INDIVIDUÁLNÍ PROJEKT 1.

Vypracoval: Filip Roubal

[1 Abstrakt 3](#_Toc341309619)

[2 Úvod 4](#_Toc341309620)

[3 Návrh schématu 4](#_Toc341309621)

[3.1 Napájení 5](#_Toc341309622)

[3.1.1 Schéma zapojení Vstupu stabilizátoru 5](#_Toc341309623)

[3.1.2 Schéma zapojení výstupu stabilizátoru 6](#_Toc341309624)

[3.2 zapojení Board – to – board Konektoru 7](#_Toc341309625)

[3.2.1 Zapínací signál IGT 7](#_Toc341309626)

[3.2.2 Obvody úpravy signálu 8](#_Toc341309627)

[3.2.3 Obvody signalizace 8](#_Toc341309628)

[3.2.4 Vstupně Výstupní konektor 8](#_Toc341309629)

[3.3 Celkové schéma 9](#_Toc341309630)

[3.4 seznam použitých součástek 11](#_Toc341309631)

[4 Návrh desky plošných spojů 12](#_Toc341309632)

[4.1 Napájecí část 12](#_Toc341309633)

[4.1.1 Zapojení stabilizátoru napětí 12](#_Toc341309634)

[4.1.2 Přívod napájení k BOARD to BOARD konektoru 13](#_Toc341309635)

[4.2 Signálová část 13](#_Toc341309636)

[4.2.1 Připojení SIM karty. 13](#_Toc341309637)

[4.2.2 Popis konektoru X2 13](#_Toc341309638)

[4.2.3 Testovací body 14](#_Toc341309639)

[4.3 Kompletní návrh desky plošných spojů 15](#_Toc341309640)

[5 Realizace 17](#_Toc341309641)

[6 Testování 17](#_Toc341309642)

[6.1 první oživení 17](#_Toc341309643)

[6.2 Zkouška komunikace 17](#_Toc341309644)

[6.3 Stejnosměrná měření 19](#_Toc341309645)

[6.4 Test spolehlivosti 19](#_Toc341309646)

[7 Závěr 19](#_Toc341309647)

[8 Seznam použitých zdrojů 20](#_Toc341309648)

[9 Seznam použitého software 20](#_Toc341309649)

# Abstrakt

V této práci si kladu za cíl zkonstruovat zařízení, které bude sloužit jako GSM[[1]](#footnote-1) brána pro budoucí využití v zařízení pro dohled a ovládání vytápění v rodinném domě

# Úvod

Realizace zařízení bych v tomto textu rozdělil na dvě části, v první popsal postup při tvoření schématu a s tím spojenou volbu součástek a následovnou tvorbu desky plošných spojů tyto dvě části byly provedeny v návrhovém systému EAGLE PCB design software od firmy CadSoft. V druhé části pak samotnou výrobu, osazení a testování zařízení.

# Návrh schématu

Rozhodl jsem se vyjít z GSM modulu Cinterion MC55i. Je to modul založen na mobilním telefonu firmy Siemens typ C55i. Důvodem byla snadná ovladatelnost modulu přes sériové rozhranní pomocí standardních AT příkazů, malé rozměry, dostupnost a podpora v ČR.
Modul byl zakoupen u firmy: WM OCEAN s.r.o. Zde dále bylo dále zakoupeno také potřebné příslušenství. Specifikace[[2]](#footnote-2) GSM modulu Cinterion MC55i:

**General features:**

* Quad-Band GSM • 850/900/1800/1900 MHz
* Output power:
	+ Class 4 (2 W) for EGSM850
	+ Class 4 (2 W) for EGSM900
	+ Class 1 (1 W) for GSM1800
	+ Class 1 (1 W) for GSM1900
* Control via AT commands

 (Hayes 3GPP TS 27.007, TS 27.005)

* TCP/IP stack access via AT commands
* Internet Services: TCP, UDP, HTTP, FTP, • SMTP, POP3
* Supply voltage range: 3.3 ... 4.8 V
* Power consumption
	+ Power down: 50 μA
	+ Sleep mode (registered DRX = 5): 3.0 mA
	+ Speech mode (average): 260 mA
	+ GPRS class 10 (average): 450 mA
* Dimensions: 35 x 32.5 x 2.95 mm

(incl. B-to-B-Connector: 3.1 mm)

