



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

AUTHOR

Bc. Martin Klimeš

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Martin Štáva, Ph.D.

BRNO 2020

Diplomová práce

magisterský navazující studijní obor **Mikroelektronika**

Ústav mikroelektroniky

Student: Bc. Martin Klimeš

ID: 165273

Ročník: 2

Akademický rok: 2019/20

NÁZEV TÉMATU:

Nízkopřikonový 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 záznamování obrazu/video. 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 Štáva, Ph.D.

doc. Ing. Lukáš Fucik, 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. díl 4 Trestního zákoníku č.40/2009 Sb.

ABSTRAKT

Práce se zabývá dostupnými možnostmi zabezpečovacích zařízení pro sklepní prostory, návrhem a realizací vlastního systému zabezpečovacího zařízení. Jako ovládací prvek zařízení byl použit FPGA čip od firmy Xilinx s označením XC3S50A. Zařízení obsahuje dvě čidla pohybu a čidlo průchodu dveřmi. Oznámení o narušení prostoru probíhá dvěma způsoby. Jedním způsobem je zvuková signalizace pomocí sirény a druhým oznámení na mobilní telefon pomocí sítě GSM.

KLÍČOVÁ SLOVA

Zabezpečovací systém, FPGA, GSM, PIR senzor, UART

ABSTRACT

The work deals with the available options of security devices for basements, design and implementation of its own security system. An FPGA chip from Xilinx called XC3S50A was used as a device control. The device contains two motion sensors and a door passage sensor. There are two ways to report a breach. One way is the sound signaling by means of a siren and the other is the notification to the mobile phone by means of the GSM network.

KEYWORDS

Security system, FPGA, GSM, PIR sensor, UART

KLIMEŠ, M. *Nízkopříkonový zabezpečovací systém sklepního prostoru bez elektrorozvodu*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, Ústav mikroelektroniky, 2020. 53 s., 8 s. příloh. Diplomová práce. Vedoucí práce: Ing. Martin Šťáva, Ph.D.

PODĚKOVÁNÍ

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

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 – Alarm Codeman [1].....	13
Obrázek 2 – Minialarm EPIR3 [2].....	13
Obrázek 3 – Alarm EVOLVEO Sonix [3].....	14
Obrázek 4 – Princip polarizace u LCD displejů [12].....	18
Obrázek 5 – Blokové schéma Moorova stavového automat [19].....	24
Obrázek 6 – Blokové schéma Mealyho automatu [19].....	24
Obrázek 7 – Zabezpečovací systém.....	28
Obrázek 8 – Označení a využití vývodů kontroléru XC3S50A [21].....	29
Obrázek 9 – Rozložení pinů paměti EEPROM XCF01S [22].....	30
Obrázek 10 – PIR senzor s označením SB00312A-1 [23].....	30
Obrázek 11 – Sada jazýčkového kontaktu s magnetem ls-311-b38 [24].....	31
Obrázek 12 – Siréna KPE–1501 [25]	32
Obrázek 13 – Modrý LCD displej [26].....	32
Obrázek 14 – Membránová klávesnice 4 x 4 [27]	33
Obrázek 15 – GSM modul s čipem SIM800L [28]	33
Obrázek 16 – Instalační krabice S–BOX 416 [29]	37
Obrázek 17 – DC/DC měnič v pouzdře SIP3 [31].....	38
Obrázek 18 – Vývojový diagram hlavní programové smyčky	39
Obrázek 19 – Vývojový diagram načítání kódu zabezpečovacího zařízení	40
Obrázek 20 – Stavový automat zakódování/odkódování	41
Obrázek 21 – Stavový automat ověřující správnost zadávaného kódu	42
Obrázek 22 – Stavový automat pro ovládání LCD displeje [33].....	43
Obrázek 23 – Schéma napájení pomocí obvodu LM317 [35].....	44

OBSAH

ÚVOD	10
1 AKTUÁLNÍ STAV ŘEŠENÉ PROBLEMATIKY	11
1.1 LITERÁRNÍ PRŮZKUM	11
1.1.1 JEDNODUCHÉ ZABEZPEČOVACÍ ZAŘÍZENÍ	11
1.1.2 NÁVRH A REALIZACE ZABEZPEČOVACÍHO ZAŘÍZENÍ S VYUŽITÍM TECHNOLOGIÍ RASPERRY PI A IQRF	11
1.1.3 MOŽNOST PROVOZU ZABEZPEČOVACÍHO ZAŘÍZENÍ BEZ PŘIPOJENÍ K TRVALÉMU ZDROJI ENERGIE.....	11
1.1.4 ELEKTRONICKÁ ZABEZPEČOVACÍ A MONITOROVACÍ JEDNOTKA	12
1.2 PRODUKTY NA TRHU	12
1.2.1 ALARM NA VSTUPNÍ DVEŘE A SKLEPNÍ KÓJE CODEMAN	12
1.2.2 MINIALARM EPIR3	13
1.2.3 EVOVEO SONIX	14
2 TEORETICKÁ VÝCHODISKA	15
2.1 TECHNOLOGIE	15
2.1.1 SNÍMÁNÍ POHYBU	15
2.1.2 UART.....	16
2.1.3 ZOBRAZOVAČE.....	17
2.1.4 GSM.....	19
2.1.5 ELEKTROAKUSTICKÁ SIGNALIZACE	19
2.1.6 AKUMULÁTORY	20
2.1.7 SPÍNAČE	22
2.1.8 PROGRAMOVATELNÉ SOUČÁSTKY	22
2.1.9 STAVOVÉ AUTOMATY	23
2.2 SOUVISEJÍCÍ LEGISLATIVA	25
2.2.1 STUPEŇ ZABEZPEČENÍ	25
2.2.2 VYBAVENOST NARUŠITELE	26

2.2.3	TŘÍDY PROSTŘEDÍ	26
2.2.4	PŘÍSTUPOVÉ ÚROVNĚ:.....	27
2.2.5	NAPÁJENÍ	27
3	NÁVRH VLASTNÍHO ŘEŠENÍ	28
3.1	POŽADAVKY A VÝBĚR KOMPONENT	29
3.1.1	FPGA	29
3.1.2	SNÍMÁNÍ POHYBU	30
3.1.3	ČIDLO PRŮCHODU DVEŘMI.....	31
3.1.4	AKUSTICKÁ SIGNALIZACE.....	31
3.1.5	ZOBRAZOVAČ	32
3.1.6	KLÁVESNICE	32
3.1.7	AKUMULÁTOR.....	33
3.1.8	GSM.....	33
3.2	TECHNICKÉ PARAMETRY POUŽITÝCH KOMPONENT	34
3.2.1	PROUDOVÁ SPOTŘEBA	34
3.2.2	DOBA REGISTRACE GSM	36
3.3	REALIZACE ZABEZPEČOVACÍHO ZAŘÍZENÍ	36
3.3.1	POTŘEBNÁ NAPÁJECÍ NAPĚTÍ	37
3.3.2	PROPOJENÍ SYTÉMU.....	38
3.3.3	VÝVOJOVÉ DIAGRAMY	39
3.3.4	NÁVRH FIRMWARU.....	41
3.3.5	NABÍJENÍ AKUMULÁTORU	43
4	DISKUSE.....	45
4.1	OZNÁMENÍ POMOCÍ HOVORU NEBO SMS ZPRÁVOU.....	45
4.2	ZVÝŠIT ÚSPORU ODPOJOVÁNÍM NAPĚTÍ GSM MODULU	45
4.3	VYŘAZENÍ POHYBOVÉHO ČIDLA.....	45
4.4	VÝDRŽ ZAŘÍZENÍ	46
	ZÁVĚR.....	47
	POUŽITÁ LITERATURA.....	48

SEZNAM SYMBOLŮ, VELIČIN A ZKRATEK	52
SEZNAM PŘÍLOH.....	53
A SCHÉMATA, DPS.....	54
A.1 SCHÉMA OBVODU ZABEZPEČOVACÍHO ZAŘÍZENÍ.....	54
A.2 DPS ZABEZPEČOVACÍHO ZAŘÍZENÍ – STRANA BOTTOM (MĚŘÍTKO 1:1).....	55
A.3 DPS ZABEZPEČOVACÍHO ZAŘÍZENÍ – STRANA TOP (MĚŘÍTKO 1:1).....	56
A.4 ROZMÍSTĚNÍ SOUČÁSTEK – STRANA TOP (MĚŘÍTKO 1:1).....	57
B SEZNAM SOUČÁSTEK.....	58
C FOFOGRAFIE VÝROBKU.....	59
C.1 OSAZENÁ DPS ZABEZPEČOVACÍHO ZAŘÍZENÍ	59
C.2 ZABEZPEČOVACÍHO ZAŘÍZENÍ – POHLED SHORA.....	59
C.3 ZABEZPEČOVACÍHO ZAŘÍZENÍ – POHLED Z LEVÉ STRANY	60
C.4 ZABEZPEČOVACÍHO ZAŘÍZENÍ – POHLED Z PRAVÉ STRANY.....	61

ÚVOD

Sklepní prostory jsou ideálním místem pro návštěvu nezvaných hostů (zlodějů). Tyto prostory si vybírají z důvodu umístění v klidné části domů bytových domů. Díky klidnému prostředí mají dostatek času na svoji nelegální činnost. Základním opatřením je zamykat veškeré dveře, které ke sklepům vedou, použít bezpečnostní dveře nebo nainstalovat elektronické zabezpečovací zařízení, které nemusí sloužit pouze k upozornění majitele hlídaného prostoru o vniknutí nepovolané osoby např. pomocí hovoru nebo SMS zprávou, ale i k zastrašení narušitele spuštěním sirény.

Práce si klade za cíl navrhnout zabezpečovací systém splňující dané požadavky, minimalizovat jeho spotřebu elektrické energie a nakonec provést jeho konstrukci. Protože navrhované zařízení je určeno do sklepního prostoru bez elektrorozvodů, celé bude napájeno pomocí akumulátoru. Dále bude obsahovat čidlo pohybu, čidlo průchodu dveřmi, zvukovou signalizaci pomocí sirény a GSM modul pro oznámení majiteli na mobilní telefon o narušení prostoru.

První kapitola shrnuje dosavadní řešení dané problematiky. Druhá se zabývá technologiemi, které budou použity a legislativou spojenou se zabezpečovacími zařízeními. Třetí kapitola se zabývá samotným návrhem zabezpečovacího systému. Ve čtvrté kapitole je pak provedena diskuze nad výsledky a dalšími možnostmi zabezpečovacího systému.

1 AKTUÁLNÍ STAV ŘEŠENÉ PROBLEMATIKY

1.1 Literární průzkum

Před návrhem systému zabezpečovacího zařízení byl proveden průzkum, zda toto téma již někdo neřešil. Na serveru thesis.cz byly prozkoumány práce jiných studentů vysokých škol. Bohužel nebyla nalezena práce, která by vyřešila zadanou problematiku. V této kapitole budou uvedeny a zhodnoceny některé práce jiných studentů.

1.1.1 Jednoduché zabezpečovací zařízení

Práce se zabývá realizací jednoduchého zabezpečovacího zařízení s pasivními pohybovými a magnetickými senzory [4]. Realizované zařízení je rozšířeno o možnost zaslání SMS zpráv. Práce se zabývá obdobným tématem, ale celé zařízení je složeno z modulů, které nabízí firma Arduino (deska Arduino Mega 2560 a GSM Shield).

Práce neřeší problematiku spotřeby elektrické energie. V práci je zmíněno pouze o možnosti připojení akumulátoru jako záložního zdroje energie.

1.1.2 Návrh a realizace zabezpečovacího zařízení s využitím technologií Raspberry Pi a IQRF

Autor práce se zabývá návrhem komplexního systému pro zabezpečovací techniku [5]. Celá realizace běží na platformě Raspberry Pi a IQRF technologii po bezdrátovou komunikaci.

Práce sice řeší problematiku úspory elektrické energie, ale navržené zařízení neobsahuje možnost oznámení o narušení pomocí SMS zprávy.

1.1.3 Možnost provozu zabezpečovacího zařízení bez připojení k trvalému zdroji energie

Práce se zabývá produkty společnosti Jablotron a Paradox a úvahou nad jejich

použitelností společně se solárními panely, nikoliv samotným návrhem [6].

Autor nenavrhuje žádné konkrétní zařízení, pouze řeší problematiku nemožnosti připojení k trvalému zdroji energie pomocí solárních panelů a elektrocentrály, které dobíjí akumulátor.

1.1.4 Elektronická zabezpečovací a monitorovací jednotka

Hlavním předmětem práce autora je konstrukce zabezpečovací jednotky, která umožňuje připojení běžně vyráběných zabezpečovacích čidel a poplachových zařízení [7]. Hlavním řídicím prvkem je procesor typu Atmega8.

Autor pouze vyrábí jednotku, která vyhodnocuje připojené senzory. Obsahem práce není řešena spotřeba a možnost informovat narušení prostoru pomocí SMS zprávy.

1.2 Produkty 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.

1.2.1 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 módů použití. Mód, který slouží k upozornění otevření dveří, při kterém 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 90dB sirénou, nikoliv i zasláním SMS zprávy nebo voláním na telefonní číslo majitele.



Obrázek 1 – Alarm Codeman [1]

1.2.2 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 moduly jako jsou detektory pohybu, kouře a sirénu či klávesnici. Nevýhodou je nutnost trvalého připojení k síťovému napájení.



Obrázek 2 – Minialarm EPIR3 [2]

1.2.3 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 sklepech. 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 TEORETICKÁ VÝCHODISKA

2.1 Technologie

2.1.1 Snímání pohybu

Existují tři základní typy senzorů pohybu, kde detekce pohybu u každého probíhá jiným technologickým způsobem (ultrazvukový, infračervený, vysokofrekvenční). Výběr použité technologie závisí na typu snímaného prostoru a místa umístění čidla.

