

# Poplachový zabezpečovací systém napájený akumulátorem

Lukáš Bortel

---

Bakalářská práce  
2017



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta aplikované informatiky

---

# ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Lukáš Bortel**  
Osobní číslo: **A14297**  
Studijní program: **B3902 Inženýrská informatika**  
Studijní obor: **Bezpečnostní technologie, systémy a management**  
Forma studia: **prezenční**

Téma práce: **Poplachový zabezpečovací systém napájený akumulátorem**  
Téma anglicky: **A Battery-powered Security System**

Zásady pro vypracování:

1. Zpracujte literární rešerši na téma existujících jednoduchých poplachových zabezpečovacích systémů.
2. Navrhněte jednoduchý poplachový zabezpečovací systém napájený z akumulátoru založený na platformě Arduino s ohledem na minimalizaci spotřeby energie.
3. Realizujte navržený systém s využitím proudových smyček s magnetickými kontakty.
4. Implementujte programové vybavení pro mikropočítač použitý v systému.
5. Vytvořte rozhraní pro interakci uživatele s poplachovým zabezpečovacím systémem.

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

1. DRGA, Rudolf. Elektronické bezpečnostní systémy: Poplachové zabezpečovací a tísňové systémy. Studijní výukový materiál. Zlín, 2013.
2. IVANKA, Ján. Systemizace bezpečnostního průmyslu [online]. 5. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2014 [cit. 2016-12-13]. Dostupné z: <https://digilib.k.utb.cz/handle/10563/18576>.
3. MANN, Burkhard. C pro mikrokontroléry: ANSI-C, kompilátory C, spojovací programy – linkery, práce s ATMEL AVR a MSC-51, příklady programování v jazyce C, nástroje pro programování, tipy a triky. Praha: BEN, 2003. ISBN 80-730-0077-6.
4. PINKER, Jiří. Mikroprocesory a mikropočítače. Praha: BEN – technická literatura, 2004. ISBN 80-730-0110-1.
5. ATmega328/P: Datasheet complete [online].[cit. 2017-01-24]. Dostupné z: [http://www.atmel.com/Images/Atmel-42735-8-bit-AVR-Microcontroller-ATmega328-328P\\_Datasheet.pdf](http://www.atmel.com/Images/Atmel-42735-8-bit-AVR-Microcontroller-ATmega328-328P_Datasheet.pdf).

Vedoucí bakalářské práce:

**Ing. Jan Dolinay, Ph.D.**

Ústav automatizace a řídicí techniky

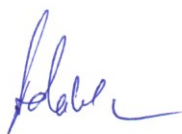
Datum zadání bakalářské práce:

**3. února 2017**

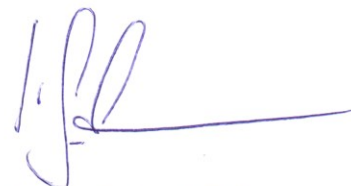
Termín odevzdání bakalářské práce:

**29. května 2017**

Ve Zlíně dne 3. února 2017



doc. Mgr. Milan Adámek, Ph.D.  
*děkan*



Ing. Jan Valouch, Ph.D.  
*ředitel ústavu*

### **Prohlašuji, že**

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k prezenčnímu nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen v příruční knihovně Fakulty aplikované informatiky Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užít své dílo – diplomovou/bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen připouští-li tak licenční smlouva uzavřená mezi mnou a Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně s tím, že vyrovnání případného přiměřeného příspěvku na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše) bude rovněž předmětem této licenční smlouvy;
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

### **Prohlašuji,**

- že jsem na diplomové/bakalářské práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.
- že odevzdaná verze diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

Ve Zlíně, dne

.....  
podpis diplomanta

## **ABSTRAKT**

Cílem práce bylo navrhnout a zkonstruovat energeticky nenáročný poplachový zabezpečovací systém, určený pro instalaci v prostředí bez zavedených inženýrských sítí. Systém je založen na elektronické platformě Arduino a společně s ostatními prvky je napájen pomocí akumulátoru. Narušení objektu je detekováno na základě vyhodnocování stavu proudových smyček s magnetickými kontakty. Signalizace poplachu probíhá skrze mobilní síť GSM a stejným způsobem lze poplach také vzdáleně deaktivovat. Výsledkem je funkční prototyp, který bude dále vyvíjen a rozšiřován o další funkce.

Klíčová slova: poplachový zabezpečovací systém, Arduino, akumulátor, powerbanka

## **ABSTRACT**

The aim of the thesis was to design and build an energy-saving intrusion alarm system designed for installation in an environment without established engineering networks. The system is based on the Arduino electronic platform and is powered by a battery along with other elements. Intrusion into the object is determined by evaluating the state of the current loop by means of magnetic contacts. Alarm signaling is realized via the GSM mobile network and the alarm can be remotely deactivated in the same way. The result is a functional prototype which will be further developed and expanded with other features.

Keywords: electronic security system, intrusion Alarm system, Arduino, battery, powerbank

## **PODĚKOVÁNÍ**

Tímto bych rád vyjádřil upřímné poděkování vedoucímu práce Ing. Janu Dolinayovi, Ph.D. za cenné rady, odborné vedení a pozitivní přístup.

Prohlašuji, že odevzdaná verze bakalářské práce a verze elektronická, nahraná do IS/STAG, jsou totožné.

# OBSAH

<b>ÚVOD</b> .....	<b>8</b>
<b>I TEORETICKÁ ČÁST</b> .....	<b>9</b>
<b>1 POPLACHOVÉ ZABEZPEČOVACÍ A TÍŠŇOVÉ SYSTÉMY</b> .....	<b>10</b>
1.1 ÚSTŘEDNA .....	10
1.1.1 Základní režimy ústředny.....	10
1.2 DETEKTORY .....	11
1.2.1 Rozdělení detektorů .....	11
1.3 UŽIVATELSKÉ ROZHRAŇÍ .....	12
1.4 ZÁKLADNÍ FUNKČNÍ POŽADAVKY.....	12
<b>2 SITUACE NA TRHU</b> .....	<b>13</b>
2.1 SOLIGHT GSM ALARM SET 1D12 .....	13
2.2 HONEYWELL QUICK START ALARM KIT HS311S .....	14
2.3 GSM MOTION-EAR.....	15
2.4 SHRNUŤI.....	15
<b>3 ARDUINO</b> .....	<b>16</b>
3.1 ARDUINO UNO .....	16
3.2 ROZŠÍŘUJÍCÍ MODULY .....	17
<b>4 SOFTWARE</b> .....	<b>18</b>
4.1 VÝVOJOVÉ PROSTŘEDÍ ARDUINO IDE .....	18
4.2 EDITOR PLOŠNÝCH SPOJŮ EAGLE .....	19
4.3 SHRNUŤI.....	20
<b>II PRAKTICKÁ ČÁST</b> .....	<b>21</b>
<b>5 HARDWARE</b> .....	<b>22</b>
5.1 POUŽITÉ KOMPONENTY .....	23
5.1.1 ATmega328P-PU .....	24
5.1.2 SIM800L .....	27
5.1.3 MFRC522.....	29
5.1.4 Magnetický kontakt KUAN HSI P1-1A15 .....	31
5.2 NAPÁJENÍ .....	32
5.2.1 Přizpůsobení napěťových úrovní .....	33
5.3 ELEKTRICKÉ SCHÉMA ZAPOJENÍ .....	34
5.4 KOMUNIKACE S UŽIVATELEM.....	35
5.4.1 Vizuaální indikace .....	35
5.4.2 Akustická indikace .....	35
<b>6 SOFTWARE</b> .....	<b>36</b>
6.1 SOFTWAREOVÉ KNIHOVNY .....	36
6.2 KOMUNIKACE S MODULY .....	36
6.2.1 Sériové periferní rozhraní (SPI).....	36
6.2.2 Softwarové sériové rozhraní .....	37