* Weight: 5.5 g

**Specification for SMS:**

* Point-to-point MO and MT
* SMS cell broadcast
* Text and PDU mode

**Interfaces:**

* U.FL-R-SMT 50 Ω antenna connector
* Antenna solder pad
* 50-pin board-to-board connector
	+ Power supply
	+ Audio: 2 x analog, 1 x digital
	+ SIM card interface 1.8 V, 3 V
	+ 2 x serial interface (ITU-T V.24 protocol)
	+ Battery charger

## Napájení

Zařízení potřebuje pro svůj správný chod napájení, které bude mít následující charakteristiky:

* Napájecí napětí: min: Uin =3.3V

 max: Uin = 4.8V

* Maximální pokles napájecího napětí: UDO=400mV
* Průměrný napájecí proud maximálně: Iin = 550mA
* Špičkový (během datového přenosu) napájecí proud maximálně: Iinp=2A

Bylo tedy vhodné vybrat nějaký stabilizátor napětí, který by splňoval tyto parametry. Zvolil jsem DC/DC převodník typu LM2576 v SMD pouzdře TO-263(s). Jeho charakteristiky jsou takovéto:

* Výstupní napětí nastavitelné v rozsahu: min: Uout = 1.23V

 max: Uout = 37V

* Pokles výstupního napětí: Udo = ±4% z Uout
* Výstupní proud: Iout = 3A

Hlavní výhodou je, že není lineární ale spínaný. Tedy má větší účinnost než třeba řada
stabilizátorů 78xx. Z toho plyne, že nebude třeba chladič, stabilizátor se dostatečně uchladí jen tím, že se připájí část jeho pouzdra k desce plošného spoje (jeho pouzdro je k tomuto uzpůsobeno). Stabilizátor k sobě potřebuje ještě několik externích součástek, jejich specifikace jsou uvedené v katalogovém listu stabilizátoru.[[3]](#footnote-3) Je zde potřeba několik filtrační kondenzátor na vstupních svorkách stabilizátoru. Na výstupu pak Schottkyho dioda, filtrační cívka, filtrační kondenzátory, napěťový dělič složen z přesných odporů. Pomocí děliče se pak nastaví výstupní napětí stabilizátoru.

### Schéma zapojení Vstupu stabilizátoru



Obr. 1 schéma zapojení vstupu stabilizátoru

Konektor X1 tvoří přívod vstupního napětí do stabilizátoru svorka X1-2 přivádí kladné napětí a svorka X1-1 zem. Kondenzátor C6 který je připojen paralelně ke svorkám má za úkol filtrovat vstupní napětí. Dále je zde derivační RC článek, které má za úkol zpozdit zapnutí stabilizátoru. To tedy znamená, že po připojení napájecího napětí na svorky SV1 stabilizátor začne pracovat s malým zpožděním.

### Schéma zapojení výstupu stabilizátoru



Obr. 2 schéma zapojení výstupu stabilizátoru

Součástky D1, L1, C7. Jsou zde kvůli funkci stabilizátoru. Toto zapojení je doporučené od výrobce. Dalšími prvky v zapojení jsou rezistory R7 a R6 pomocí kterých se nastavuje výstupní napětí dle následujícího vztahu:

 $V\_{out}=V\_{ref}∙\left(1+\frac{R7}{R6}\right)\rightarrow R7=R6 \left(\frac{V\_{out}}{V\_{ref}}-1\right)$

r - 1 výpočet hodnot rezistorů. (kde pro hodnotu rezistoru R6 platí: 1kΩ > R6 < 5kΩ, Vref = 1,23V)

Požadované výstupní napětí pro tuto aplikaci bylo přibližně 4,5V. Zvolil jsem tedy hodnoty rezistorů:

R6 = 1,8 kΩ s maximální tolerancí hodnoty 1%

R7 = 4,7kΩ s maximální tolerancí hodnoty 1%

Po aplikaci těchto hodnot do rovnice (r – 1) plyne pro výstupní napětí hodnota:

$$V\_{out}=1,23∙\left(1+\frac{4,7}{1,8}\right)=4,44V$$

Což pro tuto aplikaci postačuje. Dalšími prvky v zapojení jsou kondenzátory C2,C9,C4. Které tvoří filtraci napájecího napětí. Na desce plošných spojů jsou pak rozmístěny v určitých sekcích, bude uvedeno dále. Posledními prvky v tomto zapojení jsou rezistor R9 a LED dioda LED4. Funkcí těchto součástek je pouhá signalizace zapnutí stabilizátoru.