PIR – Passive Infrared

Zkratka PIR pochází z anglického slova Passive Infrared, což v překladu znamená pasivní infračervený [8]. Jedná se o typ senzoru, který je citlivý na infračervené záření vycházejícího z člověka nebo zvířete ve formě tepla. Tento typ senzoru nevysílá žádné záření. Jde tedy o pasivní typ senzoru, který reaguje ve chvíli, kdy jsou hodnoty vysílaného záření v kontrastu s teplotou povrchů ve snímané zóně. Výhodou tohoto typu senzoru je velký úhel snímací úhel (až 360°). Pokud je úhel příliš velký nebo detektor zasahuje úhlem do nežádoucích míst, jako je chodník, silnice a podobně, lze záběr čidla zmenšit pomocí clonek. Nevýhodou je proměnlivý dosah čidla, který závisí na mnoha okolnostech. Těmi jsou:

- Směr pohybu vůči čidlu – při pohybu směrem k čidlu reaguje hůře než při podélném pohybu
- Tepelná izolace oblečení – v zimním období chodí lidé dobře oblečení, což způsobuje, že teplo vyzařují pouze nezakryté části těla, jakož jsou ruce a hlava.
- Okolní teplota – v letním období může být okolní teplota podobná teplotě lidského těla, čímž citlivost klesá
- Rozměr snímaného – dítě nebo zvíře vyzařuje menší plochou než dospělý člověk
- Počasí – rychlé změny teploty okolních ploch

HF – High Frequency

Senzor HF (High Frequency) v překladu vysokofrekvenční je radiofrekvenční zářič (nejčastěji s frekvencí 5,8 GHz), který reaguje na změnu homogenity elektromagnetického pole [8]. Tím, že jde o zářič, řadí se mezi aktivní typy čidel. Tento typ čidel je znám též pod jmény mikrovlnný nebo radarový senzor pohybu. Výhodou je umístění čidla pod difuzor, čímž je skryté a oproti PIR čidlům neruší vzhled prostoru. Další výhodou je, že senzor není citlivý na změnu teploty okolí např. vlivem počasí. Nevýhodou je, že vysokofrekvenční záření projde tenkými překážkami, jako je sádkartón, překližka, dveře, okna apod. Tím může docházet k nežádoucí detekci pohybu.

US – Ultra Sonic

Třetím typem je senzor, který funguje na principu ultrazvukových vln [8]. Zkratka US je z anglického slova Ultra Sonic (ultrazvuk). K detekci jsou vysílány vlny nejčastěji v pásmu 44 kHz, které je pro lidské ucho neslyšitelný. Touto technologií lze zaregistrovat i jemné změny v odraženém zvuku vyvolané pohybem objektu. Výhodou je vysoká citlivost na pohyb směrem k senzoru. Proto je tento typ nejčastěji používán např. pro otevírání automatických dveří. Nevýhodou je citlivost na pohyb v nežádoucích místech, kde dochází ke zvukovým ozvěnám. Těmito místy jsou např. lomené chodby, členité místnosti atd.

2.1.2 UART

Zkratka UART – Universal Asynchronous Receiver – Transmitter v překladu univerzální asynchronní přijímač – vysílač [9]. Jedná se o sériové rozhraní pro přenos dat mezi zařízeními v obou směrech (full duplex). Používá se pro komunikaci mezi mikrokontrolery, počítači a dalšími zařízeními podporující tento standart. Pro přenos se používají rámce o velikosti 5 až 9 bitů, které jsou od sebe odděleny start a stop bitem. Stop bit může být jeden nebo dva. Rámec může být rozšířen o paritní bit. Rychlost přenosu dat se pohybuje od 1200 bit/s do 250 kbit/s. Přenos dat probíhá pomocí dvou vodičů označovaných jako RX – receive (přijímač) a TX – transmit (vysílač). Klidová úroveň signálu na lince je logická 1. Vysílání je zahájeno logickou 0 (start_bitem).

Následuje nejnižšího datový bit až po nejvyšší následovaný logickou 1 (stop_bitem). Po stop_bitu může následovat přenos dalšího bajtu. Existuje varianta označovaná jako USART. Jde v podstatě o rozšíření o synchronní režim.

Paritní bit

Pro kontrolu správného přenosu dat se používá tzv. paritní bit [9]. Jde o přidání bit k přenášenému slovu. Jeho obsahem je informace o počtu jedničkových bitů v přenášeném slově. Paritu rozlišujeme sudou (sudý počet jedničkových bitů ve slově) a lichá (lichý počet jedničkových bitů ve slově). Hodnotu paritního bitu lze vypočítat jako XOR mezi všemi datovými bity slova.

2.1.3 Zobrazovače

Segmentové

Nejjednodušším způsobem, jak zobrazit znak je použít segmentový displej. Jak vyplývá z názvů, zobrazený znak se skládá ze segmentů. Segmenty mohou být tvořeny pomocí technologie LED, OLED nebo také mechanicky, jako je tomu u čerpacích stanic.

Dle počtu segmentů lze zobrazovat omezenou sadu znaků [10]. Sedmisegmentový displej zobrazí číslice od 0 do 9, čtrnáctisegmentový rozšiřuje zobrazení znaků i o abecedu bez háčků, šestnáctisegmentový zobrazí stejné znaky, pouze s rozdílem jejich dokonalejšího zobrazení. Displej umožňuje kapitálky. Výhodou je snadné ovládání, ale nevýhodou je nemožnost zobrazení speciálních znaků, jako je vykřičník, dvojtečka a další.

Maticové

Uspořádáním LED diod do sloupců a řádků je vytvořeno dvojrozměrné pole, které tvoří maticový displej. Velikost displeje závisí na počtu diod.

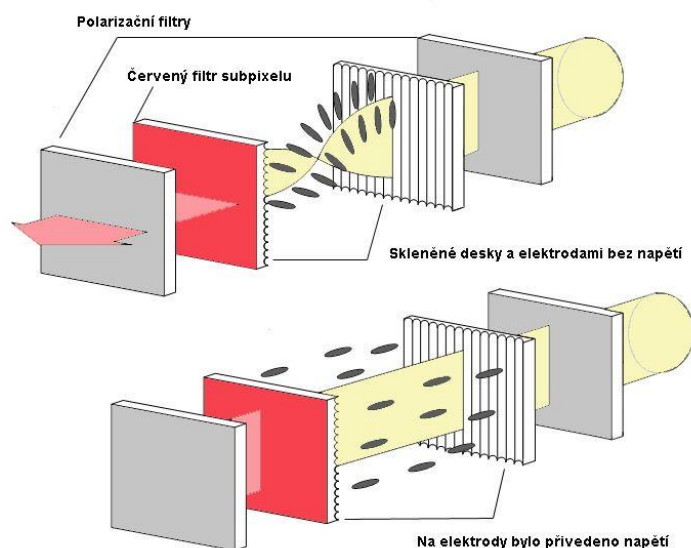
Displeje jsou vyráběny nejčastěji zalité v plastovém pouzdru, které obsahuje vnitřní propojení [11]. Ve spodní části se nacházejí pouze vývody. Displeje existují ve variantě se společnou anodou nebo katodou. Výhodou je, že tento typ displeje zobrazí

jakýkoliv znak. Jeho ovládání je však mnohem složitější.

Tento displej se hodí jako informační tabule do obchodních domů nebo linkových autobusů, nikoliv do malých zařízení.

LCD

Technologie LCD využívá jev zvaný polarizace světla [12]. Displej se skládá ze dvou polarizačních filtrů navzájem pootočených o 90 °C a tekutého krystalu. Světlo (nejčastěji z trubice nebo LED osvětlení) prochází přes první filtr, kde je polarizováno vertikálně. Následuje vrstva tekutých krystalů, která za normálních okolností 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 tekuté krystaly, dochází ke změně jejich 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 variantách.



Obrázek 4 – Princip polarizace u LCD displejů [12]

Výhoda těchto displejů je možnost zobrazení jakéhokoliv znaku. Díky svým malým rozměrům se dají použít kamkoliv. Nevýhodou je složitější ovládání a malá viditelnost na přímém slunci.

2.1.4 GSM

System GSM používá téměř každý, aniž by si to uvědomoval. Zkratka GSM (Groupe Special Mobile) v překladu znamená globální systém pro mobilní komunikace. System využívá tzv. buňkovou strukturu, do které se mobilní telefony připojují pomocí nejbližší buňky [13].

GSM je v telekomunikacích celosvětově nejrozšířenější standard pro digitální mobilní sítě označované jako 2G, díky nimž lze uskutečňovat telefonní hovory, zasílat krátké textové zprávy (SMS) a datové přenosy. Důležitou součástí GSM je SIM karta (Subscriber Identity Module), která obsahuje veškeré informace potřebné k přihlášení uživatele do sítě. GSM v dnešní době nevyužívají pouze mobilní telefony, ale jakékoliv zařízení s GSM modulem např. fotopasti, automobily a zabezpečovací zařízení. GSM pracuje nejčastěji na frekvenci 900 MHz. Novější standardy označované jako 3G a 4G pracují na kmitočtu 1800 a 1900 MHz.

2.1.5 Elektroakustická signalizace

Elektroakustické měniče převádějí elektrickou energii na mechanickou (akustickou). Nejčastěji používané měniče jsou elektrodynamické, elektromagnetické, magnetostrikční a piezoelektrické a další [14].

Činnost elektromagnetického měniče je založena na principu vzájemného působení dvou magnetických polí [14]. Jedno je tvořeno permanentním magnetem a druhé magnetickým polem, které vytváří ve svém okolí vodič.

Elektromagnetický měnič pracuje na principu elektromagnetu [14]. Signální proud procházející cívkou vyvolá pohyb vodivé membrány.

Činnost magnetostrikčního je založena na magnetostrikčním jevu, který využívá deformace některých feromagnetických látek v magnetickém poli [14]. Síla deformace je

úměrná proudu, který budí magnetické pole. Nevýhodou těchto měničů je nízká účinnost, proto se využívají hlavně v oblasti ultrazvuku.

Elektrostatický měnič pracuje na principu deskového kondenzátoru, jehož jedna deska je pevná a druhá pohyblivá [14]. Působením signálního napětí v závislosti na polaritě a amplitudě se mění směr a velikost síly, kterou je vychylována pohyblivá deska.

Piezoelektrický měnič ke své činnosti využívá piezoelektrického jevu. Krystaly některých látek po připojení napětí se deformují a mění svoji velikost [14].

2.1.6 Akumulátory

Zařízením pro opakované uchování elektrické energie jsou akumulátory elektrické energie. Někdy jsou akumulátory nazývány jako sekundární články, která je potřeba nejprve nabít a potom je možno použít jako zdroj energie na rozdíl od primárních článků, které dodávají energii ihned po svém sestavení, ale není možné je dobít [15]. Akumulátory od svého vynalezení prošly velkým vývojem. Byly vymyšleny různé technologie a sloučeniny pro výrobu, jejichž vývoj neustále probíhá. Dle technologie se akumulátory liší svými rozměry, jmenovitým napětím a použitím.

NiMH (Nikl-metal hydrid)

Akumulátory tohoto typu často nahrazují baterie na jedno použití. Jejich jmenovité napětí má hodnotu 1,2 V [15]. Výhodou je dodání v různých velikostech označovaných jako AA, AAA, C atd. Další výhodou je nízká pořizovací cena.

Nevýhodou je tzv. paměťový efekt, který je způsobován nabíjením nevybitého akumulátoru. Tím je snižována jeho kapacita. Druhým nedostatkem je tzv. efekt líné baterie, který se projevuje přestáváním dodávání proudu i přesto, že je akumulátor plně nabitý. Další nevýhodou je samovolné vybíjení, které může dosahovat až 16 % své kapacity za 24 hodin.

Li–Ion (Lithium–iont)

Tento typ článku často nahrazuje články NiMH. Jeho jmenovité napětí je 3,6 V [15]. Výhodou je, že tento typ akumulátoru netrpí efektem líné baterie, ani paměťovým efektem. Výhodou je tedy možnost nabíjení bez předchozího vybíjení, čímž se nesnižuje kapacita akumulátoru. Další výhodou je nízké samovolné vybíjení – méně než 10 % za měsíc.

Nevýhodou je použití snadno vznětlivé lithium a kvůli jeho vysoké reaktivnosti se článek rozkládá sám od sebe. Další nevýhodou omezený počet nabíjecích cyklů v rozmezí 300 až 500. Za jeden nabíjecí cyklus je považováno i chvilkové dobíjení.

Li–Pol (Lithium–polymer)

Tekutý elektrolyt je nahrazen pevným [15]. Stejně jako u Li–Ion je jmenovité napětí 3,6 V. Díky pevnému elektrolytu lze akumulátory vyrobit extrémně ploché a v libovolném tvaru.

Výhodou je jejich nižší hmotnost až o 15 % lehčí, ale až o 20 % objemnější při stejné kapacitě oproti Li–Ion akumulátoru. Výhodou je jejich funkčnost i při nízkých teplotách (až $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$), ale ztrácejí rychleji kapacitu.

Olověné

Olověný akumulátor je galvanický článek s elektrodami na bázi olova, jehož elektrolytem je kyselina sírová, která je nasáklá do skelných vláken nebo ve formě gelu, který umožňuje akumulátor používat v jakékoliv poloze [16]. Napětí jednoho článku je 2 V a lze je libovolně skládat. Výrobci jej distribuují nejčastěji s napětím 6 V, 12 V a 24 V. Výhodou je možnost dodat vysoké rázové proudy a nízká pořizovací cena.

Olověné akumulátory lze dělit dle použití. Záložní – používají se u bezpečnostních systémů atd., startovací – autobaterie, trakční – používají se u elektrických vozíků a fotovoltaických systémů. Rozdíl u těchto typů je v síle elektrod. Startovací akumulátory nejsou určeny k hlubokému vybití, čímž mohou být poškozeny. Naopak trakční jsou určeny pro hluboké vybití, což je umožněno větší tloušťkou elektrod.

