



STŘEDNÍ PRŮMYSLOVÁ ŠKOLA SDĚLOVACÍ TECHNIKY

110 00 Praha 1, Panská 856/3,

☎ 221 002 111, 📠 221 002 666, www.panska.cz, e-mail: sekretariat@panska.cz



Ovládání kotle ve Vrhavči

MATURITNÍ PRÁCE ZE ZKUŠEBNÍHO PŘEDMĚTU

Telekomunikační technika

Autor: **Filip Roubal**

Studijní obor: **26-45-M /004**

Digitální telekomunikační technika

Školní rok: **2010/2011**

Třída: 4.A

Prohlašuji, že jsem tuto práci vypracoval samostatně s použitím literárních pramenů a informací, které cituji a uvádím v seznamu použité literatury a zdrojů informací.

V Praze dne.

.....

Podpis

ANOTACE:

V tomto projektu si klademe za cíl sestavit spolehlivé zařízení jak po stránce hardwarové, tak i softwarové, jehož pomocí bude moci uživatel na dálku řídit vytápění objektu pomocí mobilního telefonu.

ANNOTATION:

In this project we would like to construct reliable device. With this device user could control heating in house with mobile phone.

1	Úvod	6
1.1	Výhody	6
2	Funkce zařízení a Hardwarové periférie	7
2.1	Základní funkce zařízení.....	7
2.1.1	Měření teplot.....	7
2.1.2	Dohled nad zařízením	7
2.1.3	Detekce nočního proudu	7
2.1.4	Automatické módy topení	8
2.1.5	Ostatní funkce	8
2.2	Hardwarové periférie.....	8
2.2.1	Čidla teplot.....	9
2.2.2	Spínací prvky	10
2.2.3	Ovládací panel.....	10
2.2.3.1	Řídící procesor	11
2.2.3.1.1	Programovací konektor.....	11
2.2.3.1.2	Připojení LCD displeje k procesoru	13
2.2.3.1.3	Zapojení tlačítek.....	16
2.2.3.1.4	Konektor pro připojení GSM modulu.....	16
2.2.3.2	Konektor K1	18
2.2.3.2.1	Čidla teplot – piny konektoru 20 – 33.....	19
2.2.3.2.2	Spínací prvky kotle a čerpadla	22
2.2.3.2.3	Čidlo pro detekci nočního proudu	24
2.2.3.2.4	VDD a VSS na konektoru K1 a jeho kompletní schéma zapojení.....	24
2.2.3.3	Závěr	27
2.2.4	Zdroj napětí.....	27
2.2.5	GSM brána	29
2.2.5.1	Úvod.....	29
2.2.5.2	Návrh DPS GSM_brána	30
2.2.5.2.1	Zdroj	31
2.2.5.2.2	Konektory na GSM bráně.....	33
2.2.5.2.2.1	Připojení SIM karty.....	37
2.2.5.2.2.2	Propojka na ovládací panel	38
2.2.5.3	Závěr	42
3	Fotky zařízení	43

3.1	Fotky vnějšku zařízení	43
3.2	Zařízení zevnitř	45
3.3	Detaily s popisem	46
4	Seznam Obrázků	49
5	Seznam použité literatury	50
6	použitý software	50

1 Úvod

Zařízení má za úkol dohlížet nad vytápěním domu ve Vrhavči, kde je ústřední topení a v zimních měsících hrozí zamrznutí vody v oběhu topení. Tento projekt navazuje na maturitní práci „Zařízení pro ovládání vytápění objektu s dohledem přes GSM síť“ - Petr Hubálek a Martin Průša - z roku 2004/2005. Naším úkolem bylo zdokonalit hardware i software. Vybavit zařízení procesorem firmy Microchip kvůli větší spolehlivosti. Mobilní telefon nahradit GSM modulem firmy Cinterion typ MC55i. Dalším požadavkem je kompatibilita s ostatním hardware, který už byl vytvořen při předchozí práci.

1.1 Výhody

Výhodou je nízká pořizovací cena. Ceny zařízení s těmito funkcemi a s dohledem přes GSM se pohybují řádově od 10 000 do 15 000 Kč. Další výhodou je, že software se dá upravovat. Můžeme tedy v průběhu používání software měnit bez potřeby zásahu do hardware. Stačí pouze připojit programátor do konektoru. Toto u předchozího projektu nešlo. Pokud bylo potřeba procesor přeprogramovat, musel se ze zařízení vyndat, naprogramovat a vrátit zpět. Jak již bylo řečeno, mobilní telefon jsme nahradili integrovaným GSM modulem. Tímto řešením nám odpadlo napájení některých nepotřebných periférií mobilního telefonu, tedy jsme dosáhli menší spotřeby a navíc GSM modul lze zapnout softwarově, tedy odpadá záložní baterie. Asi hlavní výhoda je samostatnost zařízení, tedy může se rozhodovat samo bez zásahu uživatele pouze na základě teplot z čidel, ale v případě potřeby může uživatel převzít dohled a mobilním telefonem přesně definovat jak a kdy se dá topit.

2 Funkce zařízení a Hardwarové periférie

Tento oddíl se zabývá popisem základních funkcí. Také popíši, z jakých částí se hardware skládá.

2.1 Základní funkce zařízení

2.1.1 Měření teplot

V objektu je několik místností, ve kterých jsou radiátory ústředního topení.

V místnostech jsou umístěna čidla teplot dallas (DS18B20). Na základě teplot z čidel se pak zařízení dokáže rozhodovat.

2.1.2 Dohled nad zařízením

Máme dvě možnosti dohledu a to:

- GSM síť
Pomocí mobilního telefonu můžeme přímo ovlivňovat chod zařízení. Můžeme zapnout elektrický kotel, vodní čerpadlo, vyžádat teploty ze všech čidel teplot, volit mody automatického topení.
- Tlačítka a LCD displej na zařízení
Máme k dispozici tři tlačítka a LCD displej. Pomocí těchto prvků můžeme ovlivňovat chod zařízení. Styl ovládání bude popsán v části věnované popisu software. Manuální ovládání je výhodou, pokud je uživatel v objektu. Protože topit elektrickým proudem se nevyplatí, může pomocí manuálního ovládání vyřadit toto zařízení z chodu a topit kotlem na tuhá paliva.

2.1.3 Detekce nočního proudu

Topení elektrickým kotlem je finančně náročné. Elektrárny však nabízí noční proud, který se používá například pro bojler, elektrárny pak zapínají a vypínají proud do bojleru.

Pokud je do bojleru proud zapnut, znamená to noční proud. Na bojleru ve Vrhavči si Ing. Kubalík nainstaloval čidlo, které detekuje noční proud.

2.1.4 Automatické módy topení

Mód „mrzne“

Zařízení kontroluje teploty z čidel. Pokud klesnou pod 5°C zapne vodní čerpadlo. Když teploty budou dále klesat až pod 3°C, zapne se i elektrický kotel, který bude topit do doby, kdy teploty stoupnou na hodnotu 10°C. Vzápětí vypne elektrický kotel a také čerpadlo.

Mód „Top x“

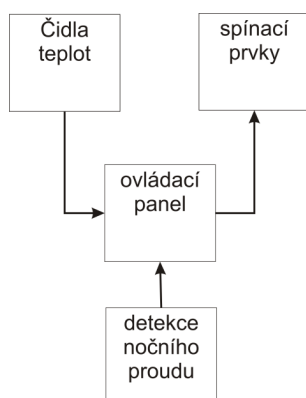
Parametr x znamená, kolik hodin denně se bude topit. Za x můžeme dosadit čísla od 0 do 4. Přičemž nula tento mód topení vyřadí. Zvolíme na příklad mód top 4. Zařízení tedy bude topit 4ři hodiny denně. Abychom ušetřili, budeme topit pokud odebíráme noční proud, který je většinou dodáván dvakrát za 24hodin, proto parametr x vydělíme dvěma. První polovinu intervalu budeme topit při prvním nočním proudu a druhou polovinu intervalu při druhém nočním proudu.

2.1.5 Ostatní funkce

Zařízení dále kontroluje stav kreditu na SIM kartě, která je připojená k GSM modulu. Pokud kredit klesne pod kritickou mez, zašle na uživatelský telefon upozornění. Máme také možnost zapisovat údaje o zařízení na USB flash disk. Tyto údaje se poté dají strojově vyhodnotit.

2.2 Hardwarové periferie

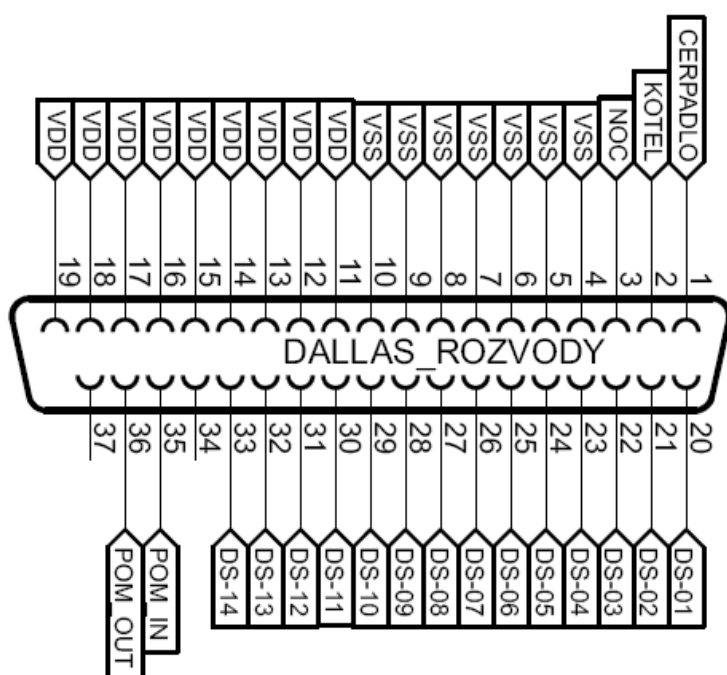
Hardware můžeme rozdělit dle následujícího blokového schématu:



Obr. 1 blokové schéma celého zařízení

2.2.1 Čidla teplot

Rozvody teplotních čidel byly provedeny v projektu Průši a Hubánka a naše zařízení je s nimi kompatibilní. V objektu je 14 čidel. Každé čidlo má tři vývody, dva napájecí a jeden datový. Datové vodiče vedou ke každému čidlu zvlášť. Do každé místnosti pak vedou ještě napájecí vodiče. Tyto vodiče jsou zapojeny do konektoru K1 typ CANNON s 37 (konektor se používá například na rozhraní RS232), který se připojuje k ovládacímu panelu. Zapojen je takto:



Datové vodiče jsou připojeny na piny s číslem: 20 – 33 tedy DS-01 až DS-14. Napájecí vodiče jsou na pinech číslo: VDDⁱ 19 – 11 a VSSⁱⁱ 0 – 4.

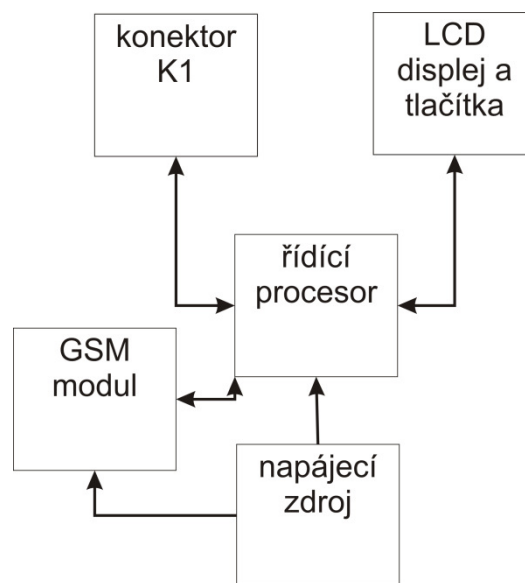
Obr. 2 zapojení konektoru K1

2.2.2 Spínací prvky

Spínací prvky mají za úkol zapínat a vypínat elektrický kotel a vodní čerpadlo. Spínání má za úkol elektronické relé (*otrotriakⁱⁱⁱ*), které je řízené ovládacím panelem a pro jeho sepnutí je zapotřebí proudu $I_1=50\text{mA}$. Spínací prvky byly nainstalovány také Průšou a Hubánkem a v objektu byly ponechány a naše zařízení je s nimi kompatibilní. Spínací prvky jsou také připojeny na konektor K1. Spínací prvek elektrického kotle je připojen na pin číslo: 2 – KOTEL. Spínací prvek pro čerpadlo je umístěn na pin číslo: 1 – CERPADLO. Na pin s číslem: 3 – NOC je připojeno čidlo pro detekci nočního proudu.

2.2.3 Ovládací panel

Tuto periférii jsme měli za úkol inovovat. Musí však být kompatibilní s konektorem K1. Ovládací panel je také třeba rozdělit na jeho jednotlivé periferie. Toto rozdělení znázorňuje následující obrázek



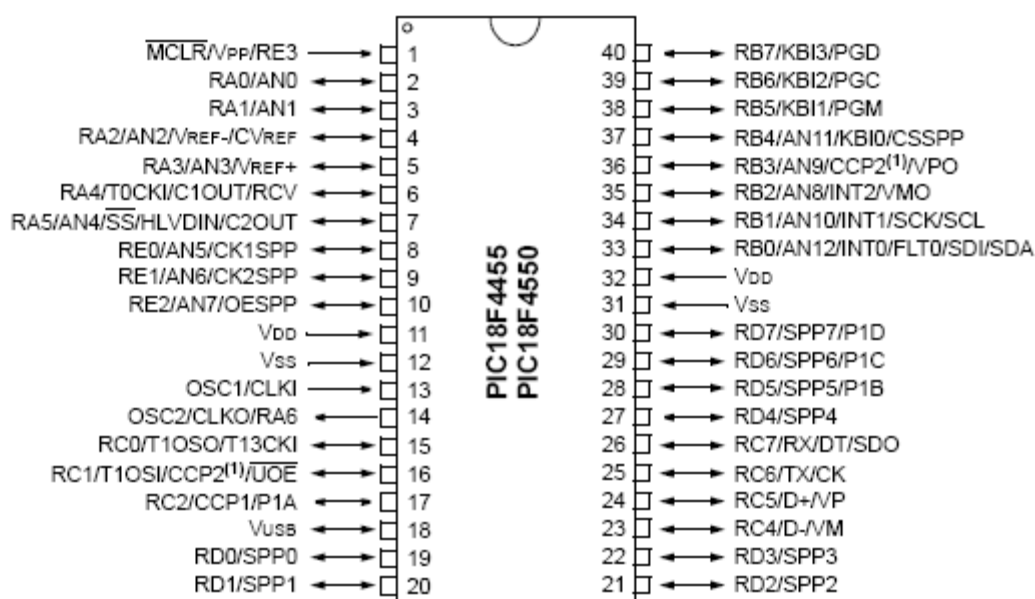
Obr. 3 blokové schéma ovládacího panelu

Veškerá schémata a návrhy desek plošných spojů (dále jen DPS) jsem provedl v programu Eagle layout editor, verze 5.6.0. Při tvorbě schémat využívám TZV virtuální spoje. Tedy součástky nepropojuji přímo, ale pin si pojmenuji například VSS. Pokud pojmenuji kterýkoli další pin stejně, budou tyto piny spojeny.