## zapojení Board – to – board Konektoru

BOARD to BOARD konektor je hlavní konektor na této desce. Slouží pro spojení desky plošných spojů s GSM modulem. Je to 50 - ti pinový konektor. Zapojení tohoto konektoru je následující:

Obr. 3 Board – to – Board konektor.

V této aplikaci je využito z tohoto konektoru je pouze několik pinů. Šestice pinů A1 až A6 pro připojení SIM karty, komunikační signály sériového portu RX (výstup) a TX (vstup), signál IGT, který slouží jako signál pro zapnutí GSM modulu, signalizační piny VDD a SYNC, které slouží pro signalizaci správné funkce GSM modulu. Posledními piny jsou 5 napájecích a 5 zemnících. Uvedu zde jen ta nejdůležitější zapojení prvků připojených ke konektoru.

###  Zapínací signál IGT

Tento signál bude ovládán procesorem nelze jej však ovládat přímo výstupním pinem procesoru. Musí být řízen pomocí tranzistoru (velkou impedancí).

Na bázi tranzistoru se přes kondenzátor a rezistor připojí spouštěcí signál z procesoru. Tento signál musí sepnout tranzistor alespoň po dobu 100ms a po této době se tranzistor zase rozepne. Tímto se GSM modul zapne.

Obr. 4 zapojení obvodu pro zapnutí GSM modulu

### Obvody úpravy signálu

Jelikož přichází v úvahu, že řídíce procesor nebude mít stejné napájecí jako GSM modul. Tedy nebude mít ani stejné napěťové úrovně pro logickou jedničku a logickou nulu jsou zde zařazeny obvody pro úpavu signálu.
 Bylo třeba upravit dva signály. Komunikační signál seriového portu RX a TX. Tedy změnit úroveň pro GSM modul výstupního signálu z hodnoty pro logickou jedničku VHmax =3,3V na hodnotu VHmax = 5V. Tohoto převodu je docíleno použitím obvodu 74LS05D což je logický invertor. V obvodu jsou dva invertory zapojeny za sebou. Tedy výsledkem průchodu signálu tímto obvodem je tedy logická jednička s hodnotou napětí 5V. Pro převod z logické jedničky s hodnotou napětí 5V na logickou jedničku s hodnotou napětí 3,3V je použit jednoduchý stabilizátor se zenerovou diodou.

### Obvody signalizace

Dalšími obvody jsou LED diody s pomocnými obvody, které sloučí pro signalizaci chování obvodu. GSM modul generuje na pinu VDD napětí o velikosti 3V při svém zapnutí. K tomuto pinu jsem tedy umístil LED diodu, která se rozsvítí při startu GSM modulu. Dalšim signalizačním signálem je signál SYNC taktéž generovaný GSM modulem. Tyto diody mají několik stavů seznam je uveden v následující tabulce (t – 1)

|  |  |
| --- | --- |
| Mod LED diody  | Význam |
| vypnuto | GSM modul je vypnut, nebo je v režimu spánku, nebo v nabíjecím modu |
| 0,6 s zapnuto / 0,6 s vypnuto | Omezení komunikace: nepřipojená SIM, hledání sítě |
| 75ms zapnuto / 3s vypnuto | Modul je připojen k síti. Neprobíhá žádný hovor ani jiná komunikace |
| 75 ms zapnuto / 75 ms vypnuto /75 ms zapnuto / 3 s vypnuto | GPRS kontakt |
| 0,5 s zapnuto / vypnutí je závislé na přenosu dat | Příchozí paket diodu zapne po dobu přijímání dioda nesvítí a po skončení přenusu se na 1s zapne a pak vypne |
| zapnuto | Příjem hlasového hovoru. |

t - 1 význam signalů SYNC

### Vstupně Výstupní konektor

Tento konektor slouží jako propojení k ovládací desce, která není předmětem tohoto projektu je na něm umístěno několik signálů. Zapínací signál IGT, komunikační signály komunikačního sériového rozhraní RX, TX. Zem, Napájení pro integrovaný obvod pro úpravu signálu 74LS05D. Upravený signál RX.