6.3	STAVOVÝ DIAGRAM .....	37
6.4	VÝVOJOVÝ DIAGRAM .....	38
6.5	SHRNUTÍ.....	39
<b>7</b>	<b>FUNKCE A OVLÁDÁNÍ SYSTÉMU .....</b>	<b>40</b>
7.1	ZAPNUTÍ SYSTÉMU .....	40
7.2	ZASTŘEŽENÍ .....	40
7.3	ODSTŘEŽENÍ.....	40
7.4	DEAKTIVACE POPLACHU .....	40
<b>8</b>	<b>PRAKTICKÉ OVĚŘENÍ .....</b>	<b>41</b>
	<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>42</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....</b>	<b>43</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK .....</b>	<b>45</b>
	<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>	<b>46</b>
	<b>SEZNAM TABULEK.....</b>	<b>47</b>
	<b>SEZNAM PŘÍLOH.....</b>	<b>48</b>



## ÚVOD

V současnosti existuje v České republice stále velké množství pozemků, zejména zahrádkářských a chatových osad, s absencí základních inženýrských sítí. V lokalitách bez přívodu elektrické energie jsou tedy majitelé chalup, obytných vozů a chatek odkázáni v oblasti zabezpečení svého objektu téměř výhradně na mechanické zábranné systémy. Vzhledem k povaze výše zmíněných objektů a jejich konstrukci není ve většině případů prakticky možné dosáhnout požadované odolnosti proti narušení objektu pachatelem. Průlomová odolnost mechanických zábranných systémů se odvíjí nejen od kvality samotného zábranného prvku, ale rovněž od kvality pláště objektu, kde je systém instalován. Je tedy nutné akceptovat hrozbu vniknutí pachatele a při návrhu zabezpečení směřovat pozornost k možnostem minimalizace následků plynoucích z možného zneužití zranitelnosti objektu.

Jedním ze způsobů jak redukovat rizika a následky spojené s vniknutím pachatele do objektu na přijatelnou úroveň, je instalace poplachového zabezpečovacího systému. Jedná se o systém, který ke svému chodu vyžaduje napájení z elektrické sítě. Vzhledem k integraci a minimalizaci elektrických obvodů však dochází rovněž k snižování potřebného napájecího napětí. S tím souvisí také možnost alternativních způsobů napájení, například pomocí baterií, akumulátorů či domácích solárních elektráren aj.

Úkolem bakalářské práce je navrhnout a sestrojít na základě výše zmíněných poznatků jednoduchý poplachový zabezpečovací systém s nízkými požadavky na napájecí napětí, který je primárně napájen akumulátorem. Základními funkčními požadavky jsou detekce narušení, provoz, zpracování signálů, časové závislosti, indikace stavů a signalizace poplachu.

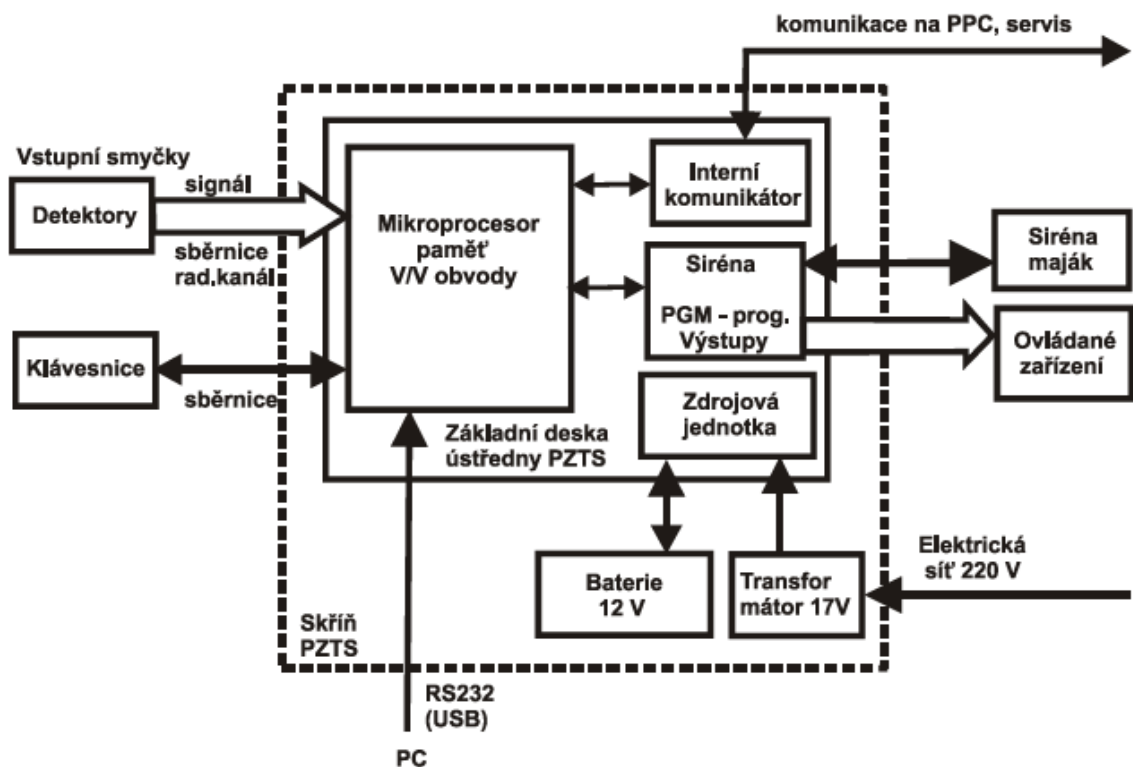
## **I. TEORETICKÁ ČÁST**

# 1 POPLACHOVÉ ZABEZPEČOVACÍ A TÍŠŇOVÉ SYSTÉMY

„Poplachový zabezpečovací a tísňový systém (intrusion and hold-up alarm system = I&HAS): kombinovaný systém určený k detekci poplachu vniknutí a tísňového poplachu.“ [1]

Tento kombinovaný systém lze rozdělit na samostatně fungující podsystémy

- poplachový zabezpečovací systém,
- tísňový systém. [1]



Obr. 1 - Schéma poplachového zabezpečovacího a tísňového systému [2]

## 1.1 Ústředna

V oblasti poplachových zabezpečovacích a tísňových systémů se ústřednou rozumí centrální vyhodnocovací jednotka. Úkolem ústředny je vyhodnocovat stav vstupních periférií, detekovat nežádoucí události, signalizovat tento stav a vyvolat patřičná opatření.

### 1.1.1 Základní režimy ústředny

Chování ústředny vychází z režimu, ve kterém se ústředna v daný okamžik nachází. Mezi základní režimy patří

- režim zastřeženo,
- režim odstřeženo,
- režim servis. [2]

### ***Režim zastřeženo***

V případě detekce nežádoucí události ústředna signalizuje poplach, případně vyvolá patřičná opatření. Např. dojde-li k detekci roztržení okenního skla, spustí se siréna. [2]

### ***Režim odstřeženo***

Ústředna vyhodnocuje stav vstupních periférií, poplach však signalizuje pouze v případě, že došlo k neoprávněnému sejmutí krytu nebo cílenému zamaskování detektoru, který je pro tyto případy vybaven speciálními prvky. [2]

### ***Režim servis***

Pomocí režimu servis lze konfigurovat nastavení celého systému. Nachází se zde správa uživatelů, nastavení reálného času, vlastnosti vstupních smyček, rozdělení systému na pod-systémy, možnosti komunikace a vzdáleného přístupu, apod. [2]

## **1.2 Detektory**

Detektory jsou zařízení, která jsou schopna generovat stavy, na základě vnitřní logiky. Někdy bývají nesprávně označovány jako senzory, nebo čidla. Senzor neboli čidlo je prvek, který je schopen měřit určitou fyzikální či chemickou veličinu. Detektor se tedy obvykle skládá z čidla (senzoru) a příslušných logických obvodů. [2]

### **1.2.1 Rozdělení detektorů**

#### ***Aktivní detektory***

Pro svou funkci vyzařují do okolního prostoru záření nebo vlnění. Nevýhodou je relativně snadné odhalení přítomnosti detektoru, popř. nalezení „mrtvých“ zón. [2]

#### ***Pasivní detektory***

Registrují změny fyzického prostředí pasivně. Nelze je vzdáleně detekovat běžnými prostředky. [2]

### *Destrukční detektory*

Povaha jejich konstrukce vylučuje možnost jejich opětovného použití. Po vyhlášení poplachu dojde k jejich destrukci. [2]

### *Nedestrukční detektory*

Při aktivaci dochází k vratným změnám. Lze je aplikovat opakovaně. [2]

## **1.3 Uživatelské rozhraní**

Jedná se o soubor prvků, prostřednictvím kterých je uživatel schopen se systémem komunikovat a ovládat jej. Typicky se jedná o klávesnici a display. Většina soudobých systémů však podporuje pokročilejší a pohodlnější způsoby komunikace. Běžně se například setkáváme s klíči v podobě čipových karet (RFID), výjimkou nejsou ani čtečky otisků prstů či skenery oční sítnice nebo duhovky. Výše uvedené způsoby, nebo jejich kombinace významně ovlivňují bezpečnost a spolehlivost poplachového zabezpečovacího systému jako celku.

