VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA ELEKTROTECHNIKY
A KOMUNIKAČNÍCH TECHNOLOGIÍ
FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND COMMUNICATION

ÚSTAV MIKROELEKTRONIKY
DEPARTMENT OF MICROELECTRONICS

NÍZKOPŘÍKONOVÝ ZABEZPEČOVACÍ SYSTÉM SKLEPNÍHO PROSTORU BEZ ELEKTROROZVODU

LOW-POWER SECURITY SYSTEM OF THE ELECTRICITY-FREE CELLARS

DIPLOMOVÁ PRÁCE
MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE Bc. Martin Klimeš
AUTHOR

VEDOUCÍ PRÁCE Ing. Martin Šťáva, Ph.D.
SUPERVISOR

BRNO 2020

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A KOMUNIKAČNÍCH TECHNOLOGIÍ

Diplomová práce

magisterský navazující studijní obor **Mikroelektronika**

Ústav mikroelektroniky

Student: Bc. Martin Klimeš ***ID:*** 165273
Ročník: 2 ***Akademický rok:*** 2019/20

NÁZEV TÉMATU:

Nízkopříkonový zabezpečovací systém sklepního prostoru bez elektrorozvodu

POKYNY PRO VYPRACOVÁNÍ:

Navrhněte a zhotovte systém k zabezpečení sklepního prostoru bez elektřiny proti nezvaným hostům. Systém bude obsahovat čidla průchodu dveřmi a pohybu v prostoru, zabezpečovací zařízení s klávesnicí pro zakódování a odkódování prostoru, GSM modul pro ohlášení narušení sklepního prostoru na mobilní telefon, popř. akustickou sirénu či záznamenávání obrazu/videa. Jádrem zabezpečovacího zařízení bude programovatelná součástka pro případné rozšíření funkcionality, jako např. FPGA či CPLD. Celý zabezpečovací systém bude napájen akumulátorem.

DOPORUČENÁ LITERATURA:

Podle pokynů vedoucího práce

Termín zadání: 3.2.2020 ***Termín odevzdání:*** 1.6.2020

Vedoucí práce: Ing. Martin Šťáva, Ph.D.

doc. Ing. Lukáš Fujcik, Ph.D.
předseda oborové rady

UPOZORNĚNÍ:
Autor diplomové práce nesmí při vytváření diplomové 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. dílu 4 Trestního zákoníku č.40/2009 Sb.

ABSTRAKT

Práce se zabývá dostupnými možnostmi zabezpečovacích zařízení pro sklepní prostory, návrhem a realizací vlastního zabezpečovacího zařízení. Jako ovládací prvek zařízení byl použit FPGA čip od firmy Xilinx . Zařízení dále obsahuje GSM modul pro zasílání informace pomocí SMS o narušení prostoru. Signalizace narušení může být signalizována i sirénou. Detekce narušení probíhá pomocí dveřního a pohybového senzoru. Celé zařízení napájí akumulátor, ale je zde možnost i napájení ze sítě.

KLÍČOVÁ SLOVA

Zabezpečovací zařízení, FPGA, GSM, PIR senzor

ABSTRACT

The work deals with the available options of security devices for basements, design and implementation of its own security equipment. An FPGA chip from Xilinx was used as a device control. The device also contains a GSM module for sending information via SMS about space violation. Intrusion signaling can also be signaled by a siren. Intrusion detection is performed using a door and motion sensor. The whole device is powered by a battery, but there is also the possibility of mains power.

KEYWORDS

Security system, FPGA, GSM, PIR sensor

KLIMEŠ, M. *Nízkopříkonový zabezpečovací systém sklepního prostoru bez elektrorozvodu*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, Ústav mikroelektroniky, 2020. 35 s., 8 s. příloh. Diplomová práce. Vedoucí práce: Ing. Martin Šťáva, Ph.D.

PODĚKOVÁNÍ

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

OBSAH

Úvod **8**

1 Dostupné řešení na trhu **9**

1.1 Alarm na vstupní dveře a sklepní kóje Codeman ... 9

1.2 Minialarm EPIR3 ... 10

1.3 EVOVEO Sonix ... 11

2 Návrh vlastního řešení **12**

2.1 Požadavky na zařízení ... 12

2.1.1 Centrální jednotka ... 12

2.1.2 Senzory ... 13

2.2 Použité komponenty ... 14

2.2.1 FPGA ... 14

2.2.2 Konfigurační paměť PROM ... 16

2.2.3 LCD displej ... 18

2.2.4 GSM ... 20

2.2.5 PIR senzor ... 20

2.2.6 Dveřní senzor ... 21

2.2.7 Siréna ... 22

2.2.8 Akumulátor ... 23

2.3 Napájení použitých komponent ... 24

2.4 Realizace ... 26

2.4.1 EEPROM a JTAG ... 27

2.4.2 Připojení periferií ... 27

2.4.3 Napájení ... 28

2.4.4 Popis funkcionality FPGA obvodu 29

3 Závěr **31**

Literatura **32**

Seznam symbolů, veličin a zkratek **34**

Seznam obrázků **34**

A Schémata , DPS **36**

A.1 Schéma obvodu centrální jednotky 36

A.2 DPS centrální jednotky – strana bottom (měřítko 1:1) 37

A.3 DPS centrální jednotky – strana top (měřítko 1:1) 38

A.4 Rozmístění součástek – strana top (měřítko 1:1) 39

B Seznam součástek **40**

C Fofografie výrobku **41**

C.1 Osazená DPS centrální jednotky 41

C.2 Centrální jednotka shora 41

C.3 Centrální jednotka – pohled z levé strany 42

C.4 Centrální jednotka – pohled z pravé strany 43

ÚVOD

Tématem diplomové práce je návrh a realizace zabezpečovacího zařízení do sklepních prostorů bez možnosti připojení k síťovému napájení. Zabezpečovací zařízení upozorňuje majitele hlídaného prostoru na vniknutí nepovolané osoby. Ten by měl být upozorněn pomocí SMS zprávy či zvukovou signalizací pomocí hlasité sirény, která tak může sloužit i k zastrašení nepovolané osoby. V této diplomové práci jsou představena některá stávající řešení dostupná na trhu. Bohužel většina z nich vyžaduje trvalé připojení k elektrické síti nebo oznámení o narušení prostoru je pouze formou hlasité sirény nikoliv pomocí SMS. To je jedním z hlavních důvodů, proč bylo toto téma zvoleno. V bytovém domě, kam je zařízení určeno, se ve sklepních prostorách nachází pouze osvětlení a dochází zde k častým návštěvám nezvaných hostů, tedy zlodějů. Navržené zařízení tak bude napájeno pouze pomocí akumulátoru. Proto je za potřebí zajistit nízkou spotřebu navrhovaného výrobku, aby se akumulátor nemusel často měnit. Zařízení by pro detekci mělo obsahovat senzor pohybu a senzor otevřených dveří. Při detekci změny stavu jakéhokoliv ze zmíněných senzorů bude majitel upozorněn pomocí SMS zprávy o narušiteli. Zařízení bude rozšířeno volitelně o zvukovou signalizaci.

1 DOSTUPNÉ ŘEŠENÍ NA TRHU

Na trhu existuje celá řada zabezpečovacích zařízení. Od jednoduchých, uživatelsky přívětivých až po složité a komplexní zařízení. Zabezpečovací technikou se zabývají profesionální firmy, které na míru zákazníkovi sestaví a naistalují zabezpečovací zařízení do jakéhokoliv prostoru. Těmito prostory mohou být celé domy, byty, garáže, sklepy atd. Problémem těchto zařízení je vysoká pořizovací cena (deseti tisíce korun) a nutnost odborné montáže. Pokud chceme zabezpečit prostor vlastními silami a ušetřit tisíce korun, existují na trhu varianty, které zvládne namontovat téměř každý. Některá tato zařízení budou představena v následujících kapitolách, u kterých budou zhodnoceny jejich výhody a nevýhody.

1.1 Alarm na vstupní dveře a sklepní kóje Codeman

Jedná se o minialarm, který obsahuje jednotku s klávesnicí pro zadání kódu, hlasitou sirénou a dveřní magnetický senzor. Toto zařízení nabízí více módu použití. Mód, který slouží k upozornění otevření dveří, při kterým není nutno zadávat žádný autorizační kód nebo mód alarmu, kde při otevření a nezadání autorizačního kódu se spustí hlasitý alarm. Výhodou tohoto alarmu je napájení na 3 AA baterie na které výrobce udává výdrž až dva roky, jednoduchá montáž možnost měnit kódy uživatelem a nízká pořizovací cena (dvě stě korun). Zařízení má bohužel i svoje nevýhody. Sledování prostoru probíhá pouze magnetickým kontaktem na dveřích, nikoliv i pohybovým senzorem. Upozornění na narušení prostoru probíhá pouze 90 dB sirénou, nikoliv i zasláním SMS zprávy nebo voláním na telefonní číslo majitele.

