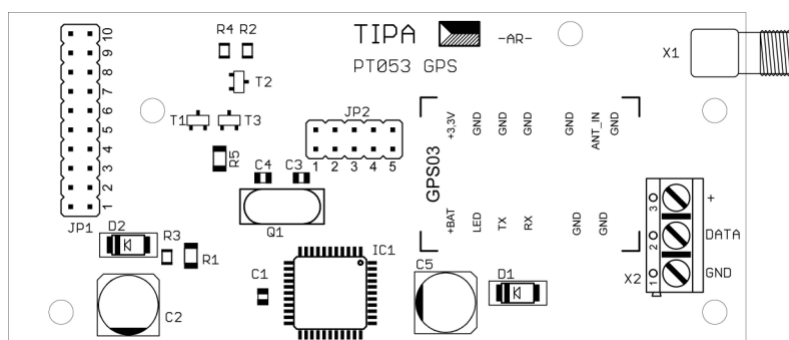
Rozměr desky 44,76 x 97,47 [mm], měřítko M1:1

## B.3 Deska plošného spoje – bottom



Rozměr desky 44,76 x 97,47 [mm], měřítko M1:1

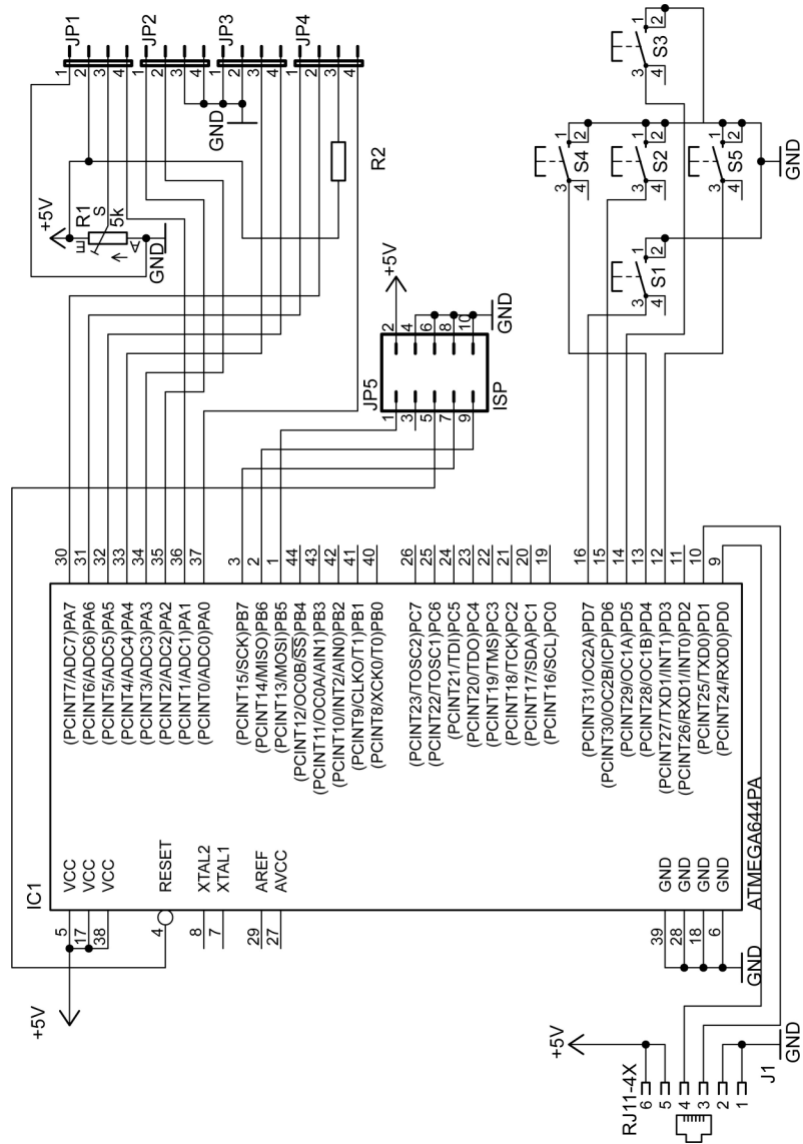
## B.4 Rozmístění součástek - top



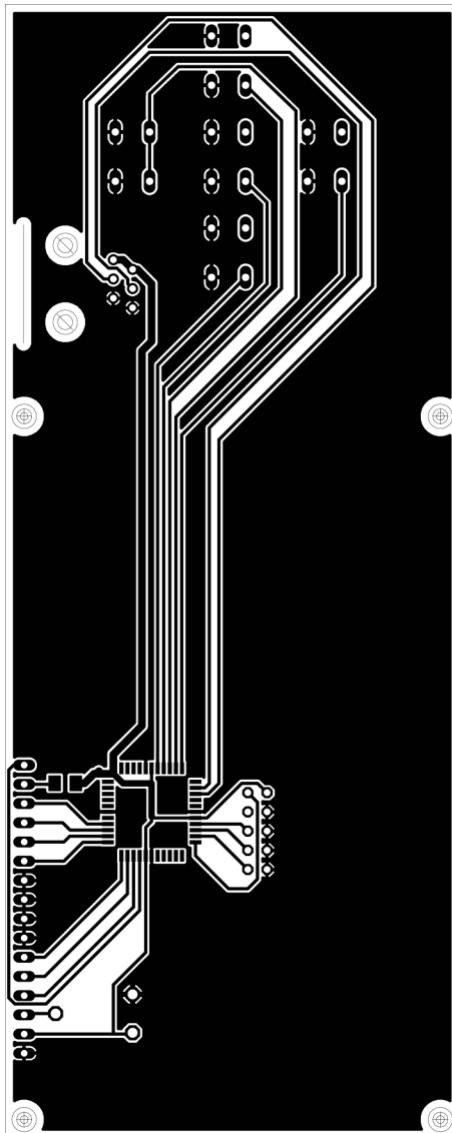
Rozměr desky 44,76 x 97,47 [mm], měřítko M1:1