2.1.7 Spínače

Spínač je nástroj, který slouží ke spínání a rozepínání elektrických obvodů. Tím může pracovat i jako senzor indikující uzavřené dveře nebo posun části stroje do požadovaného místa. Spínače lze rozdělit na mechanické a magnetické [36].

U mechanických spínačů dochází k sepnutí/rozepnutí na základě působení síly na páčku, která spojí/rozpojí požadovaný obvod. Jejich výhodou je snadné použití, dokážou spínat proudy až 16 A. Jejich provoz je spolehlivý. Nevýhodou je životnost. Mají omezený počet sepnutí a nejsou odolné proti působení jiné síly na mechanickou páčku, čímž může dojít k její deformaci.

Magnetické spínače se skládají ze dvou částí. Senzor se dvěma spínacími kontakty a permanentní magnet. V senzoru je ukryt jazýčkový kontakt, který je citlivý na magnetické pole. Působením magnetického pole dochází k sepnutí/rozepnutí obvodu dle provedení. Dle síly magnetu může pracovat i na vzdálenost několika centimetrů.

2.1.8 Programovatelné součástky

Téměř každé zařízení obsahuje hlavní řídicí obvod. Ten může být složen z číslicových obvodů nebo takový obvod může být sestaven na míru pomocí programovatelných obvodů. Takové obvody mohou být řízeny softwarově nebo mohou být jako složitý číslicový obvod. V této kapitole jsou představeny základní typy programovatelných obvodů.

FPGA

Programovatelné hradlové pole (FPGA – Field Programmable Gate Array) je typ logického obvodu vyroben tak, aby mohl být konfigurována až u zákazníka [17]. Jeho obsahem je pole programovatelných logických bloků složených z vyhledávací tabulky (LUT), multiplexoru a registru. Propojením těchto bloků lze vytvořit libovolné číslicové zařízení. Implementace těchto obvodů probíhá pomocí jazyku VHDL, Verilogu nebo i pomocí jazyka C.

Obrovskou výhodou je nízká spotřeba. Pořizovací cena těchto obvodů se pohybuje od pár stovek až po tisíce korun. Výhodou je možnost realizace sekvenčních logických

obvodů. Nevýhodou těchto obvodů je absence konfigurační paměti a zdroj hodinového signálu. Tyto části je nutno k obvodu doplnit.

Mikrořadiče

Mikrořadič je obvod, jehož činnost není pevně dána jeho vnitřní strukturou, ale je řízena programem [18]. Jeho ovládání probíhá na základě nahraného softwaru, který bývá nejčastěji psán v jazyce C či C++ nebo pomocí assembleru (jazyk symbolických adres).

Výhodou mikrořadičů je, že obsahují vlastní paměť typu EEPROM, kde je program uložen a paměť typu FLASH pro uložení dat i po vypnutí napájení. Další výhodou je snadná implementace a nízká pořizovací cena. Ve srovnání s FPGA jsou na tom mikrořadiče se spotřebou hůře.

Mikroprocesory (CPU)

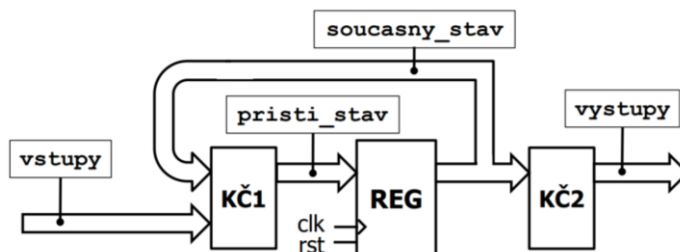
Rozdíl mezi mikrořadičem a mikroprocesorem (CPU) spočívá ve složitosti obou zařízení [18]. Oba dva jsou řízeny programem, ale na rozdíl od mikrořadiče, mikroprocesor potřebuje ke své činnosti spoustu dalších obvodů jako je paměť ROM, RAM, výstupní/vstupní porty, sběrnice, zdroj hodinového signálu atd. Mikrořadič tyto obvody sám již obsahuje. Mikroprocesory jsou oproti mikrořadičům několikanásobně výkonnější a jejich použití je univerzálnější. Proto se používají ve všech počítačích. Vysoký výkon je na úkor velké spotřebě, pořizovací ceně a složitosti implementace.

2.1.9 Stavové automaty

Konečný stavový automat je model zařízení, které se může nacházet v jednom ze svých definovaných stavů (konečný počet stavů) [19]. Podle typu automatu dochází k přechodu mezi stavy při změně vstupní kombinace signálů a aktivní hraně hodinového signálu, nebo jen při aktivní hraně hodinového signálu. Stav, do kterého automat přejde, závisí na současném stavu a vstupních signálech. Díky nim, lze automaty větvit do libovolné struktury. Na základě stavů a vstupů pak generuje výstupy (výstupní signály). Stavové automaty se nejčastěji používají dvou typů: Moore a Mealy.

Mooreův stavový automat

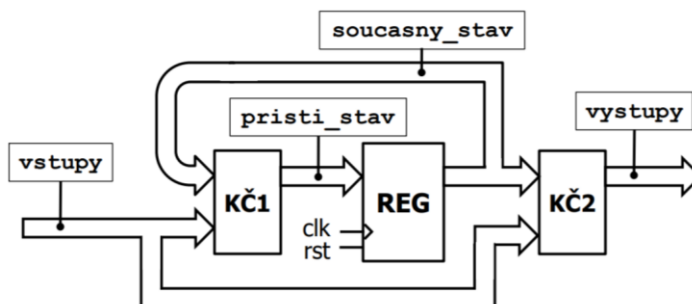
Výstupy automatu jsou závislé výhradně na současném stavu. Změna výstupu probíhá jen v okamžiku náběžné hrany hodinového signálu.



Obrázek 5 – Blokové schéma Moorova stavového automat [19]

Mealyho stavový automat

Výstupy automatu jsou závislé na současném stavu a stavu vstupů. Výstupy reagují okamžitě na změny signálů.



Obrázek 6 – Blokové schéma Mealyho automatu [19]

Popis stavových automatů

Stavové automaty bývají vyjádřeny blokovým schématem, ze kterého vyplívají vlastnosti automatu a jeho použití. Nejpráhlednější je popis chování pomocí stavového diagramu. Jedná se o grafickou metodu s konečným počtem stavů. Diagram popisuje všechny stavy a přípustné přechody mezi nimi.

Počáteční/koncový stav

V počáteční chvíli se automat nachází v počátečním stavu procesu. Počáteční stav je stav

bez jakékoliv vnitřní činnosti. Po dokončení činnosti je diagram nasměřován do koncového stavu. Existují diagramy bez koncového stavu, protože proces může probíhat stále dokola.

Přechod mezi stavy

Přechody slouží k propojení jednotlivých stavů. Přechod je znázorňován pomocí šipky od počátečního stavu k cílovému. K přechodu dojde, pokud nastane požadovaná událost (podmínka, požadovaná vstupní hodnota atd.).

Událost

Vyvolání události může být následkem změny signálu, ukončení časového úseku nebo ukončení vykonání jiné činnosti.

Akce

Činnost, která probíhá při přechodu mezi stavy nebo při vstupu a výstupu ze stavu.

Podmínka

Aby došlo k přechodu z jednoho stavu do druhého, musí být splněna podmínka.

2.2 Související legislativa

Zabezpečovací zařízení by mělo být navrženo tak, aby jeho funkce (detekce vniknutí, zpracování informací, vyhlášení poplachu a ovládání zabezpečovacího zařízení) bylo v souladu s normou ČSN EN 50131-1 [20]. Při návrhu je nutné určit, v jakém prostředí se bude zařízení nacházet a pro jaký stupeň má být konstruováno.

2.2.1 Stupeň zabezpečení

Norma rozděluje zabezpečovací systémy do čtyř stupňů rizika:

1. **stupeň zabezpečení** – nízké riziko
2. **stupeň zabezpečení** – nízké až střední riziko
3. **stupeň zabezpečení** – střední až vysoké riziko
4. **stupeň zabezpečení** – vysoké riziko

Rodinné domy, byty, garáže a chaty spadají do stupně 1. Komerční objekty spadají do stupně 2. U stupně 3 se jedná o např. zlatnictví, sřežení zbraní, cenin, narkotik apod. Do vysokého rizika (stupně 4) jsou řazeny objekty národního a vyššího významu např. tiskárny cenin. Dalším důležitým faktorem pro určení způsobu zabezpečení je zranitelnost objektu. Čím více frekventované místo, tím je pravděpodobnost vloupání nižší. Pokud se jedná o odlehlé místo, místo s vysokým plotem nebo na úplné samotě, pravděpodobnost pokusu o vniknutí tak vzrůstá. V úvahu můžeme vzít i hlučnost okolí daného místa.

2.2.2 Vybavenost narušitele

Velikost rizika lze rozdělit dle vybavenosti narušitele a jeho předpokládanou znalostí místa do čtyř kategorií:

1. **Kategorie** – malé znalosti zabezpečovacího zařízení, jednoduché nástroje
2. **Kategorie** – Omezené znalosti zabezpečovacího zařízení, běžné nástroje a přenosné přístroje
3. **Kategorie** – Osoba obeznámena se zabezpečovacím zařízením, rozsáhlý sortiment nástrojů a přenosných přístrojů
4. **Kategorie** – Osoba s podrobným plánem a kompletním sortimentem nástrojů

2.2.3 Třídy prostředí

1. **Třída:** Vnitřní – obytné a obchodní objekty (prostory při stálé teplotě). Předpokládaná teplota v rozmezí +5 °C až +40 °C
2. **Třída:** Vnitřní všeobecné – chodby, haly nebo schodiště (prostory při nestálé teplotě). Předpokládaná teplota v rozmezí –10 až +40 °C
3. **Třída:** Venkovní chráněné/extrémní vnitřní podmínky – prostory vně budovy, které nejsou ovlivňovány povětrnostními vlivy. Předpokládaný rozsah teplot –25 °C až +50 °C

4. **Třída:** Venkovní všeobecné – prostory vně budov, které mohou být ovlivňovány povětrnostními vlivy. Předpokládaný rozsah teplot -25 °C až $+60\text{ °C}$

2.2.4 Přístupové úrovně:

Pro přístup k ovládacím prvkům na různých přístupových úrovních musí být rozlišen pomocí zámků. Ty mohou být mechanického typu nebo softwarového.

1. **Úroveň** – kdokoliv
2. **Úroveň** – osoba obsluhující systém
3. **Úroveň** – servisní technici
4. **Úroveň** – výrobce zařízení

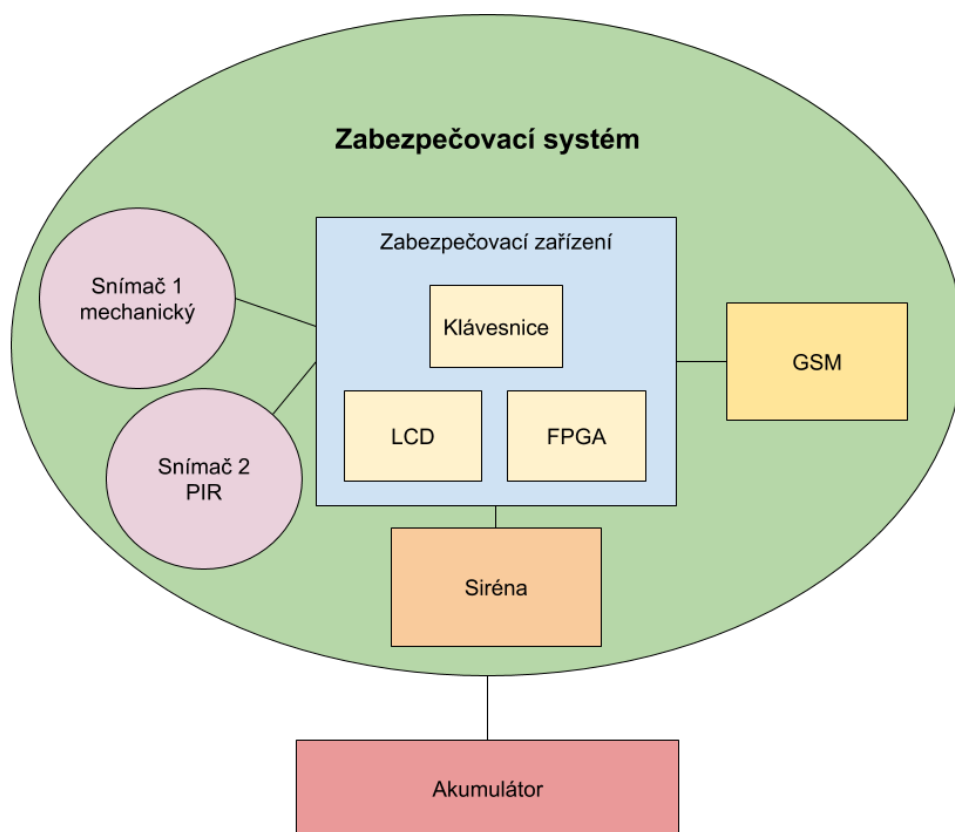
2.2.5 Napájení

Důležitou součástí zabezpečovacích systémů je zdroj napájení. Ten musí udržet zařízení v chodu po požadovanou dobu. Zdroj bývá uložen v hlavní jednotce zařízení pod krytem nebo v některých komponentách zabezpečovacího zařízení. Přepínání mezi základním a náhradním napájecím zdrojem nesmí ovlivnit činnost zařízení nebo způsobit poplach. Napájení dělíme na tři typy:

- A) Základní napájecí zdroj a náhradní zdroj dobíjení
- B) Základní napájecí zdroj a náhradní zdroj bez dobíjení
- C) Základní zdroj s omezenou kapacitou

3 NÁVRH VLASTNÍHO ŘEŠENÍ

K návrhu vlastního systému k zabezpečení prostoru je nutné si ujasnit, kde bude systém umístěn a co vše musí pro dané prostředí splňovat. Navrhovaný systém bude umístěn ve sklepních prostorách bytového domu, které se nacházejí uvnitř budovy v přízemí. Sklepní kóje jsou sice vyzděné z plného materiálu a jsou opatřeny plnými dveřmi. Bohužel příčné zdi nedosahují až ke stropu. To umožňuje nezvaným hostům nejen do kóje nahlédnout, ale i proniknout a odcizit uschované předměty. Systém bude sloužit primárně k zastrašení nezvaného hosta s možností informovat majitele o narušení prostoru hovorem nebo pomocí SMS zprávy. Jak je vidět na obrázku č. 7, systém se bude skládat ze zabezpečovacího zařízení řízeného pomocí FPGA, klávesnice pro ovládání, LCD displej, pohybového a dveřního senzoru, zvukové signalizace a GSM modulu. Celý systém bude napájen pomocí akumulátoru.