Obrázek 1 – Alarm Codeman [1]

1.2 Minialarm EPIR3

Dalším řešením, jak zabezpečit prostor je minialarm EPIR3. Zřízení mohou využívat jak profesionálové, tak začátečníci, protože se zařízení jednoduše instaluje a je cenově dostupné (tisíc korun). Toto zařízení v základu neobsahuje žádnou klávesnici pro odkódování, ale dálkový ovladač ve formě klíčenky. Výhodou zařízení je, že prostor je sledován pomocí pohybového senzoru a případné narušení je majiteli oznámeno pomocí SMS zprávy nebo telefonátu. Další výhodou je možnost rozšíření o další detektory jako jsou detektory pohybu a kouře, sirénu či klávesnici. Nevýhodou je nutnost trvalého připojení k síťovému napájení.

Obrázek 2 – Minialarm EPIR3 [2]

1.3 EVOVEO Sonix

Tento domovní alarm spojuje jednoduchou montáž s příznivou cenou (tisíce korun). Zařízení obsahuje centrální jednotku, sirénu, klíčenky pro odkódování a mnoho bezdrátových čidel pro zabezpečení celého domu. Centrální jednotka může být tak umístěna kdekoliv v dosahu síťového napájení a není zapotřebí k senzorům přivádět vodiče. Tímto zařízením tedy lze zabezpečit i sklepní prostor. Výhodou je signalizace narušení jak pomocí zvukové sirény poblíž centrální jednotky, tak pomocí SMS zprávy či telefonátu. Nevýhoda vzniká v momentě, kdy chceme zařízení použít v bytovém domě, kde by byla centrální jednotka umístěna v bytě a čidla ve sklepě. Bezdrátová čidla nemusí mít takový dosah a není tedy zaručena správná funkčnost. Další nevýhoda by byla z hlediska nepraktičnosti. Majitel by musel vždy před návštěvou sklepního prostoru jít do bytu odkódovat a posléze se vrátit do sklepa a po své návštěvě zase jít do bytu zakódovat.

Obrázek 3 – Alarm EVOLVEO Sonix [3]

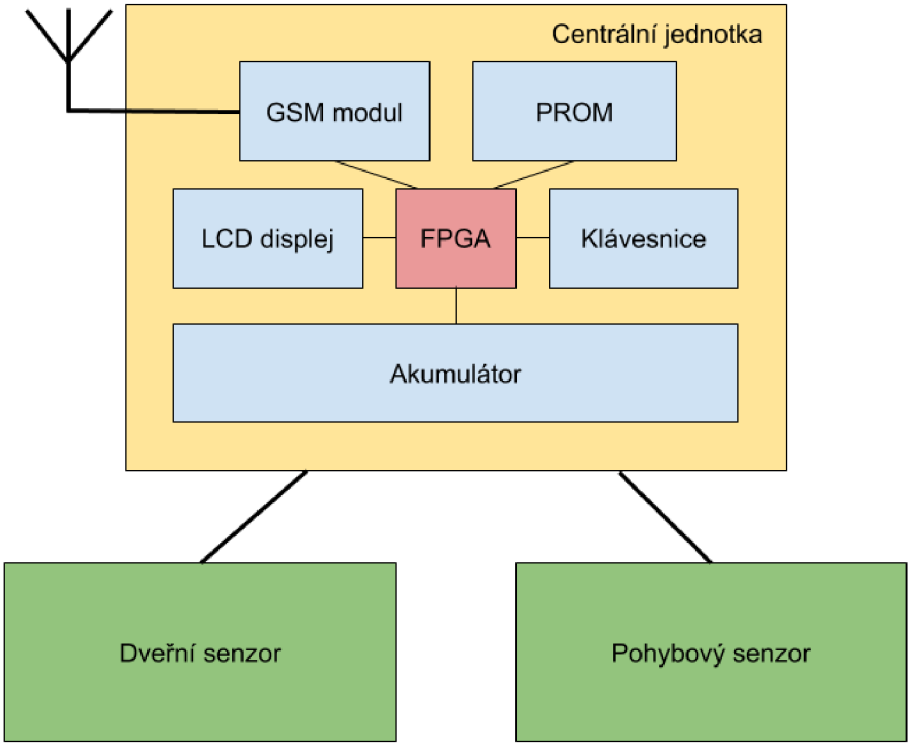
2 NÁVRH VLASTNÍHO ŘEŠENÍ

2.1 Požadavky na zařízení

Vlastní zabezpečovací zařízení se bude skládat z centrální jednotky a jednotlivých senzorů.

2.1.1 Centrální jednotka

Tato jednotka bude obsahovat vyhodnocovací část (FPGA čip) společně s akumulátorem, klávesnicí, LCD displejem a GSM modulem. K centrální jednotce budou pomocí vodičů připojeny požadované senzory, tedy dveřní senzor a senzor pohybu. Centrální jednotka bude primárně napájena pomocí akumulátoru, ale bude zde i možnost připojení externího napájení.



Obrázek 4 – Blokové schéma použitých komponent

Klávesnice

Maticová klávesnice s čísly 0 až 9 bude připojena přímo k FPGA čipu. Klávesnice bude sloužit k zakódování/odkódování. Vyhodnocování stisku klávesnice bude probíhat pomocí stavového automatu.

LCD displej

Tento displej bude po většinu času vypnutý. Displej bude aktivní několik vteřin po stisku jakéhokoliv tlačítka klávesnice. Na zařízení bude zobrazen stav zařízení (zakódováno/odkódováno) a počet zadaných znaků na klávesnici.

GSM modul

Pomocí SMS zprávy bude majiteli po 5 sekundách od narušení prostoru oznámeno narušení pohybu a kterým senzorem byl pohyb zaznamenán. 5 sekund je čas, který má majitel čas pro zadání správného kódu pro odkódování. SMS zprávou bude oznámena změna napájení, tedy zda bylo připojeno externí napájení nebo bylo odpojeno a jede se na akumulátor.

2.1.2 Senzory

Dveřní senzor

Senzor průchodu dveřmi by měl být co nejnápadnější a s jednoduchou montáží.

Senzor pohybu

Pro aplikaci by měl být použit takový senzor pohybu, který funguje bez osvětlení. Jeho úhel detekce co největší a zároveň jeho dosah detekce okolo 3 metrů.

2.2 Použité komponenty

V této kapitole budou představeny použité komponenty do zabezpečovacího zařízení. Půjde pouze o výčet jejich základních parametrů a bude zdůvodněno, proč byly tyto komponenty vybrány.

2.2.1 FPGA

Na trhu jsou dostupná FPGA od různých výrobců (Altera, Actel, Atmel) v různých pouzdrech. V tom zařízení bude použito FPGA od firmy Xilinx s o značením XC3S50A-4VQG100C. Důvod výběru tohoto čipu je nízká cena (cca 300 Kč), neobsahuje žádné speciální prvky a k jeho zapájení v pouzdře TQFP (Thin Quad Flat Pack –tenké čtyřstranné ploché pouzdro) do DPS není potřeba použít žádné speciální nástroje či zařízení oproti pouzdru BGA (Ball grid array – mřížkové pole kuliček). Dalším důvodem výběru tohoto FPGA byla zkušenost s kontroléry řady Spartan 3 v rámci výuky během studia.

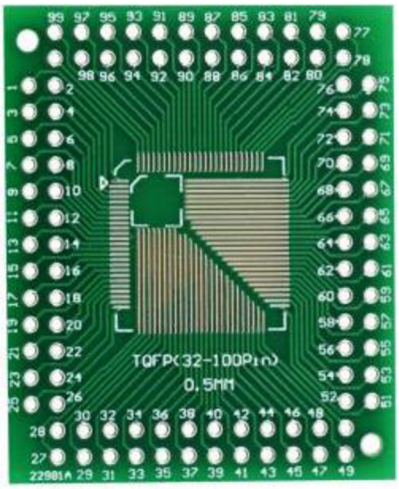
Obrázek 5 – FPGA čip XC3S50A [4]

Vlastnosti:

- Napájecí napětí jádra: 1,14 až 1,26 V DC
- Napájecí napětí vstupů/výstupů: 3,3 V
- Maximální frekvence: 250 MHz
- Počet logických bloků: 1584
- Počet pinů: 100
- Počet vstupů/výstupů: 68
- Typ pouzdra: TQFP
- FPGA rodina: Spartan-3A