## **1.4 Základní funkční požadavky**

### *Provoz*

Poplachový zabezpečovací systém musí být schopen přechodu mezi stavy odstřeženo, zastřeženo, popř. jinými, pokud je jimi ústředna vybavena. Např. režim střežení pláště objektu.

### *Detekce*

Systém je schopen reagovat na narušení chráněného prostoru pomocí měření dané fyzikální veličiny v závislosti na použitém detektoru. Např. PIR detektor – elektromagnetické záření.

### *Zpracování signálů*

Ústředna poplachového zabezpečovacího systému musí být schopna přijmout a zpracovat stavový signál vygenerovaný detektorem v řádu maximálně několika sekund.

### *Indikace*

Vizuální nebo akustická interpretace stavu systému. Např. display, LED diody, reproduktor.

### *Signalizace*

Jedná se o reakci na poplachovou událost, například pomocí sirény, majáku, skrze GSM aj.

## 2 SITUACE NA TRHU

Bateriově napájené poplachové systémy se na českém trhu vyskytují převážně v podobě tzv. minialarmů. Typicky obsahují jednoduchou ústřednu v kombinaci s PIR detektorem, signalizační sirénu nebo GSM komunikátor a ovládací klíčenku. Jednotlivé komponenty jsou často integrovány do jednoho krytu společně s napájením v podobě bateriových článků.

Většina jednoduchých poplachových systémů je založena na bezdrátovém přenosu signálu mezi detektory a ústřednou. Nevýhodou je nutnost výměny baterií v každém prvku systému.

### 2.1 Solight GSM Alarm Set 1D12

Jednoduchý bateriový bezdrátový poplachový zabezpečovací systém od společnosti Solight Holding, s. r. o. Systém je navržen pro zabezpečení středních rekreačních objektů nebo malých bytů a obsahuje následující komponenty:

- Ústředna s GSM komunikátorem a PIR detektorem,
- bezdrátová externí siréna,
- bezdrátový magnetický detektor (okenní nebo dveřní),
- bezdrátová ovládací klíčenka. [3]



Obr. 2 – Solight 1D12 GSM Alarm Set [3]

Ústředna komunikuje s periferiemi na frekvenci 868 MHz. Součástí ústředny je jeden PIR detektor a interní klávesnice pro nastavení. Infračervený detektor snímá kruhovou výseč o středovém úhlu  $110^\circ$  s poloměrem 1 až 8 metrů. Systém je možné rozšířit o další detektory (až 600) a paměť umožňuje uložit až tři telefonní čísla. Napájení zajišťují tři alkalické 1,5V baterie typu AA. Výrobce udává výdrž baterií je 5 měsíců. Ústředna je umístěna v pouzdře s třídou krytí IP55. [3]

Bezdrátový magnetický detektor je napájen 3V baterií typu CR2 s udávanou výdrží 18 měsíců. Krytí pouzdra odpovídá třídě IP20. Akustickou signalizaci zajišťuje externí bezdrátová siréna s dosahem až 80 m o výkonu 110 až 130 dB. Napájení sirény zajišťují dvě alkalické 1,5V baterie typu AA. Stupeň krytí odpovídá třídě IP55. [3]

System GSM Alarm Set je vhodný pro základní zabezpečení menších objektů s akustickou a GSM signalizací poplachu. Nevýhodou je krátká životnost baterií v ústředně.

## 2.2 Honeywell Quick Start Alarm Kit HS311S

Jednoduchý poplachový zabezpečovací systém od společnosti Honeywell International Inc., který je navržen pro použití v menších objektech. Hlavní předností je zejména snadná a rychlá uživatelská instalace. Systém se skládá následujících komponent:

- Bezdrátová bateriová siréna,
- bezdrátový pohybový senzor (PIR),
- bezdrátový magnetický detektor (okenní nebo dveřní),
- bezdrátová ovládací klíčenka,
- bezpečnostní nálepky na okna,
- soustava baterií. [4]



Obr. 3 – Honeywell HS311S [4]

Ústředna se nachází ve společném krytu pro světelnou a zvukovou signalizaci poplachu. Přenos signálu z jednotlivých detektorů probíhá na frekvenci 868 MHz. K ústředně je možné připojit maximálně 12 detektorů (PIR nebo magnetických kontaktů) a 6 ovládacích klíčenek. Všechny detektory pracují v rámci jedné zóny, kterou lze nastavit jako okamžitou nebo zpožděnou. Příchodový a odchodový čas je výrobcem stanoven na 15 s. [4]

Napájení zajišťují 4 bateriové články s napětím 1,5 V. Výrobce udává životnost je 1,5 roku. Akustickou signalizaci poplachu zajišťuje siréna o zvukovém výkonu 105 dB, pro vizuální signalizaci jsou použity LED diody. Celé zařízení je umístěno v pouzdře s třídou krytí IP44 a ochrannou proti neoprávněnému sejmutí krytu. [4]

Infračervené detektory snímají kruhovou výseč o středovém úhlu  $105^\circ$  a poloměru 12 m. Napájení tvoří tři 1,5V baterie typu AAA s výrobcem udávanou výdrží až 2 roky. Kryt je opatřen ochranným kontaktem (tamper). Magnetické detektory a ovládací klíčenky jsou napájeny jednou 3V baterií s udávanou výdrží 2 roky. [4]

Systém Honeywell HS311S Quick Start Alarm Kit je vhodným řešením k zabezpečení malých objektů, apartmánů, chalup apod. Nevýhodou je absence vzdálené signalizace poplachu prostřednictvím sítě GSM nebo GPRS, vyšší cena za přídavné detektory a ovládací klíčenky.

### 2.3 GSM Motion-Ear

Zařízení obsahuje jeden PIR detektor, mikrofon a GSM komunikátor v jednom pouzdře. Při aktivaci PIR detektoru systém vytočí zvolené telefonní číslo, přičemž druhý účastník hovoru získá přehled o situaci pomocí integrovaného mikrofonu. Napájení zajišťuje vestavěný akumulátor, jehož typ ani kapacitu výrobce v dokumentaci neuvádí. Zařízení lze rovněž napájet pomocí standardního USB kabelu. [5]

Jedná se o velmi levné zařízení odpovídající kvality. Nedisponuje žádnými prvky ochrany proti sabotáži a výdrž vestavěné baterie se pohybuje v rozmezí 4 až 10 dní. Pro střežení objektů je takřka nepoužitelný, lze jej však využít jako pohybem aktivované odposlouchávací zařízení. [5]

### 2.4 Shrnutí

Na českém i zahraničním trhu se vyskytuje množství jednoduchých bateriově napájených poplachových zabezpečovacích systémů. Liší se kvalitou zpracování, odolností vůči vlivům prostředí, délkou výdrže baterií, počtem dodatečně připojitelných detektorů atd. Při průzkumu se prokázalo, že drátové systémy se již prakticky nevyskytují. Bezdrátové systémy vynikají zejména snadnou instalací bez nutnosti vedení kabeláže. Nevýhodou zůstává krátká životnost baterií a jejich četnost s ohledem na počet použitých periferií.