Obr. 5 vstupně výstupní konektor

## Celkové schéma

Celkové schéma je uvedeno na následující stránce. Jednotlivé sekce se souřadnicemi jsou uvedeny v následující tabulce

|  |  |
| --- | --- |
| Část obvodu | Souřadnice ve výkresu  |
| Zapojení stabilizátoru | A1 – A5 |
| Zapojení konektoru SIM karty  | B3 – B5 |
| Zapojení status LED diod | C6 |
| Zapojení BOAR – TO – BOARD konektoru | C1 – C4, D1 – D4  |
| Zapojení výstupního konektoru  | C1 |

t - 2 souřadnice částí obvodu ve schématu



 Obr. 6 celkové schéma zapojení

## seznam použitých součástek

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Název součástky ve schématu | Hodnota | Pouzdro | Typ dle katalogu GME electronic |
| C1 | 1nF | C0805 | CK0805 1N/50V NPO |
| C2 | 1000uF | E5-10,5 | CE 1000u/10V JAM-SK 10x12,5 RM5 BULK |
| C3,C9,C11 | 220nF | C0805 | CK0805 220N/50V Y5V YAG |
| C4 | 330nF | TANTAL\_D | CTS 330M/6,3V D 10% |
| C5 | 10pF | C0805 | CK0805 10P/50V NPO |
| C6 | 100uF | PANASONIC\_D | E100M/16V SMD |
| C7 | 1000uF | E5-10,5 | CE 1000u/10V JAM-SK 10x12,5 RM5 BULK |
| C8 | 100nF | C0805 | CK0805 100N/50V X7R |
| C10 | 1u | C0805 | CK0805 1M/16V X7R |
| D1 | SS36 SMC | SMC | SS36 SMC |
| D2 | BZX84C3,3V | SOT23 | BZX84C3,3V |
| LED 02,03 | Yellow | 1206 | LED 1206 ORANGE 200/140° |
| LED 04,05 | green | 1206 | LED 1206 GREEN 35/130° |
| T1,T2 | BC847 | SOT23 | BC847A |
| L1 | 100uH | DO3316P | TL.SC105F 100uH |
| R1 | 4K | R0805 | R0805 4K0 5% |
| R2 | 100 | R0805 | R0805 100R 5% |
| R3, R12 | 100K | R0805 | R0805 100K 5% |
| R4, R8 | 47K | R0805 | R0805 47K 5% |
| R5, R9 | 200 | R0805 | R0805 200R 5% |
| R6 | 1K8 | R0805 | R0805 1K8 1% |
| R7 | 4K7 | R0805 | R0805 4K7 1% |
| R10, R11 | 0 | R0805 | R0805 0R0 5% |
| STAB | LM2576S-ADJ | TO263-5 | LM2576S-ADJ |
| GSM | HIROSE\_D12 | HIROSE\_DF12 | - |
| IC1 | 74LS05D | SO14 | 74LS 05 SMD |
| SIM | SIM\_HOLDER | SIM\_HOLDER | - |
| X1 | POWER | L02P | Konektor se zámkem PSH02-02W |
| X2 | Propojka | 1X06 | Oboustranný kolík S1G20 2,54mm |
| PAD1 |   | 1,6/0,8 | - |
| PAD2 |   | 1,6/0,8 | - |
| PAD3 |   | 1,6/0,8 | - |
| PAD4 |   | 1,6/0,8 | - |
| PAD5 |   | 1,6/0,8 | - |

t - 3 kompletní seznam použitých součástek

# Návrh desky plošných spojů

Při návrhu desky plošných spojů se všechno odvíjelo od BOARD to BOARD konektoru, který propojuje GSM modul s deskou. Nejprve byl třeba vytvořit tuto součástku v knihovně programu. Součástku jsem na základě katalogových listů vytvořil.

 Návrh můžeme rozdělit do dvou částí na napájecí část a signálovou

## Napájecí část

Napájení je k desce plošných spojů přivedeno konektorem X1. Napájecí napětí může být v rozsahu, který je deklarován výrobcem stabilizátoru. Já jsem zvolil napájení pomocí zdroje napětí 12V který je schopen dodat proud 3A. Je třeba pouze ctít polaritu, kterou jsem zvolil (viz 4.1.1).