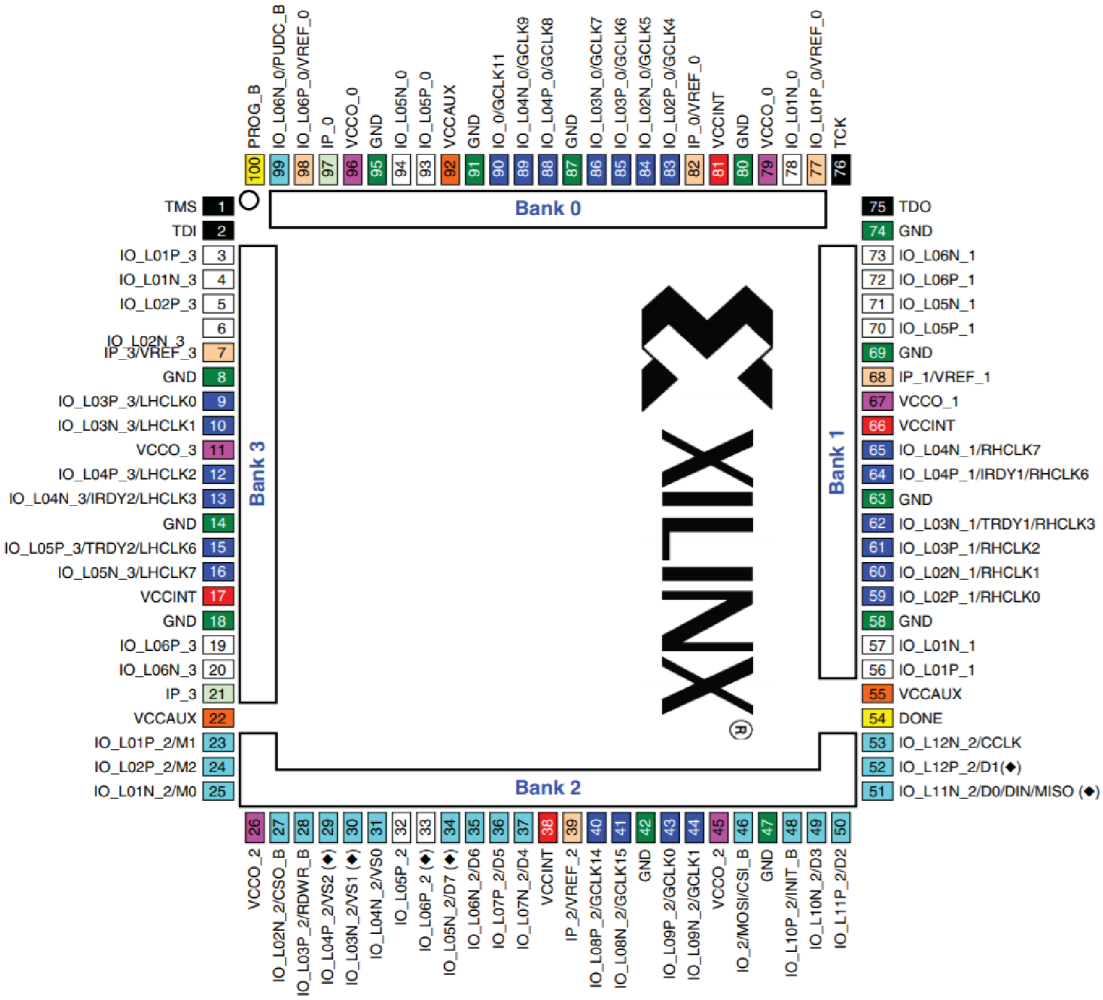
[5]

Vybrané FPGA bude napájeno na malém plošném spoji, který slouží k nejen k redukci SMD provedení na povrchovou montáž s roztečí kolíků 2,54 mm, ale i jako možnost snadného vyjmutí FPGA při náhodném poškození či jeho úplné nefunkčnosti.



Obrázek 6 – SMD adaptér pro součástku TQFP 100 pin [6]

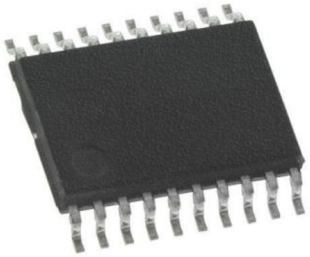
FPGA je rozděleno do 4 částí tzv. bank. Pro správnou funkčnost musí být připojeny na napájecí piny s označením VCCINT (napájení jádra) napětí 1,2 V. Na piny s označením VCCO napětí 3,3 V a na VCCAUX 2,5 V nebo 3,3 V. V našem případě bude použito napětí 3,3 V. Některé piny mají speciální funkci např. piny TMS, TDI, TCK, TDO, DONE a další, které slouží k propojení s EEPROM a nahrání kódu do FPGA.



Obrázek 7 – Označení a využití pinu kontroléru XC3S50A [5]

2.2.2 Konfigurační paměť PROM

FPGA s označením XC3S50A je dle katalogového listu kompatibilní s konfigurační pamětí PROM s označením XCF01S.



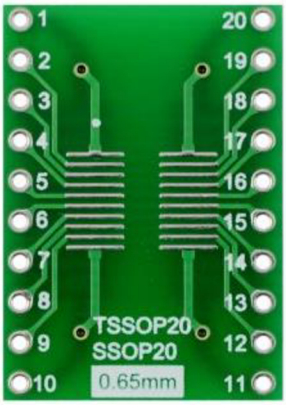
Obrázek 8 – EPROM paměť XCF01S [7]

Vlastnosti:

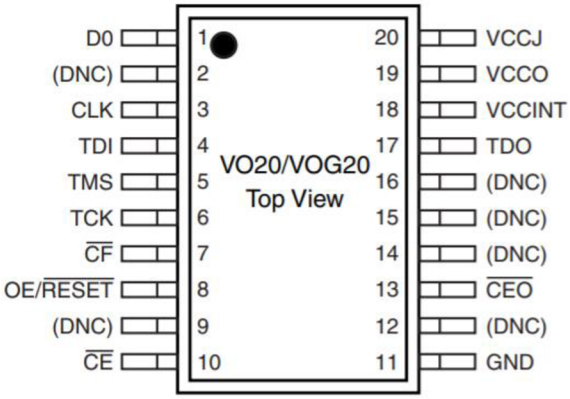
- Velikost paměti: 1 Mbit
- Napájecí napětí: 3,3 V DC
- Maximální frekvence: 50 MHz
- Typ paměti: EEPROM
- Provozní teplota: - 40 až + 85 °C
- Pouzdro: TSSOP-20

[8]

Stejně jako u FPGA bude tato paměť připájena na redukčním tištěném spoji, který má vývody s roztečí 2,54 mm. Důvod umístění je stejný jako v případě FPGA (snadná výměna při poruše).



Obrázek 9 – SMD adaptér pro součástku v pouzdře TSOP20 [9]



Obrázek 10 – Rozložení pinů paměti EEPROM XCF01S Klávesnice [10]

Do zabezpečovacího zařízení bude požita klávesnice, kde jsou tlačítka zapojena do matice o rozměrech 4 x 4. Klávesnice je vyrobena z folie a ze zadní strany je potažena oboustrannou lepící páskou pro snadnou montáž. Do zařízení postačí vyfrézovat pouze úzký otvor pro plochý kabel.

Obrázek 11 – Membránová klávesnice 4 x 4 [11]

Vlastnosti:

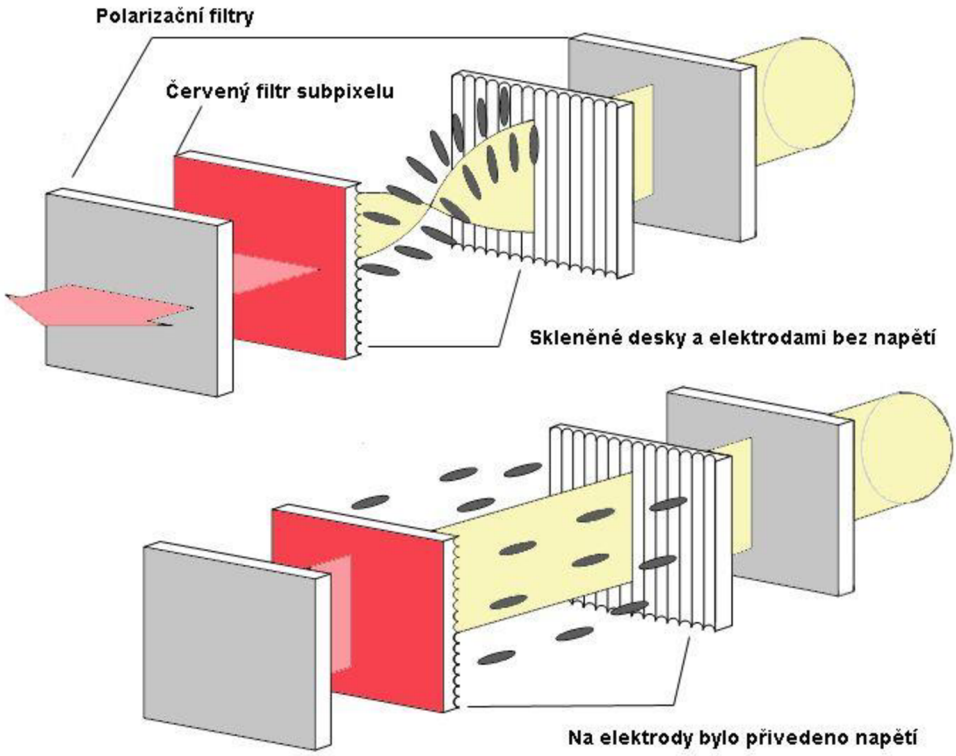
- Počet tlačítek: 16
- Matice 4 x 4
- Kontaktní odpor: 500 Ω
- Izolační odpor: 100 MΩ
- Odezva: 1 ms
- Životnost: 100 milionů stisků
- Provozní teplota: max 60 °C

[12]

2.2.3 LCD displej

Alfanumerický LCD displej s řadičem HD44780. Tento displej pracuje na principu polarizace světla. Využívá se dvou polarizačních filtrů navzájem pootočených o 90 °C. Světlo (nejčastěji z trubice nebo LED osvětlení) prochází přes první filtr, kde je

polarizováno vertikálně. Následuje vrstva tekutých krystalů, které otáčí polarizované světlo o 90 °C. Tím je umožněn průchod světla druhým filtrem (orientován horizontálně). Na displeji se tento bod zobrazuje jako bílé místo. Přivedením napětí na krystal, dochází ke změně jeho struktury, čímž je znemožněno pootočení světla. Tento bod vidíme jako tmavé místo. Princip je zobrazen na obr. č. 12. Tyto displeje existují ve více barevných provedení.