2.2.3.1 Řídící procesor

Řízení celého zařízení má za úkol procesor od firmy Microchip typ 18F4550. Procesor je v pouzdře PDIP a má 40 pinů. Z toho je 35 pinů pro *I/O porty*. Podrobněji bude procesor popsán v části věnované popisu software. Piny procesoru pak vypadají takto:

40-Pin PDIP



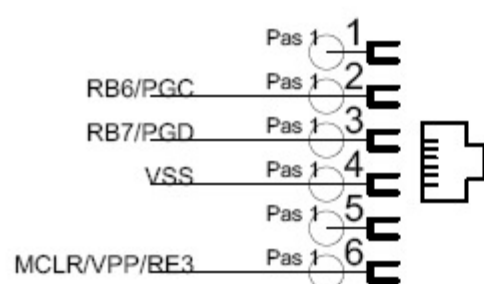
Obr. 4 procesor PIC18F4550

Procesor má tedy čtyři napájecí piny 2xVSS a 2x VDD. Na další piny jsou připojeny všechny periferie ovládacího panelu.

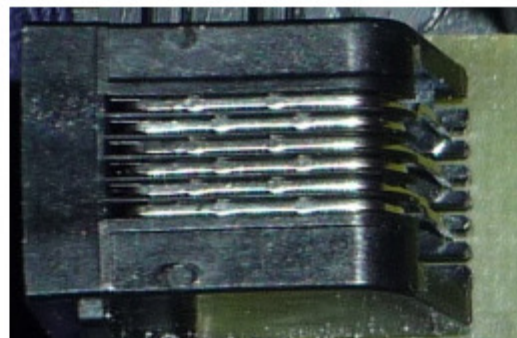
2.2.3.1.1 Programovací konektor

Ovládací panel jsme vybavili konektorem pro připojení programátoru. Toto řešení je výhodné, protože nemusíme vyjímat procesor z DPS při každém programování, ale pouze zapojíme programátor do konektoru. Jako programovací konektor hlavně z důvodu spolehlivosti a jednoduché manipulace jsme zvolili samičku RJ12 se šesti piny. Při konstrukci jsme udělali chybu v tom, že nám konektor nedosáhl na kraj krabičky. Kdybychom tedy chtěli programátor připojit, museli bychom krabičku rozebrat. Což není dobré řešení. Tuto chybu jsme pak vykompenzovali propojkou na desce plošných spojů zdroj_pro_gsm a programovací konektor se nám podařilo vyvézt na kraj krabičky. Zapojení konektoru vypadá takto:

CON4-PROGRAMOVATKO



zapojení paciček



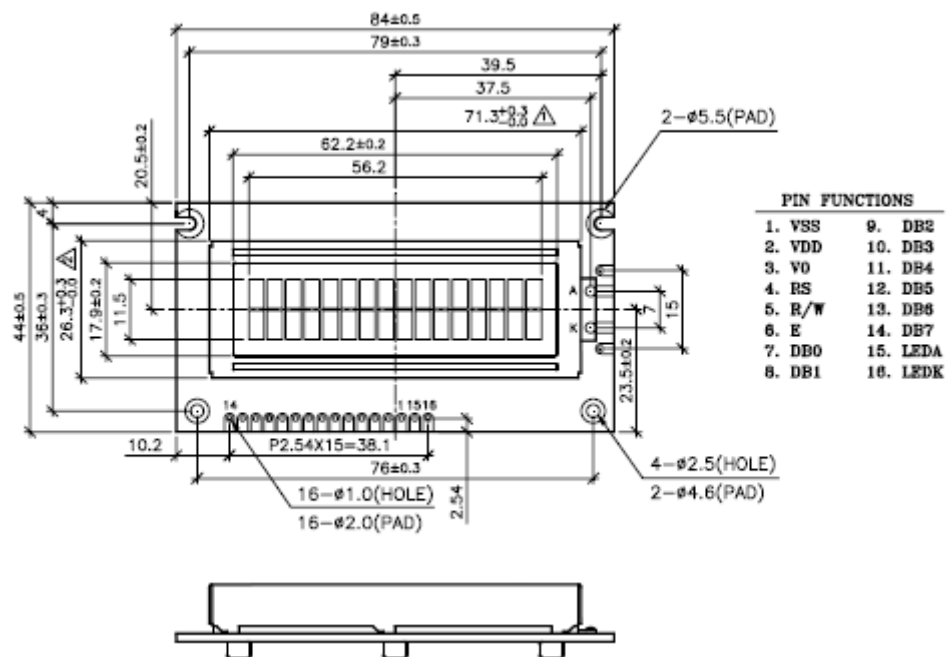
reálný konektor

Obr. 5 programovací konektor

2.2.3.1.2 Připojení LCD displeje k procesoru

Zařízení je vybaveno dvouřádkovým LCD displejem typ: CM160224SFAYB-I1.

Komunikace s displejem probíhá pomocí osmi datových a tří řídících pinů. Další piny slouží pro kontrolu kontrastu a napájení. Displej má celkem 16 pinů a jejich zapojení i s rozměry displeje je znázorněno na následujícím obrázku.

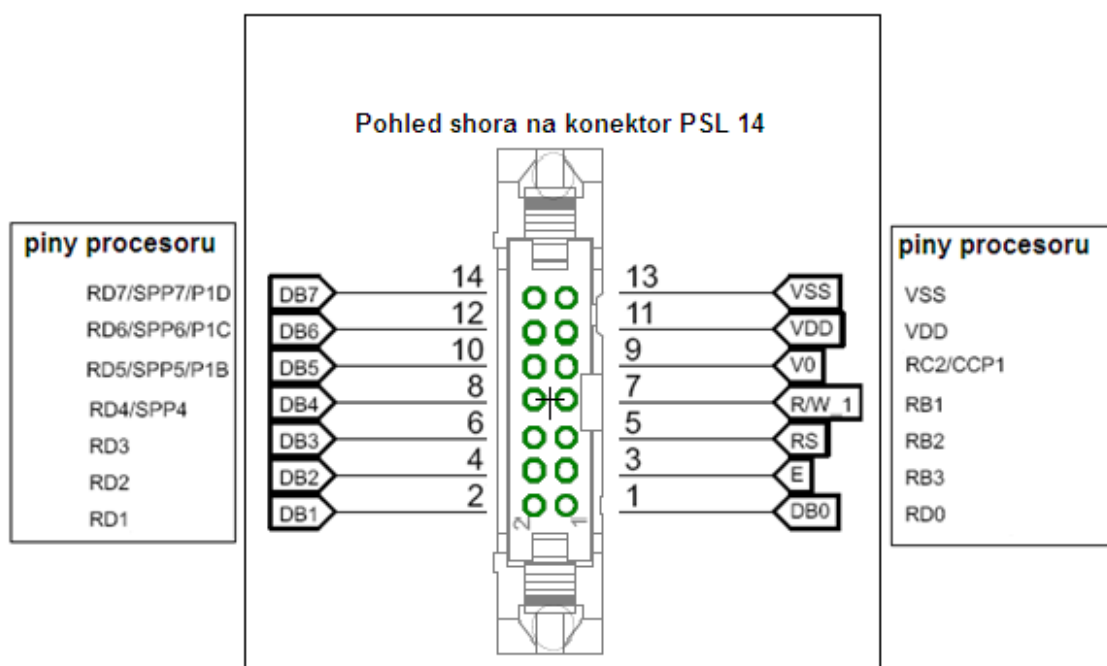


Obr. 6 zapojení pinu na displeji

V tabulce pin functions jsou názvy jednotlivých pinů a jejich význam je následující:

- VSS – napájecí pin – zem
- VDD – napájecí pin – +5V
- V0 – pin pro řízení kontrastu displeje
- RS, R/W, E – řídící piny displeje
- DB0 – DB7 – datové piny displeje
- LEDA, LEDK – anoda a katoda LED diod podsvícení displeje

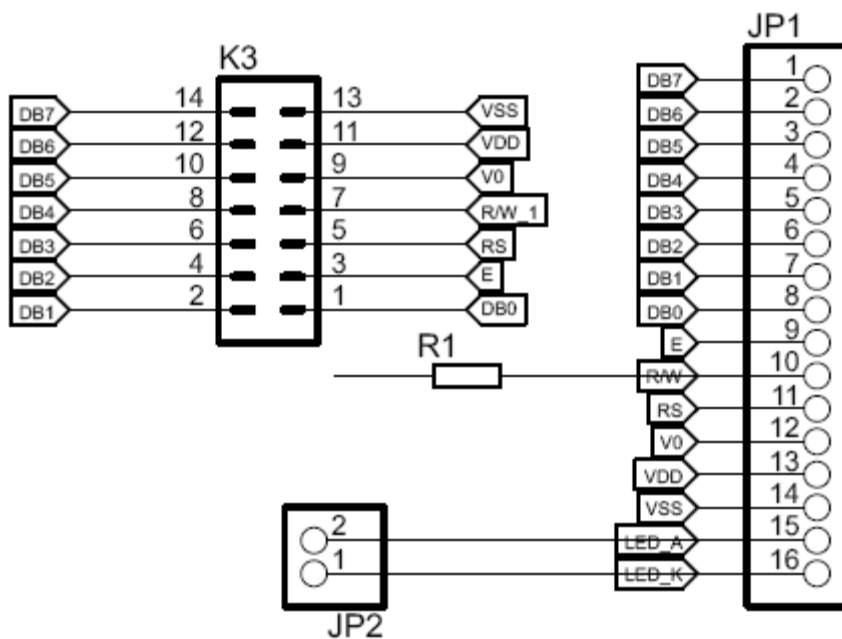
Propojení procesoru s displejem jsme realizovali pomocí konektoru K3 typ PSL – 14, který je umístěn vedle procesoru. Z konektoru pak vedou vodiče na desku plošných spojů: redukce_displej a ta je pak připojena na samotný displej. Konektor je zapojen takto:



Obr. 7 zapojení konektoru K3 – displej

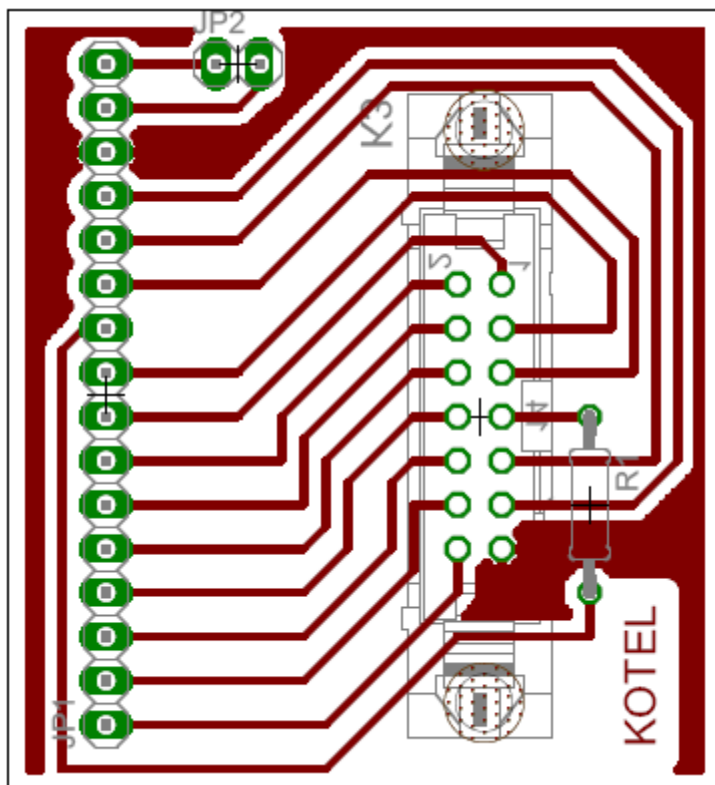
Jak je vidět, všechny datové piny máme připojeny na port D procesoru. Řídící pak na portu B. Kontrast displeje se ovládá softwarově pomocí pulsně šířkové modulace.

Deska plošných spojů, která se pak připojuje k displeji, vypadá takto:



Obr. 8 schéma zapojení a návrh desky plošných spojů: redukce_displej

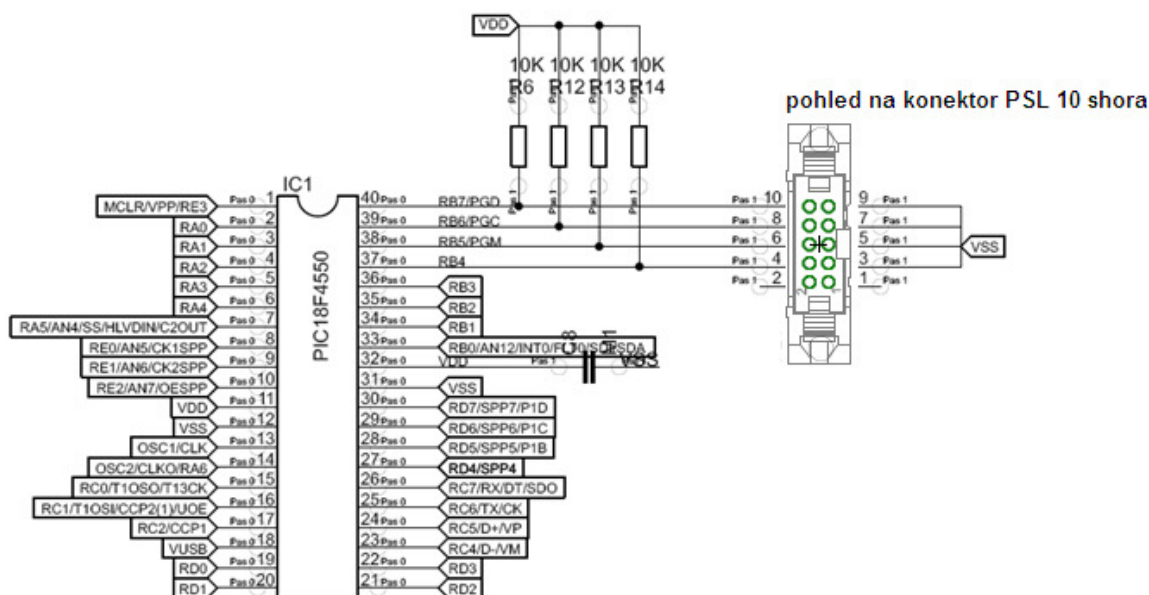
Zapojení konektoru JP1 je totožné se zapojením pinů na displeji. Odpor R1 složí pouze jako propojka. Deska pak vypadá takto



Obr. 9 desky plošných spojů: redukce_displej

2.2.3.1.3 Zapojení tlačítek

Ovládací panel je vybaven třemi tlačítky, kterými je možné zařízení ovládat. Pro připojení tlačítek jsme opět využili konektor PSL jako pro displej, ale pouze s 10ti piny. Na krabici, ve které je zařízení umístěno, jsme pak upevnili tři tlačítka, každé s jedním spínacím kontaktem. Schéma zapojení tlačítek k procesoru znázorňuje následující obrázek:



Obr. 10 zapojení tlačítek

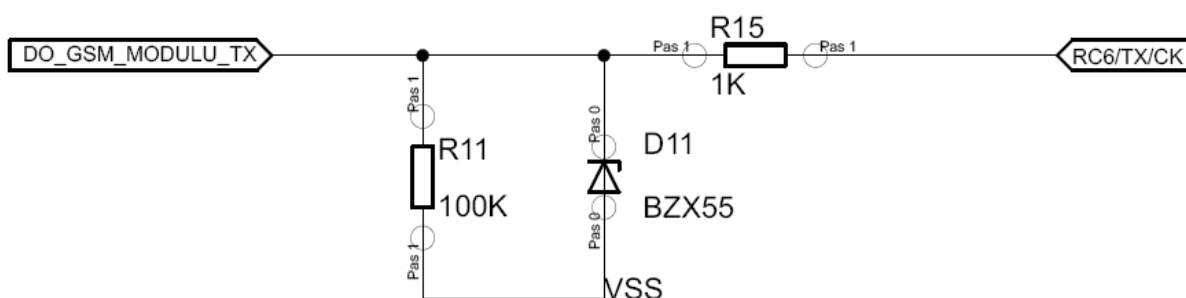
V případě potřeby se dá ještě jedno tlačítko přidat. Pokud je tlačítko rozepnuté, je na procesoru logická 1. Pokud se tlačítko sepne, na portu se objeví logická 0.