### 3 ARDUINO

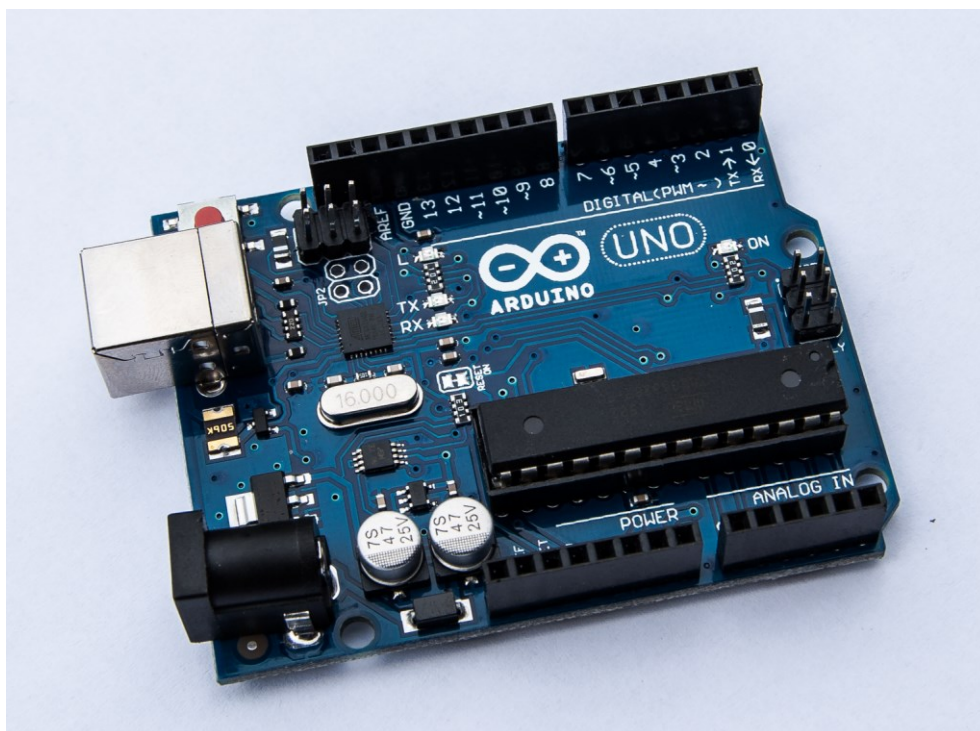
Arduino je otevřená vývojová platforma původně navržená pro studenty, postupem let však našla uplatnění i v mnoha projektech mimo akademickou půdu. Desky plošných spojů jsou k dispozici v několika variantách, přičemž rozdíly se týkají zejména typu použitého mikrokontroleru a počtu vstupně výstupních pinů. [6]

#### 3.1 Arduino UNO

Základem vývojové desky Arduino UNO je osmi bitový mikročítač Atmel Atmega328P, který standardně pracuje na frekvenci 16 MHz. [7]

Deska plošného spoje obsahuje zmíněný mikročítač, 16 MHz krystal, 14 vstupně výstupních digitálních pinů, z nichž 6 podporuje pulsně šířkovou modulaci, 6 analogových pinů, USB a ICSP rozhraní, resetovací tlačítko a napájecí konektor standardního typu jack. [7]

Originální klony Arduino UNO mají mikročítač umístěný v patici a lze jej vyměnit. Na trhu se vyskytuje velké množství neoriginálních klonů, které jsou výrazně levnější než originální, většina má však mikročítač připájený přímo na základní desce a dílenské zpracování je rovněž na nižší úrovni. [7]



Obr. 4 - Arduino UNO R3 [vlastní]

## 3.2 Rozšiřující moduly

Platforma Arduino podporuje rozsáhlé množství rozšiřujících vstupních i výstupních periférií. Při projektování systému je důležité volit rozšiřující moduly s ohledem na počet vstupně výstupních pinů. Některé moduly obsahují komunikační převodník, který umožňuje výrazně snížit počet komunikačních pinů, například pomocí protokolu I<sup>2</sup>C nebo UART.

### *Vstupní periferie*

- klávesnice,
- senzory teploty, tlaku a vlhkosti,
- mikrofony,
- senzory plamene,
- ultrazvukové detektory,
- PIR detektory,
- optické snímače (kamery) atd.

### *Výstupní periferie*

- displeje,
  - řádkové,
  - grafické,
  - maticové,
  - dotykové,
- relé,
- servo motory,
- akustické měniče,
- ventily atd.

### *Moduly pro přenos dat*

- vysílače a přijímače (315 / 433 / 470 / 868 / 915 MHz),
- GSM / GPRS,
- GPS,
- Wifi,
- Bluetooth,
- Ethernet.
- RFID atd.

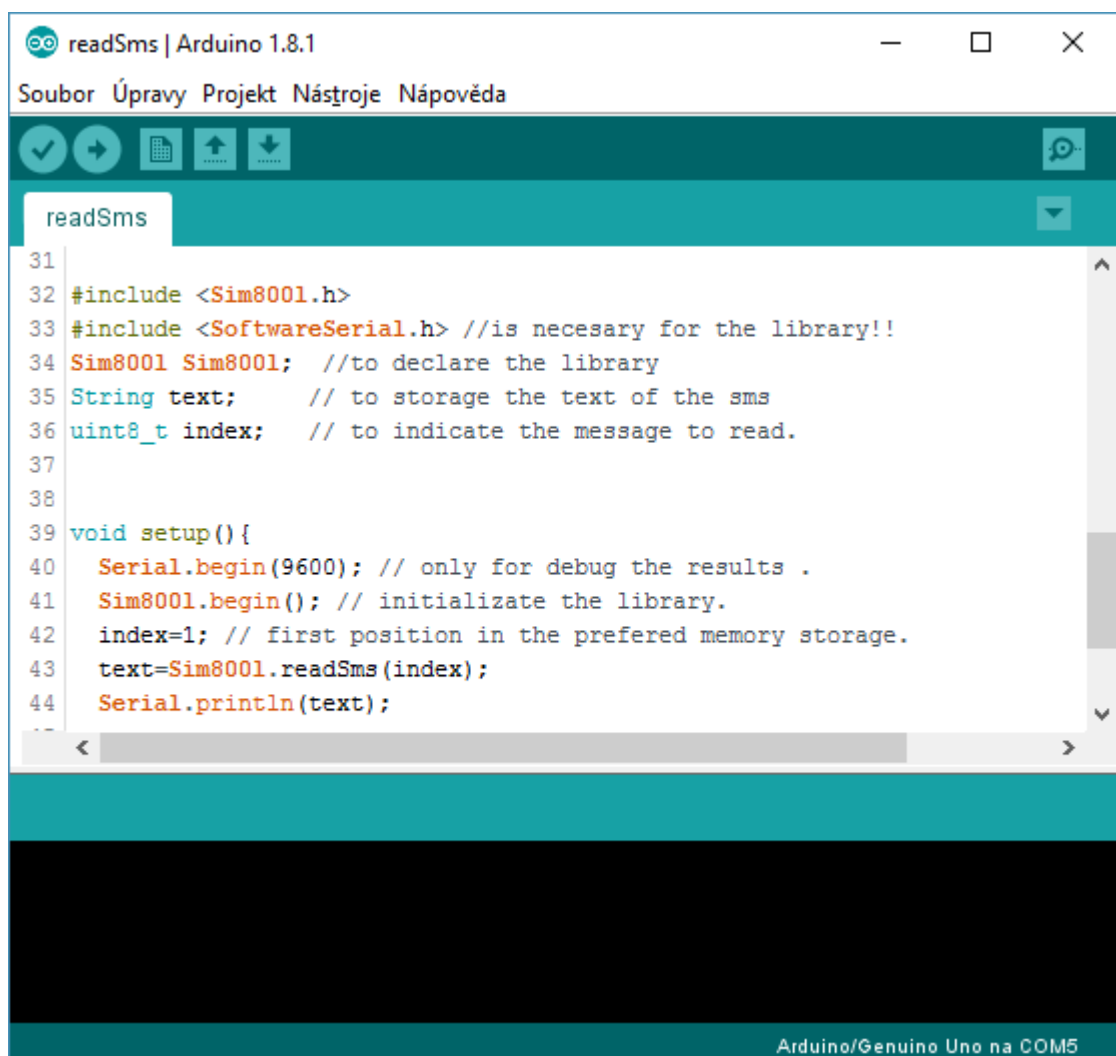
Modulů existuje velké množství a často se lze setkat s jejich integrací do jednoho tzv. *kitu*.