Obrázek 12 – Princip polarizace u LCD displejů [13]

Obrázek 13 - Modrý LCD displej [14]

2.2.4 GSM

Modul s řídícím čipem SIM800L a vyvedenou anténou pro lepší příjem signálu.

Obrázek 14 – GMS modul s čipem SIM800L [15]

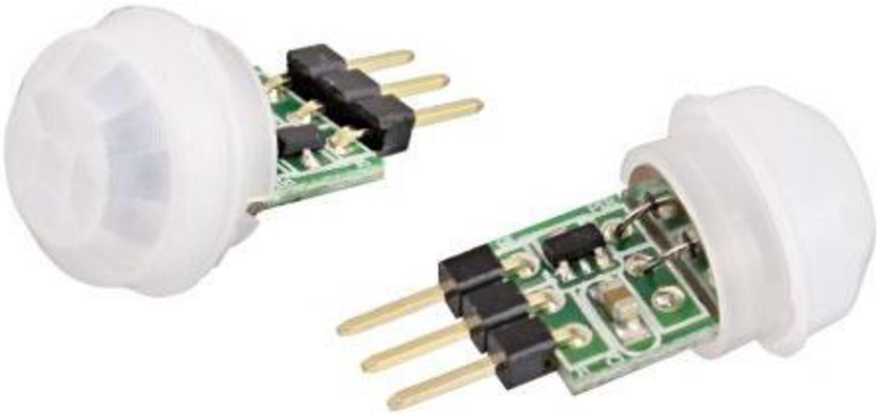
Vlastnosti:

- Napájení: 5 V DC
- Slot na SIM: micro SIM
- Podporované sítě: 850 / 900 / 1800 / 1900 MHz
- Ovládání pomocí AT příkazů
- Provozní teplota - 40 až 85 °C

[15]

2.2.5 PIR senzor

PIR modul s velkým rozsahem napájecího napětí a logickým výstupem. Použitím tohoto miniaturního provedení bude dosaženo nenápadnosti v prostoru. Senzor, pokud detekuje pohyb, změní na 2 sekundy výstup na logickou 1 tj. 3 V, jinak je tento výstup v logické 0.



Obrázek 15 – PIR senzor s označením SB00312A-1 [16]

Vlastnosti:

- Napájení: 3.3 V až 15 V DC
- Spotřeba: méně než 1 mA
- Výstup: Logická 0 nebo 1 (3 V)
- Zpoždění: 2 s
- Čas sepnutí: 2 s
- Průměr senzoru: 13 mm
- Provozní teplota: -20 až 80 °C
- Vzdálenost detekce: 2 až 5 m
- Úhel detekce: 100°

[16]

2.2.6 Dveřní senzor

Jazýčkový magnetický senzor. Senzor se skládá ze dvou částí. Část s vodičem je umístěna na rám dveří, ve které se skrývá jazýčkový kontakt a druhá část (magnet), který se umisťuje přímo na dveře. Uzavřením dveří dochází k přiblížení magnetu k senzoru, který mění svůj stav z rozepnuto na sepnuto.

Obrázek 16 – Sada jazýčkového kontaktu s magnetem ls-311-b38 [17]

Vlastnosti:

- Typ kontaktu: spínací
- Maximální napětí: 100 V
- Maximální proud: 0,5 A
- Pracovní vzdálenost: 15 až 20 mm

[17]

2.2.7 Siréna

V zabezpečovacím zařízení je vhodné, když má možnost zvukové signalizace informující narušení prostoru. Pro tuto funkci byla zvolena siréna s označením KPE-1501.

Vlastnosti:

- Typ tónu: kolísavý
- Napájení: 5 – 14 V
- Hlasitost: 102 dB
- Frekvence:2 - 3,5 kHz
- Rozměry: 39 x 47 x 23 mm

[18]

Obrázek 17 – Siréna KPE-1501 [18]

2.2.8 Akumulátor

Z důvodu nízkého napájecího napětí použitých komponent byl vybrán olověný akumulátor s napětím 6 V. Dalším důvodem výběru tohoto akumulátoru je jednoduché připojení pomocí FASTON konektorů.

Obrázek 18 – Olověný akumulátor 6 V s kapacitou 10 Ah [19]

Vlastnosti:

- Napětí: 6 V
- Kapacita: 10 Ah
- Váha: 1,53 kg
- Rozměry: 94 x 115 x 50 mm
- Provozní teplota: -10 až 40 °C

[19]

2.3 Napájení použitých komponent

Z vlastností použitých komponet je patrné, že k jejich napájení budou potřeba různá napětí. Protože bude použit akumulátor s hodnotou napětí 6 V, musíme snížit napětí na potřebné hodnoty:

- FPGA: 1,2 V a 3,3 V
- EPROM: 3,3 V
- LCD displej: 5 V
- GSM modul: 5 V
- Siréna: 5 – 16 V, může být připojen přímo k akumulátoru
- PIR senzor má široký rozsah napájení, může být připojen přímo k akumulátoru

O potřebná napětí se postarají následující DC/DC měniče:

1,2 V – TSR 1-2412

- Výstupní napětí: 1,2 V
- Vstupní napětí: 4,6 až 36 V
- Výstupní proud: 1 A
- Pouzdro: SIP3 (stejná rozteč vývodů jako u TO220)
- Pracovní teplota: -40 až 85 °C

[20]

3,3 V – TSR 1-2433

- Výstupní napětí: 3,3 V
- Vstupní napětí: 4,75 až 36 V
- Výstupní proud: 1 A
- Pouzdro: SIP3 (stejná rozteč vývodů jako u TO220)
- Pracovní teplota: -40 až 85 °C

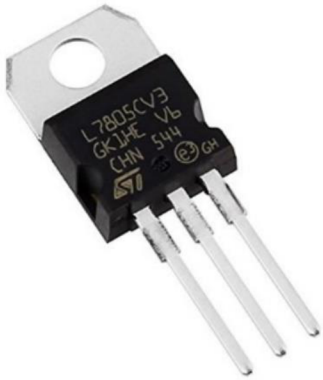
[21]

Obrázek 19 – DC/DC měnič v pouzdře SIP3 [21]

5 V – 7805CV

- Výstupní napětí: 5 V
- Vstupní napětí: 6,5 až 36 V
- Výstupní proud: 1,5 A
- Pouzdro: TO220
- Pracovní teplota: 0 až 125 °C

[22]



Obrázek 20 – Součástka 7805CV [22]

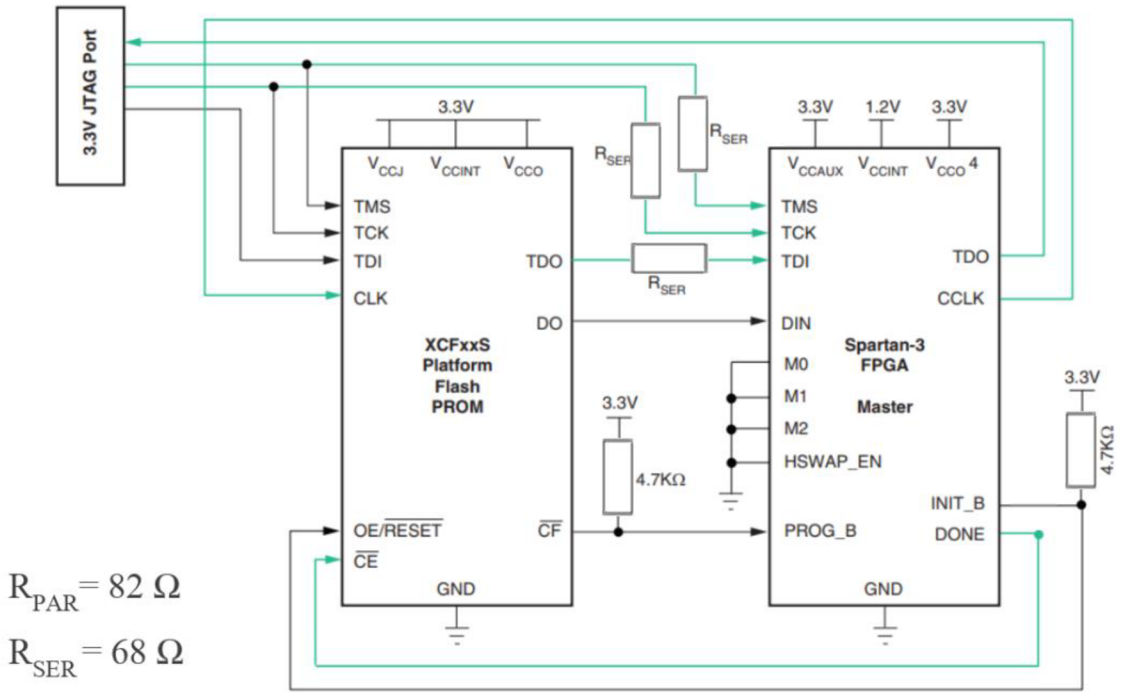
2.4 Realizace

V návrhovém prostředí Eagle bylo vytvořeno schéma a DPS centrální jednotky. DPS centrální jednotky se bude nacházet v instalační krabici s označením S-BOX 416 (obr. 20). DPS musela tedy být přizpůsobena vnitřním rozměrům instalační krabice tj. 185 x 135 cm, kde muselo být počítáno, že v rozích krabice je vyhrazen prostor o velikosti 2 x 2 cm pro šrouby víka.