Obrázek 7 – Zabezpečovací systém

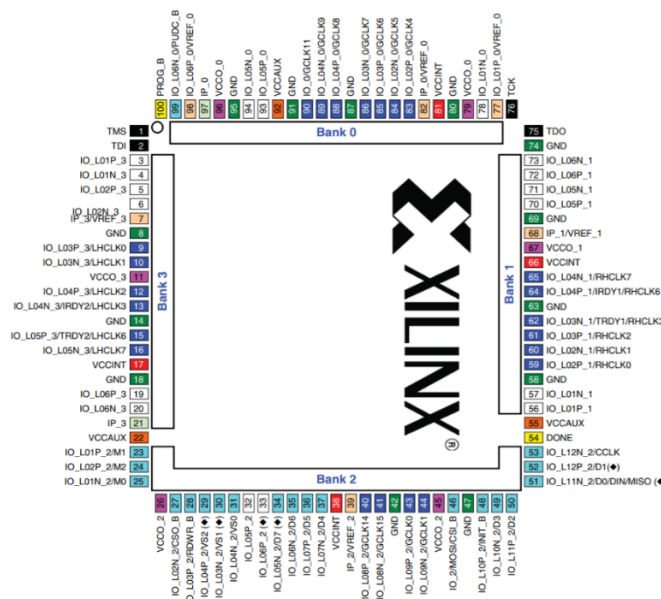
3.1 Požadavky a výběr komponent

Pro použití ve zmíněném prostoru by měli být použity komponenty s následujícími parametry

3.1.1 FPGA

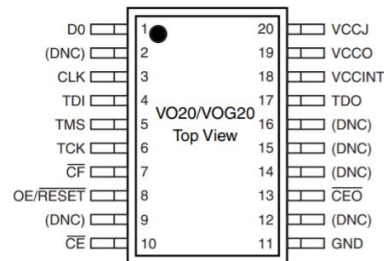
Jádrem zabezpečovacího zařízení má být programovatelná součástka jako je FPGA či CPLD. Na programovatelnou součástku nebyl kladen žádný speciální požadavek.

Vybral jsem FPGA od firmy Xilinx s označením XC3S50A–4VQG100C. Důvod výběru tohoto čipu je nízká cena (cca 300 Kč), neobsahuje žádné speciální prvky. Výhodou je jeho pouzdro TQFP (Thin Quad Flat Pack – tenké čtyřstranné ploché pouzdro) u kterého není potřeba pro zapájení do DPS použít žádné speciální nástroje či zařízení oproti pouzdru BGA (Ball grid array – mřížkové pole kuliček). Dalším důvodem výběru tohoto FPGA byla zkušenost s kontrolérou řady Spartan 3 v rámci výuky během studia. Jeho základním parametrem je 100 vývodů, ze kterých lze 68 použít jako vstupy/výstupy [21]. Maximální frekvence 250 MHz a obsahuje 1584 logických bloků. Napájecí napětí jádra se pohybuje v rozmezí 1,14 až 1,26 V a napájení vstupů/výstupu pomocí 3,3 V.



Obrázek 8 – Označení a využití vývodů kontroléru XC3S50A [21]

Bohužel toto FPGA neobsahuje konfigurační paměť. Dle katalogového listu je FPGA kompatibilní s pamětí EEPROM s označením XCF01S. Velikost této paměti je 1 Mbit, maximální frekvence 50 MHz a napájena je napětím 3,3 V.



Obrázek 9 – Rozložení pinů paměti EEPROM XCF01S [22]

3.1.2 Snímání pohybu

Jak již bylo zmíněno v první části práce, existují různé typy pohybových čidel. Nejvhodnější bude použít PIR čidlo, které zabere celou plochu sklepního prostoru. Pořizovací náklady čidla jsou nízké a díky tomu, že jde o pasivní typ senzoru, je energeticky nejušpornější [23].

Na základě požadavků bylo vybráno PIR čidlo s označením SB00312A-1 (viz ilustrační obrázek č. 10). Průměr tohoto čidla je pouhých 13 mm s úhlem detekce 100°. Čidlo disponuje velkým rozsahem napájecího napětí (3,3 V až 15 V DC). Toto čidlo indikuje záznam pohybu pomocí logické jedničky na výstupním pinu, jinak je pin v logické nule. Spotřeba je menší než 1 mA.



Obrázek 10 – PIR senzor s označením SB00312A-1 [23]

3.1.3 Čidlo průchodu dveřmi

Pro zaznamenání průchodu dveřmi by měl být použit takový spínač, který má malé rozměry, může být často spínán/rozpínán a má dlouhou životnost. Takové požadavky splňuje magnetický spínač. Vybrán byl konkrétně magnetické čidlo spínané pomocí jazýčkového kontaktu s označením ls-311-b38.

Toto čidlo se skládá ze dvou částí [24]. Permanentního magnetu umístěného na dveře a části s dvěma vodiči, které jsou umístěny na zárubeň dveří. Uzavřením dveří dojde k přiblížení magnetu k druhé části, čímž dojde k sepnutí jazýčkového kontaktu. Spínat lze napětí až do 100 V o maximálním proudu 0,5 A. Pracovní vzdálenost se pohybuje mezi 15 a 20 mm.



Obrázek 11 – Sada jazýčkového kontaktu s magnetem ls-311-b38 [24]

3.1.4 Akustická signalizace

Signalizace narušení prostoru pomocí sirény bude sloužit primárně k zastrašení nazvaného hosta. Důležité je vybrat takovou sirénu, která bude dostačující do sklepního prostoru o rozměru 2 x 3 metrů a odláká nezvaného hosta. Není zapotřebí, aby signalizace narušení prostoru byla slyšet po celém bytovém domě.

Pro tento účel je nejvhodnější piezo siréna s označením KPE-1501. Siréna obsahuje vnitřní elektroniku, díky které siréna po připojení napětí v rozsahu 5 až 12 V začne vydávat kolísavý tón o frekvenci 2 až 3,5 kHz o akustickém tlaku 15 dB [25].

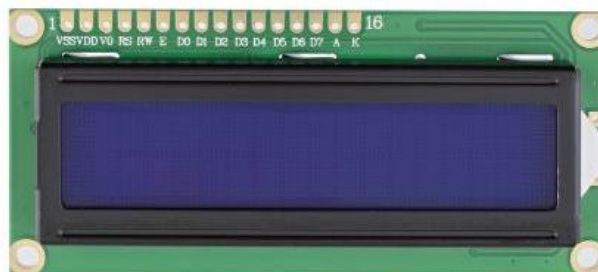


Obrázek 12 – Siréna KPE–1501 [25]

3.1.5 Zobrazovač

K zobrazení aktuálního stavu zabezpečovacího zařízení a indikaci zadávání kódu je potřeba vybrat takový displej, který nedosahuje velkých rozměrů, jednoduše se ovládá a dokáže zobrazit libovolný znak.

Tyto parametry splňuje alfanumerický LCD displej s řadičem HD4478. Vybrán byl konkrétně model se dvěma řádky. Na jeden řádek lze zobrazit 16 libovolných znaků. Pro lepší čitelnost byl zvolen modrý displej, který zobrazuje bílé body.



Obrázek 13 – Modrý LCD displej [26]

3.1.6 Klávesnice

Pro ovládání zařízení je nutno vybrat klávesnici. Zařízení bude využívat pro autorizaci kombinaci čísel a pro další ovládání speciální tlačítka.

Tyto parametry splňuje maticová klávesnice, která obsahuje čísla 0 až 9, znak *, znak # a písmena A B C D. Pro svůj tenký design byla vybrána membránová klávesnice, u které je na spodní straně klávesnice nalepena oboustranná páska pro snadnou montáž. Každá klávesa má životnost 100 milionů stisků.



Obrázek 14 – Membránová klávesnice 4 x 4 [27]

3.1.7 Akumulátor

Aby zařízení mohlo být napájeno co nejdéle, musí být vybrán akumulátor s největší možnou kapacitou. V zabezpečovacích zařízeních se jako záložní zdroj olověné akumulátory s elektrolytem ve formě gelu.

Z důvodu snadného dobíjení a jednoduché výměny se jeví jako nejvhodnější použít stejný olověný akumulátor.

3.1.8 GSM

Systém zabezpečovacího zařízení musí obsahovat GSM modul pro zasílání textových zpráv. Na výběr GSM zařízení nebyl kladen žádný požadavek, proto byl vybrán modul od firmy Arduino s řídicím čipem s označením SIM800L. Modul má vyvedenou anténu pro lepší příjem signálu, napájen je stejnosměrným napětím 5 V a má široký rozsah provozní teploty (−40 až +85 °C) [28].



Obrázek 15 – GSM modul s čipem SIM800L [28]

Registrace SIM karty do sítě GSM je indikována pomocí LED diody. Pokud dioda neblinká, modul je nefunkční. Blikáním jednou za sekundu je signalizováno, že modul není registrován do sítě. Zaregistrovaný modul je indikován probliknutím jednou za tři sekundy. Registrace lze zjistit i pomocí AT příkazů.

Po připojení napájení a registrace do sítě GSM se nachází modul v pohotovostním režimu. Tento mód je energeticky nejnáročnější a hodí se spíše pro zařízení, které chceme ovládat pomocí SMS zpráv. Další možností je režim sleep. Tento mód musí být vždy povolen po připojení. Tento mód sníží spotřebu na zlomek její původní hodnoty. SIM je stále registrována, ale neprobíhá žádná síťová aktivita. Tento mód je vhodný do zařízení, které očekává nebo odesílá SMS ve velmi nízké četnosti.

3.2 Technické parametry použitých komponent

3.2.1 Proudová spotřeba

Z důvodu návrhu nízkopříkonového zařízení se musíme zaměřit na proudovou spotřebu jednotlivých komponent, kterou můžeme rozlišovat ve dvou stavech. Klidový stav (zařízení neprovádí žádnou činnost nebo je v úsporném režimu) a aktivní stav (zařízení je aktivní, vykonává svoji činnost nebo je v pohotovostním režimu).

Tab. 3.1 – Přehled proudové spotřeby v klidovém a aktivním stavu

Zařízení	Proudový odběr	
	Klidový stav	Aktivní stav
Zabezpečovací zařízení	10 mA	10 mA
GSM modul	2 mA	14 mA
PIR čidlo	0,14 mA	0,14 mA
Siréna	0 A	20 mA
LCD	0 A	12 mA
Celkem:	12,14 mA	

Tyto hodnoty byly naměřeny multimetrem značky ProsKit s označením MT-1232 v režimu A metr. Jako zdroj napětí byl použit 6 V olověný akumulátor.

Výpočet měsíční spotřeby

Pro objektivní výpočet musí být předem stanoveny režimy, se kterými při kterých bude výpočet prováděn. Dále musíme zohlednit dobu od spuštění ke zrušení poplachu. Tato doba byla stanovena na 0,5 hodiny. To je doba, za kterou je možno přijet k systému zabezpečovacího zařízení a poplach zrušit. Pro výpočet měsíční spotřeby byl stanoven následující vzorec:

$$\text{Spotřeba [Ah/měsíc]} = I_{\text{siréna}} * 0,5 * a + I_{\text{GSM A}} * 0,00417 * a + I_{\text{GSM K}} * 720 + I_{\text{PIR}} * 720 + I_{\text{ZZ}} * 720 + I_{\text{LCD}} * a * 0,5 + I_{\text{LCD}} * b * t$$

kde: a = počet poplachů, b = počet návštěv, t = doba návštěvy v hodinách

Výpočet měsíční spotřeby v Ah/měsíc = odebíraný proud sirény * 0,5 hodiny (doba od spuštění poplachu k jeho zrušení) * počet poplachů v měsíci + proud GSM modulu v aktivním režimu * aktivní doba 15 sekund v hodinách + proud GSM modulu v klidovém režimu * doba 1 měsíce přepočítaná na hodiny + proud zabezpečovacího zařízení * doba 1 měsíce přepočítaná na hodiny + proud odebíraný LCD displejem * počet poplachů * 0,5 hodiny + proud LCD displeje * počet návštěv * doba návštěvy v hodinách

Proud magnetickým čidlem a klávesnicí je malý, proto bude ve výpočtu zanedbán.

Režim A – žádný poplach, žádná návštěva majitelem

$$\text{Spotřeba [Ah/měsíc]} = 0,02 * 0,5 * 0 + 0,014 * 0,00417 * 0 + 0,002 * 720 + 0,00014 * 720 + 0,01 * 720 + 0,012 * 1 * 0,5 + 0,012 * 0 * 0 = 1,44 + 0,1008 + 7,2 = 8,74 \text{ Ah/měsíc}$$

$$\text{Výdrž [měsíc]} = \text{kapacita akumulátoru [Ah]} / \text{spotřeba [Ah/měsíc]}$$

$$\text{Výdrž} = 20 / 8,74 = 2,288 \text{ měsíce}$$

Při použití akumulátoru o hodnotě 20 Ah, získáváme výdrž 2 měsíce a 8,5 dne.