### Zapojení stabilizátoru napětí



Obr. 7 Stabilizátor napětí

Na obrázku je vidět fyzické rozmístění součástek. Na desce je dále distribuováno napájecí napětí pomocí dvou vrstev rozlévané mědi na desce plošného spoje. Ve spodní vrstvě BOTT je rozlitá měď, která má význam země (GND). Na vrchní vrstvě TOP je rozlitá měď, která má význam stabilizovaného napětí (BATT+). Toto řešení je výhodné pro minimalizaci proudových smyček kvůli zmenšení rušení další výhodou tohoto řešení je také, že vrstvy spolu se samotnou deskou plošných spojů také tvoří kondenzátor, který slouží pro vyhlazení zákmitů na BATT+. Na desce je umístěno několik dalších kondenzátoru, které slouží jako vyhlazovací a také jako místní zdroje při proudových špičkách.

### Přívod napájení k BOARD to BOARD konektoru

K tomuto konektoru je připojen GSM modul, který potřebuje mít napájení stabilní a jen mírně závislé na odběru proudu. Toho jsem se snažil dosáhnout jak volbou stabilizátoru s co nejmenším poklesem výstupního napětí tak i vhodným umístěním kondenzátorů. Je jich zde několik. Tantalový kondenzátor C4, který je umístěn na vrstvě BOTT přímo pod napájecími piny konektoru a je propojen prokoveným otvorem na vrstvu TOP a připojen mezi napájecí piny. Jeho výhodou je, že se dokáže vybít velice rychle tedy prvotní proudový náraz je schopen pojmout. Dalšími v řadě jsou pak keramický kondenzátor C9 a elektrolytický kondenzátor C2.

## Signálová část

### Připojení SIM karty.

SIM karta je spojená s GSM modulem pomocí 6ti pinů. Výrobcem GSM modulu bylo doporučeno, aby délky cest mezi modulem a SIM kartou nepřesáhli 200mm. Toho jsem se při návrhu držel a SIM kartu umístil co nejblíže modulu. Propojení držáku s BOARD to BOARD konektorem je patrné ze schématu:(Obr. 6 celkové schéma zapojení). GSM modul má jeden vyhrazený pin (CCIN), který slouží pro detekování[[4]](#footnote-4) zavřeného držáku SIM. Mnou zakoupený držák tyto piny neměl. Proto bylo třeba rovnou spojit pin CCIN s CCVCC.

### Popis konektoru X2

Konektor X2 slouží pro připojení k budoucí aplikaci. Jsou na něm vyvedeny komunikační signály sériového rozhraní RX a TX dále signál na zapínání GSM modulu IGT. Upravený signál RX a zem a napájení pro integrovaný invertor. Fyzicky je zapojen takto:

Obr. 8 zapojení propojky X2

Zapojení konektoru je dle následující tabulky

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Číslo pinu | význam | směr |
| 1 | IGT | Vstup |
| 2 | RX | Výstup |
| 3 | TX | Vstup |
| 4 | GND | - |
| 5 | VDD | - |
| 6 | RX\_UPR | Výstup |

t - 4 zapojení konektoru X2

### Testovací body

Při návrhu desky plošných spojů jsem do zapojení zakomponoval několik testovacích bodů k významným signálům. Význam jednotlivých testovacích bodu je uveden v následující tabulce.

|  |  |
| --- | --- |
| Testovací bod  | Význam |
| PAD1 | RX |
| PAD2 | TX |
| PAD3 | IGT |
| PAD4 | BATT+ |
| PAD5 | GND |

t - 5 zapojení testovacích bodů

Testovací body jsou realizovány pomocí prokovených děr a na plošném spoji jsou popsány jako v prvním sloupečku tabulky ( t - 5 zapojení testovacích bodů). Slouží pro připojení číslicových multimetrů případně osciloskopu pro sledování chování obvodu.