Obrázek 21 – Instalační krabice S-BOX 416 [23]

2.4.1 EEPROM a JTAG

Výrobce pamětí EEPROM uvádí ve svém katalogovém listu schéma zapojení paměti, FPGA a programovacích pinu JTAG. Toto schéma bylo využito při návrhu DPS.



Obrázek 22 - Schéma zapojení paměti EEPROM a FPGA [24]

2.4.2 Připojení periferií

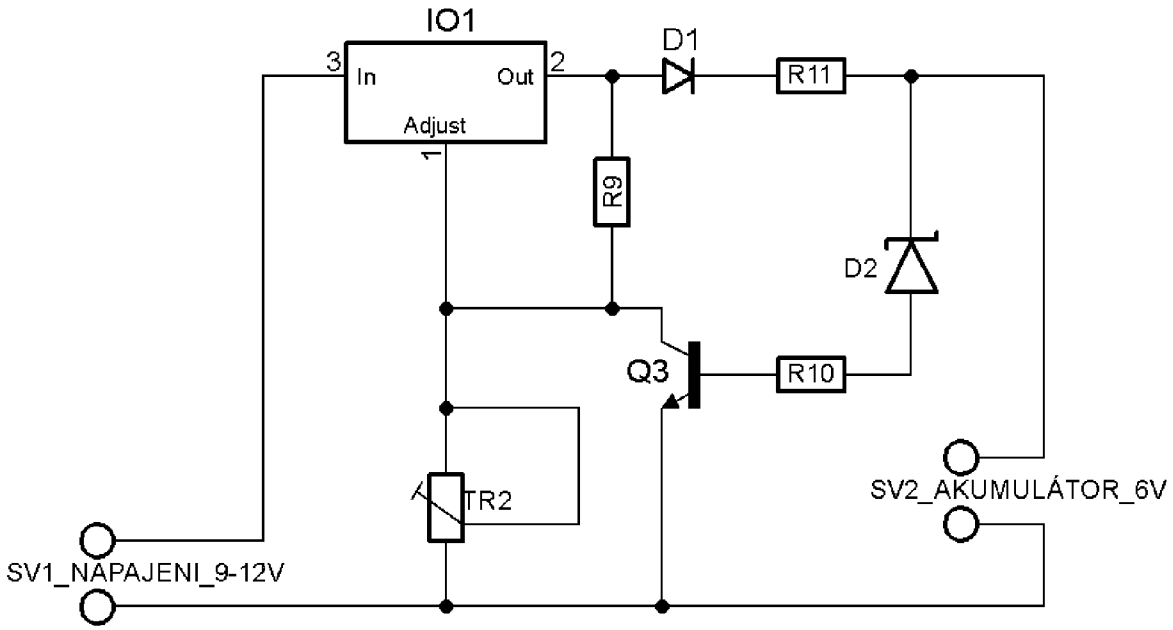
Veškeré periferie byli připojeny následující piny PFGA:

- PIR senzor: P65
- Magnetický senzor: P20
- Klávesnice: řádky P59 – P62, sloupce P70 – P73
- Siréna: P99
- LCD displej: Data P27 – P34, E P35, RS P36, LCD_ON P37, LCD_LIGHT P40
- GSM: RXD P89, TXD P90

Pro nezatěžování FPGA velkými proudy jsou periferie Siréna a LCD displej (piny LCD_ON a LCD_LIGH – zapnutí LCD a jeho podsvětlení) připojeny přes spínací tranzistory BC327. Pokud z nějakého důvodu není žádoucí zvuková signalizace narušení prostoru, lze sirénu vypnout odstraněním zkratovací propojky.

2.4.3 Napájení

Zabezpečovací zařízení napájí olověný akumulátor, který je připojený přímo k DPS. Akumulátor slouží jako hlavní zdroj energie. K zařízení lze také připojit napájecí adaptér s usměrněným napětím 9 V pomocí souosého konektoru o průměru 5,5/2,1 mm. Přivedením tohoto napětí dojde k sepnutí relé, které odpojí olověný akumulátor a do FPGA na port P98 je přivedeno napětí přes dělič napětí, čímž je detekováno napájení pomocí externího zdroje. Odpojením akumulátoru dochází zároveň k jeho dobíjení. K tomu slouží jednoduchý obvod se součástkou LM317. Maximální napětí se nastavuje pomocí trimeru TR2. V našem případě na 7,2 V. Pokud se blíží napětí k maximální hodnotě dojde k odpojení nabíjení. Rezistor R11 slouží k nastavení nabíjecího proudu.



Obrázek 23 – Schéma napájení pomocí obvodu LM317 [25]

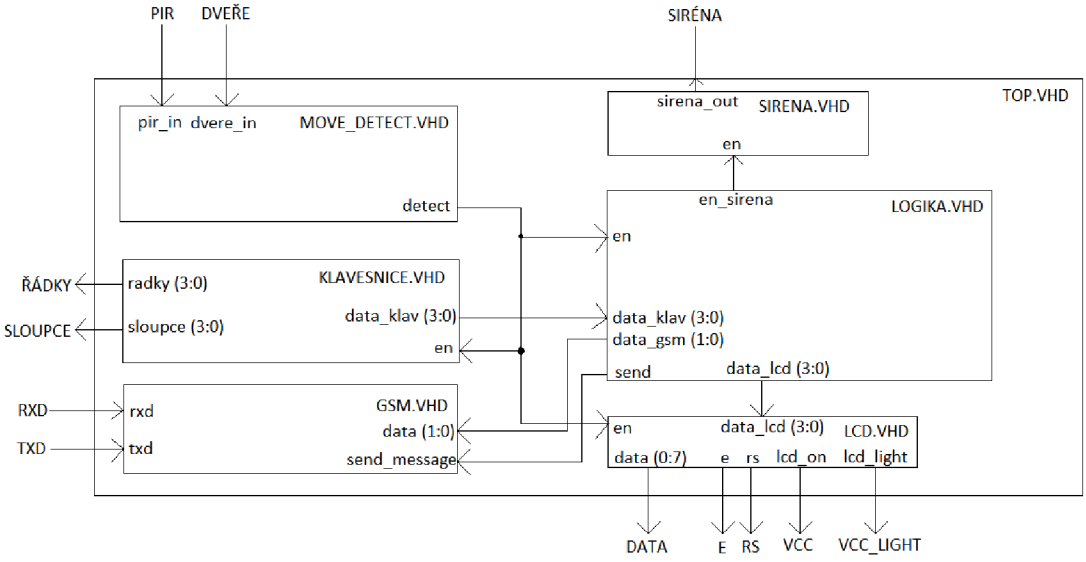
Kde:

- IO1 – LM317
- TR2 – 1 kΩ
- Q3 – BC548B
- D1 – 1N4007
- D2 – Zenerova dioda 6,8 V/1 W
- R9 – 180 Ω
- R10 – 1 kΩ
- R11 – 10 Ω/1 W
- SV1 a SV2 – připojovací svorky

2.4.4 Popis funkcionality FPGA obvodu

Z důvodu úspory napájení je aktivní pouze část s detektory pohybu a GSM modul, který je stále registrován v síti. Ve chvíli, kdy je zaznamenán pohyb, je povolena část s klávesnicí a LCD displej. Pokud je zakódováno, zařízení čeká 5 sekund za zadání kódu na klávesnici. Pokud tomu tak není, spustí se zvuková signalizace pomocí sirény a současně je odeslána SMS majiteli o narušení prostoru. Dokud není zadán kód pro odkódování, siréna stále signalizuje narušení prostoru. Pokud není zakódováno, zařízení čeká na zadání autorizačního kódu. Po jeho zadání běží lhůta 5 sekund pro opuštění prostoru a uzavření dveří. Na LCD displeji je na prvním řádku zobrazeno, zda je odkódováno či zakódováno. Na druhém řádku je zobrazen požadavek na zadání kódu. Pokud je kód právě zadáván, objevují se při stisku tlačítka znaky hvězdičky. Grafické znázornění vnitřního propojení komponent se nachází na obrázku č. 24.

Pro detekci stisku tlačítek na maticové klávesnici byla využita komponenta z předmětu MNDO.