## 4 SOFTWARE

Realizace poplachového zabezpečovacího systému vyžaduje použití několika softwarových nástrojů. Jedná se o programovací prostředí, textový editor, knihovny a uživatelské programy. Veškerý software je možno použít v rámci časově omezené licence, nebo zcela zdarma. Do výčtu není zahrnut placený software, zakoupený společně s počítačem.

### 4.1 Vývojové prostředí Arduino IDE

Vývojová platforma Arduino se těší své oblibě zejména díky jednoduchosti programování mikro počítačů rodiny AVR. Jednoduchost vývojového prostředí Arduino IDE ocení zejména začátečníci, pro složitější algoritmy je vhodné použít pokročilejší editory.

The image shows a screenshot of the Arduino IDE 1.8.1 interface. The window title is 'readSms | Arduino 1.8.1'. The menu bar includes 'Soubor', 'Úpravy', 'Projekt', 'Nástroje', and 'Nápověda'. The toolbar contains icons for opening files, saving, and running. The main editor area shows a file named 'readSms' with the following code:

```
31
32 #include <Sim8001.h>
33 #include <SoftwareSerial.h> //is necessary for the library!!
34 Sim8001 Sim8001; //to declare the library
35 String text; // to storage the text of the sms
36 uint8_t index; // to indicate the message to read.
37
38
39 void setup(){
40   Serial.begin(9600); // only for debug the results .
41   Sim8001.begin(); // initialize the library.
42   index=1; // first position in the preferred memory storage.
43   text=Sim8001.readSms(index);
44   Serial.println(text);
--
```

The status bar at the bottom indicates 'Arduino/Genuino Uno na COM5'.

Obr. 5 - Vývojové prostředí Arduino IDE 1.8.1 [vlastní]

Vývojové prostředí Arduino IDE obsahuje jednoduchý textový editor, který podporuje zvýraznění syntaxe jazyka C a C++. Dále obsahuje tlačítka pro kompilaci zdrojového kódu,

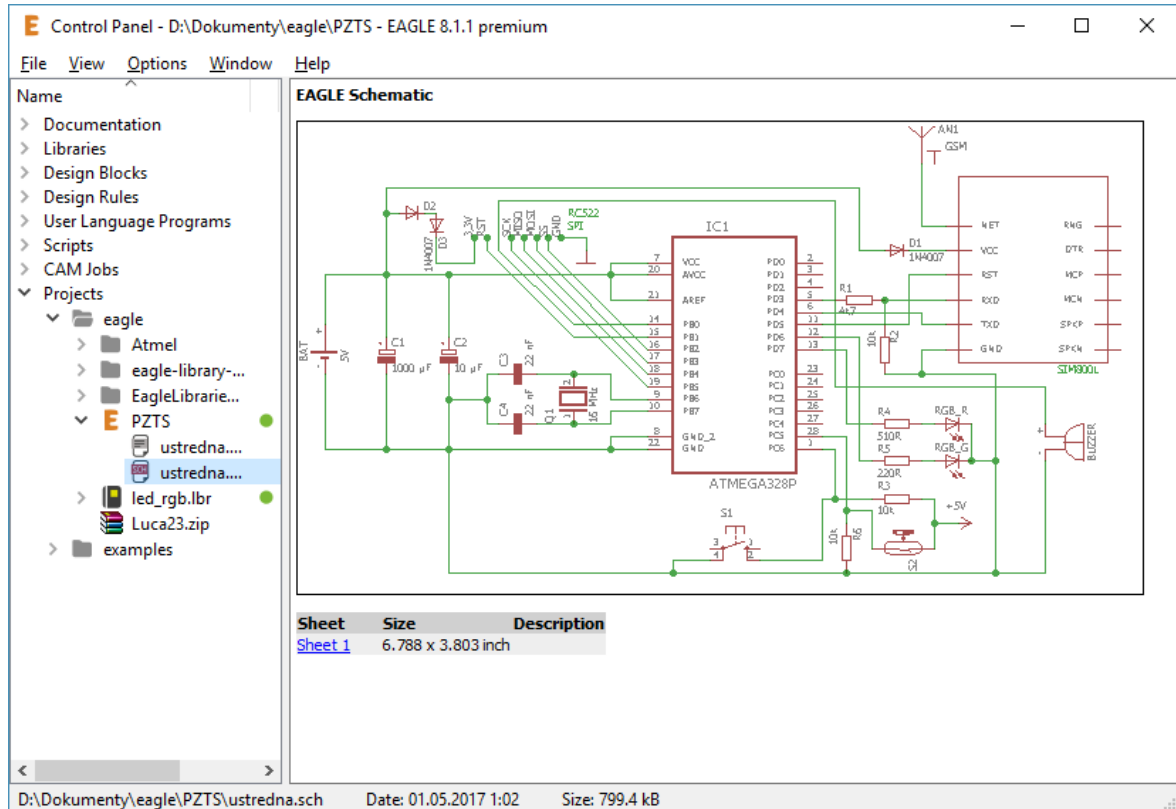
nahrávání programu do Arduina a speciální tlačítko, kterým lze spustit funkci Serial monitor. Funkce Serial monitor umožňuje zobrazit příchozí data na virtuální sériové rozhraní počítače. Tato funkce slouží k snadnému ověřování správného chodu naprogramovaných algoritmů.

V menu aplikace nalezneme přehledné nastavení textového editoru, možnost importování základních knihoven, nastavení sériové komunikace, výběr konkrétní verze platformy, kterou programujeme a další nástroje, jako například automatické formátování nebo archivaci projektů.

## 4.2 Editor plošných spojů EAGLE

Program Eagle byl navržen pro snadný návrh elektrických schémat a jedná se o jeden z nejvíce používaných softwarových nástrojů svého druhu. Program se skládá ze tří modulů:

- Editor spojů,
- editor schémat,
- autorouter. [8]



Obr. 6 – Editor plošných spojů Autodesk EAGLE 8.1.1 premium [vlastní]

Editor spojů slouží pro návrh desky plošných spojů a mezi základní funkce patří práce až v 16 signálových vrstvách, možnost použití klasických i SMD součástek, snadné vytváření vlastních součástek pomocí integrovaného editoru knihoven, poměření ploch aj. [8]

Pomocí editoru schémat je možné vytvořit kompletní schéma elektrického zapojení. K dispozici jsou funkce elektrických pravidel zapojení, prohazování hradel a pinů, či vytvoření desky plošných spojů jediným příkazem. Součástky jsou k dispozici v podobě knihoven, z nichž velká část je přístupná ihned po instalaci. Další knihovny je možné získat na internetových stránkách a nechybí ani možnost vytvoření vlastní součástky, nebo knihovny. [8]

Funkce autorouter umožňuje automatické navržení cest plošných spojů. Tato funkce sice dokáže navrhnout plně funkční desku plošných spojů, nicméně výsledná kvalita nemůže konkurovat manuálnímu způsobu návrhu člověkem. [8]

Od roku 2017 je novým majitelem softwaru Eagle firma Autodesk Inc. Změnil se rovněž systém licencí, který umožňuje v rámci studia používat plnou verzi softwaru zdarma po dobu tří let. Tato licence byla použita pro vytvoření elektrického schématu navrženého poplachového zabezpečovacího systému. [8]