Režim B – 1 poplach, 3 návštěvy majitele po dobu 5 minut.

$$\text{Spotřeba [Ah/měsíc]} = 0,02 * 0,5 * 1 + 0,014 * 0,00417 * 1 + 0,002 * 720 + 0,00014 * 720 + 0,01 * 720 + 0,012 * 1 * 0,5 + 0,012 * 3 * (5/60) = 8,76 \text{ Ah/měsíc}$$

$$\text{Výdrž} = 20 / 8,76 = 2,283 \text{ měsíce}$$

Režim C – 3 poplachy, žádná návštěva majitelem

$$\text{Spotřeba [Ah/měsíc]} = 0,02 * 0,5 * 3 + 0,014 * 0,00417 * 3 + 0,002 * 720 + 0,00014 * 720 + 0,01 * 720 + 0,012 * 3 * 0,5 + 0,012 * 0 * 0 = 8,79 \text{ Ah/měsíc}$$

$$\text{Výdrž} = 20 / 8,79 = 2,275 \text{ měsíce}$$

Režim D – 0 poplachy, 3 návštěvy s délkou trvání 0,5 hodiny

$$\text{Spotřeba [Ah/měsíc]} = 0,02 * 0,5 * 0 + 0,014 * 0,00417 * 0 + 0,002 * 720 + 0,00014 * 720 + 0,01 * 720 + 0,012 * 0 * 0,5 + 0,012 * 3 * 0,5 = 8,81 \text{ Ah/měsíc}$$

$$\text{Výdrž} = 20 / 8,81 = 2,27 \text{ měsíce}$$

3.2.2 Doba registrace GSM

Experimentálním způsobem bylo zjištěno, že průměrná doba registrace SIM karty do sítě GSM trvá 8 sekund.

3.3 Realizace zabezpečovacího zařízení

V návrhovém prostředí Eagle bylo vytvořeno schéma a DPS zabezpečovacího zařízení. DPS byla přizpůsobena rozměrům 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.

[29]



Obrázek 16 – Instalační krabice S-BOX 416 [29]

3.3.1 Potřebná napájecí napětí

Z technických parametrů použitých komponent je potřeba zajistit následující hodnoty napětí.

Napětí 1,2 V

Potřebné napětí pro jádro FPGA. O toto napětí zaručí DC-DC měnič s označením TSR 1-2412. Tento měnič má vstupní napětí v rozsahu 4,6 až 36 V. Napětí 1,2 V dokáže dodávat s proudem až 1 A. Výhodou použité součástky je pouzdro SIP3, které má stejnou rozteč jako pouzdro TO220.

[30]

Napětí 3,3 V

Napětí 3,3 V je potřeba pro napájení vstupů/výstupů FPGA. Toto napětí zajistí DC-DC měnič s označením TSR 1-2433 s rozsahem vstupního napětí 4,75 až 36 V a výstupní proud 1 A.



Obrázek 17 – DC/DC měnič v pouzdře SIP3 [31]

Napětí 5 V

Toto napětí je potřeba pro napájení GSM modulu, LCD displeje. Pro toto napětí byl použit lineární stabilizátor 7805CV, který má na výstupu 5 V o maximálním výstupním proudu 1,5 A.

[32]

3.3.2 Propojení systému

Jednotlivá zařízení byla připojena k FPGA následující piny:

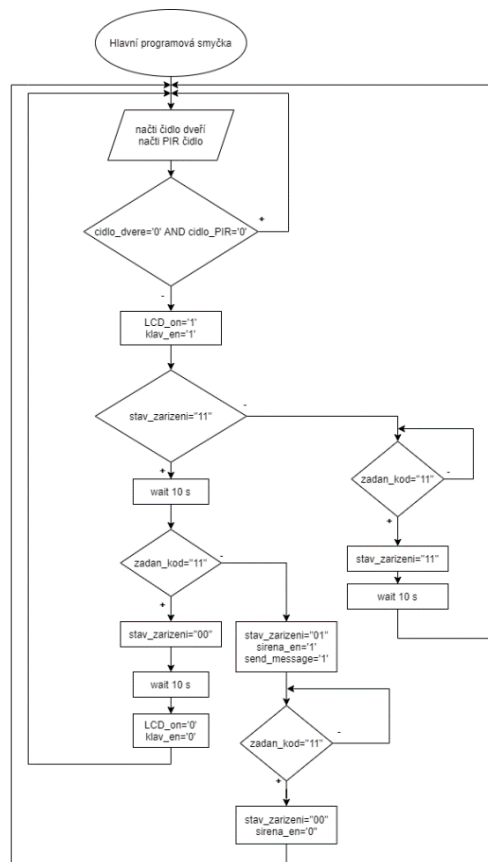
- Čidlo průchodu dveřmi: P20
- PIR čidlo: P65
- Klávesnice: řádky P59 – P62, sloupce P70 – P73
- Siréna: P99
- LCD displej: Data P27 – P34, E P35, RS P36, LCD_ON P37, LCD_LIGHT P40
- GSM: RXD P89, TXD P90
- Externí zdroj hodinového signálu o frekvenci 16 MHz: P44

Z důvodu úspory energie jsou Siréna a LCD displej (piny LCD_ON – zapnutí LCD a LCD_LIGH – podsvícení) připojeny přes spínací tranzistory BC327. Pokud z nějakého důvodu není žádoucí zvuková signalizace narušení prostoru, lze sirénu vypnout odstraněním zkratovací propojky. Tím je dosaženo tzv. tichého módu oznámení o narušení prostoru.

3.3.3 Vývojové diagramy

Hlavní programová smyčka

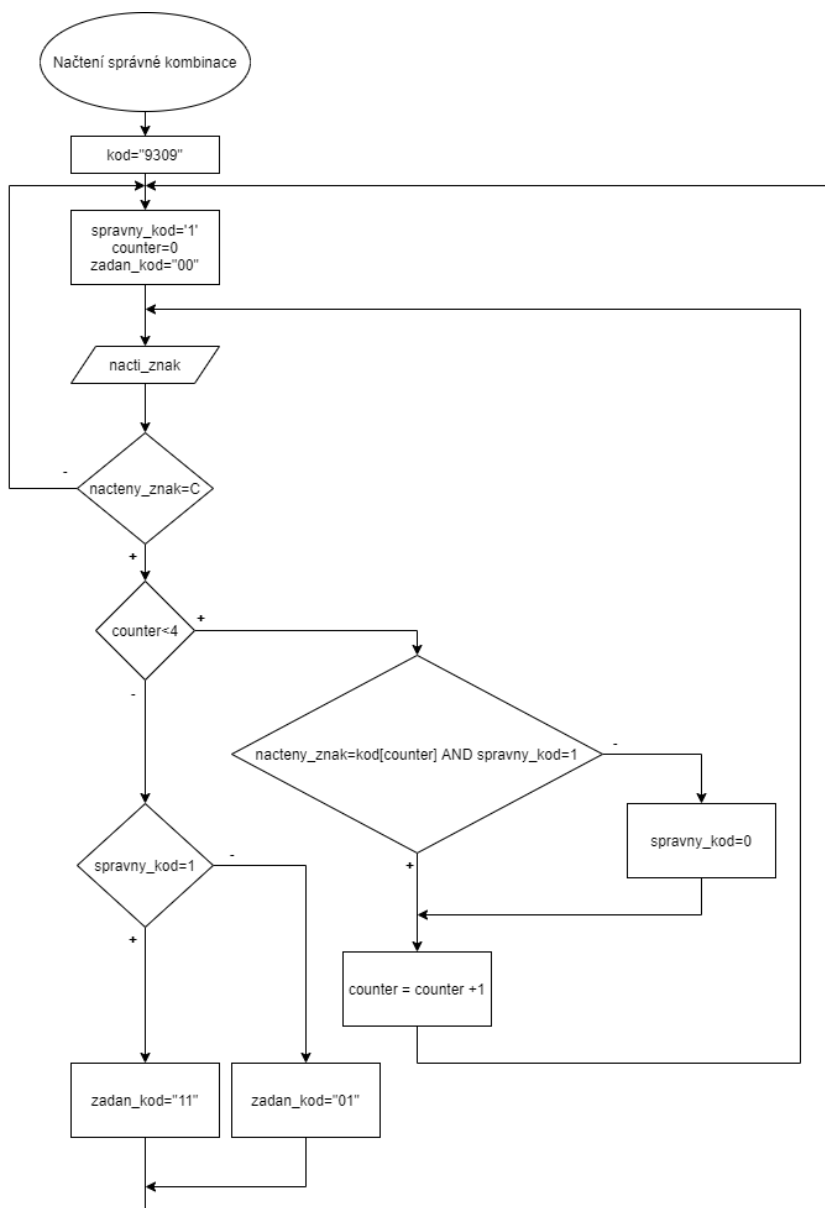
Zabezpečovací zařízení testuje, zda byl zaznamenán průchod dveřmi nebo narušen prostor pomocí pohybového čidla. Pokud ano, rozsvítí se LCD displej, na kterém je zobrazen aktuální stav zařízení. Současně je povoleno načítání z klávesnice. Následuje testování stavu zařízení (zda je zabezpečeno nebo odkódováno). Pokud je zařízení ve stavu zabezpečeno, má narušitel 10 sekund na to, aby zadal správnou kombinaci pro odkódování. Pokud je kód zadán správně, zařízení zobrazí na displeji stav odkódováno a po dalších 10 sekundách dochází k vypnutí displeje a zařízení přechází do základního stavu. Pokud je kód zadán špatně nebo vůbec, spustí se zvuková signalizace a majitel je informován o narušení pomocí GSM modulu. Pokud je zařízení ve stavu odkódováno, testuje se, zda byla zadána správná kombinace. Pokud byl kód zadán správně, na displeji se zobrazí stav zakódováno a po 10 sekundách je displej vypnut a deaktivována klávesnice.



Obrázek 18 – Vývojový diagram hlavní programové smyčky

Zadání kódu zabezpečovacího systému pro odkódování/zakódování

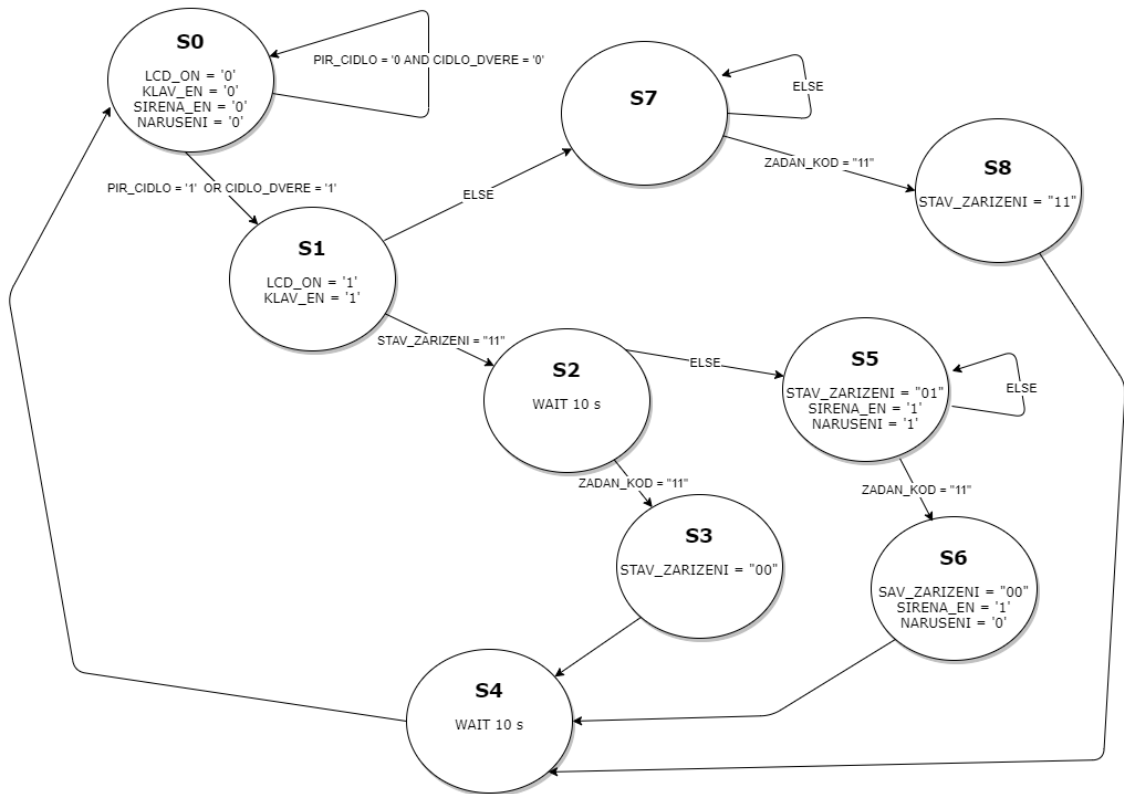
Vývojový diagram v každém kroku testuje, zda nebylo stisknuto tlačítko C, které v jakémkoliv okamžiku nuluje zadávaný kód. Následně je testováno, zda nejsou zadány čtyři znaky. Pokud ne, je testováno, zda byl předchozí znak zadán správně a zároveň zda je načtené číslo stejné jako na pozici určované counterem. Pokud se číslo neshoduje, je nastaven příznak a counter zvětšen o jedničku a vrací se do místa, kde probíhá načítání dalšího znaku. Pokud byly zadány čtyři číslice, testuje se příznak správnosti kódu a dle něho kombinace pro další vyhodnocování.