# C MODUL LCD S TLAČÍTKY

## C.1 Schéma zapojení

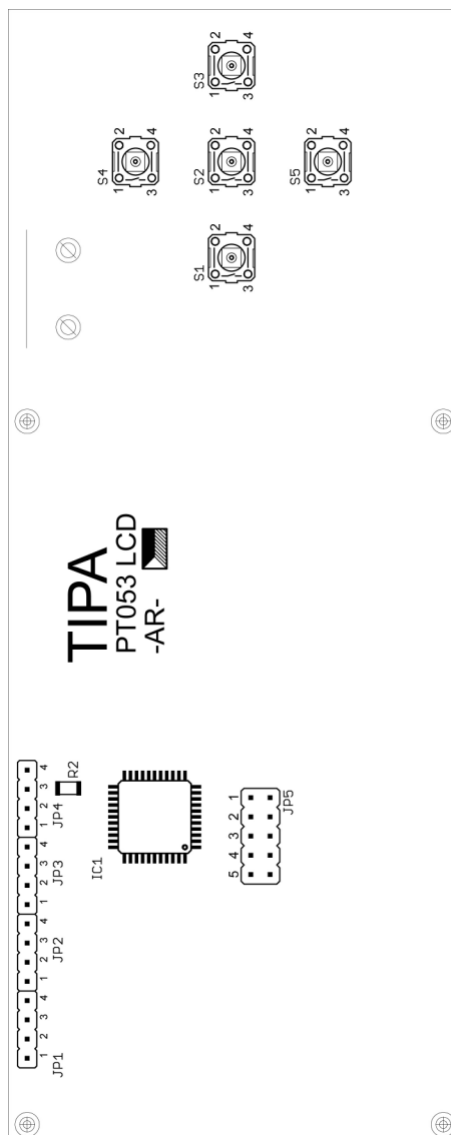


## C.2 Deska plošného spoje – top



Rozměr desky 150 x 60 [mm], měřítko M1:1

### C.3 Rozmístění součástek - top

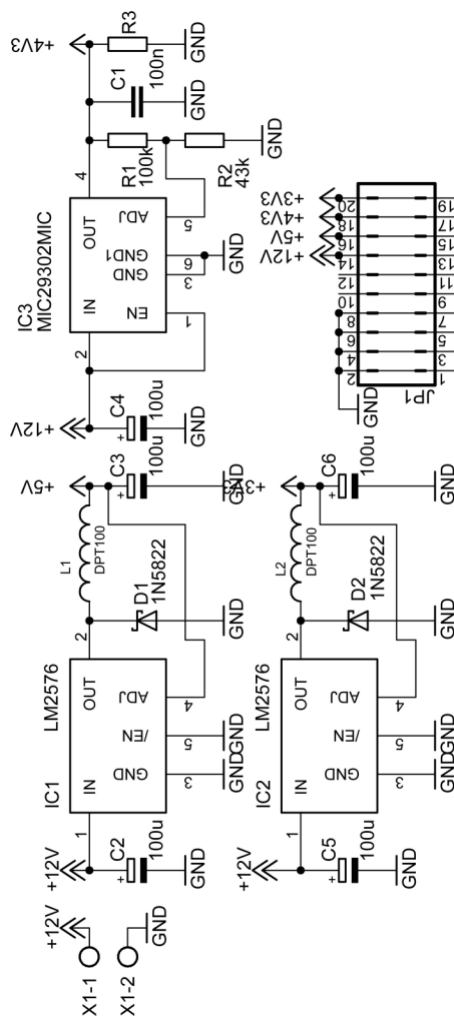


Rozměr desky 150 x 60 [mm], měřítko M1:1

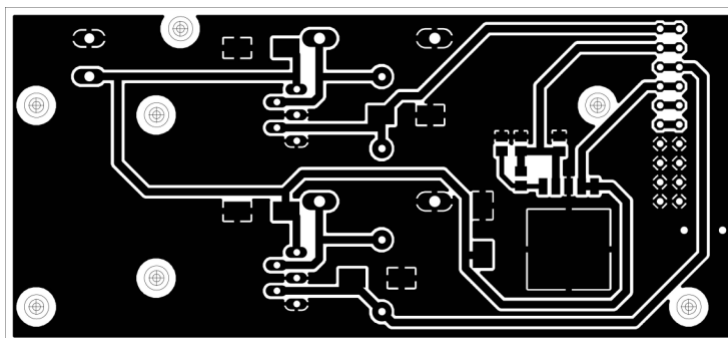