2.2.3.1.4 Konektor pro připojení GSM modulu

Aby nemusela být deska plošných spojů „ovládací panel“ velická a nepřehledná, rozhodli jsme se udělat externí desku plošných spojů s GSM bránou, která se propojí s ovládacím panelem pomocí konektoru. Problém s propojením GSM brány a ovládacího panelu je v tom, že procesor pracuje s 5V logikou(TTLiv) tedy na jeho pinech je napětí $U_{max1} = 5V$, kdežto GSM brána snese na svém vstupním pinu pouze napětí $U_{max2} = 2,73V$. Tedy pokud bychom výstup procesoru propojili přímo se vstupem GSM brány, došlo by k jejímu zničení. Naopak, kdybychom výstup z GSM brány propojili přímo se vstupem procesoru, mohlo by se stát, že procesor data špatně pochopí. Nezbylo nám tedy nic

jiného, než napěťové úrovně upravit. Úrovně napětí na výstupu z procesoru jsme museli upravit tak ,aby logická 1 odpovídala napětí U_{max2} a logická 0 napětí 0V. K řešení tohoto problému se hodí zenerova dioda - ZF2,7/BZX55C2V7. Naopak na vstup procesoru potřebujeme přivést napětí 5V pro log.1 a 0V pro log.0. Musíme tedy z napětí U_{max2} ,které znamená u GSM brány log.1 udělat logickou jedničku pro procesor ,tedy musí odpovídat napětí 5V. Pro tuto úpravu se hodí Schmitův klopný obvod.

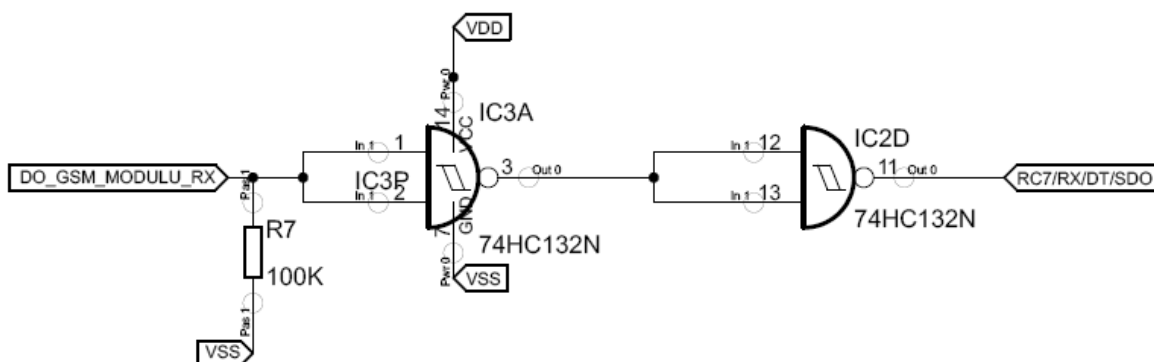
Snížení úrovní napětí pro GSM bránu:



Obr. 11 omezení napětí pro GSM modul

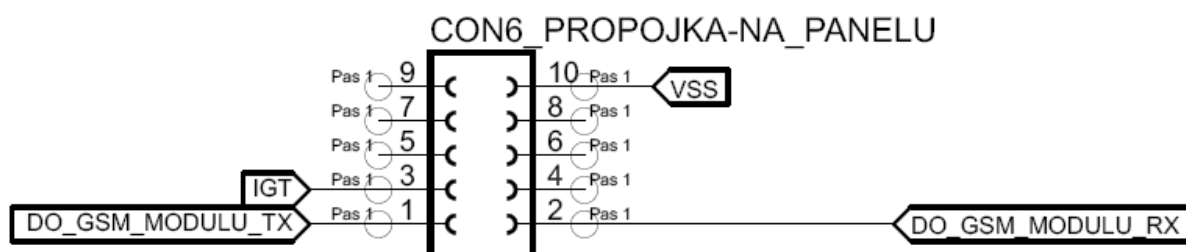
Pokud je napětí mezi pinem procesoru RC6 a zemí 5V, zenerova dioda zde slouží jako jednoduchý stabilizátor napětí, mezi pinem DO_GSM_MODULU_TX a zemí se udržuje zenerovo napětí – $U_z=2,7V$.

Zvýšení úrovní napětí pro procesor:



Obr. 12 zvýšení úrovně napětí pro procesor

GSM modul s procesorem komunikuje pomocí standardních AT příkazů. Pro příjem AT příkazů na procesoru potřebujeme jeden vstup - RX a pro vysílání jeden výstup - TX. Dále je potřeba jeden výstup procesoru, který bude GSM bránu zapínat. Tvar pulzu bude popsán v části věnované software. Zapojení konektoru vypadá takto:

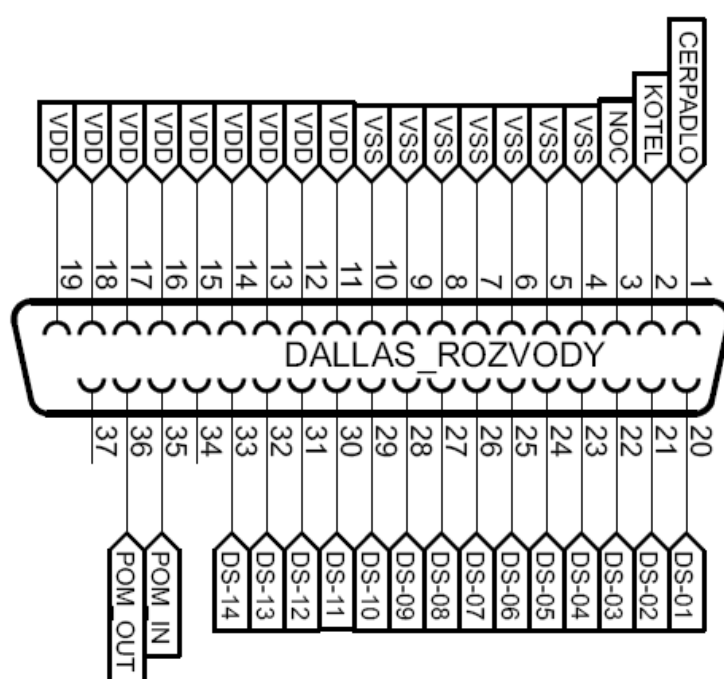


Obr. 13 zapojení propojky s GSM modulem

Na pinu číslo tři konektoru bude vysílán pulz pro zapínání GSM brány. Na pinu číslo jedna se budou vysílat AT příkazy a na pinu číslo dva se budou AT příkazy přijímat.

2.2.3.2 Konektor K1

Konektor CANNON s 37 piny. V tomto oddílu se budeme zabývat propojením

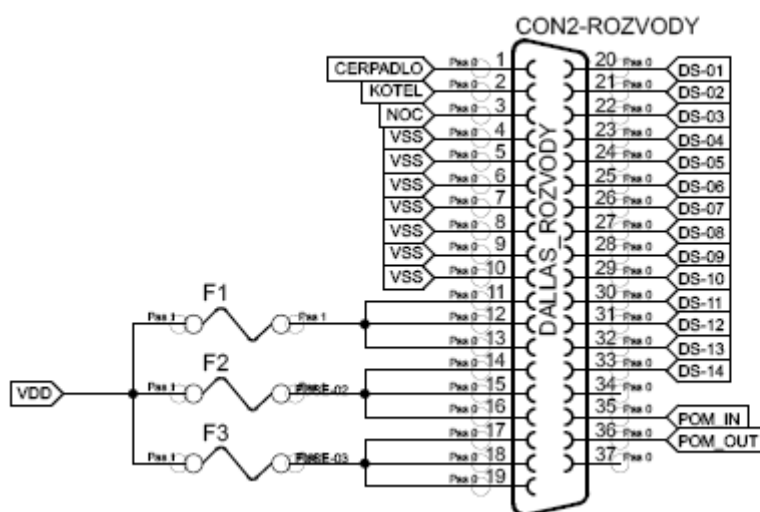


jednotlivých pinů tohoto konektoru s piny procesoru. Budou také popsány jednotlivé ochranné a další obvody, které jsou na DPS mezi konektorem a procesorem.

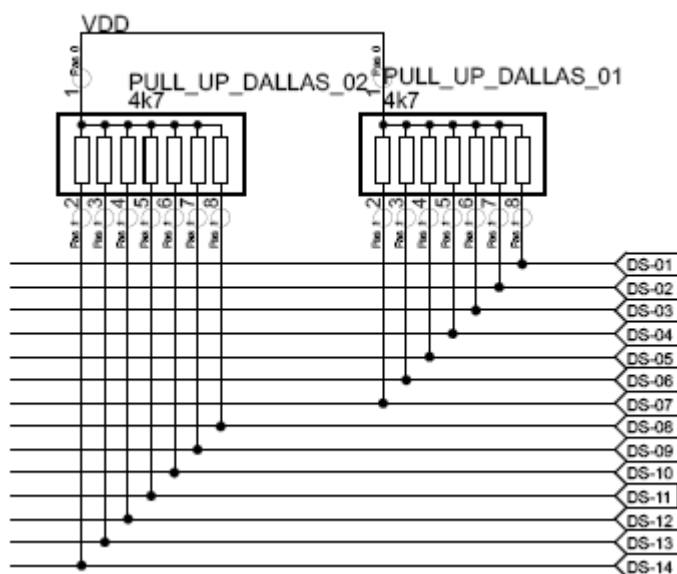
Obr. 14 konektor K1 pro připojení čidel teplot

2.2.3.2.1 Čidla teplot – piny konektoru 20 – 33

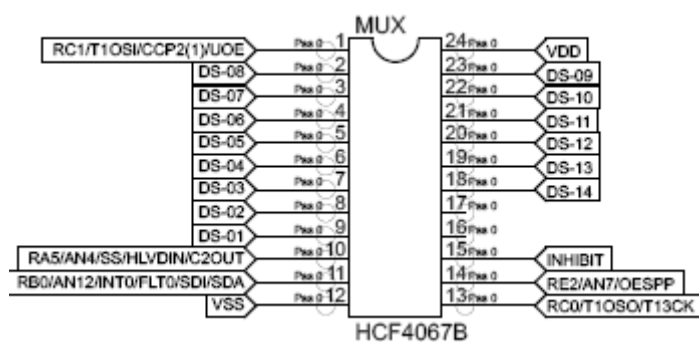
Máme, jak již bylo několikrát řečeno, k dispozici 14 čidel teplot. Pro připojení čidel k procesoru je vhodné použít 16-ti bitový multiplexor/demultiplexor^v(dále mux). Tímto řešením uspoříme piny procesoru a celková komunikace s čidly se usnadní. Mux se připojuje k procesoru pomocí N adresacích pinů (číslo N vypočítáme podle tohoto vzorce: $N = \log_2^{16} = 4$) a jednoho datového. Adresacními piny vybereme jeden ze vstupů multiplexoru, na kterém je čidlo a po datovém pinu budeme data z vybraného čidla číst. Abychom zabránili nečekaným stavům mezi čidly a multiplexorem, jsou do dráhy mezi čidla a mux umístěny pull up rezistory^{vi}. Celé zapojení multiplexoru je znázorněno na následujícím schématu:



Obr. 15 schéma zapojení konektoru K1 z pohledu DPSKonektor K1:



Obr. 16 zapojení Pull up rezistorů

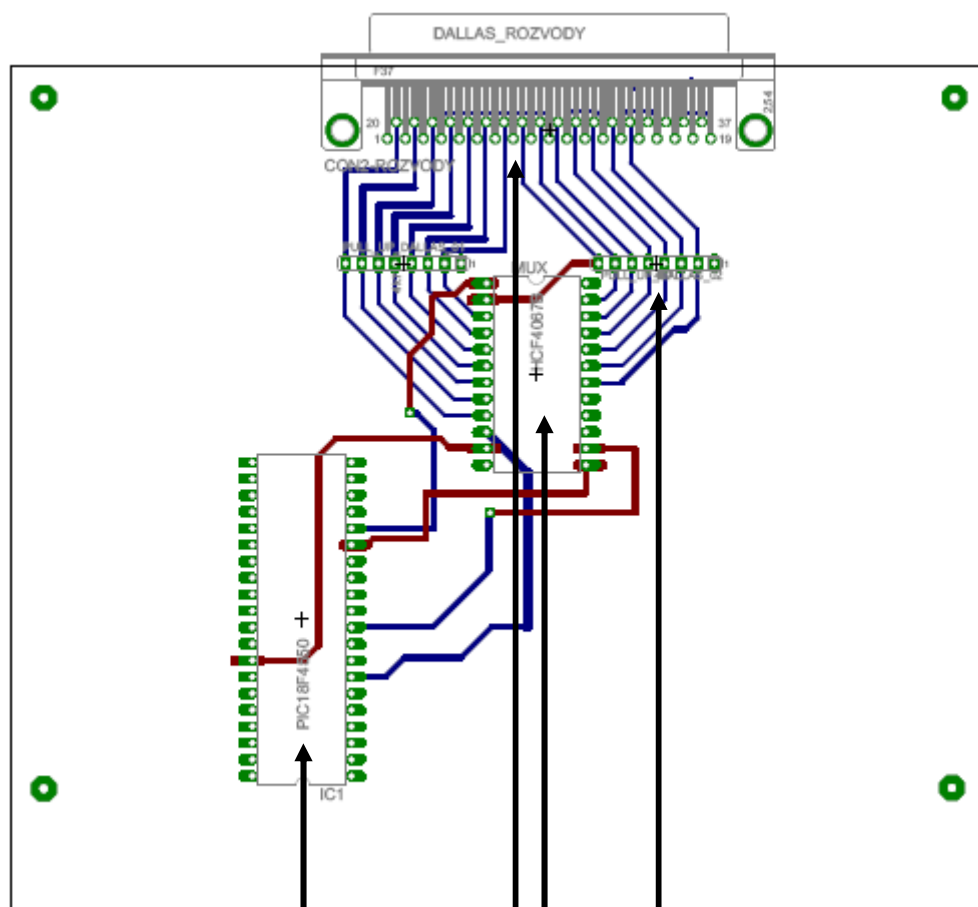


Obr. 17 zapojení multiplexoru

význam	Číslo pin na multiplexoru	Pin procesoru
Data	Data I/O – 1	16 – RC1
Adresa	A – 10	7 – RA5
	B – 11	33 – RB0
	C – 14	10 – RE2
	D – 13	15 – RC0