Obrázek 24 – Grafické znázornění komponent a jejich propojení v FPGA

3 ZÁVĚR

V rámci práce byla představena některá dostupná řešení zabezpečovacích zařízení. Jejich zhodnocením bylo zjištěno, že dostupná řešení na trhu jsou pro danou aplikaci nevyhovující nebo by takové řešení stálo desetitisíce korun. Následují požadavky na nové zařízení s výběr potřebných komponent k sestavení vlastního zabezpečovacího zařízení, které bude umět upozorňovat na narušitele pomocí SMS zprávy a současně bude napájeno pouze pomocí akumulátoru. Zařízení bylo navrženo, vytvořena DPS s potřebným obvodem. Následovalo připájení součástek. Po otestování vodivosti cest bylo zařízení připojeno k napájecímu napětí. V programu ISE od formy Xilinx byl ve VHDL napsán popis chování zařízení a pomocí JTAG kabelu příslušný popis nahrán do zařízení. Při nahrávání kódu byl zjištěn problém, a to studený spoj na jednom pinu, což způsobovalo chyby. Dalším problémem bylo oživit GSM modul. Po připojení napájení se nedařilo zaregistrovat SIM kartu v síti. Prvním problémem bylo špatně uvedené napájecí napětí v katalogovém listu. Po připojení uvedeného jmenovitého napětí se nerozsvítila ani signalizační LED. Po odhalení chyby přetrvával stále problém s registrací. Po dlouhém hledání problému po internetu bylo zjištěno, že ostatní uživatelé doporučují připojit paralelně k napájení elektrolytický a keramický kondenzátor. Zvolena byla hodnota 1000 µF elektrolytického a 100 nF keramického kondenzátoru. Poté se již SIM karta v pořádku zaregistrovala do sítě. Zařízení po registraci v síti má klidový odběr 15 mA. Při použití akumulátoru s kapacitou 10 Ah je přibližná doba výdrže akumulátoru 27 dní. Bylo očekáváno, že zařízení bude úspornější. Vzhledem k tomu, že majitelé bytového domu, kde mělo být zařízení montováno sklepení elektrifikovali, nevadí, že má zařízení větší odběr. Zařízení bude stále připojeno do sítě a akumulátor bude použit pouze jako záložní zdroj při výpadku síťového napětí.

LITERATURA

[1] Alarm na vstupní dveře a sklepní kóje Codeman. In: *Zabezpecovaci-zarizeni.cz* [online]. [cit. 2019-12-12]. Dostupné z: https://1url.cz/szMaQ

[2] Zabezpečení sklepa. In: *Modernizabezpeceni.cz* [online]. [cit. 2019-12-12]. Dostupné z: http://www.modernizabezpeceni.cz/zabezpeceni-sklepa

[3] EVOLVEO Sonix. In: *Alza.cz* [online]. [cit. 2019-12-12]. Dostupné z: https://1url.cz/EzMai

[4] FPGA XC3S50A-4VQG100C. In: *cz.rs-online.com* [online]. [cit. 2019-12-12]. Dostupné z: https://1url.cz/6zMao

[5] Datasheet Spartan 3A Family. In: *cz.rs-online.com* [online]. [cit. 2019-12-12]. https://docs.rs-online.com/ae41/0900766b813ecd40.pdf

[6] IC adaptér QFP32/44/64/80/100 na DIP UPS-TQFP. In *gme.cz* [online]. [cit. 2020-03-15]. Dostupné z: https://www.gme.cz/ups-tqfp-lqfp-fqfp-dil32

[7] XCF01SVO20C. In: *cz.mouser.com* [online]. [cit. 2019-12-12]. Dostupné z: https://1url.cz/JzMaH

[8] Datasheet XCF01SVO20C. In: *cz.mouser.com* [online]. [cit. 2019-12-12]. Dostupné z: https://1url.cz/JzMaH

[9] IC adaptér SOIC20/TSSOP20 na DIP2. In: *gme.cz* [online]. [cit. 2020-03-15] Dostupné z: https://www.gme.cz/ups-so-20-tssop-20-dil20

[10] Datasheet XCF01S. In: *digichip.com* [online]. [cit. 2020-03-15] Dostupné z: https://www.digchip.com/datasheets/parts/datasheet/534/XCF01S-pdf.php

[11] Maticová klávesnice 4 x 4 membránová. In: *hwkitchen.cz* [online]. [cit. 2019-12-12]. Dostupné z: https://www.hwkitchen.cz/maticova-klavesnice-4-x-4-membranova/

[12] Membránová klávesnice 4x4. In: *gme.cz* [online]. [cit. 2019-12-12]. Dostupné z: https://www.gme.cz/membranova-klavesnice-4x4

[13] Princip průchodu světla LCD displejem. In: *mobile.effect.cz* [cit. 2020-03-15]

Dostupné z: http://mobile-effect.cz/clanky/princip-vaseho-lcd-displaye-949904

[14] LCD alfanumerický displej LCD displej 16x2 modrý. In: gme.cz [online]. [cit. 2019-12-12]. Dostupné z: https://www.gme.cz/alfanumericky-lcd-displej-16x2-modry-hd44780

[15] Modul se SIM800L V2.0. In: *gme.cz* [online]. [cit. 2019-12-12]. Dostupné z: https://www.gme.cz/modul-se-sim800l-v2-0-gsm-gprs-antena

[16] PIR modul SB00312A-1. In: *gme.cz* [online]. [cit. 2019-12-12]. Dostupné z: https://www.gme.cz/pir-modul-sb00312a-1

[17] Jazýčkový magnetický senzor LS-311-B38. In: *gme.cz* [online]. [cit. 2019-12-12]. Dostupné z: https://www.gme.cz/magneticky-jazyckovy-kontakt-ls-311-b38

[18] Piezobzučák KPE-1501. In: *gme.cz* [online]. [cit. 2020-05-02. Dostupné z: https://www.gme.cz/sirenka-kpe-1501

[19] Olověný akumulátor Shimastu NPG10-6. In: *gme.cz* [online]. [cit. 2019-12-12]. Dostupné z: https://www.gme.cz/oloveny-akumulator-shimastu-npg10-6-6v-10ah

[20] TRACO POWER TSR 1-2412. In: *tme.eu* [online]. [cit. 2019-12-12]. Dostupné z: https://1url.cz/IzMaq

[21] TRACO POWER TSR 1-2433. In: *tme.eu* [online]. [cit. 2019-12-12]. Dostupné z: https://1url.cz/GzMaE

[22] Stabilizátro pevného napětí 7805CV-DG. In: *gme.cz* [online]. [cit. 2020-05-16]. Dostupné z: https://www.gme.cz/stabilizator-pevneho-napeti-st-microelectronics-thomson-7805cv-stm

[23] Instalační krabice s-box 416. In: *gme.cz* [online]. [cit. 2020-05-16]. Dostupné z: https://www.gme.cz/krabice-ip65-s-box-416

[24] Application notes of Spartan-3. In: xilinx.com [online]. [cit. 2020-12-12]. Dostupné z: https://www.xilinx.com/support/documentation/application_notes/xapp453.pdf

[25] Solární nabíječka pro 6 V akumulátor. In: *electroschematics.com* [online]. [cit. 2020-05-16]. Dostupné z: https://www.electroschematics.com/solar-charger-circuit/

SEZNAM SYMBOLŮ, VELIČIN A ZKRATEK

LCD	Liquid Crystal Display, displej z tekutých krystalů.
FPGA	Field Programmable Gate Array, programovatelná hradlová pole.
GSM	Groupe Spécial Mobile, speciální mobilní skupina.
PIR	Passive Infrared Detector, pasivní infračervený detektor.
SIM	Subscriber Identity Module, účastnická identifikační karta.
SMS	Short message service, Služba krátkých textových zpráv.