### 4.3 Shrnutí

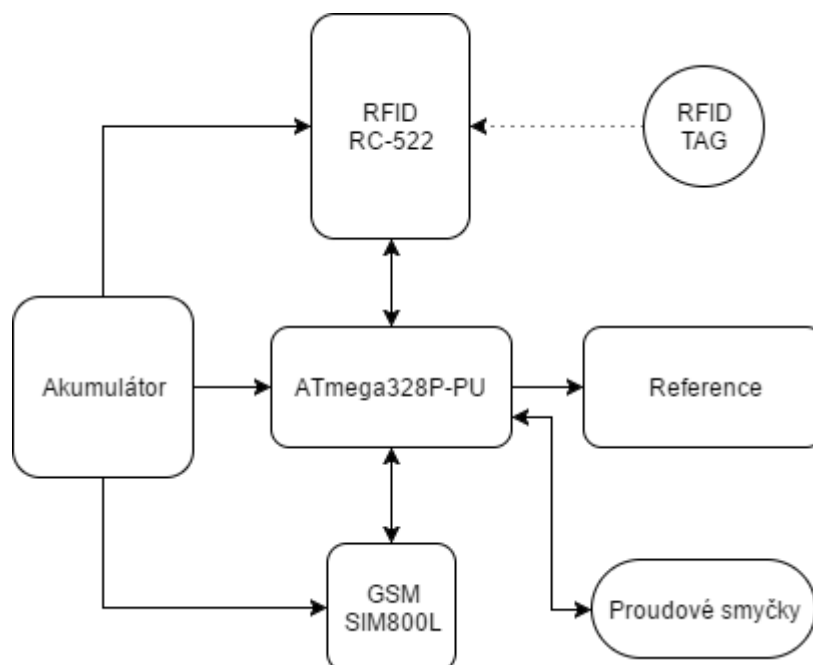
Účelem teoretické části práce bylo seznámení se se základními pojmy v oblasti poplachových zabezpečovacích a tísňových systémů, jejich stavy a definice jejich základních funkčních požadavků. Literární řešerše jednoduchých poplachových zabezpečovacích systémů shrnula situaci na trhu a poukázala na některé nedostatky dostupných zařízení. V následující kapitole byla nastíněna existence mikropočítačové platformy Arduino, včetně dostupných rozšiřujících modulů a detektorů. V závěru teoretické části bylo popsáno programové vybavení, nezbytné pro návrh a konstrukci poplachového zabezpečovacího systému.

## **II. PRAKTICKÁ ČÁST**

## 5 HARDWARE

Návrh pro fyzické sestavení poplachového zabezpečovacího systému spočívá zejména ve výběru komponent podle funkčních požadavků s ohledem na jejich vzájemnou interakci. Základem navrženého systému je řídicí integrovaný obvod, který řídí komunikaci s ostatními komponentami. Uživatelské rozhraní tvoří bezkontaktní čtečka identifikačních karet a jednoduchý systém vizuální a akustické indikace. Poplach je detekován aktivací proudové smyčky s magnetickým kontaktem a signalizován skrze síť GSM. Napájecí část obvodu tvoří akumulátor a několik polovodičových součástek pro přizpůsobení napěťových úrovní.

Hardwarové propojení komponent je znázorněno v blokovém schématu (Obr. 7).



Obr. 7 – Blokové schéma navrženého PZS [vlastní]

Jednosměrné šipky v blokovém schématu (Obr. 7) značí prosté propojení komponent vodiči, oboustranné šipky symbolizují komunikaci pomocí sériového rozhraní. Čtečka RFID tagů komunikuje s řídicím mikrokontrolerem skrze sběrnicové rozhraní SPI. GSM modul komunikuje pomocí softwarového sériového rozhraní. Tečkovaná čára symbolizuje bezdrátovou komunikaci mezi čtečkou a RFID tagem.

Pro účely dalšího vývoje je hardwarové zapojení komponent realizováno pomocí nepájivého pole tzv. *breadboardu* a odpojitelných vodičů.

## 5.1 Použité komponenty

V této kapitole budou popsány jednotlivé komponenty použité pro realizaci poplachového zabezpečovacího systému. Většina součástek je běžně dostupných ve specializovaných obchodech, včetně mikrokontroleru Atmel ATmega328P. Ten je dodáván buď s již nahraným firmwarem pro Arduino (tzv. *bootloader*), nebo bez něj. Jestliže firmware není přítomen, nelze s mikrokontrolerem komunikovat skrz virtuální sériový port Arduina. Tato situace může nastat, pokud byl originální mikrokontroler, dodávaný s Arduinem, nahrazen novým. V takovém případě je nutné použít speciální externí programátor. Některé desky Arduino podporují funkci programátoru a lze je rovněž použít pro nahrání firmwaru do mikročipu.

Tab. 1 – Kompletní seznam použitý komponent a součástek

Název součástky	Typ	Hodnota	Množství
Čtečka RFID tagů	MFRC522	-	1x
Dioda	1N5408	3 A	3x
GSM komunikátor	SIM800L	-	1x
Kondenzátor	keramický	22 pF	2x
Kondenzátor	elektrolytický	1000 $\mu$ F	1x
Kondenzátor	elektrolytický	10 $\mu$ F	1x
Krystal	HC49US	16 MHz	1x
LED dioda	RGB	20 mA	1x
Magnetický kontakt	KUAN-HSI 1A15	-	1x
Mikrokontroler	ATmega328P-PU	-	1x
Mikrospínač	4 pinový	-	1x
Napájecí kabel	měděný	0,5 mm <sup>2</sup>	1 m
Piezoměnič	KPX1205B	5 V	1x
Rezistor	metalizovaný	4700 $\Omega$	1x
Rezistor	metalizovaný	10 k $\Omega$	3x
Rezistor	metalizovaný	510 $\Omega$	1x
Rezistor	metalizovaný	220 $\Omega$	2x
USB konektor	USB-A	-	1x

Rozšiřující moduly GSM SIM800L a RFID MFRC522 lze zakoupit ve specializovaných obchodech nebo e-shopech s rozšiřujícími moduly k platformám Arduino či Raspberry.



### 5.1.1 ATmega328P-PU

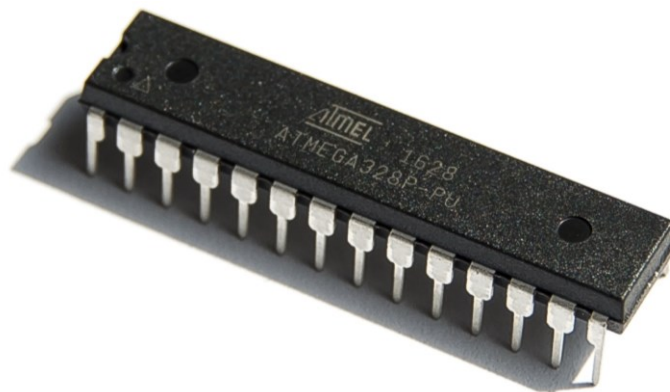
#### *Základní charakteristika*

Mikrokontroler ATmega328P-PU patří do rodiny AVR integrovaných obvodů od firmy Atmel Corporation. Jedná se o 8 bitový mikropočítač založený na architektuře RISC s rozsáhlou instrukční sadou s 32 registry pro všeobecné účely, které jsou přímo spojeny s aritmetickologickou jednotkou. [9]

Tab. 2 – Přehled vlastností mikrokontroleru ATmega328P-PU [9]

Vlastnost	Hodnota
Počet pinů	28
Paměť flash	32 KB
Paměť SRAM	2 KB
Paměť EEPROM	1 KB
I/O piny	23
Rozhraní SPI	2x
Rozhraní I <sup>2</sup> C	1x
Rozhraní USART	1x
A/D převodník	10 bitů / 8 kanálů
8 bitový čítač	2x
16 bitový čítač	1x