Tabulka 1 propojení multiplexoru a procesoru

Část desky ,na které je multiplexor, konektor K1 a pull up rezistory pak vypadá takto



○ Obrázek 1 - část DPS s mux

Multiplexor

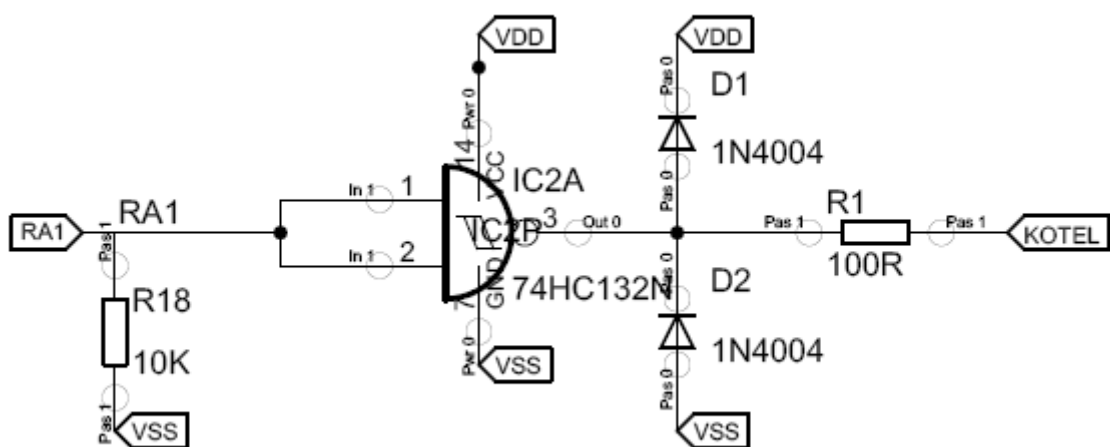
Processor

Pull up rezistory

Konektor K1

2.2.3.2.2 Spínací prvky kotle a čerpadla

Máme dva spínací prvky a to pro spínání kotle a čerpadla. Ovládány jsou procesorem. Vodiče, které vedou od konektoru k samotnému spínači jsou dlouhé a je tedy možné, že se do nich naindukují rušivé napětí a nebo se vedení zkratuje. Aby při zkratu nedošlo ke zničení procesoru a tím pádem k omezení funkce celého zařízení, jsou na desce plošných spojů umístěny ochranné obvody, které brání proti zkratu a také proti napěťovým špičkám. Jsou zapojeny mezi výstup procesoru a konektor K1. Pro oba spínací prvky jsou ochranné obvody totožné a jejich schéma je následující:

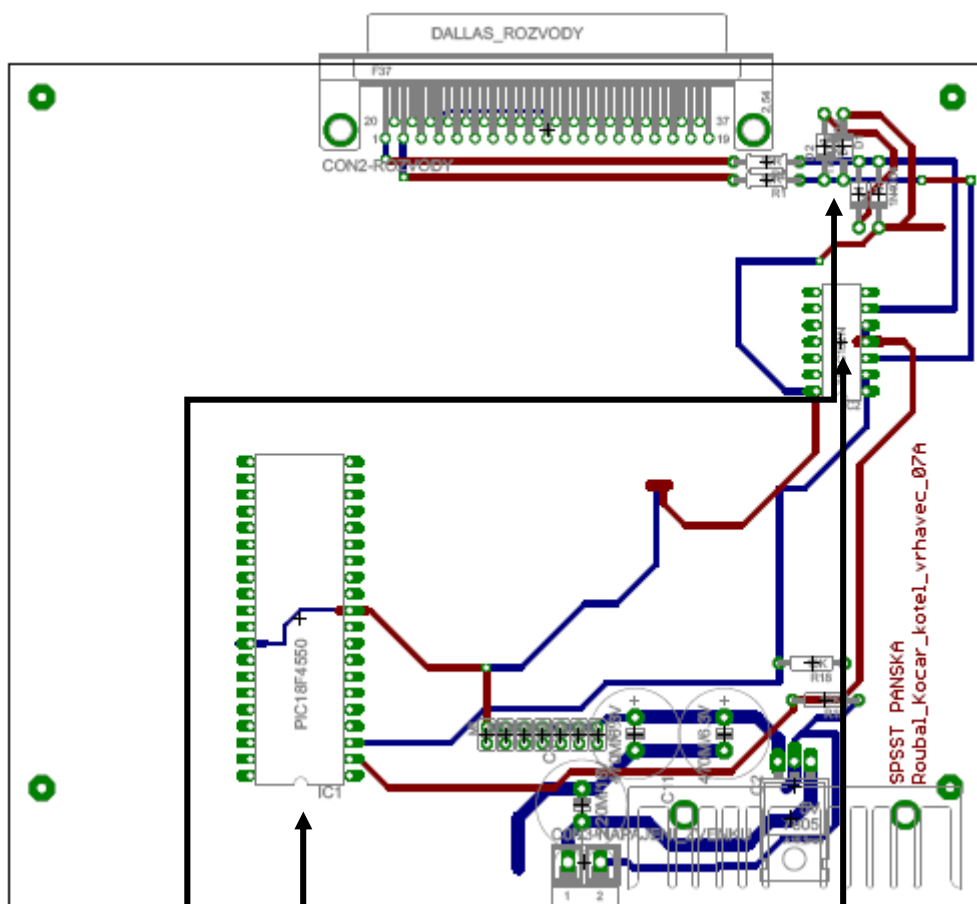


Obr. 18 ochranné prvky výstupu na ovládacím panelu

Pin procesoru RA1 spojíme se dvěma vstupy Schmittova klopného obvodu 74HC132N. Výstup z klopného obvodu se propojí přes odpor R1 na konektor K1 (**Chyba! Nenalezen zdroj odkazů.**) pin číslo 2 - KOTEL. Pro čerpadlo je obvod totožný i hodnoty součástek jsou stejné, jen je připojen mezi pin procesoru RA0 a pin konektoru K1 s číslem 1 – CERPADLO.

Pokud se na vodičích mezi konektorem K1 a spínacím prvkem objeví neočekávaný pulz, vykompenzuje se na diodách D1 a D2. Pokud by diody nepomohly, je v cestě mezi procesorem ještě klopný obvod.

Deska plošných spojů s procesorem, ochrannými prvky a konektorem K1 vypadá takto:



Obr. 19 DPS s ochrannými prvky

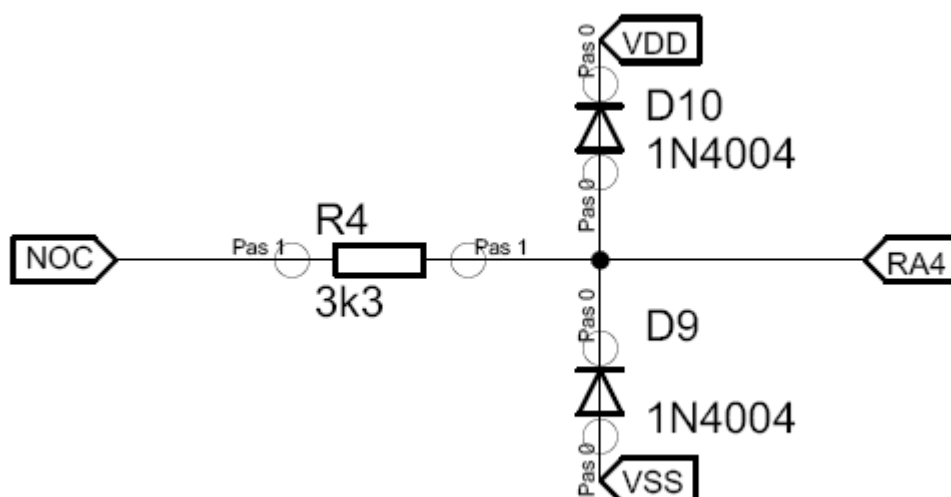
Ochranné diody

Klopný obvod

procesor

2.2.3.2.3 Čidlo pro detekci nočního proudu

Na konektoru K1 je vyhrazen pin číslo 3 – NOC pro připojení vodiče k čidlu pro detekci nočního proudu. Mezi vstupem procesoru RA4 a pinem číslo 3 konektoru K1 je také jištění proti zkratu na vedení k čidlu. Vypadá následovně:



Obr. 20 ochrany obvod k čidlu pro detekci nočního proudu

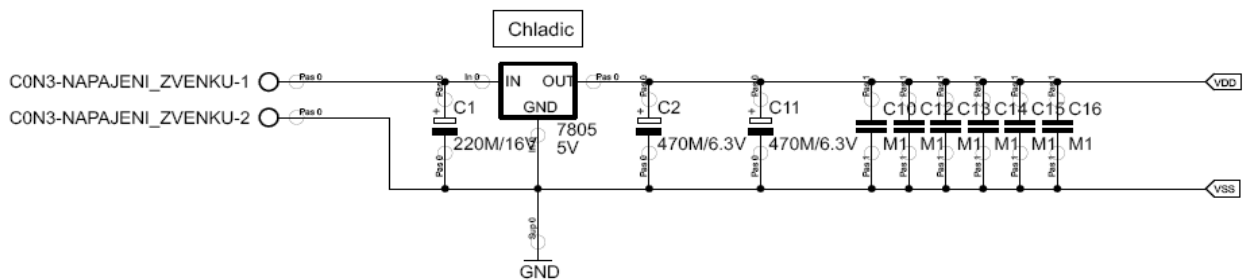
Jak je vidět, opět máme diody, na kterých se nechtěný pulz vykompenzuje.

2.2.3.2.4 VDD a VSS na konektoru K1 a jeho kompletní schéma zapojení

Na konektor K1 je z ovládacího panelu také přivedeno napájení a zem. Čidla jako ostatně všechny aktivní prvky na ovládacím panelu potřebují napájecí napětí $U_1 = VDD = 5V$.

Napájecí napětí odebíráme z integrovaného stabilizátoru napětí typ – 7805 v pouzdře TO220. Na vstup stabilizátoru je přivedeno napětí ze zdroje $U_{nap} = 12V$. Z výstupu pak odebíráme stabilizované napětí $U_1 = 5V$, které je rozvedeno ke všem aktivním prvkům. Na piny konektoru K1 s čísly 11 - 19 je přivedeno devět spojů s napájecím napětím U_1 . Než se napětí U_1 přivede na konektor, je ještě jištěno třemi proudovými pojistkami (jistící proud $I_1 = 400mA$). Dále je na piny s čísly 4 – 10 konektoru K1 přivedena zem (VSS).

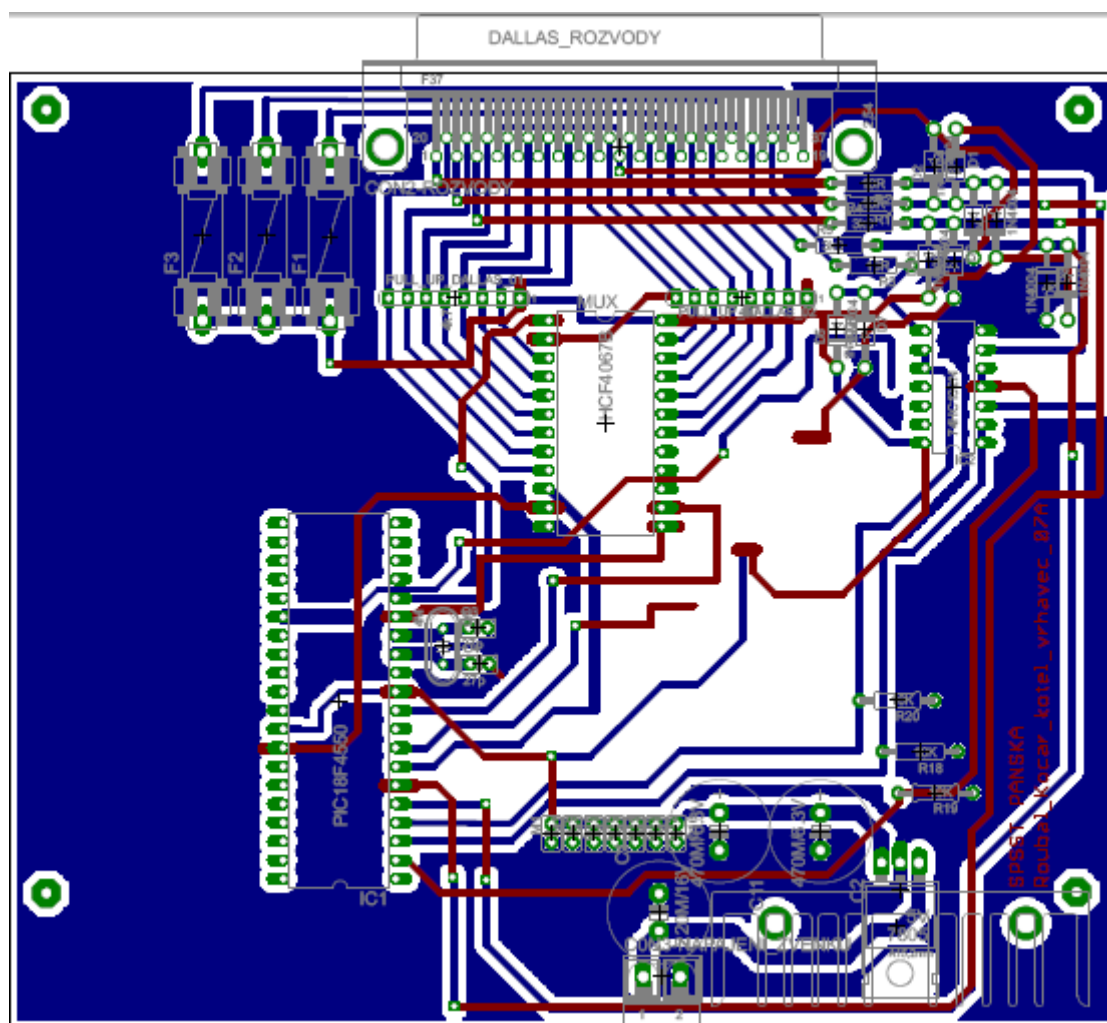
Kompletní schéma stabilizátoru napětí je znázorněno na následujícím obrázku:



Obr. 21 schéma stabilizátoru napětí pro ovládací panel

Napětí ze zdroje U_{nap} je přivedeno na svorkovnici CON3-NAPAJENI_ZVENKU (pin číslo jedna $U_2=12\text{V}$ a na pin číslo dvě je připojena zem). Na vstupu stabilizátoru je filtrační kondenzátor C1 - $220\mu\text{F}/16\text{V}$. Na výstupu jsou také filtrační kondenzátory C2, C11 $470\mu\text{F}/6,3\text{V}$ a další keramické kondenzátory s menší kapacitou C10, C12 – C16 100nF které jsou rozmístěny napájecích paciček integrovaných obvodů.