Obrázek 19 – Vývojový diagram načítání kódu zabezpečovacího zařízení

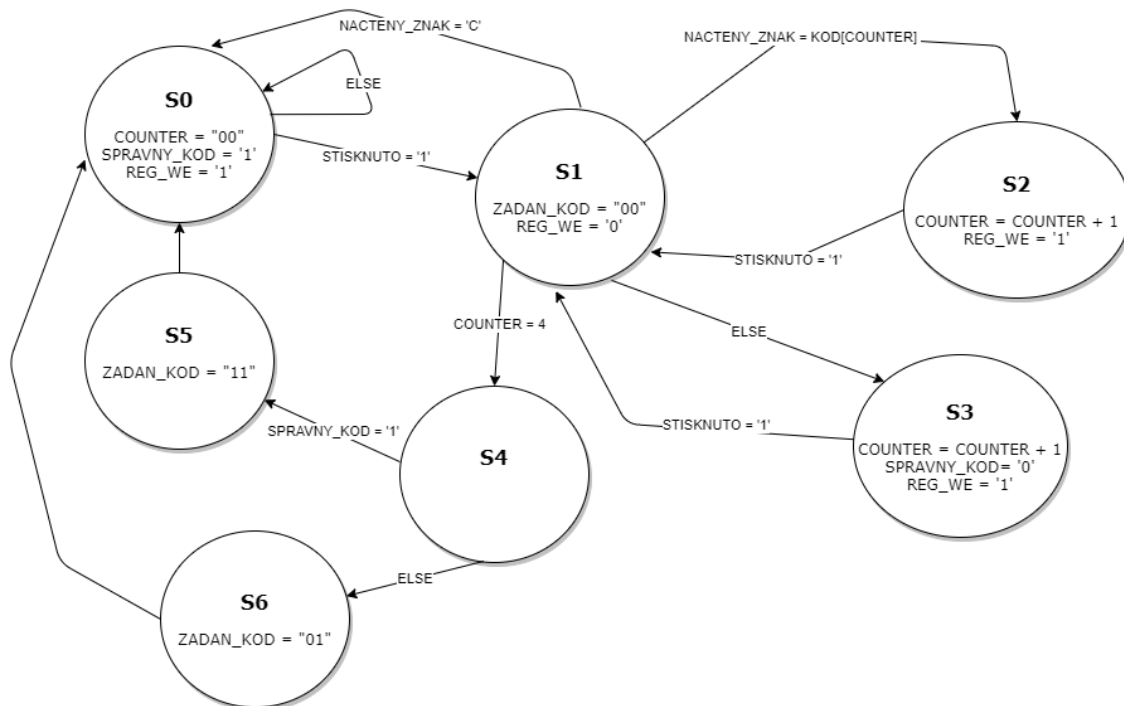
3.3.4 Návrh firmwaru

Zabezpečovací zařízení je řízeno hlavním modulem, který je řešen pomocí stavového automatu. Pro vyhodnocování stavu zabezpečovacího zařízení byl navržen následující stavový automat, který vychází z vývojového diagramu z předchozí kapitoly. K vyhodnocování bylo nutné předem stanovit signály a jejich kódový význam. Signál ZADAN_KOD s hodnotou "00" symbolizuje neurčitý stav. Hodnota "11" symbolizuje, že byla zadána správná kombinace kódu a "01" symbolizuje špatně zadanou kombinaci kódu. Signál STAV_ZARIZENI svojí hodnotou "00" značí, že zařízení je ve stavu odkódováno. Hodnota "11" značí stav zabezpečeno a hodnota "01" prostor narušen. Pokud je signál NARUSENI v logické jedničce, je to podmět pro oznámení o narušení pro GMS modul.



Obrázek 20 – Stavový automat zakódování/odkódování

Pro ověření správnosti zadávaného kódu byl navržen stavový automat, který po zadání správného kódu změní signál ZADAN_KOD na hodnotu "11". Hodnota "01" oznamuje, že kód byl zadán špatně. Hodnota "00" znamená neurčitý stav, zadávání právě probíhá.



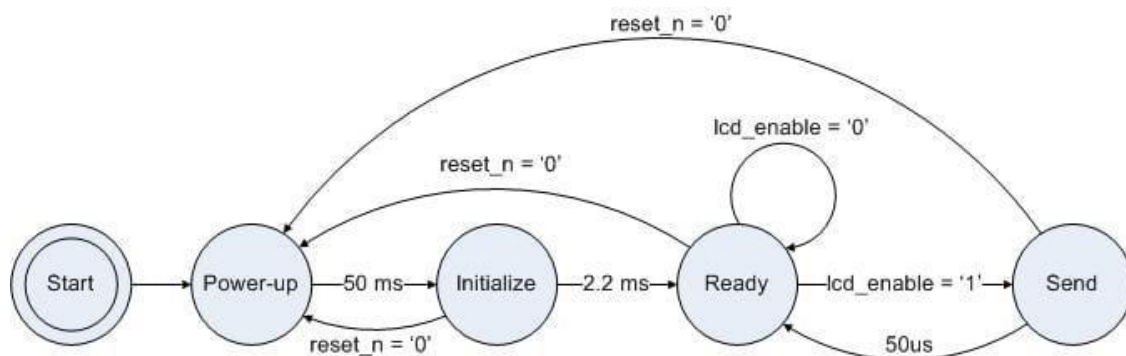
Obrázek 21 – Stavový automat ověřující správnost zadávaného kódu

Vyhodnocení stisku maticové klávesnice

K vyhodnocení stisknutého tlačítka byla použita komponenta vytvořená během výuky předmětu MNDO.

Ovládání LCD displeje

Pro ovládání LCD displeje ve VHDL byl použit modul stažený z webu [33]. Stažený modul obsahuje základní nastavení pomocí generik (počet řádků, počet znaků na řádek, frekvence oscilátoru a další) Tento modul ke své činnosti využívá stavový automat.



Obrázek 22 – Stavový automat pro ovládání LCD displeje [33]

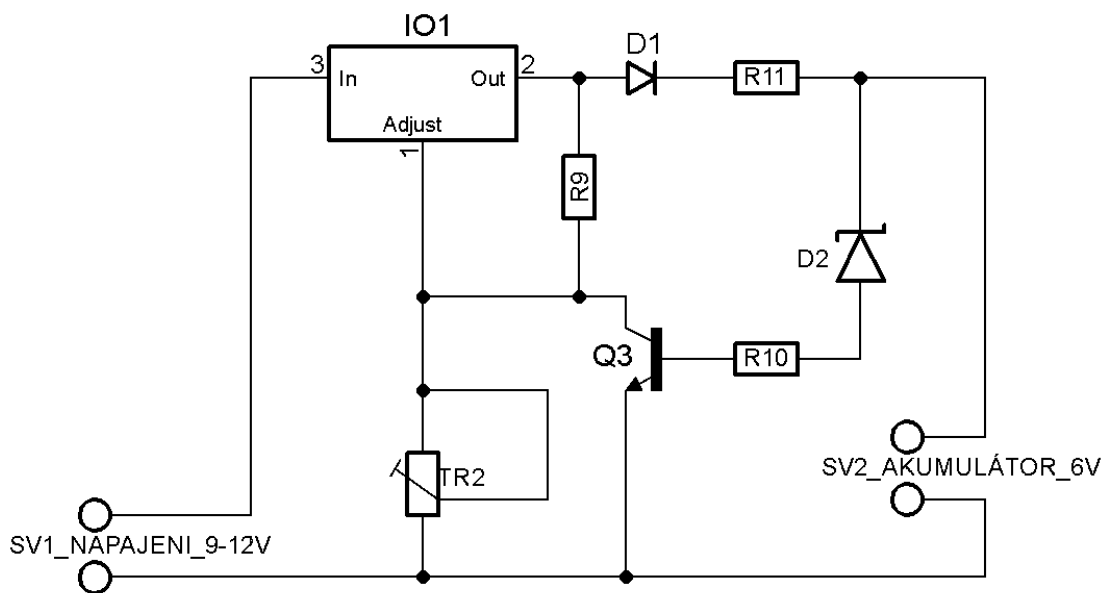
Komunikace s GSM

Komunikace s modulem probíhá pomocí sériového rozhraní UART rychlostí 9600 bit/s, kde je přenášeno 8 bitů bez parity a jedním stop bitem. Modul s rozhraním UART ve VHDL byl stažen z webu [34].

GSM modul je ovládán pomocí AT příkazů, které definuje norma GSM. Oznámení o narušení prostoru je formou telefonického hovoru, který je vyvolán pomocí příkazu **ATD+420*****;**. Hovor lze ukončit příkazem **ATH**.

3.3.5 Nabíjení akumulátoru

Zabezpečovací zařízení napájí olověný akumulátor, který je připojený přímo k DPS. K zařízení lze také připojit napájecí adaptér se stejnosměrným napětím 9 V pomocí sousého konektoru o průměru 5,5/2,1 mm. Přivedením tohoto napětí dojde k sepnutí relé, které odpojí olověný akumulátor a připojený adaptér se stává primárním zdrojem. Pro eliminaci výpadku napětí během přepínání je k obvodu připojen elektrolytický kondenzátor. Odpojením akumulátoru dochází zároveň k jeho dobíjení. K tomu slouží jednoduchý obvod se součástkou LM317. Maximální nabíjecí napětí se nastavuje pomocí trimru TR2. V našem případě na 7,2 V. Pokud se blíží napětí k maximální hodnotě, dochází k odpojení nabíjení. Rezistor R11 slouží k nastavení nabíjecího proudu.



Obrázek 23 – Schéma napájení pomocí obvodu LM317 [35]

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

Výpočet nabíjecího proudu pro nabíjení akumulátoru:

$$R11 = 6,8 \text{ V} / 10 \text{ R} = 0,68 \text{ A}$$

4 DISKUSE

4.1 Oznámení pomocí hovoru nebo SMS zprávou

V zadání práce nebylo stanoveno přesně jakou formou má být majitel informován pomocí sítě GSM. Zvolena byla možnost pomocí vytočení hovoru, tedy pokud je sklepní prostor narušen a do 10 sekund není zadán správný autorizační kód, začne majiteli zvonit mobilní telefon s číslem vložené SIM karty. Tímto způsobem je upozorněna pouze jedna osoba, ale tím je zvýšena pravděpodobnost, že si majitel všimne vyzváněcího telefonu. GSM modul nabízí možnost zasílat i SMS zprávy. SMS zpráv by šlo využít, pokud by mělo být upozorněno o narušení prostoru více mobilních telefonů. Z důvodu použití předplacené SIM karty je levnější variantou pouze vytáčení čísla než zasílat SMS zprávy, které jsou zpoplatněny.

4.2 Zvýšit úsporu odpojováním napětí GSM modulu

GSM modul je připojen k napětí po celou dobu. Aktivováním úsporného režimu je tak snížena jeho spotřeba na zlomkovou hodnotu. Pokud bychom chtěli jeho spotřebu snížit až na nulu, existuje varianta spínat GSM modul dle potřeby pomocí tranzistoru. Jak již bylo experimentálně zjištěno, SIM kartě trvá připojení do sítě přibližně 8 sekund, což je dostačující čas, protože narušitel/majitel má čas 10 sekund po narušení prostoru zadat kód pro odkódování. Spínáním pomocí tranzistoru lze dosáhnout větší úspory elektrické energie, ale registrace do sítě je energeticky náročná záležitost, která může díky proudovým špičkám narušit chod systému zabezpečovacího zařízení.

4.3 Vyřazení pohybového čidla

V době výběru tématu této práce nebyly příčky sklepní kóje vystavěny až ke stropu. Zloděj se mohl tímto prostorem podívat, co se uvnitř skrývá a vlézt tudy a odcizit předměty, které projdou prostorem. Z tohoto důvodu byl použit pohybový senzor. V průběhu roku došlo k dostavění stěn sklepní kóje až ke stropu jako opatření proti

krádežím. Tím odpadá důvod použít k detekci narušení prostoru čidlo pohybu. Odpojením čidla by nebyla narušena funkcionality hardwaru. Měsíční spotřeba pohybového čidla byla vypočítána vztahem:

$$\text{Měsíční spotřeba PIR} = I_{PIR} * 720 = 0,00014 * 720 = 0,1 \text{ Ah}$$

Výdrž zařízení v režimu A by se prodloužila při použití akumulátoru s kapacitou 20 Ah o 0,8 dne. Bylo očekáváno, že se výdrž prodlouží o několik týdnů, což se bohužel nestalo.

4.4 Výdrž zařízení

Zabezpečovací zařízení odebírá v klidovém režimu proud 10 mA. Pro nízkopříkonového zařízení je to vysoká hodnota. Očekávána byla hodnota okolo 1 mA. Dle mého názoru největší spotřebu mají pasivní součástky, měniče napětí a samotné FPGA. Proudová spotřeba by se mohla snížit použitím součástek pro napájení zařízení s větší účinností a menším proudovým odběrem. Další úspory by mohlo dojít vypínáním částí bloků FPGA a tím řídit jeho spotřebu.

Systém zabezpečovacího zařízení byl určen do prostoru bez možnosti síťového napájení. Během návrhu a výroby zabezpečovacího zařízení došlo ke změnám ve sklepním prostoru. Jak již bylo zmíněno, příčné zdi byly dostavěny až ke stropu a při té příležitosti bylo do sklepních kójí přivedeno síťové napájení. V tuto chvíli odpadá nutnost napájení systému zabezpečovacího zařízení pouze pomocí akumulátoru.

ZÁVĚR

Diplomová práce se zabývá návrhem a realizací systému k zabezpečení sklepního prostoru bez elektřiny proti nezvaným hostům. Navržený systém obsahuje čidlo průchodu dveřmi, čidlo pohybu, zabezpečovací zařízení s klávesnicí pro zakódování a odkódování prostoru, GSM modul pro ohlášení narušení na mobilní telefon a LCD displej pro zobrazení aktuálního stavu zařízení. Systém byl rozšířen o akustickou sirénu, která souží hlavně k zastrašení narušitele. Jako jádro zabezpečovacího zařízení bylo použito FPGA třídy Spartan 3 od firmy Xilinx. Celé zařízení napájí olověný akumulátor.

V první části práce byla představena některá dostupná řešení zabezpečovacích zařízení. Jejich zhodnocením bylo zjištěno, že dostupná řešení na trhu jsou pro daný prostor nevyhovující nebo by takové řešení stálo desetitisíce korun. K návrhu schématu a DPS byl navržen pomocí návrhového softwaru Eagle. Po návrhu DPS byla deska vyrobena v domácích podmínkách. Jako vývojka byl použit roztok hydroxidu sodného a leptací roztok chloridu železitého.