## Kompletní návrh desky plošných spojů



Obr. 9 vrstva TOP (pro názornost bez rozlévané mědi)



Obr. 10 vrstva BOTT (pro názornost bez rozlévané mědi)

# Realizace

Desku plošných spojů jsem nechal vyrobit firmou PRAGO BOARD. Kde mají nabídku prototypový výroby za výhodné ceny. Firma požadovala výrobní data ve speciálním formátu. Pro převod z EAGLE do tohoto formátu firma dodává script, který data vygeneruje. Tento postup jsem využil. Součástky jsem zakoupil ve firmě GME electronic. Desku plošných spojů jsem osadil doma. Největším problémem bylo připájení BOARD to BOARD konektoru. Zjistil jsem totiž, že jsem při návrhu udělal chybu a nenavrhl dostatečně dlouhé pájecí plošky (pájecí plošky nepřečnívali přes konektor). Po delší snaze se mi za pomoci horkovzdušné páječky a pájecí pasty podařilo konektor připájet. Číslicovým multimetrem, který byl v režimu sledování zkratu jsem prověřil zda je všechno spojeno tak jak má a problém se neobjevil.

# Testování

## první oživení

Po kompletním osazení přišlo na řadu první oživení. Při tomto oživování jsem ještě nepřipojoval samotný GSM modul a testoval jsem pouze napájecí napětí. Přímo na pinech BOARD to BOARD konektoru bylo změřeno napětí: UBATT+=4,44V.

Po tomto ověření jsem připojil GSM modul. Modul jsem zapnul pomocí spínače zapojeného mezi PAD3(IGT) a PAD4(BATT+) zapnutí GSM modulu proběhlo. Rozsvítili se jak led dioda LED5(napájená napětím VDD generovaným po zapnutí GSM modulu), tak status diody LED2 a LED3, které blikaly dle očekávání s periodou 0,6 s protože nebyla připojena SIM karta. Následně jsem připojil i SIM kartu a opět GSM modul zapnul. Přibližně po uplynutí 4 s se změnila perioda blikání status LED diod. Tentokrát blikali – 3sekundy vypnuto 75ms zapnuto. Tedy GSM modul byl připojen k síti. Tedy SIM karta byla identifikována.

## Zkouška komunikace

Další v řadě bylo testování komunikace GSM modulu přes sériovou linku. K otestování této komunikace jsem využil několik produktů firmy MICROCHIP. Počítačový program PICkit Utility. Programátor a debuger PICkit 2. Pomocí těchto dvou produktů lze pohodlně komunikovat po sériové lince. Dle katalogového listu ke GSM modulu jsem vyčetl, že přenosová rychlost sériové linky je ze strany modulu detekována automaticky. Na základě informací z katalogového listu jsem vytvořil sekvenci příkazů, kterými jsem komunikaci otestoval. Následuje ukázka komunikace s komentáři, které jsou vždy v kulatých závorkách

Obr. 11 ukázka komunikace

TX: AT (nejjednodušší AT příkaz očekávaná odpověď OK)

RX: OK

TX: AT&V (zobrazí aktivní profil zajímavý je údaj: +COPS 🡪operátor ke kterému je modul připojen)

RX: ACTIVE PROFILE:

E1 Q0 V1 X4 &C1 &D2 &S0 \Q0

S0:000 S3:013 S4:010 S5:008 S6:000 S7:060 S8:000 S10:002 S18:000

+CBST: 7,0,1

+CRLP: 61,61,78,6

+CR: 0

+FCLASS: 0

+CRC: 0

+CMGF: 0

+CNMI: 0,0,0,0,1

+ILRR: 0

+IPR: 0

+CMEE: 0

^SMGO: 0,0

+CSMS: 0,1,1,1

^SACM: 0,"000000","FFFFFF"

^SLCC: 0

^SCKS: 0,1

+CREG: 0,1

+CLIP: 0,1

+CAOC: 0

+COPS: 0,0,"O2-CZ "

+CGSMS: 3

OK

TX: AT+CMGR=1 (čtení SMS zprávy, která byla odeslána z mého osobního telefonního čísla, který z důvodu ochrany soukromí neuvedu celé vynechané číslice nahradím znakem „X“.)

RX: +CMGR: "REC READ","+42073XXXXXX3",,"12/11/21,16:41:39+04"

Ahoj module umis to precist?

OK

TX: AT+CMGS=+42073XXXXXX3 (odesílání SMS zprávy)

> AHOJ POKUS (tělo SMS zprávy)

RX: +CMGS: 1 (úspěšně odesláno)

## Stejnosměrná měření

Po úspěšném otestování komunikace jsem provedl měření napájecího napětí při různých stavech modulu. Dále také měření odebíraného proudu ze 12V zdroje.