Návrh desky plošných spojů „ovládací panel „ s kompletně zapojeným konektorem K1 a stabilizátorem napětí vypadá takto:



Obr. 22 návrh ovládacího panelu s kompletně zapojeným konektorem K1

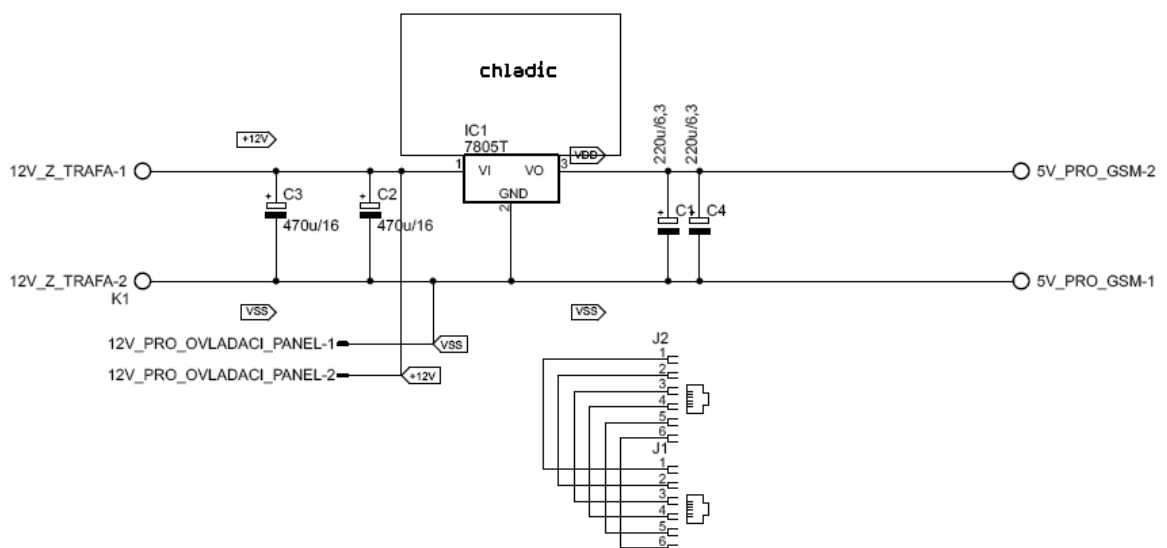
2.2.3.3 Závěr

Hlavním nedostatkem této desky je zvolený USB konektor při návrhu DPS. Nedopatřením jsem zvolil konektor, do kterého by nešel zastrčit USB flash disk. Tuto chybu jsme odladili kabelem který má na jedné straně koncovku pro USB flash disk a na druhé koncovku pro zapojení do DPS

2.2.4 Zdroj napětí

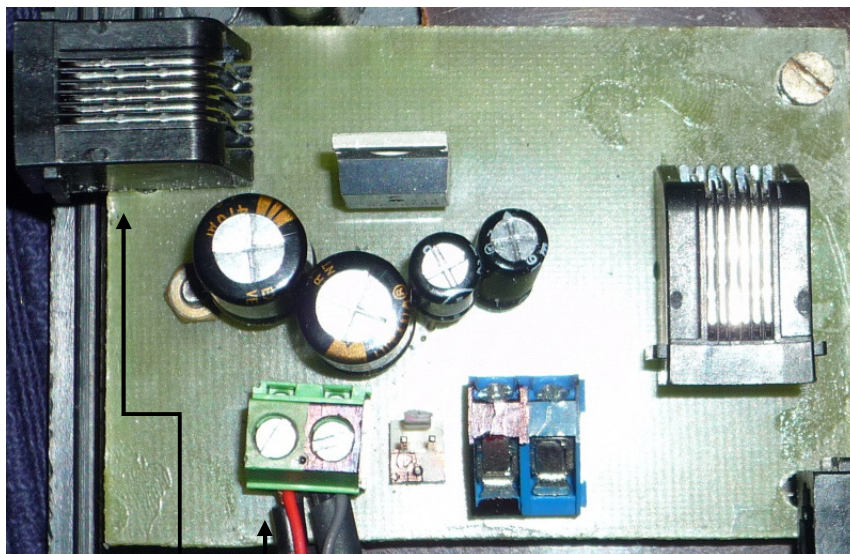
Napájení celého zařízení obstarává transformátor zakoupený v GES elektronik s parametry: $U_{\text{vstup}} = 230\text{V}/50\text{Hz}$, $U_{\text{výstup}} = 12\text{V}$, $I_{\text{výstup}} = 1,45\text{A}$. Výstupní napětí z tohoto transformátoru je pak připojeno na desku plošných spojů „zdroj_pro_GSM“.

Na této desce je pouze stabilizátor napětí 7805 s filtračními kondenzátory, další konektory (propojka pro programovací konektor)a dvě svorkovnice. Do jedné z nich se přivede napětí z transformátoru, z druhé se odebírá stabilizované napětí $U_{\text{stab}} = 5\text{V}$, které je propojeno na GSM bránu. Schéma zapojení vypadá takto:



Obr. 23 schéma zapojení zdroje pro gsm

Deska plošných spojů reálně vypadá takto:



Programovací konektor

Přívod vstupního napětí

+5V pro GSM modul

+12V pro ovládací panel

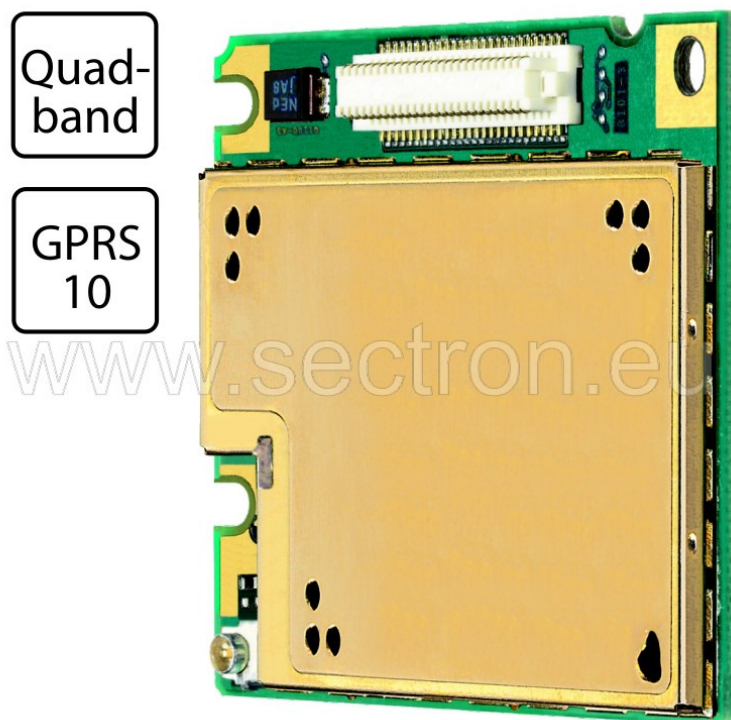
Obr. 24 fotografie DPS – zdroj pro GSM

2.2.5 GSM brána

2.2.5.1 Úvod

Do zařízení jsme umístili integrovaný GSM modul Cinterion MC55i.

To je v podstatě mobilní telefon Siemens C55, ovšem bez klávesnice, displeje, reproduktoru a dalších komponentů mobilního telefonu. Modul vypadá takto:



Obr. 25 GSM modul cinterionMC55i

GSM moduly a příslušenství k nim jsme zakoupili u autorizovaného distributora produktů Siemens, Cinterion a produktů EnOcean, WM Ocean. Tato firma sídlí v ulici: Pod Vinicí 2028/20 143 01 Praha 4. Pro instalaci tohoto modulu do DPS jsme museli zakoupit následující součástky:



Obr. 26 konektor pro připojení GSM modulu do DPS



Obr. 27 anténní kabel



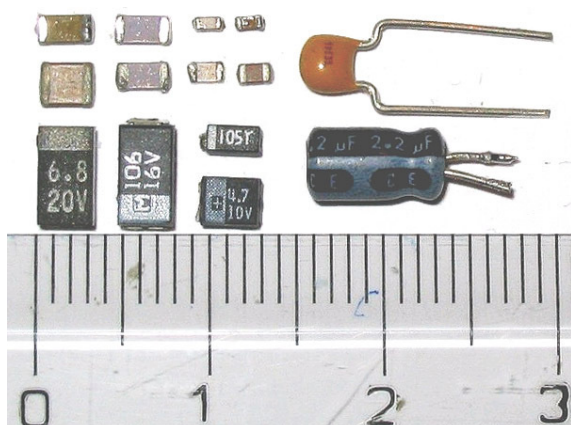
Obr. 28 Držák pro fixaci GSM modulu na DPS

Všechny tyto komponenty jsme zakoupili u firmy WM ocean.

2.2.5.2 Návrh DPS GSM_brána

Jelikož konektor pro připojení GSM modulu je vyroben pro technologii SMT^{vii}, rozhodli jsme se celou desku osadit SMD^{viii} součástkami. Některé součástky se v SMD provedení nedělají, proto na desce máme i „normální“ součástky. Postup při pájení SMD součástek je velice snadný a mě osobně přijde jednodušší. Pokud chceme tedy pájet v technologii

SMT, musíme nejprve lehce pocínovat jednotlivé pájecí plošky na desce plošných spojů. Znovu páječku přiložíme na pocínovanou pájecí plošku. Tím roztavíme pájku, do ní pak vložíme součástku a páječku následovně oddálíme a máme zapájeno. Rozdíly v rozměrech SMD a „normálních“ kondenzátorů znázorňuje následující obrázek:



Vlevo jsou kondenzátory v SMD provedení a napravo v „normálních“ pouzdrech.

Obr. 29 porovnání rozměru součástek

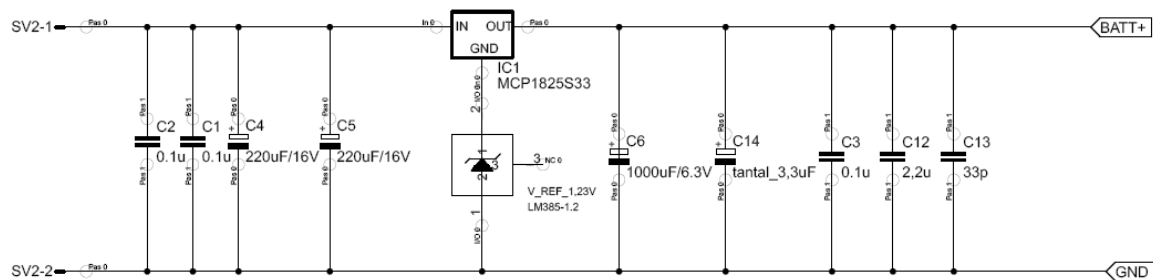
2.2.5.2.1 Zdroj

Nejprve bylo třeba vyřešit napájení GSM modulu. Z datasheetu^{ix} vyplynulo několik požadavků pro napájení:

- Napětí na napájecích pinech GSM modulu nesmí klesnout pod $U_{\min}=3,3V$ a nesmí překročit napětí $U_{\max}=4,8V$.
- Zdroj musí GSM modulu dodat při UART komunikaci proud $I_{\text{typ}} \leq 2A$ a to po dobu 577 μs každých 4.616 ms.”

Integrované stabilizátory se však prodávají buď na $U_1=3,3V$, což je málo a nebo $U_1=5V$ což je moc, nebo se prodávají dražší stabilizátory regulovatelné. My jsme koupili stabilizátor na $U_1=3,3V$ a hodnotu napětí jsme upravili diodou připojenou do země stabilizátoru. Tímto se dá dosáhnout požadovaného napětí $U_{\text{typ}}=4,5V$. Další problém je s proudem. Ten jsme vyřešili pomocí kaskády kondenzátorů. Nejprve jsme dali elektrolytický kondenzátor 1000 μF /6,3V, další v pořadí je Tantalový kondenzátor 2,2 μF . přímo k napájecím pacičkám, pak malé keramické kondenzátory.

Schéma zapojení zdroje napětí na GSM modulu



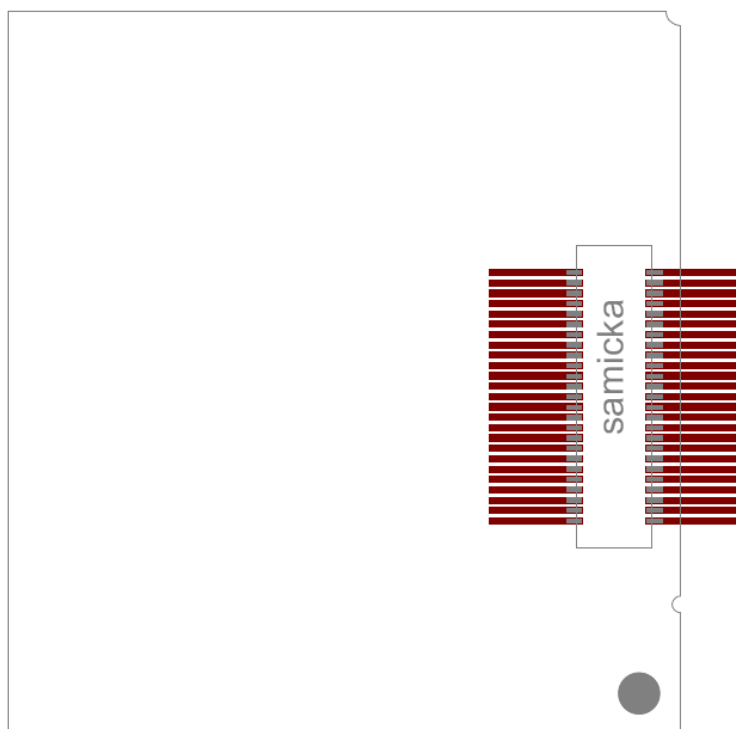
Obr. 30 schéma zapojení zdroje na DPS GSM modul

Na vstupu do stabilizátoru máme filtrační kondenzátory, nejprve malé keramické C1,C2 - 100nF a dále dva elektrolytické C4,C5 - 220μF. Mezi vývodem stabilizátoru GND a fyzickou zemí je připojená napěťová reference LM385-1.2. tedy výstupní napětí ze stabilizátoru je $U_{vyst} = 3,3V + 1,2V = 4,5V$. dále je vidět kaskáda kondenzátorů C3,C6,C12,C13,C14. Kondenzátory C2,C1,C3,C12,C13 jsou v SMD pouzdře. Ostatní součástky včetně stabilizátoru a napěťové reference jsou v pouzdrech pro "normální" montáž.