## D MODUL ZDROJE

### D.1 Schéma zapojení

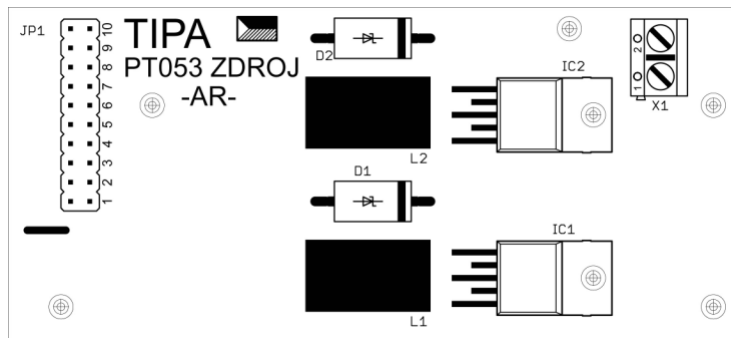


### D.2 Deska plošného spoje – bottom



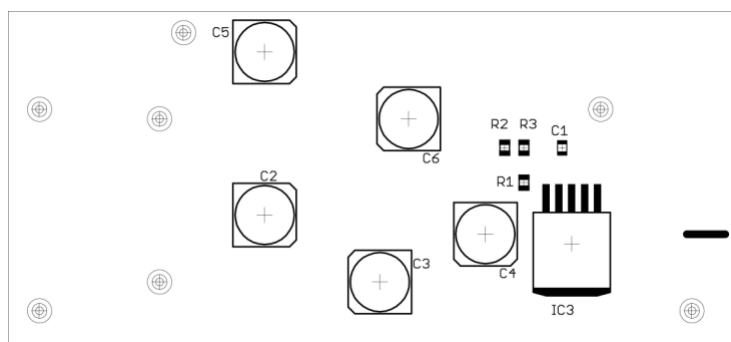
Rozměr desky 44,76 x 97,47 [mm], měřítko M1:1

### D.3 Rozmístění součástek - top



Rozměr desky 44,76 x 97,47 [mm], měřítko M1:1

### D.4 Rozmístění součástek - top



Rozměr desky 44,76 x 97,47 [mm], měřítko M1:1