* GSM modul připojen, nezapnut.
	+ UPAD4-PAD5 = 4,42V
	+ I1 = 11mA
* GSM modul připojen, zapnut.
	+ UPAD4-PAD5 = 4,42V
	+ I1 = 18mA
* GSM modul připojen, zapnut. Probíhající hovor
	+ UPAD4-PAD5 = 4,39V
	+ I1 = 57mA

## Test spolehlivosti

Posledním bodem testování bylo testování spolehlivosti. Při tomto testování byl GSM modul ponechán zapnutý po dobu 5ti dnů. Po dobu zapnutí byla prováděna vizuální kontrola statusových diod a dále kontrola pomocí vytáčení telefonního čísla modulu. Tímto testem zařízení prošlo úspěšně.

# Závěr

Vyrobený prototyp je funkční. Pro zajištění větší spolehlivosti by bylo třeba návrh desky plošných spojů provézt znovu a klást důraz na návrh knihovní součástky BOARD to BOARD konektoru přesněji jeho pájecích ploch. 

Obr. 12 fotografie výrobku Seznam obrázků a tabulek

[Obr. 1 schéma zapojení vstupu stabilizátoru 4](#_Toc341309301)

[Obr. 2 schéma zapojení výstupu stabilizátoru 5](#_Toc341309302)

[Obr. 3 Board – to – Board konektor. 6](#_Toc341309303)

[Obr. 4 zapojení obvodu pro zapnutí GSM modulu 6](#_Toc341309304)

[Obr. 5 vstupně výstupní konektor 7](#_Toc341309305)

[Obr. 6 celkové schéma zapojení 9](#_Toc341309306)

[Obr. 7 Stabilizátor napětí 11](file:///C%3A%5CUsers%5CFilip%5CDocuments%5CFEL%5CZimn%C3%AD_2012%5CIN1%5CDokumentace_IN1.docx#_Toc341309307)

[Obr. 8 zapojení propojky X2 12](file:///C%3A%5CUsers%5CFilip%5CDocuments%5CFEL%5CZimn%C3%AD_2012%5CIN1%5CDokumentace_IN1.docx#_Toc341309308)

[Obr. 9 vrstva TOP (pro názornost bez rozlévané mědi) 14](#_Toc341309309)

[Obr. 10 vrstva BOTT (pro názornost bez rozlévané mědi) 15](#_Toc341309310)

[Obr. 11 ukázka komunikace 17](#_Toc341309311)

[Obr. 12 fotografie výrobku Seznam obrázků a tabulek 18](#_Toc341309312)

[t - 1 význam signalů SYNC 7](#_Toc341309330)

[t - 2 souřadnice částí obvodu ve schématu 8](#_Toc341309331)

[t - 3 kompletní seznam použitých součástek 10](#_Toc341309332)

[t - 4 zapojení konektoru X2 12](#_Toc341309333)

[t - 5 zapojení testovacích bodů 13](#_Toc341309334)

# Seznam použitých zdrojů

katalogové listy GSM modulu získané po registraci na webové stránce:

 [http://www.wirelessmodules.cz](http://www.wirelessmodules.cz/)

katalogové listy součástek :

 <www.ti.com/lit/ds/symlink/lm2576.pdf>

 [www.learn-c.com/**74ls05**.pdf](www.learn-c.com/74ls05.pdf)

# Seznam použitého software

Microsoft Word

CadSoft EAGLE PCB Design Software

 Použitá demo verze: ftp://ftp.cadsoft.de/eagle/program/6.3/eagle-win-6.3.0.exe

PICkit v2.61

 Z odkazu:

<http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/PICkit%202%20v2.61.00%20Setup%20A.zip>

1. **G**lobální **S**ystém pro **M**obilní komunikaci [↑](#footnote-ref-1)
2. Čerpáno za zdroje: <http://www.wmocean.cz/siemens-mc55i/661158/datasheet_mc55i_175014.pdf> [↑](#footnote-ref-2)
3. <http://www.ti.com/lit/ds/symlink/lm2576.pdf> [↑](#footnote-ref-3)
4. Detekce funguje následovně: na vstup CCIN je přivedena logická 1 pokud je držák SIM karty zavřen a logická 0 v opačném případě. Tedy držák je opatřen piny, které se po zavření krytu spojí s ploškami na desce plošných spojů a tím spojí piny CCIN s CCVCC. [↑](#footnote-ref-4)