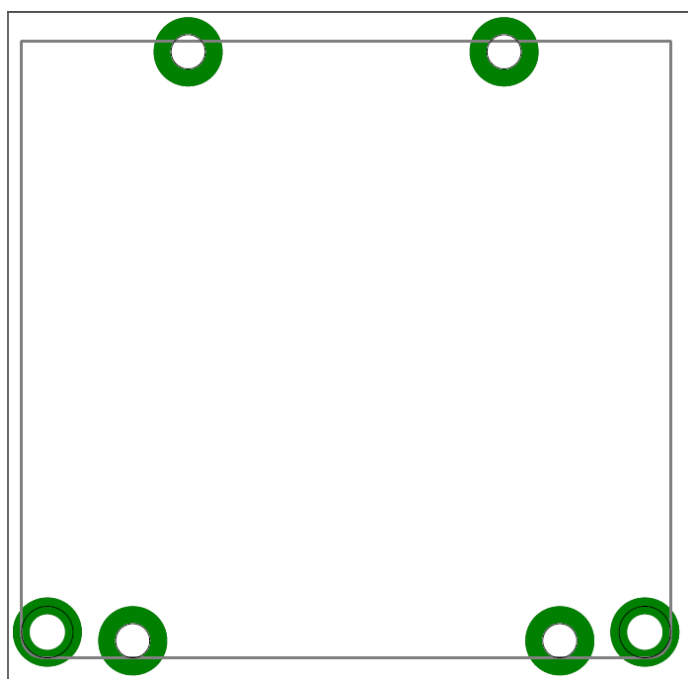
2.2.5.2.2 Konektory na GSM bráně

Pro návrh jsme museli vytvořit knihovny pro součástky potřebné k funkci GSM modulu, jako je konektor pro připojení GSM modulu do DPS, pouzdro, které ho na DPS fixuje a držák sim karty. Podle technických výkresů z datasheetu od výrobce jsem si knihovny vytvořil.

Stránka 33 z 50

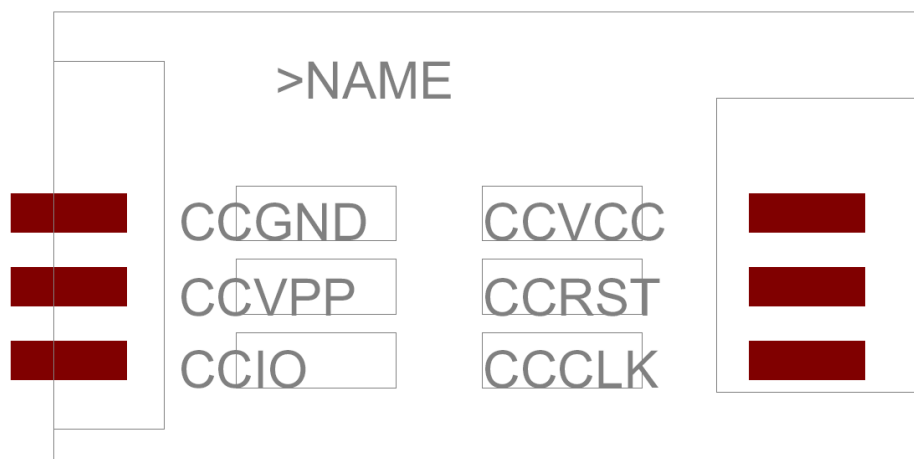


Obr. 32 konektor pro připojení GSM brány



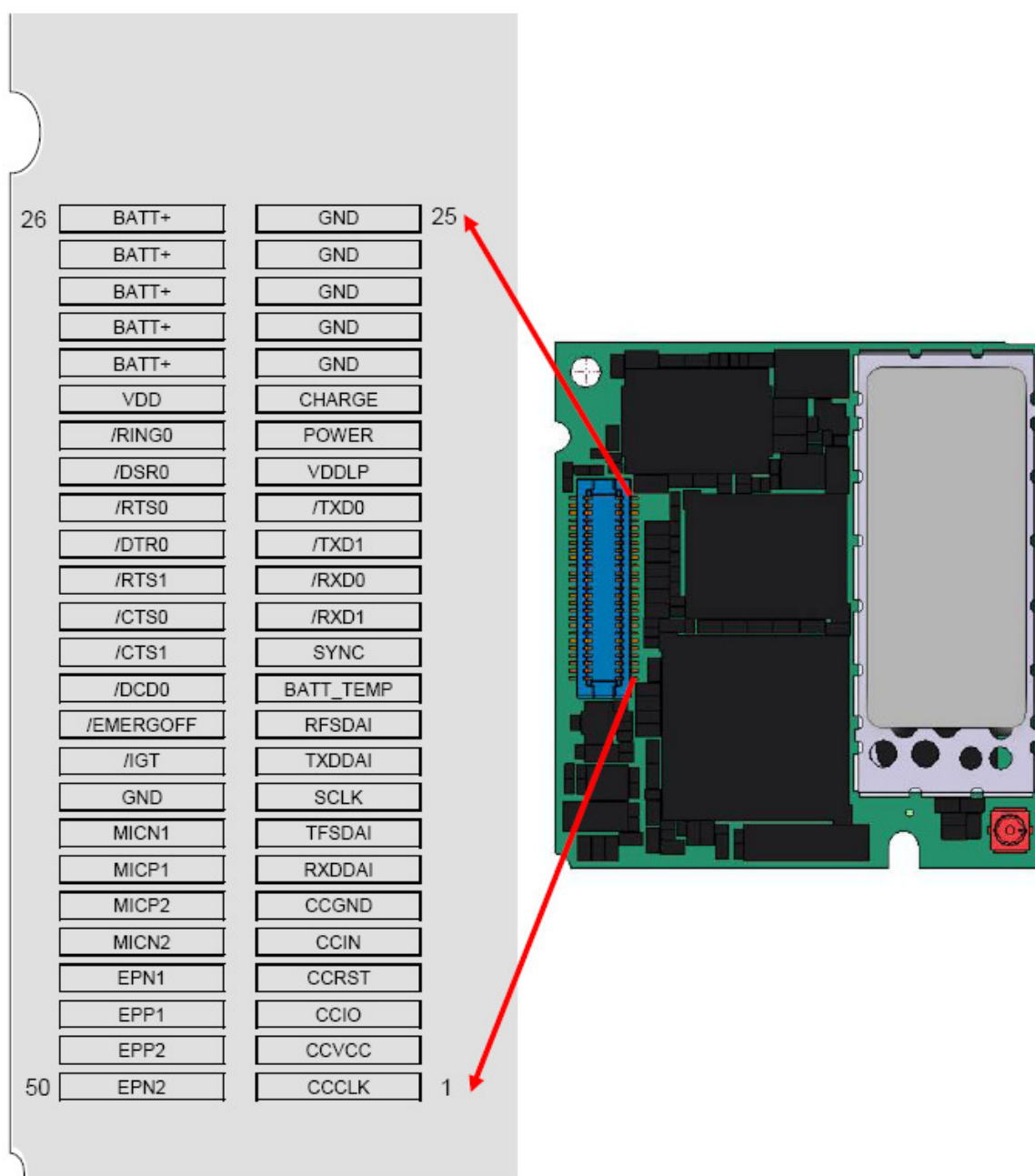
u tohoto jsou důležité hlavně
zeleně vyznačené vrtací otvory.

Obr. 33 držák GSM brány



Obr. 34 držák SIM karty

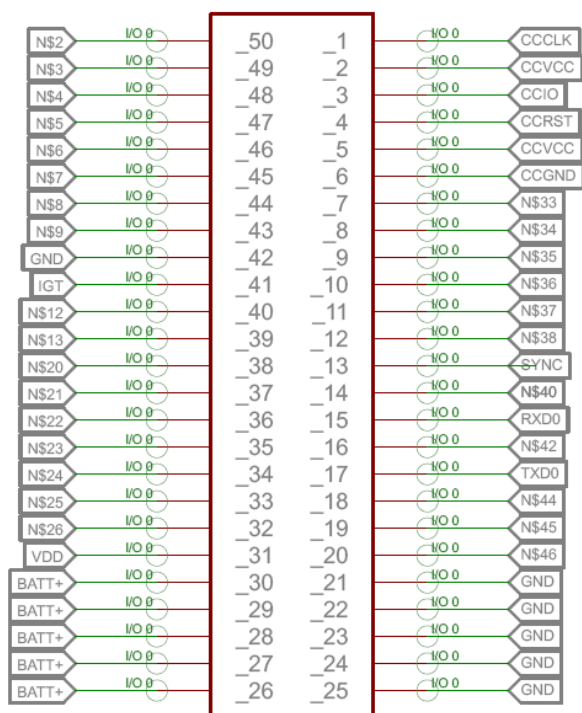
Na dalším obrázku je vidět, jak se zapojují piny na konektoru na GSM modulu



Obr. 35 zapojení konektoru na GSM modulu

Toto je pohled na GSM modul shora. Když ho chceme umístit do konektoru na desce plošných spojů, musíme ho otočit. Tedy piny budou zapojeny obráceně. Osu otáčení tvoří piny SYNC a /CTS1.

Reálné zapojení konektoru na desce plošných spojů vypadá takto:



Obr. 36 zapojení konektoru na desce plošných spojů

Z konektoru využijeme jen několik málo pinů. A to pět pinů BATT+ a šest pinů GND pro připojení napájení. Dále piny CCCLK,CCVCC,CCIO,CCRST,CCIN,CCGND pro připojení sim karty. Dále TX,RX pro komunikaci s ovládacím panelem, IGT pro zapínání GSM modulu, SYNC,VDD pro led diody.

2.2.5.2.2.1 Připojení SIM karty.

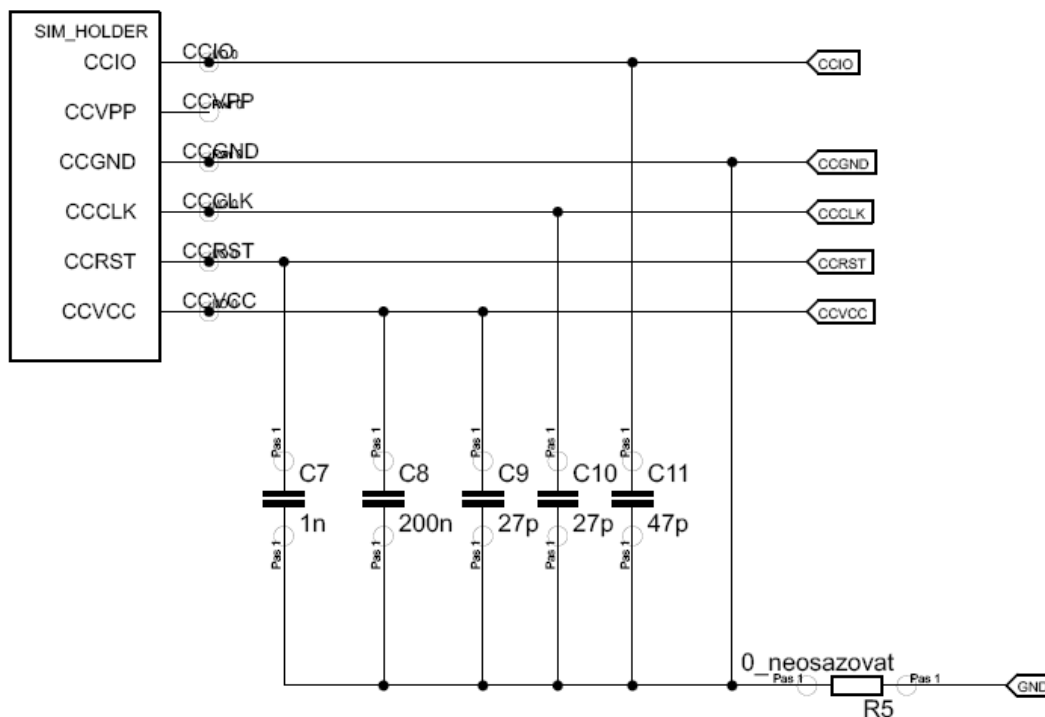
Sim karta se připojuje pomocí šesti pinů

1. CCVCC – napájení sim karty
2. CCRST – reset sim karty
3. CCCLK – hodinový signál pro sim kartu
4. CCGND – zem pro sim kartu
5. CCVPP – nezapojuje se
6. CCIO – datový vstup

Některé držáky sim karty mají dva kontakty ,podle kterých se detekuje ,zda je sim karta v pouzdře. Jeden z kontaktu je připojen na CCVCC a druhý na CCIO. Pokud se do držáku vloží sim karta, tyto kontakty se zkratují. Jelikož náš držák sim karty tyto kontakty nemá,

provedli jsme zkrat rovnou. GSM modul tedy nepozná, zda je či není připojena sim karta, ale bude si myslet, že je stále připojena. Kompletní zapojení sim karty jsme obkreslili z datasheetu od GSM modulu

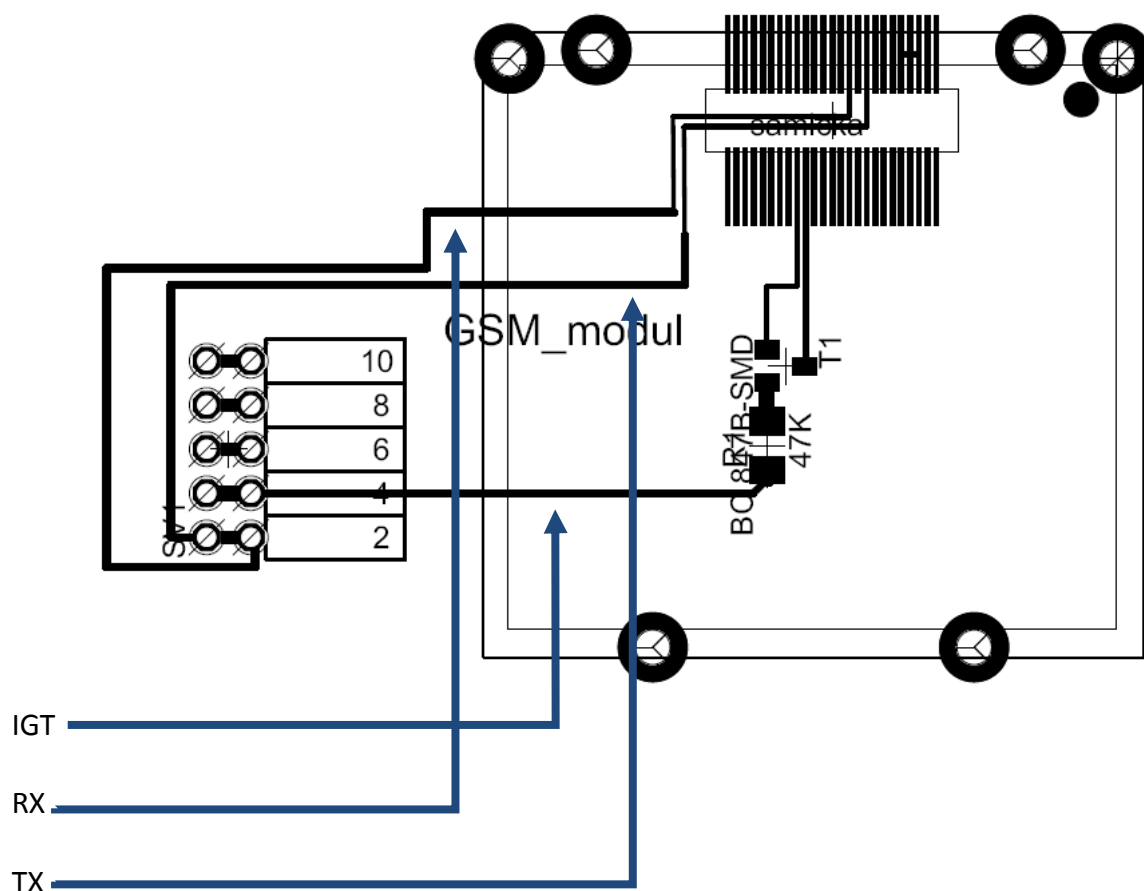
Schéma zapojení sim karty vypadá následovně:



Obr. 37 připojení SIM karty

2.2.5.2.2.2 Propojka na ovládací panel

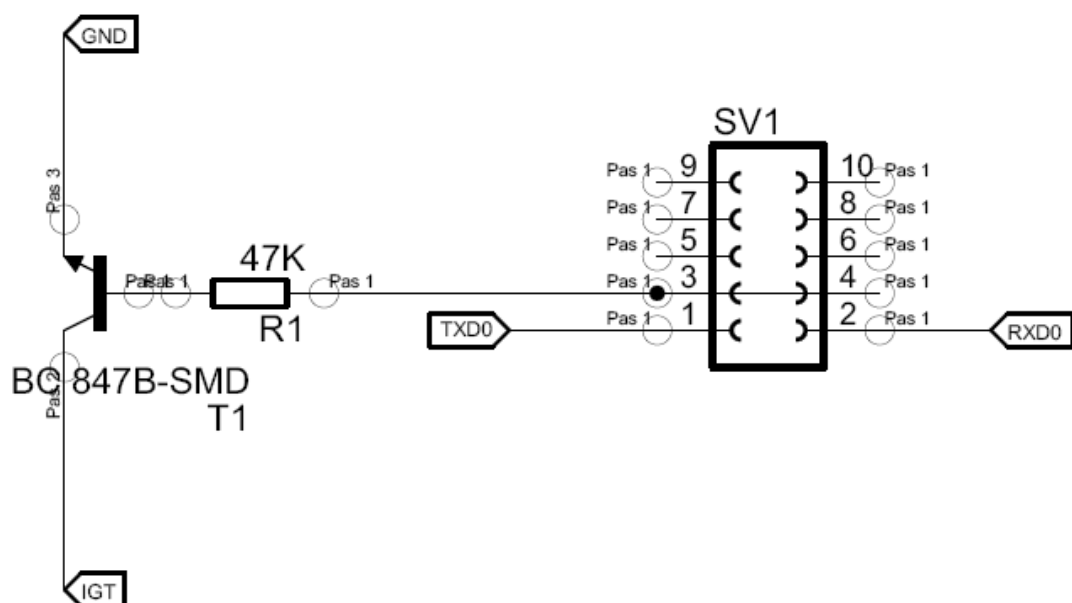
Z ovládacího panelu potřebujeme přivést tři signály: TX,RX,IGT. Propojka je udělaná tak, aby seděla na ovládací panel.



Obr. 38 pohled shora na propojku na ovládací panel

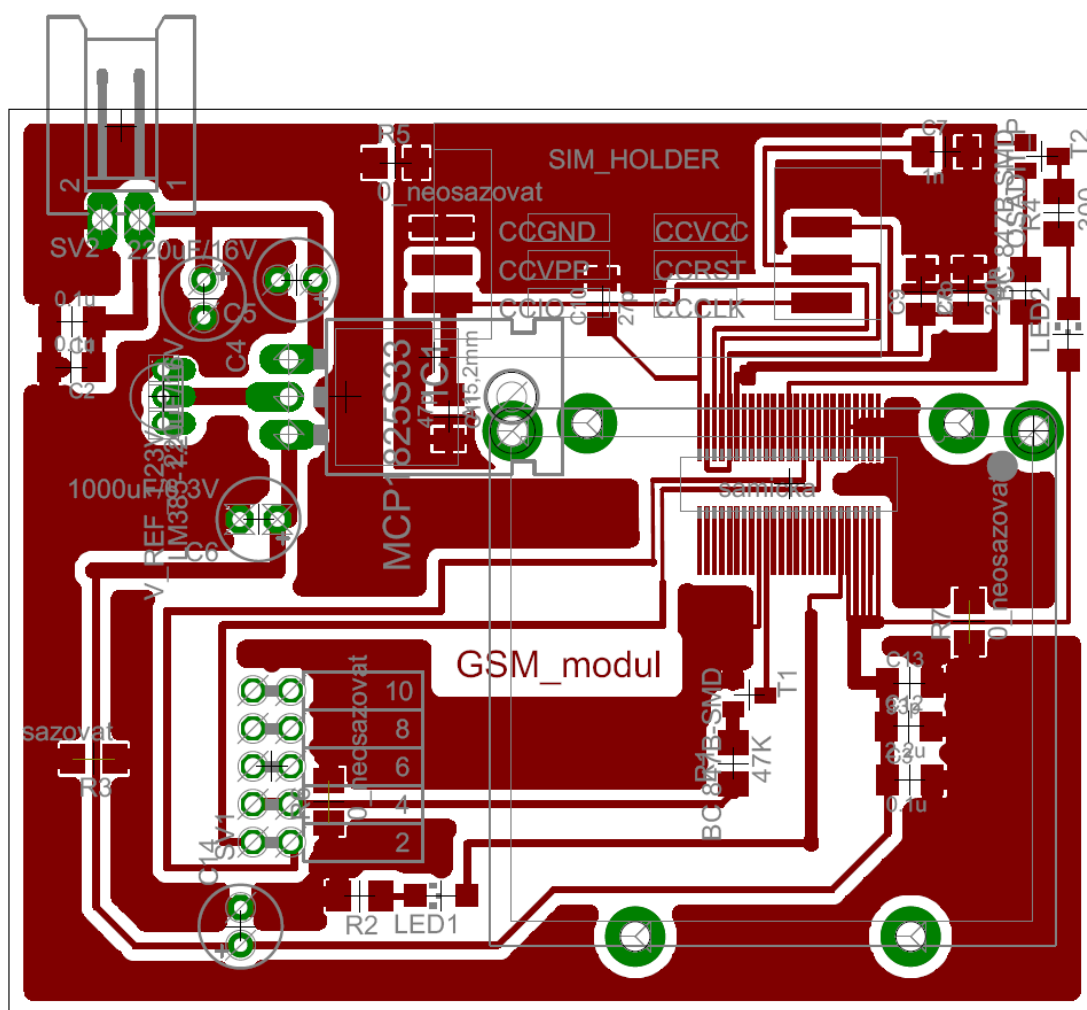
V datasheetu od GSM modulu bylo doporučeno spínat IGT pulz tranzistorem, který je zapojen jako spínač. Toto schéma jsme použili.

○ **Obrázek 2**



Obr. 39 schéma zapojení tranzistorového spínače na IGT

Kompletní návrh desky plošných spojů vypadá následovně:



○ Obrázek 3 DPS GSM modul

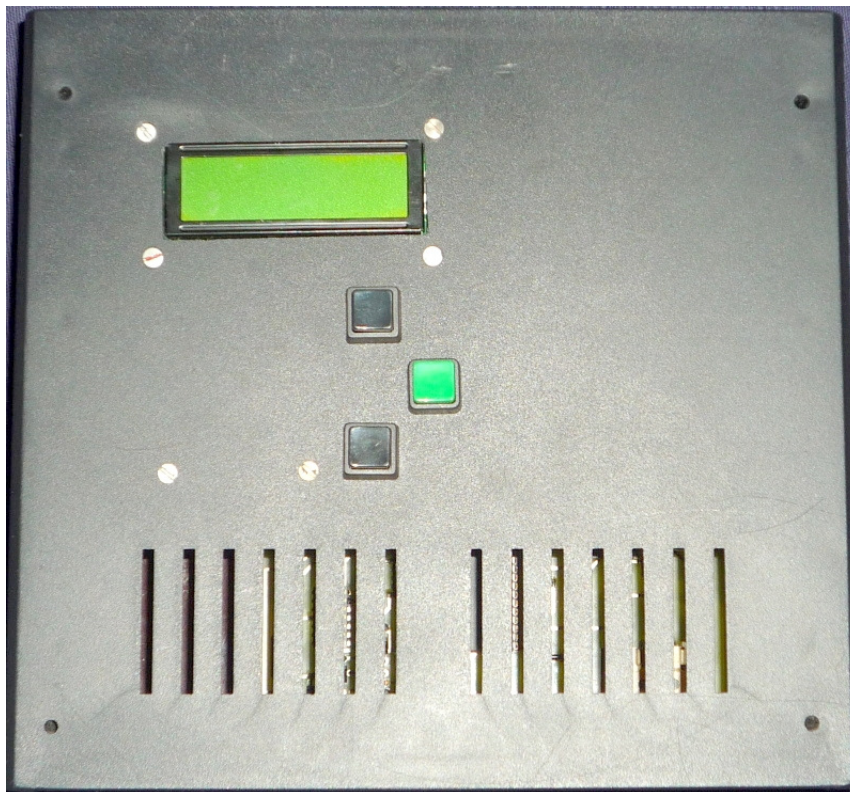
2.2.5.3 Závěr

Desku plošných spojů jsme vyrobili klasickou fotocestou ve školní laboratoři. Problém byl s konektorem pro připojení GSM modulu. Při tisku předlohy jsme museli na tiskárně nastavit vysoké rozlišení při tisku, protože pacičky konektoru jsou od sebe vzdáleny 0,2mm a jsou široké 0,3mm. Pokud jsme toto nenastavili, byly piny na konektoru spojeny.

Další problém byl se samotným zapájením konektoru. Museli jsme opravdu mírně, pouze se zbytkem cínu, kterým je páječka pokryta, pocínovat pájecí plošky. Pod lupou položit konektor na pájecí plošky a pinzetou ho tam přidržet. Poté jsme chytili krajní piny, abychom mohli konektor pustit. Poté jsme širokým hrotem cínu roztahovali směrem od konektoru. Museli jsme používat hodně tavidla, aby se cín dobře rozlil. Destičku jsme osazovali ve firmě Ryston Elektronik. Jeden konektor jsme připájeli výše popsaným postupem. Druhý jsme do další desky zkusili zapájet „profesionálněji“. Na pájecí plošky jsme nanесли pájecí pastu a dali zapéct do pece. Toto se nám však nevyvedlo a piny konektoru byly na mnoha místech zkratovány. Také nám bylo řečeno, že technologie výroby desky, kterou jsme pro tuto aplikaci zvolili (fotocesta), není vhodná. Bylo by potřeba návrh nechat zkontrolovat od zkušenějších lidí a vyrobit alespoň dvouvrstvou desku plošných spojů s nepáživou maskou a prokovenými dírami. Tato výroba by ovšem vyšla na desetitisíce korun. Profesionální výroba se vyplatí, pokud by bylo potřeba vyrobit stovky či tisíce desek. Z toho rozhovoru s ing. Navrátillem z firmy Ryston Elektronik dále vyplynulo, že by bylo vhodnější místo GSM brány použít mobilní telefon. My jsme rady nedbali a destičku přesto doosadili a začali testovat. Nejprve jsme měřili napájecí napětí, které bylo v pořádku. Zkusili jsme tedy procesorem vygenerovat IGT pulz, ale GSM modul se nezapnul. Protože se IGT pin musí spínat tranzistorem s otevřeným kolektorem znamená to, že by na tomto pinu mělo být napětí, ale nebylo. Po dlouhém zkoumání jsme dospěli k tomu, že konektor se nepovedlo celí zapájet a některé piny neměli kontakt. Mezi ně patřil i pin IGT. Pokusili jsme se nezapájené piny zapájet což se nám povedlo. Dalším problémem bylo špatné pouzdro tranzistoru kterým se měl spínat IGT pin. Toto jsme vyřešili zapojením tranzistoru v pouzdře TO92 který jsme na desku zapájeli. Opět jsme ji zkusili zapnout a vše již fungovalo.