Pomocí nástroje ISE od firmy Xilinx byl ve VHDL napsán popis chování zařízení. Tento hardwarový popis byl přenesen do programovatelné paměti pomocí rozhraní JTAG.

Během ožívování zabezpečovacího zařízení došlo k několika problémům. Některé vodivé cesty obsahovali přerušeni nebo studené spoje. Při zjišťování základních parametrů GSM modulu, byl zjištěn problém s registrací zařízení do sítě GSM. Díky konzultaci s vedoucím práce byl tento problém odstraněn paralelním připojením elektrolytického a keramického kondenzátoru paralelně mezi napájecí konektory. GSM modul potřeboval dodat krátký proudový impuls, který byl dodán právě těmito kondenzátory.

Systém zabezpečovacího zařízení má měsíční spotřebu 8,74 Ah, což je téměř kapacita jednoho olověného akumulátoru. Bylo očekáváno, že zařízení bude mnohem úspornější a vydrží na akumulátor několik měsíců.

Vzhledem k tomu, že do sklepního prostoru byla během výroby systému dotažena elektřina, nevadí, že zařízení má větší odběr. Zařízení bude stále připojeno do sítě a akumulátor bude použit pouze jako záložní zdroj při výpadku síťového napětí.

POUŽITÁ LITERATURA

- [1] Alarm na vstupní dveře a sklepní kóje Codeman. *Zabezpečovací-zarizeni.cz* [online]. 12. prosince 2019. Dostupné z: <https://1url.cz/szMaQ>
- [2] Zabezpečení sklepa *Modernizabezpeceni.cz* [online]. 12. prosince 2020. Dostupné z: <http://www.modernizabezpeceni.cz/zabezpeceni-sklepa>
- [3] EVOLVEO Sonix. *Alza.cz* [online]. [cit. 2019-12-12]. Dostupné z: <https://1url.cz/EzMai>
- [4] DANG, Thanh Tomáš. Jednoduché zabezpečovací zařízení [online]. Brno, 2015 [cit. 2020-08-07]. Dostupné z: <<https://theses.cz/id/fm2mtg/>>. Bakalářská práce. Masarykova univerzita, Fakulta informatiky. Vedoucí práce Zdeněk Matěj.
- [5] ŠKOVŘÁNEK, Jiří. Návrh a realizace zabezpečovacího zařízení s využitím technologií Raspberry Pi a IQRF [online]. Ostrava, 2017 [cit. 2020-08-07]. Dostupné z: <<https://theses.cz/id/16c1ab/>>. Diplomová práce. Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava, Fakulta elektrotechniky a informatiky. Vedoucí práce Martin Pieš.
- [6] STRUŠKA, Martin. Možnost provozu zabezpečovacích zařízení bez připojení k trvalému zdroji energie [online]. Zlín, 2013 [cit. 2020-08-07]. Dostupné z: <<https://theses.cz/id/tldjdi/>>. Diplomová práce. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, Fakulta aplikované informatiky. Vedoucí práce Lubomír Macků.
- [7] ČERNOHLÁVEK, Petr. Elektronická zabezpečovací a monitorovací jednotka [online]. Pardubice, 2013 [cit. 2020-08-08]. Dostupné z: <<https://theses.cz/id/0zo7a0/>>. Bakalářská práce. Univerzita Pardubice, Fakulta elektrotechniky a informatiky. Vedoucí práce Libor Havlíček.
- [8] Pohybová čidla – konkrétní průvodce. *E-light.cz* [online]. 2. srpna 2020 [vid. 2017-11-25]. Dostupné z: <https://www.e-light.cz/zprava/cidla-pohybu-a-svitidla-s-cidlem-zakladni-rady-a-tipy>
- [9] Arduino a sériová komunikace. *Uart.cz – Electronics, programming and stuff.* [online]. 8. srpna 2020. [vid. 2011-09-23]. Dostupné z: <https://uart.cz/139/arduino-a-seriova-komunikace/>
- [10] Segmentový displej. *Wikipedie – otevřená encyklopedie.* [online]. 8. srpna 2020. https://cs.wikipedia.org/wiki/Segmentov%C3%BD_displej
- [11] SEJKORA, Martin. Maticový LED displej [elektronický dokument]. 2016 [cit. 2020-08-09].

- Dostupný z: http://stretch.fs.cvut.cz/2016/sbornik_2016/a-CD-stretch2016/Pardubice-Sejkora-Maticov%C3%BD%20displej.pdf
- [12] Princip Vašeho LCD displeje. *Mobile effect* [online]. 13. března 2020 [vid. 2013-05-14]
Dostupné z: <http://mobile-effect.cz/clanky/princip-vaseho-lcd-displeje-949904>
- [13] GSM systém a jeho využití. *Tegus* [online]. 8. srpna 2020 [vid. 2015-05-20] Dostupné z:
<https://www.tegus.cz/magazin/technologie/gsm-system-a-jeho-vyuziti>
- [14] Elektroakustické měniče. *Dlabos* [online]. 9. srpna 2020. Dostupné z:
http://dlabos.wz.cz/en/Eletkroakusticke_menice.html
- [15] Jaký je rozdíl mezi bateriemi typu NiMH, Li-Ion a Li-Pol. *Usporyvm* [online]. 9. srpna 2020.
Dostupné z:
http://usporyvm.sweb.cz/pomucky/rozdil_mezi_bateriemi_nimh_lion_lipol.htm
- [16] Olověné akumulátory a gelové baterie. *Emerx – Svět úžasných doplňků pro dům, byt i zahradu.* [online]. 9. srpna 2020. Dostupné z: <https://www.emerx.cz/olovene-akumulatory-a-gelove-baterie.html>
- [17] Co je FPGA a proč je použit. *Vývoj HW – profesionální elektronika.* [online]. 2. srpna 2020.
Dostupné z: <https://vyvoj.hw.cz/zaklady-fpga-co-je-fpga-a-proc-je-pouzit.html>
- [18] INTEGROVANÁ STŘEDNÍ ŠKOLA VALAŠSKÉ MEZIRÍČÍ. Mikrořadiče. [elektronický dokument]. 2008 [cit. 2020-08-01]. Dostupný z:
http://www.bernkopf.cz/skola/predmety/pic/materialy/texty/mikroradice_vlcek.pdf
- [19] KUBÍČEK, Michal. Programovatelné logické obvody – přednáška 3. [elektronický dokument]. 2019 [cit. 2020-08-01]. Dostupný z: https://moodle-archiv.ro.vutbr.cz/pluginfile.php/475557/mod_resource/content/14/Prednaska_03_Latch_FF_stavove_automaty_1.pdf
- [20] KOHOUT, Michal. Přístupové a zabezpečovací systémy [online]. Brno, 2010 [cit. 2020-07-29].
Dostupné z:
https://www.vutbr.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=28990.
Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií. Vedoucí práce Petr Fiedler
- [21] XILINX. Spartan-3A FPGA Family: data Sheet [online]. DS529 August 19, 2010 [cit. 2019-12-12]. Dostupný z: <https://docs.rs-online.com/ae41/0900766b813ecd40.pdf>
- [22] XILINX Platform Flash In-System Programmable Configuration PROMs [online]. DS123

- (v2.11.1) March 30, 2007 [cit. 2020-03-15]. Dostupný z: <https://www.digchip.com/datasheets/parts/datasheet/534/XCF01S-pdf.php>
- [23] PIR modul SB00312A-1. *GM electronic* [online]. 12. ledna 2020. Dostupné z: <https://www.gme.cz/pir-modul-sb00312a-1>
- [24] Jazyčkový magnetický senzor LS-311-B38. *GM electronic* [online]. 12. ledna 2020. Dostupné z: <https://www.gme.cz/magneticky-jazyckovy-kontakt-ls-311-b38>
- [25] Piezobzučák KPE-1501. *GM electronic* [online]. 2. května 2020. Dostupné z: <https://www.gme.cz/sirenka-kpe-1501>
- [26] LCD alfanumerický displej LCD displej 16x2 modrý. *GM electronic*. 12. prosince 2019. Dostupné z: <https://www.gme.cz/alfanumericky-lcd-displej-16x2-modry-hd44780>
- [27] Membránová klávesnice 4x4. *GM electronic* [online]. 12. prosince 2019. Dostupné z: <https://www.gme.cz/membranova-klavesnice-4x4>
- [28] Modul se SIM800L V2.0. *GM electronic* [online]. 12. prosince 2019. Dostupné z: <https://www.gme.cz/modul-se-sim800l-v2-0-gsm-gprs-antena>
- [29] Instalační krabice s-box 416. *GM electronic* [online]. 16. května 2020. Dostupné z: <https://www.gme.cz/krabice-ip65-s-box-416>
- [30] TRACO POWER TSR 1-2412. *tme* [online]. 11. prosince 2019. Dostupné z: <https://1url.cz/IzMaq>
- [31] TRACO POWER TSR 1-2433. *tme* [online]. 11. prosince 2019. Dostupné z: <https://1url.cz/GzMaE>
- [32] Stabilizátor pevného napětí 7805CV-DG. *GM electronic* [online]. 16. května 2020. Dostupné z: <https://www.gme.cz/stabilizator-pevneho-napeti-st-microelectronics-thomson-7805cv-stm>
- [33] Character LCD Module Controller (VHDL). *Digikey* [online]. 4. května 2020. Dostupné z: <https://www.digikey.com/eewiki/pages/viewpage.action?pageId=4096079>
- [34] UART (VHDL). *Digikey* [online]. 7. května 2020. Dostupné z: <https://www.digikey.com/eewiki/pages/viewpage.action?pageId=59507062>
- [35] Solární nabíječka pro 6 V akumulátor. *Electro schematics* [online]. 16. dubna 2020. Dostupné z: <https://www.electroschematics.com/solar-charger-circuit/>
- [36] Magnetické bezpečnostní spínače pro dveře a kryty. *Automatizace HW*. [online]. 8. srpna

2020. Dostupné z: <https://automatizace.hw.cz/bezpecnost-stroju-komponenty/magneticke-bezpecnostni-spinace-pro-dvere-a-kryty.html>

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 PŘÍLOH

A) SCHÉMATA, DPS

- A.1 Schéma obvodu zabezpečovacího zařízení
- A.2 DPS zabezpečovacího zařízení – strana bottom (měřítko 1:1)
- A.3 DPS zabezpečovacího zařízení – strana top (měřítko 1:1)
- A.4 Rozmístění součástek – strana top (měřítko 1:1)