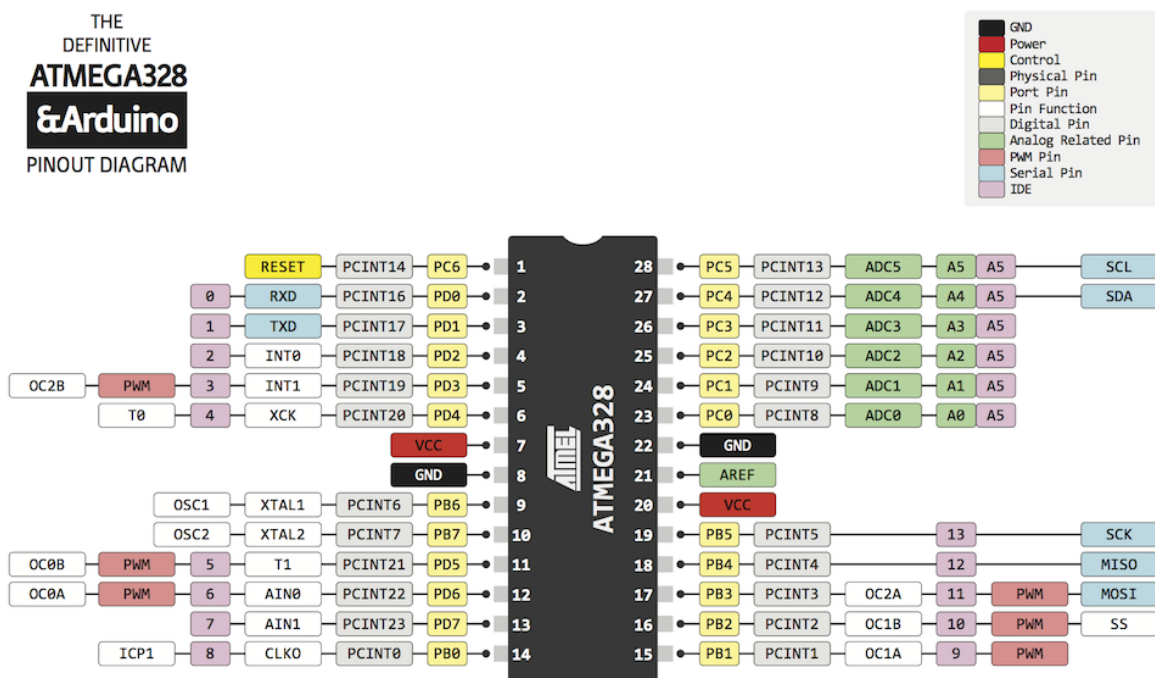
Tento mikrokontroler je osazen ve vývojové desce Arduino UNO v klasickém pouzdře DIP. Jedná se o pouzdro se dvěma řadami vývodů (Obr. 8). Výhodou tohoto typu pouzdra je snadná výměna znehodnoceného mikrokontroleru za nový, na rozdíl od typu SMD.



Obr. 8 – Mikrokontroler Atmel ATMEGA328P-PU [vlastní]

## Rozhraní

Rozhraní mikrokontroleru tvoří 28 pinů. Pět pinů je určeno pro napájení, zbytek slouží pro komunikaci, měření analogových veličin a vstupně výstupní operace. Šest pinů navíc podporuje pulsně-šířkovou modulaci výstupního signálu. Značení pinů se liší v rámci aplikací za účelem zpřehlednění a snadnější orientace. Platforma Arduino využívá jednoduché číslování arabskými číslicemi, analogové piny mají před číslem uvedeno písmeno A (Obr. 9).



Obr. 9 – Diagram uspořádání pinů včetně alternativních názvů a funkcí [10]

Žlutě zvýrazněné názvy pinů jsou stanoveny výrobcem. Toto značení není příliš přehledné, zejména pro laiky. Růžově zvýrazněné číslování se shoduje s platformou Arduino UNO. Světle modře jsou zvýrazněny piny pro sériovou komunikaci skrze protokoly

- UART,
- SPI,
- I<sup>2</sup>C.

Červeně jsou znázorněny digitální vstupně výstupní piny podporující pulsně šířkovou modulaci signálu.

Zeleně zvýrazněné popisky označují piny analogově-digitálního převodníku.

Bíle zvýrazněné názvy popisují funkce pinů (např. připojení externího oscilátoru).

### *Režimy spotřeby energie*

Za účelem optimalizace výkonu a spotřeby elektrické energie je mikrokontroler vybaven celkem šesti úspornými režimy. Každý z režimů představuje omezení některých funkcí na úkor výkonu, který není po dobu aktivace příslušného módu potřebný. Tímto způsobem lze dosáhnout výrazného snížení odběru proudu v době nečinnosti, například při čekání na vnější událost (externí přerušení) nebo událost vnitřní (např. interní časovač). [9]

Mikrokontroler podporuje následující režimy spotřeby energie:

1. **Idle** (nečinnost)

Zastaví činnost procesoru, pracuje pouze operační paměť SRAM, časovače / čítače, SPI port a systém přerušení pro ukončení režimu.

2. **ADC Noise Reduction** (redukce šumu A/D převodníku)

Zastaví činnost procesoru a všechny vstupně výstupní moduly kromě asynchronního časovače a A/D převodníku. Slouží k minimalizaci šumu při vzorkování signálu.

3. **Power-down** (zmražení)

Režim power-down uloží obsah registru a „zmrazí“ oscilátor, což zastaví všechny ostatní funkce mikrokontroleru až do příštího přerušení, nebo stisku tlačítka reset.

4. **Power-save** (šetření energie)

V režimu úspory energie zůstává v činnosti asynchronní časovač, což umožňuje udržení časové základny, zatímco zbytek zařízení spí.

5. **Standby** (pohotovostní režim)

Oscilátor běží, zatímco zbytek zařízení spí, což umožňuje rychlé probuzení v kombinaci s nízkou spotřebou.

6. **Extended Standby** (rozšířený pohotovostní režim)

Rozšířený pohotovostní režim udržuje v činnosti oscilátor i asynchronní časovač. [9]

Přecházet mezi jednotlivými režimy spotřeby energie lze pomocí externích knihoven (např. knihovna LowPower.h1).

---

<sup>1</sup> Dostupné z: <https://github.com/rocketscream/Low-Power>

### 5.1.2 SIM800L

#### *Základní charakteristika*

GSM komunikátor SIM800L patří do rodiny bezdrátových modulů SIM800, vyvinutých firmou SIM Technology Group Ltd., respektive její dceřinou společností SIMCOM Wireless Solutions. Jedná se o čtyřpásmový GSM/GPRS modul, podporující frekvence 850 MHz, 900 MHz, 1800 MHz a 1900 MHz. [11]

Modul je za účelem snadného použití dodáván na malé DPS společně s napájecím obvodem, pasivní anténou, slotem pro mikro SIM kartu a základními komunikačními piny. Napájecí napětí musí být v rozmezí 3,4 – 4,4 V přičemž zdroj musí být schopen ve špičce dodat proud až 2 A. K proudovým špičkám dochází zejména při registraci modulu do sítě mobilního operátora, během hovoru nebo při odesílání SMS zprávy. [11]

#### *Rozhraní*

Rozhraní modulu tvoří konektor pro připojení externí antény a dvanáct pinů:

- NET – připojení spirálové antény,
- VCC – napájení + 3,4 až 4,4 V,
- RST – resetovací pin (připojuje se přes NPN tranzistor spínaný nadř. systémem),
- RX – pin sériové komunikace (příjem),
- TX – pin sériové komunikace (vysílání),
- GND – nulový potenciál (mínusový pól baterie),
- RING – vyzváněcí signál (příchozí hovor, sms),
- DTR – resetovací pin pro sériovou komunikaci,
- MICP – kladný vstup pro mikrofon,
- MICN – záporný vstup pro mikrofon,
- SPKP – kladný výstup pro reproduktor,
- SPKN – záporný výstup pro reproduktor. [11]

Pro základní funkci a komunikaci s nadřazeným systémem stačí zapojení prvních šesti pinů. Ostatní piny slouží pro připojení mikrofonu, reproduktoru a antény. Resetovací pin RST je určený k resetování modulu sepnutím vůči zemi. Propojení se zemí lze zajistit nastavením TTL hodnoty nadřazeného systému na LOW, spolehlivější je však zapojení přes NPN tranzistor. Zapojení resetovacího pinu však není nutnou podmínkou pro fungování modulu. [11]

GSM komunikátor SIM800L používá 3 voltovou TTL logiku. To znamená, že úroveň HIGH se rovná přibližně 2,8 V. Maximální přípustná hodnota je 3,5 V. Mikrokontroler ATmega328P-PU používá 5 voltovou logiku. Aby bylo dosaženo kompatibility a předešlo se poškození modulu, byl mezi RX pin GSM modulu a TX pin ATmega328P-PU umístěn jednoduchý dělič napětí, který úroveň HIGH sníží z 5 V na cca 3,4 V. Na straně mikrokontroleru není potřeba kompatibilitu řešit, jelikož minimální hodnota úrovně HIGH u 5 voltové logiky je pod hranicí 3 V. [11]



Obr. 10 – GSM modul SIM800L [vlastní]

### **Režimy spotřeby energie**

GSM Komunikátor SIM800L disponuje dvěma hlavními režimy spotřeby energie.