3 Fotky zařízení

3.1 Fotky vnějšku zařízení

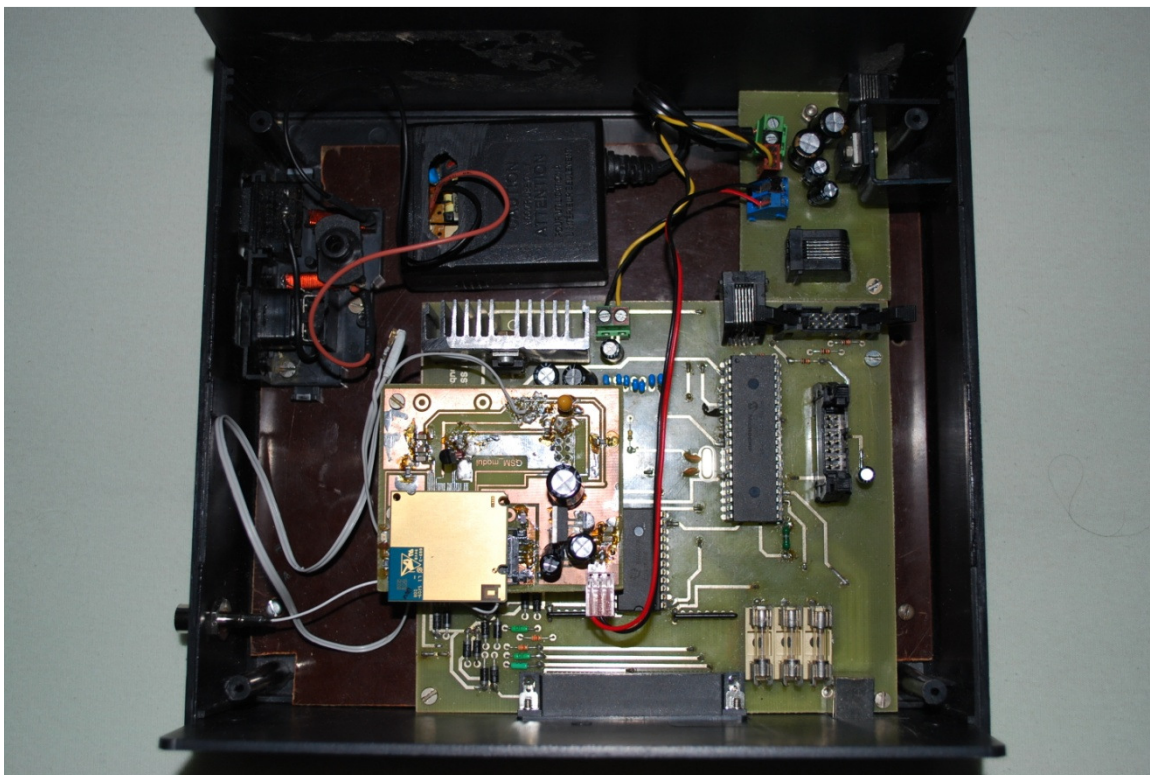


Obr. 40 zařízení zhora

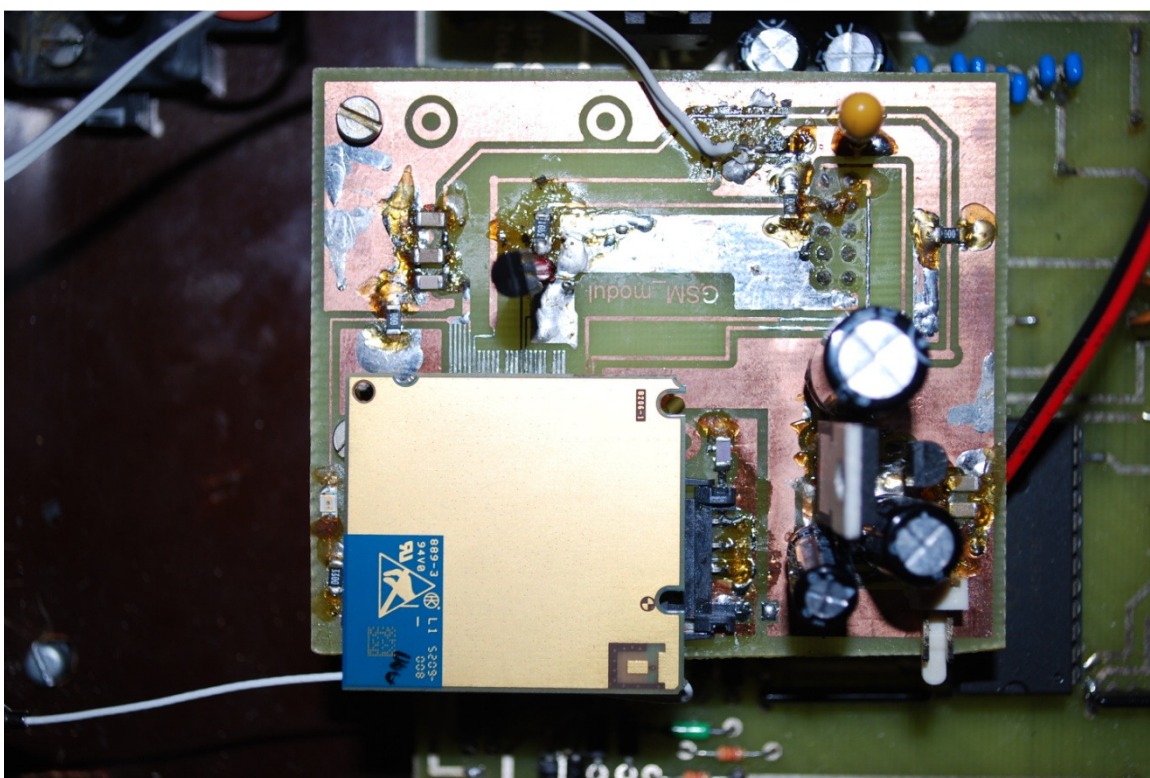


Obr. 41 konektor pro připojení antény a střídavého napětí ze sítě

3.2 Zařízení zevnitř

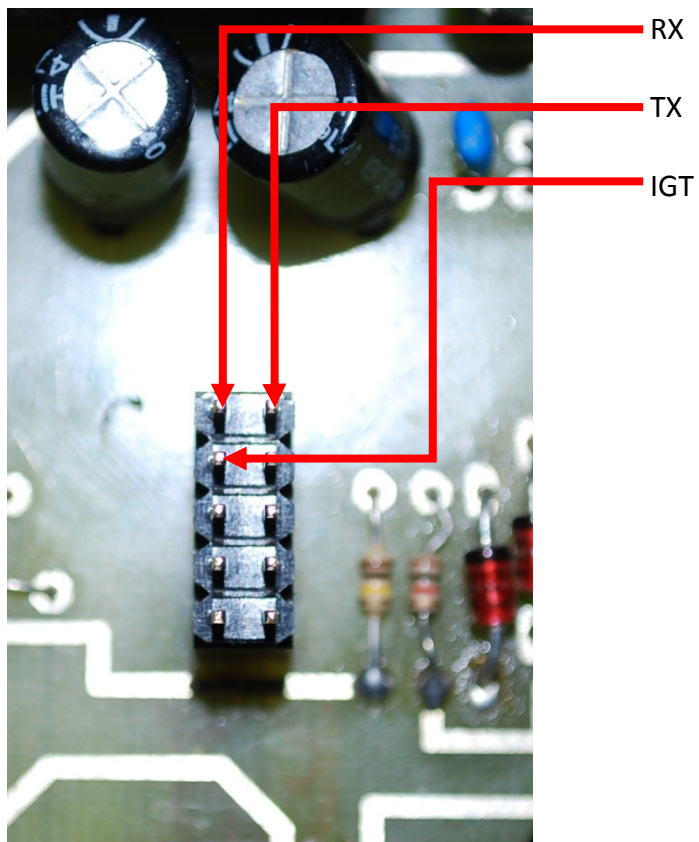


Obr. 42 kompletní ovládání kotle

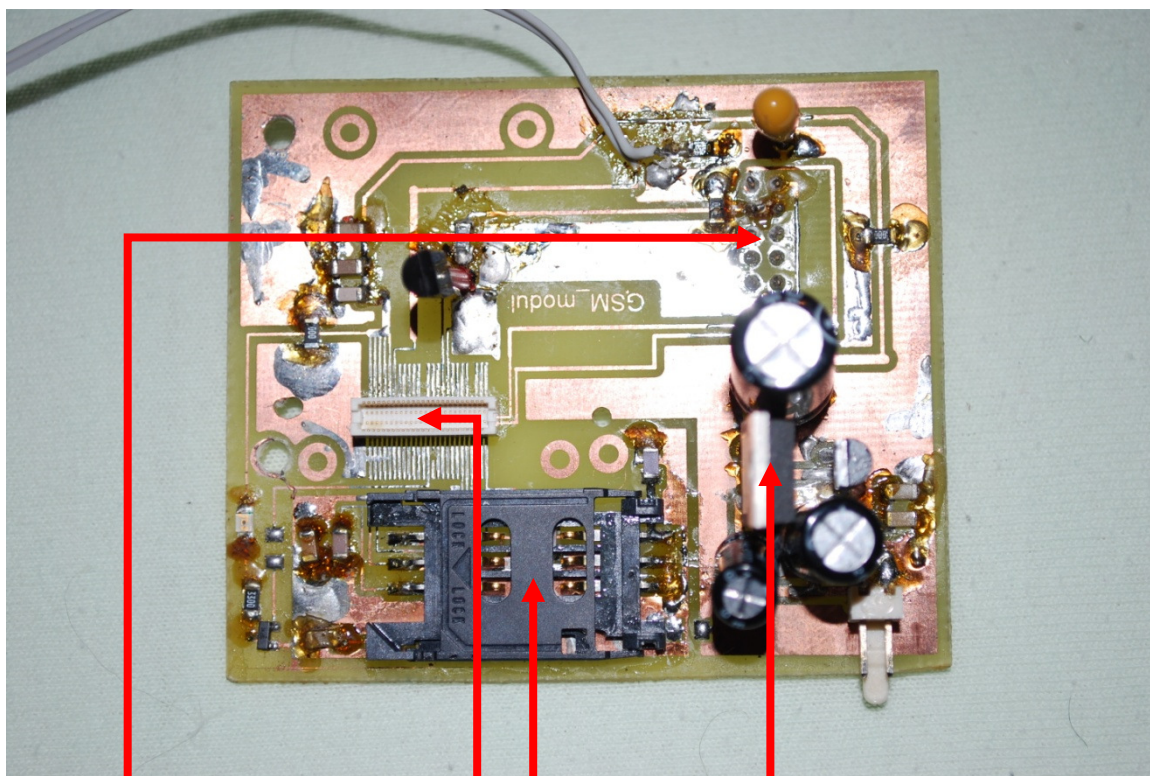


Obr. 43 GSM brána

3.3 Detaily s popisem



Obr. 44 propojka na GSM bránu



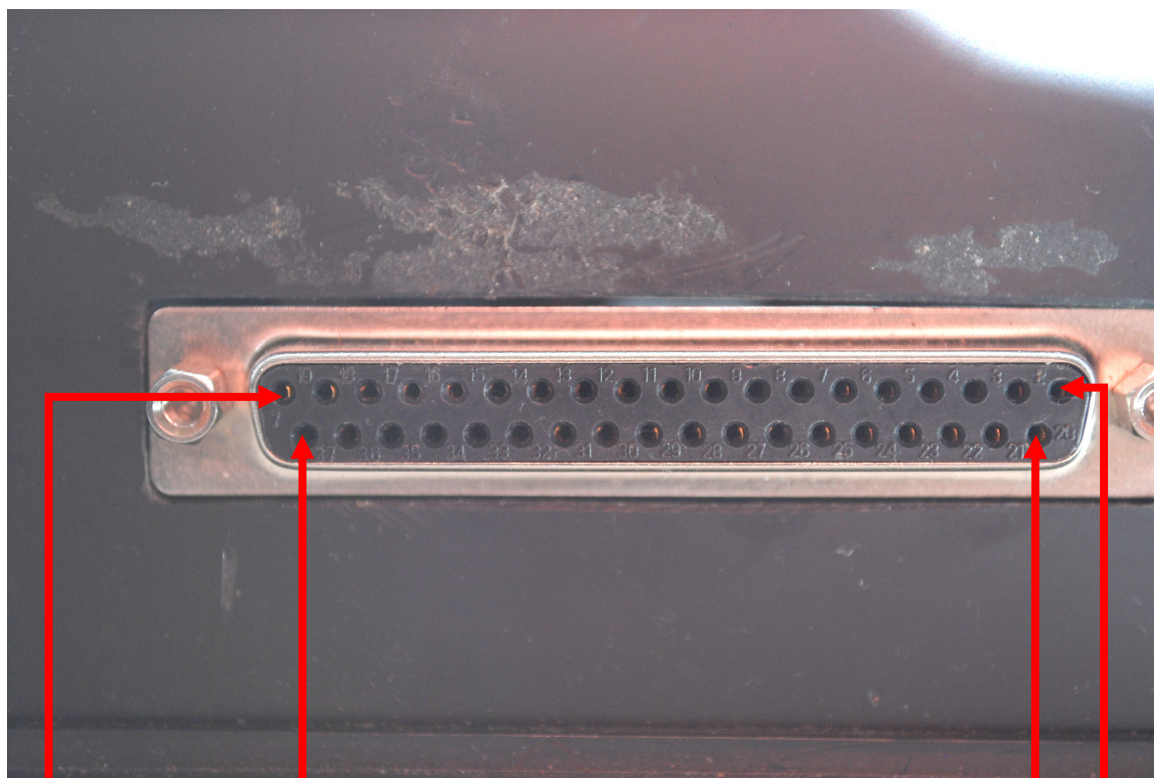
Obr. 45 GSM brána

Napájení

Propojka

Držák SIM

Konektor pro připojení GSM modulu



1

19

20

37

Obr. 46 konektor CANNON

4 Seznam Obrázků

Obr. 1 blokové schéma celého zařízení	8
Obr. 2 zapojení konektoru K1	9
Obr. 3 blokové schéma ovládacího panelu	10
Obr. 4 procesor PIC18F4550	11
Obr. 5 programovací konektor	12
Obr. 6 zapojení pinu na displeji	13
Obr. 7 zapojení konektoru K3 – displej	14
Obr. 8 schéma zapojení a návrh desky plošných spojů: redukce_displej	15
Obr. 9 desky plošných spojů: redukce_displej	15
Obr. 10 zapojení tlačítek	16
Obr. 11 omezení napětí pro GSM modul	17
Obr. 12 zvýšení úrovně napětí pro procesor	17
Obr. 13 zapojení propojky s GSM modulem	18
Obr. 14 konektor K1 pro připojení čidel teplot	18
Obr. 15 schéma zapojení konektoru K1 z pohledu DPS Konektor K1:	19
Obr. 16 zapojení Pull up rezistorů	20
Obr. 17 zapojení multiplexoru	20
Obr. 18 ochranné prvky vystupu na ovládacím panelu	22
Obr. 19 DPS s ochrannými prvky	23
Obr. 20 ochrany obvod k čidlu pro detekci nočního proudu	24
Obr. 21 schéma stabilizátoru napětí pro ovládací panel	25
Obr. 22 návrh ovládacího panelu s kompletně zapojeným konektorem K1	26
Obr. 23 schéma zapojení zdroje pro gsm	27
Obr. 24 fotografie DPS – zdroj pro GSM	28
Obr. 25 GSM modul cinterionMC55i	29
Obr. 26 konektor pro připojení GSM modulu do DPS	30
Obr. 27 anténní kabel	30
Obr. 28 Držák pro fixaci GSM modulu na DPS	30
Obr. 29 porovnání rozměru součástek	31
Obr. 30 schéma zapojení zdroje na DPS GSM modul	32
Obr. 31 návrh zdroje na GSM modulu	33
Obr. 32 konektor pro připojení GSM brány	34
Obr. 33 držák GSM brány	34
Obr. 34 držák SIM karty	35
Obr. 35 zapojení konektoru na GSM modulu	36
Obr. 36 zapojení konektoru na desce plošných spojů	37
Obr. 37 připojení SIM karty	38
Obr. 38 pohled shora na propojku na ovládací panel	39
Obr. 39 schéma zapojení tranzistorového spínače na IGT	40
Obr. 40 zařízení z boku	43
Obr. 41 konektor pro připojení antény a střídavého napětí ze sítě	44
Obr. 42 kompletní ovládání kotle	45
Obr. 43 GSM brána	45
Obr. 44 propojka na GSM bránu	46
Obr. 45 GSM brána	47

5 Seznam použité literatury

- www.ges.cz
- www.wmocean.cz
- www.gme.cz

6 použitý software

- Microsoft word
- Eagle lyout editor

ⁱ Napájení +5V

ⁱⁱ Napájení 0V tedy zem

ⁱⁱⁱ Je součástka která slouží k spínání velkých proudu pomocí malého proudu

^{iv} TTL úrovně – logická 1 napětí od 2V do 5V pro logickou 0 pak napětí od 0V do 0,8V

^v Zařízení které zakóduje informace z jednoho nebo více vstupů do jednoho výstupu. U demultiplexoru je to opačně

^{vi} Slouží pro udržení logické 1 například na vstupu procesoru

^{vii} SMT – (surface mount technology) technologie kdy se součástky pájí na vrchní stranu desky

^{viii} SMD – součástky pro povrchovou montáž

^{ix} Datasheet je dokument který vydává výrobce součástky a je v něm popsáno jak se součástkou zacházet, její charakteristické hodnoty. Dále například grafy a schémata zapojení