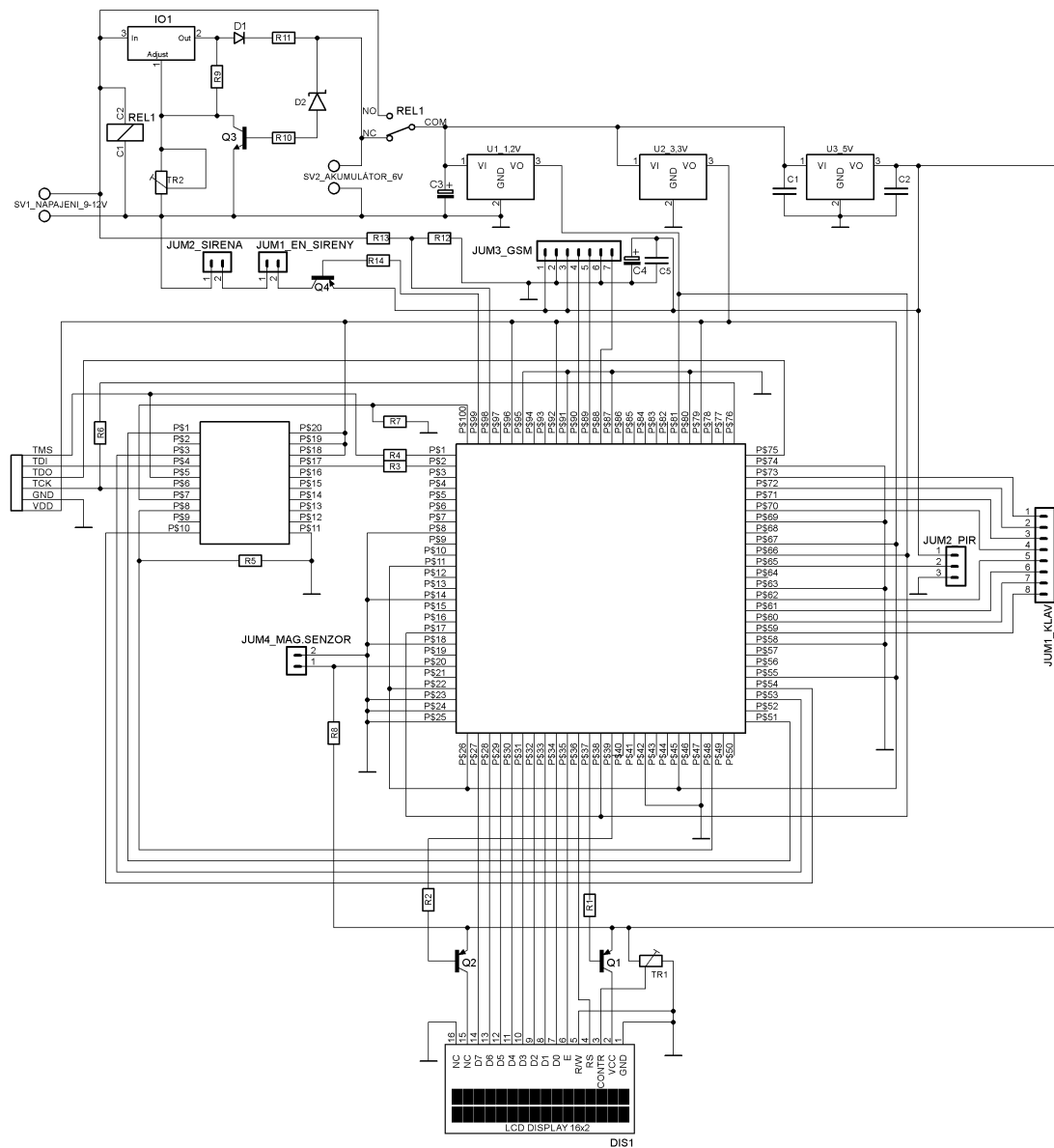
B) SEZNAM SOUČÁSTEK

C) FOTOGRAFIE VÝROBKU

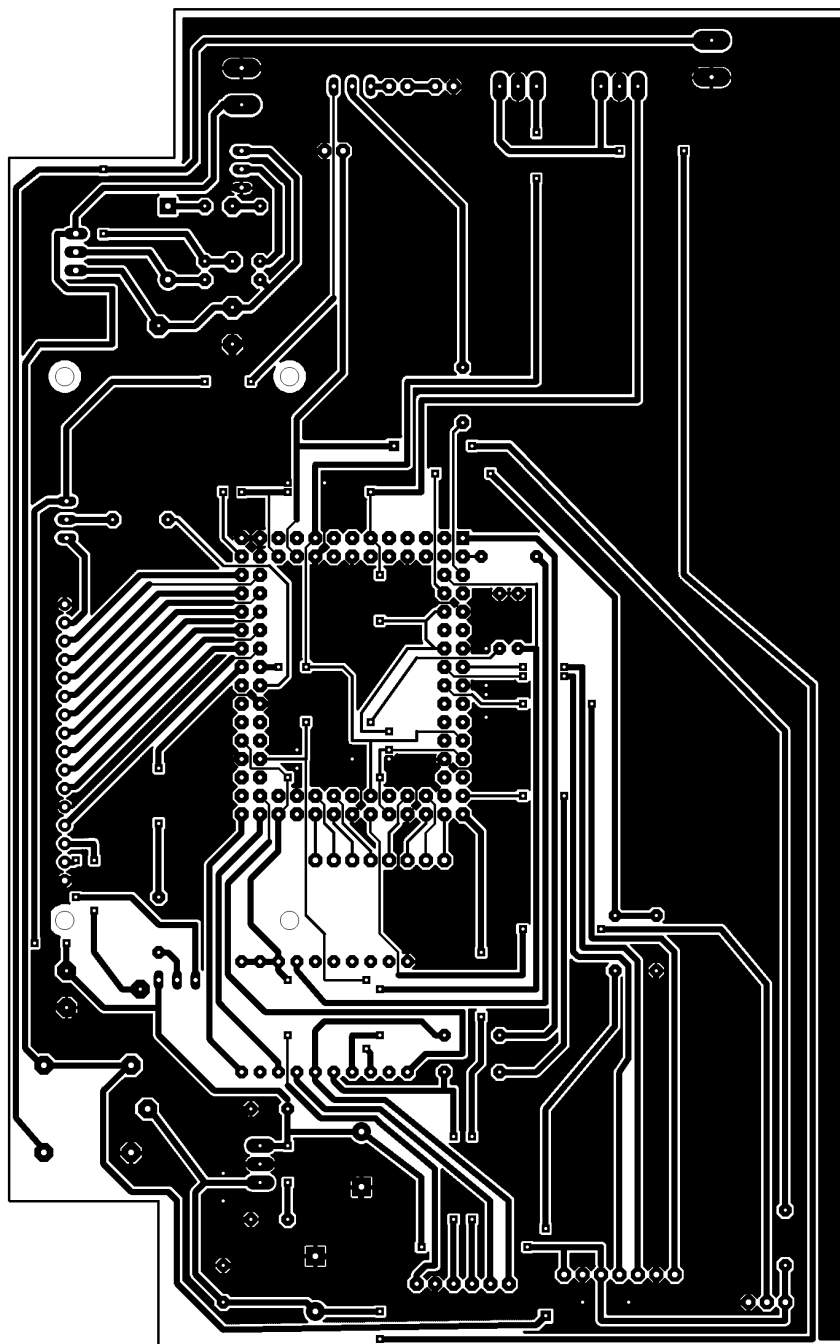
- C.1 Osazená DPS zabezpečovacího zařízení
- C.2 Zabezpečovacího zařízení – pohled shora
- C.3 Zabezpečovacího zařízení – pohled z levé strany
- C.4 Zabezpečovacího zařízení – pohled z pravé strany

A SCHÉMATA, DPS

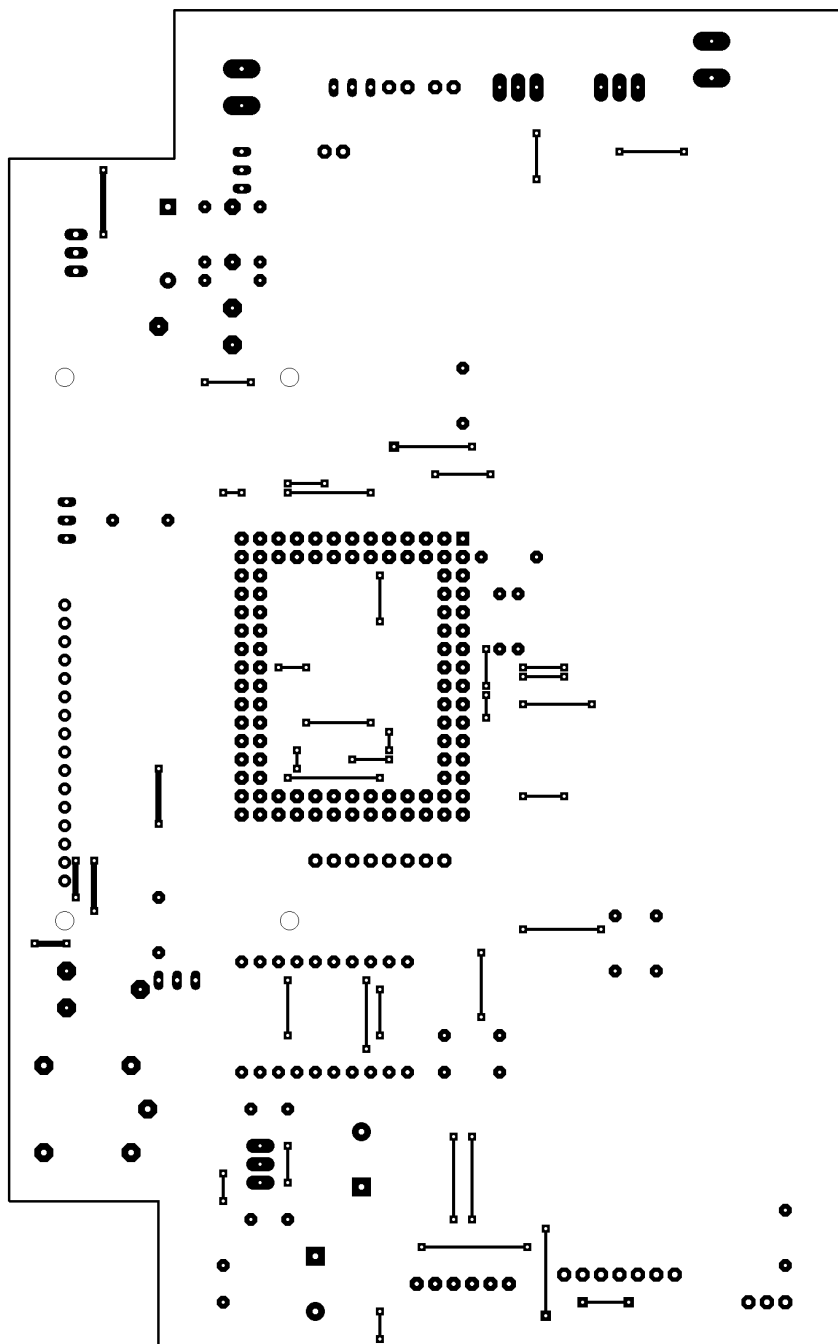
A.1 Schéma obvodu zabezpečovacího zařízení



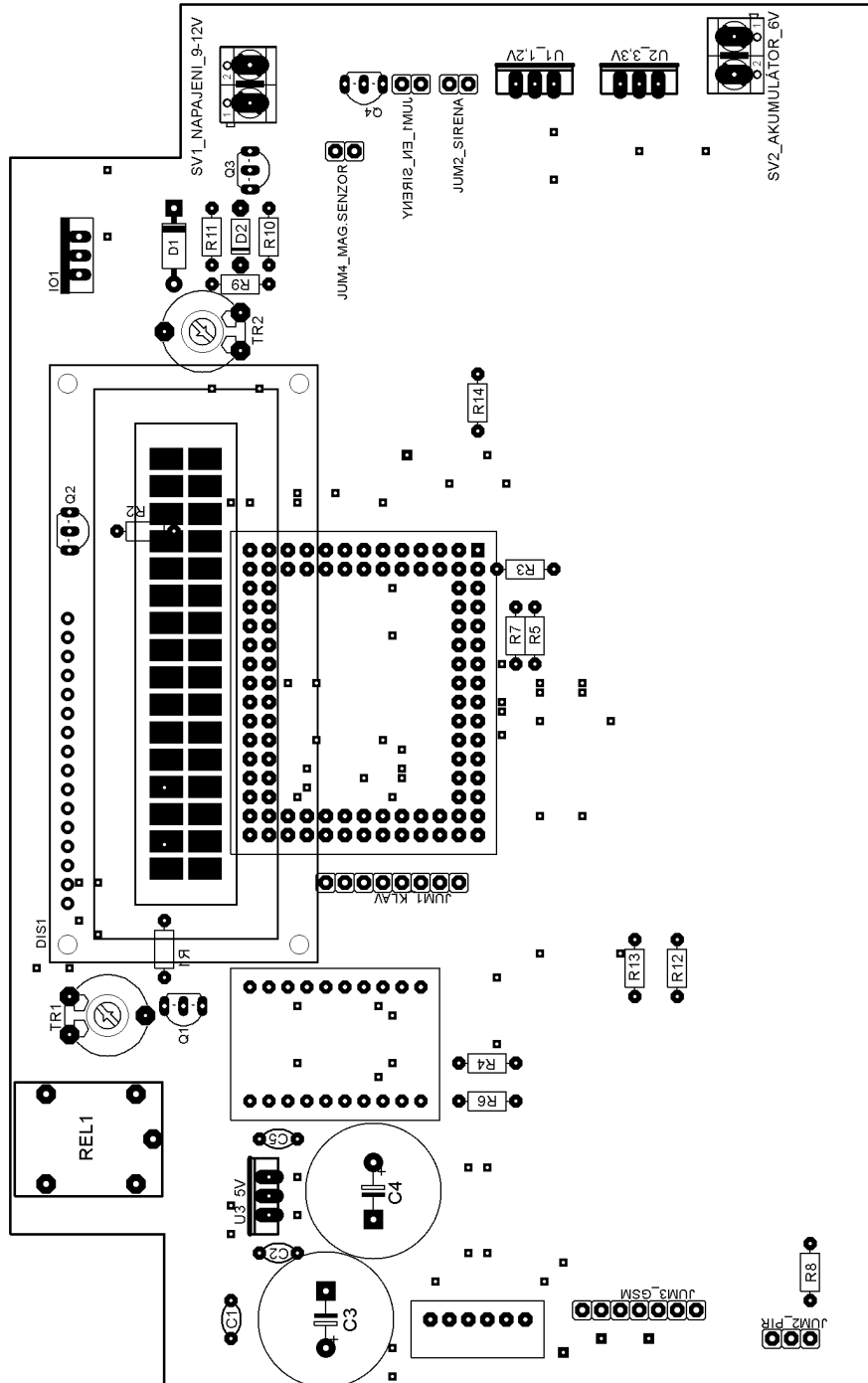
A.2 DPS zabezpečovacího zařízení – strana bottom (měřítko 1:1)



A.3 DPS zabezpečovacího zařízení – strana top (měřítko 1:1)



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

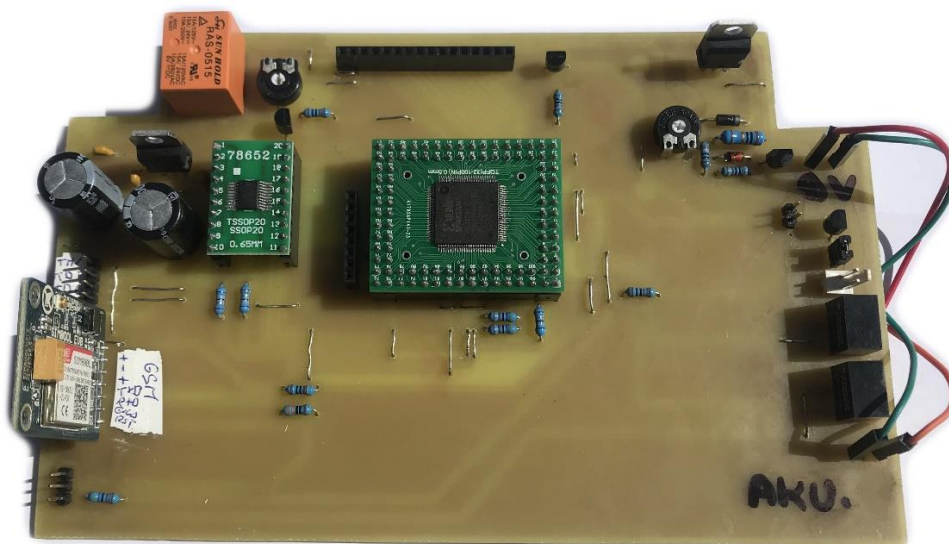


B SEZNAM SOUČÁSTEK

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 k Ω
R2 – 1 k Ω
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 k Ω
REL1 – RAS0515
TR1 – 4,7 k Ω
TR2 – 1 k Ω
U1_1,2V – TSR 1-2412
U2_3,3V – TSR 1-2433
U3_5V – 7805CV

C FOFOGRAFIE VÝROBKU

C.1 Osazená DPS zabezpečovacího zařízení



C.2 Zabezpečovacího zařízení – pohled shora



C.3 Zabezpečovacího zařízení – pohled z levé strany



C.4 Zabezpečovacího zařízení – pohled z pravé strany