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 – Alarm Codeman [1] 10

Obrázek 2 – Minialarm EPIR3 [2] 10

Obrázek 3 – Alarm EVOLVEO Sonix [3] 11

Obrázek 4 – Blokové schéma použitých komponent 12

Obrázek 5 – FPGA čip XC3S50A [4] 14

Obrázek 6 – SMD adaptér pro součástku TQFP 100 pin [6] 15

Obrázek 7 – Označení a využití pinu kontroléru XC3S50A [5] 16

Obrázek 8 – EPROM paměť XCF01S [7] 16

Obrázek 9 – SMD adaptér pro součástku v pouzdře TSOP20 [9] 17

Obrázek 10 – Rozložení pinů paměti EEPROM XCF01S Klávesnice [10] 17

Obrázek 11 – Membránová klávesnice 4 x 4 [11] 18

Obrázek 12 – Princip polarizace u LCD displejů [13] 19

Obrázek 13 - Modrý LCD displej [14] 19

Obrázek 14 – GMS modul s čipem SIM800L [15] 20

Obrázek 15 – PIR senzor s označením SB00312A-1 [16] 21

Obrázek 16 – Sada jazýčkového kontaktu s magnetem ls-311-b38 [17] 22

Obrázek 17 – Siréna KPE-1501 [18] 23

Obrázek 18 – Olověný akumulátor 6 V s kapacitou 10 Ah [19] 24

Obrázek 19 – DC/DC měnič v pouzdře SIP3 [21] 25

Obrázek 20 – Součástka 7805CV [22] 26

Obrázek 21 – Instalační krabice S-BOX 416 [23] 26

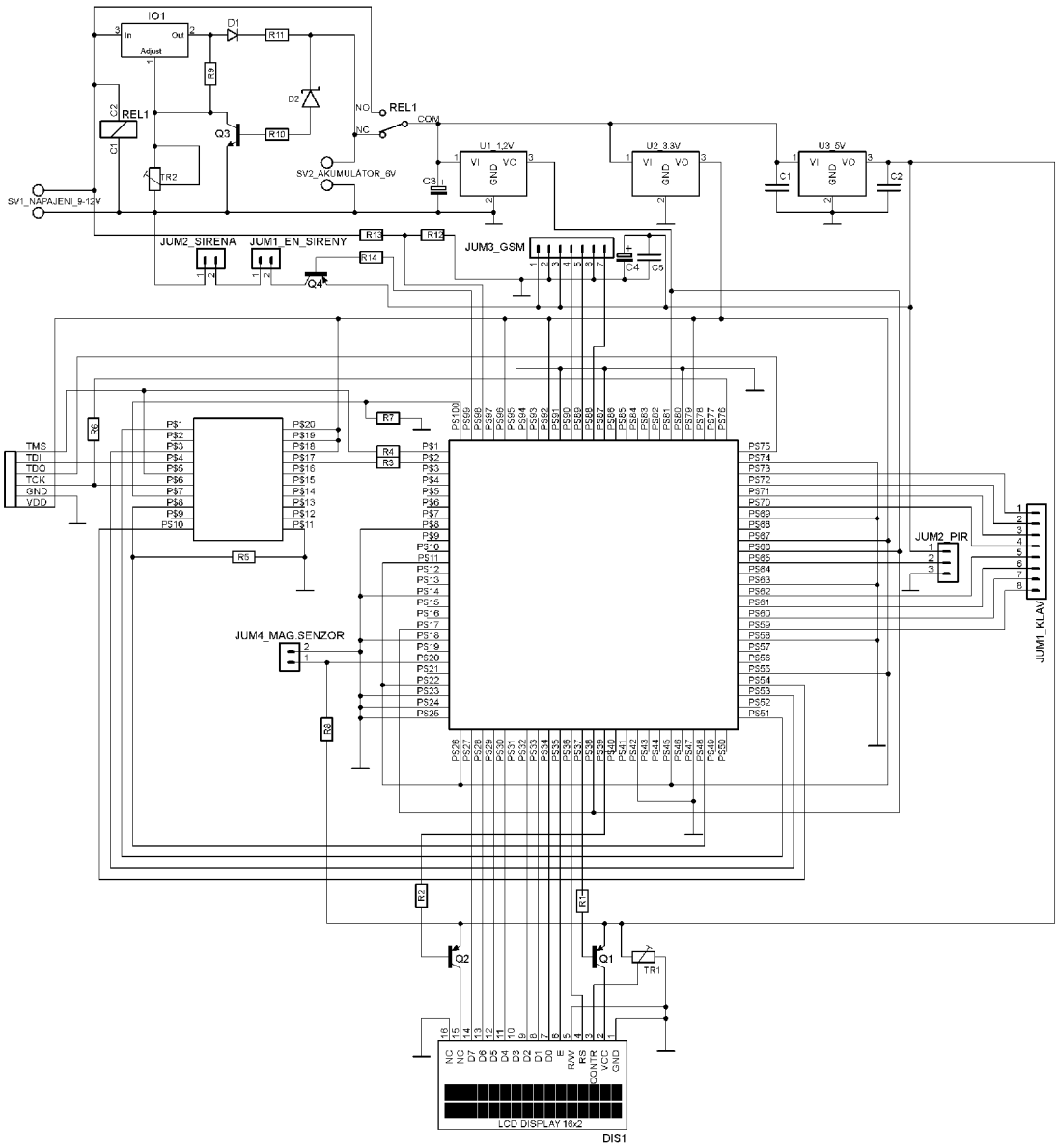
Obrázek 22 - Schéma zapojení paměti EEPROM a FPGA [24] 27

Obrázek 23 – Schéma napájení pomocí obvodu LM317 [25] 28

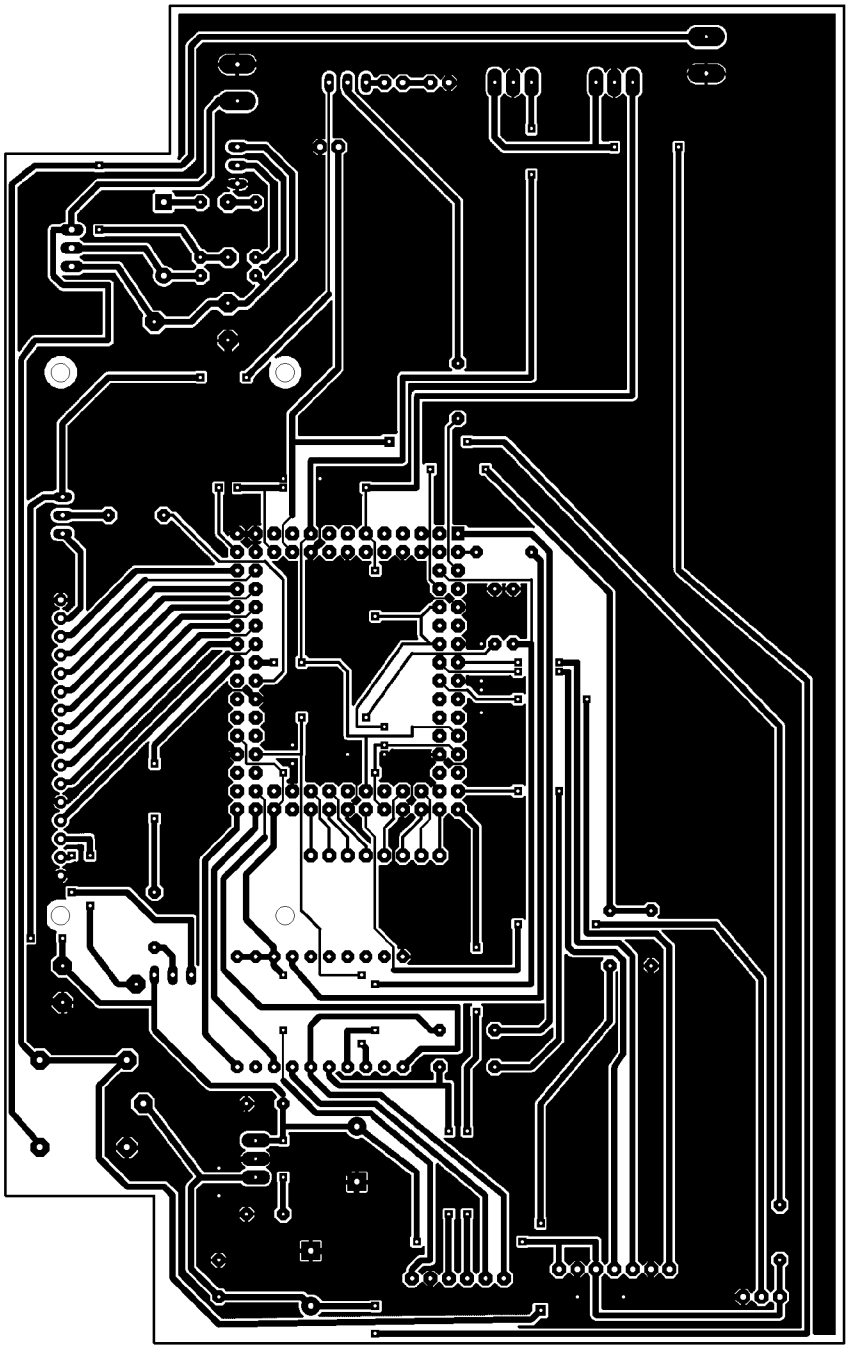
Obrázek 24 – Grafické znázornění komponent a jejich propojení v FPGA 30

A SCHÉMATA , DPS

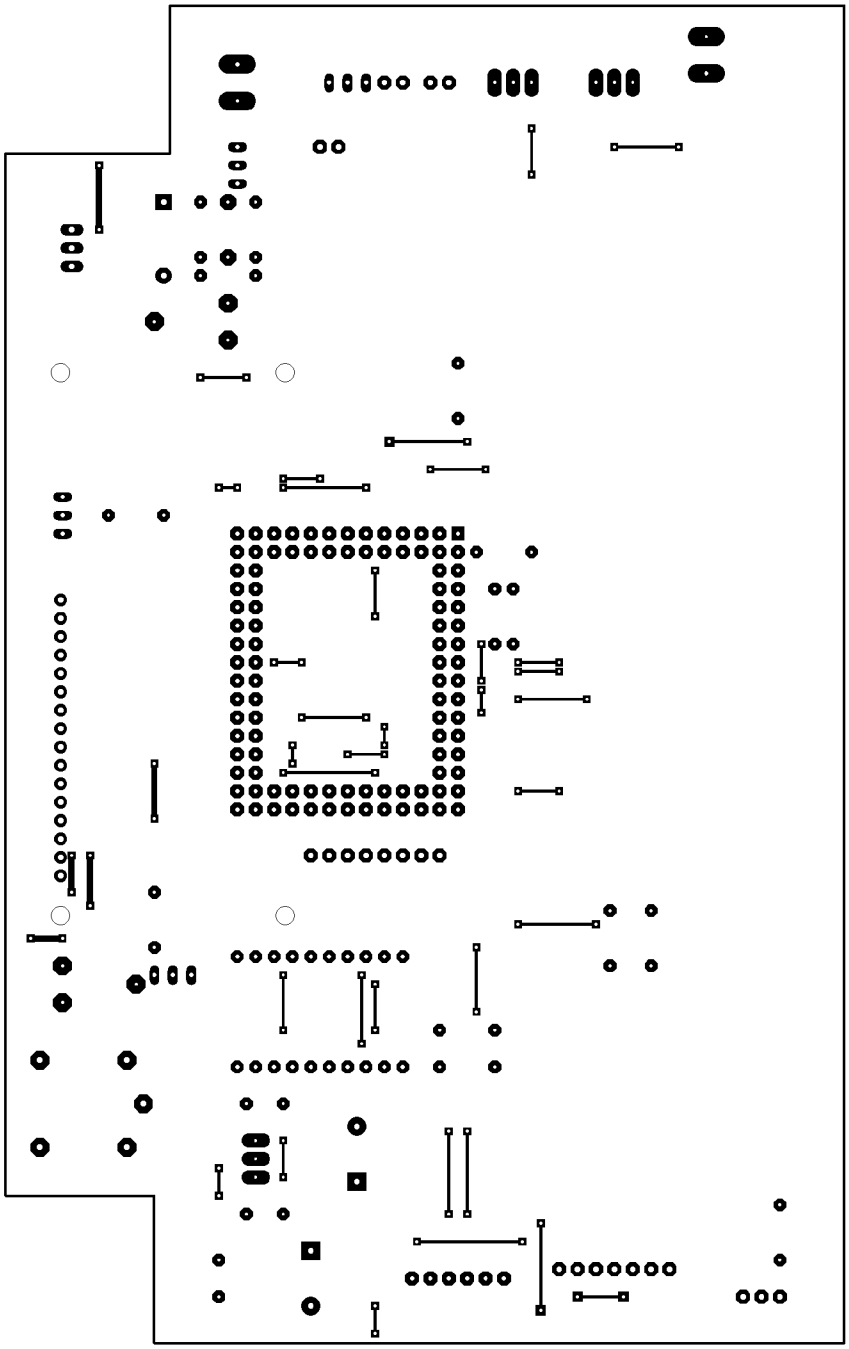
A.1 Schéma obvodu centrální jednotky



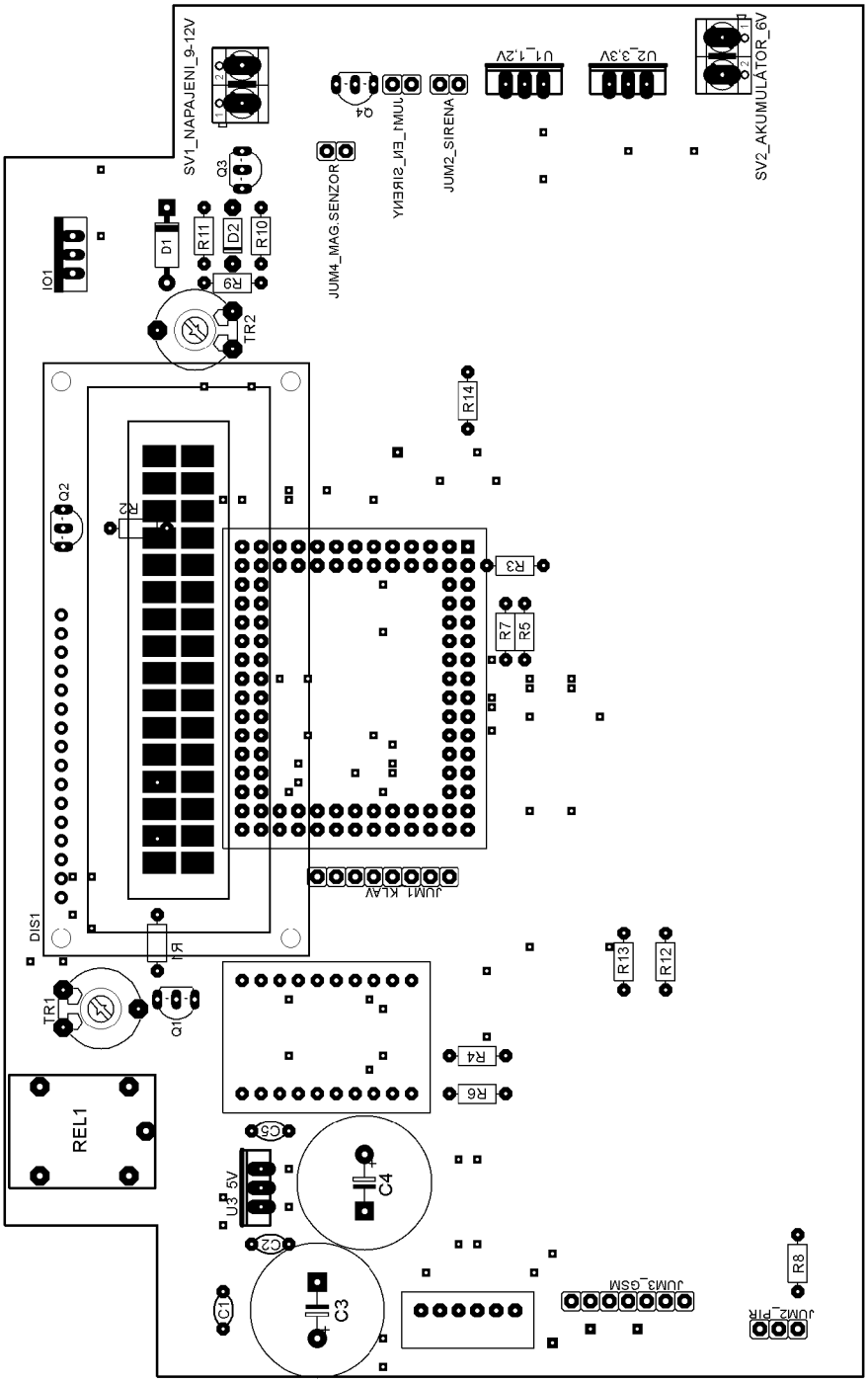
A.2 DPS centrální jednotky – strana bottom (měřítko 1:1)



A.3 DPS centrální jednotky – strana top (měřítko 1:1)



A.4 Rozmístění součástek – strana top (měřítko 1:1)

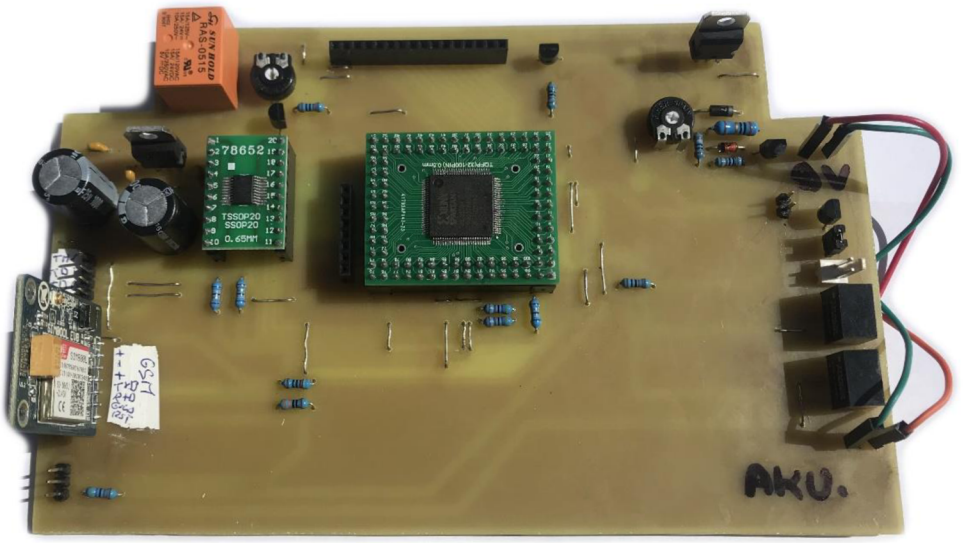


B SEZNAM SOUČÁSTEK

C1 – 100 nF
C2 – 100 nF
C3 – 1000 uF
C4 – 1000 uF
C5 – 100 nF
D1 – 1N4007
D2 – Zenerova dioda 6,8 V/1 W
DIS1 – LCD displej s řadičem HD44780
IO1 – LM317
IO_EEPROM – redukce na pouzdro TSOP20 s pamětí EEPROM
IO_FPGA – redukce pouzdro TQFP s FPGA XC3S50A
JUM1_EN_SIRENY – S1G2
JUM2_KLAV – S1G8
JUM2_SIRENA – S1G2
JUM3_GSM – S1G7
JUM4_MAG.SENZOR – S1G2
Q1 – BC327
Q2 – BC327
Q3 – BC548
Q4 – BC327
R1 – 1 kΩ
R2 – 1 kΩ
R3 – 68 Ω
R4 – 68 Ω
R5 – 4,7 k Ω
R6 – 68 Ω
R7 – 4,7 k Ω
R8 – 4,7 k Ω
R9 – 180 Ω
R10 – 1 k Ω
R11 – 10 Ω/1 W
R12 – 330 Ω
R13 –870 Ω
R14 – 1 kΩ
REL1 – RAS0515
TR1 – 4,7 kΩ
TR2 – 1 kΩ
U1_1,2V – TSR 1-2412
U2_3,3V – TSR 1-2433
U3_5V – 7805CV

C FOFOGRAFIE VÝROBKU

C.1 Osazená DPS centrální jednotky



C.2 Centrální jednotka- pohled shora

C.3 Centrální jednotka – pohled z levé strany

C.4 Centrální jednotka – pohled z pravé strany