1. **Functionality Mode** (módy funkcionality)
  - a. Minimum functionality (mód minimální funkcionality) – nejúspornější,
  - b. Full functionality (mód plné funkcionality) – výchozí,
  - c. Flight mode (režim letadlo) – deaktivace rádiového rozhraní.
2. **Sleep Mode** (režim spánku) – na rozdíl od módu minimální funkcionality je modul v režimu spánku schopen přijímat příchozí hovory a SMS zprávy. Sériový port není povolen. [11]

Přechod do režimu spánku je iniciován signálem *high* (log. 1) na pinu DTR. Probuzení nastane při příchozím hovoru, SMS, datech ze sítě GPRS nebo pomocí signálu *low* (log. 0) na pinu DTR. Tím dojde k aktivaci sériového portu na dobu 50 ms. [11]

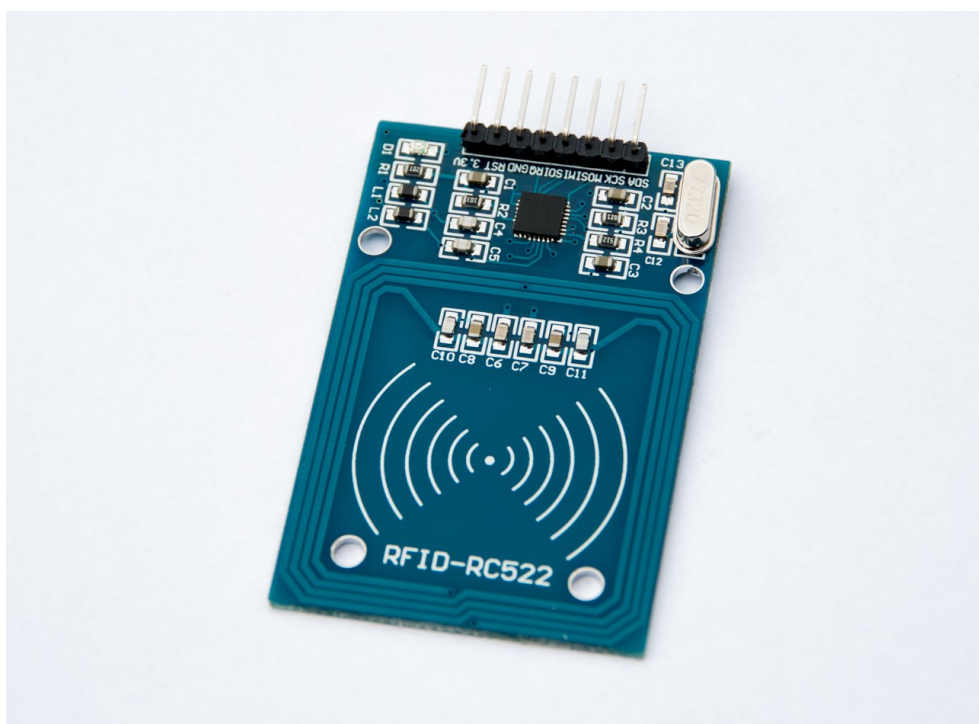
### 5.1.3 MFRC522

#### *Základní charakteristika*

Jedná se o čtečku identifikačních karet (IC) označovaných ochrannou známkou MIFARE či NTAG, vyvinutou společností NXP Semiconductors Austria GmbH. Zařízení pracuje na frekvenci 13,56 MHz a umožňuje číst i zapisovat data do tzv. *tagů*. [12]

Tag je přenosné pasivní zařízení, které slouží k identifikaci osob nebo předmětů. Mohou být ve formě identifikačních karet, přívěšků, nálepek apod. Každý tag je z výroby opatřen náhodným kódem, tzv. UID, jehož délka v bitech se liší podle verze standardu MIFARE. Experimentálně bylo zjištěno, že použité RFID přívěšky obsahují identifikační kód o délce 4 byty, zatímco karta používá 7 bytů. Z hlediska funkce nehraje délka kódu žádnou roli, delší kód však lze označit za bezpečnější.

Princip činnosti spočívá ve vytvoření elektromagnetického pole kolem antény čtečky. Přiložením podporovaného tagu do tohoto prostoru dojde k indukci elektrického napětí a nabití kondenzátoru. Takto získaná energie je využita k napájení malého integrovaného obvodu, který zajistí odeslání obsahu své paměti do čtečky, která příchozí data zpracuje. Základní verze tagů MIFARE Classic Family nepodporuje symetrické šifrování přenosu 3DES a AES. Dostupné je pouze šifrování Crypto1, které již bylo bohužel prolomeno. [12]



Obr. 11 – RFID čtečka RC522 [vlastní]

### *Rozhraní*

Čtečka pracuje při napájecím napětí v rozmezí 2,5 až 3,3 V. Pro komunikaci s nadřazeným systémem čtečka používá sběrnicové rozhraní SPI. Celkové rozhraní tvoří 8 pinů:

- 3.3 V – napájení + 2,5 až 3.3 V,
- GND – nulový potenciál (mínusový pól baterie),
- RST – resetovací pin,
- IRQ – pin hardwarového přerušení,
- SDA – pin pro selekci periferie při komunikaci přes sběrnici SPI,
- MOSI – přijímací pin sběrnice SPI,
- MISO – odesílací pin sběrnice SPI,
- SCK – hodinový signál pro sběrnici SPI. [12]

### *Režimy spotřeby energie*

Čtečka MFRC522 disponuje třemi režimy spotřeby energie:

1. **Hard power-down** (tvrdé zmražení) – režim nejnižší spotřeby energie, pro přechod je vyžadováno hardwarové zkratování pinu řídicího mikrokontroleru vůči zemi,
2. **Soft power-down** (lehké zmražení) – režim nízké spotřeby energie, lze jej aktivovat a deaktivovat softwarově změnou hodnoty registru CommandReg,
3. **Transmitter power-down** (vypnutí vysílače) – deaktivuje elektromag. pole. [12]

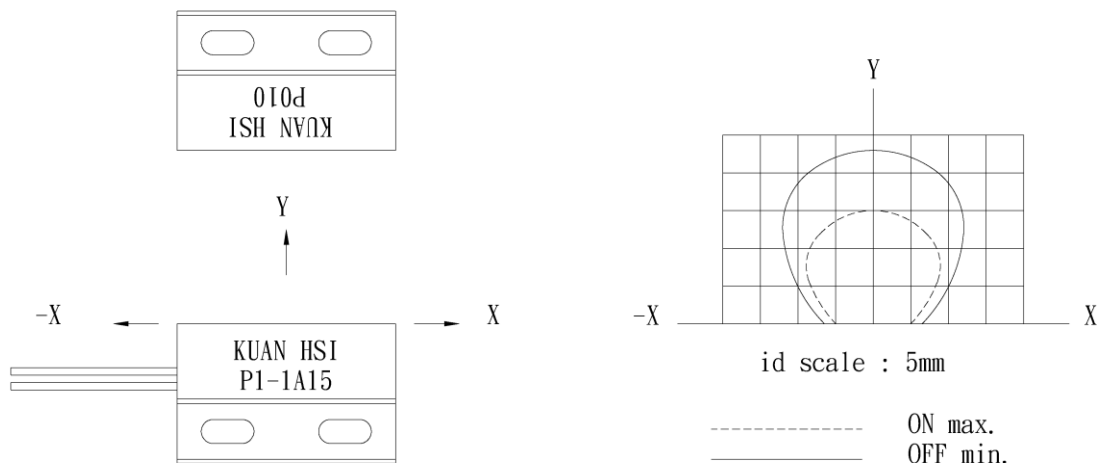


Obr. 12 – RFID tagy - klíčenky a karta [vlastní]

### 5.1.4 Magnetický kontakt KUAN HSI P1-1A15

Magnetický kontakt obsahuje vodivé jazýčky, které jsou zataveny do skleněného pouzdra. Uvnitř pouzdra je speciální plyn, který zajišťuje v kombinaci s celou konstrukcí dokonalé hermetické oddělení spínacího kontaktu od atmosférického prostředí. Tímto je dosaženo odolnosti vůči korozi a dalším vlivům snižujícím životnost běžných spínačů. [13]

Maximální stejnosměrné spínané napětí činí 200 V, maximální spínaný proud 0,5 A. Pro dosažení dlouhé životnosti jsou výrobcem doporučené hodnoty napětí a proudu 5 V a 10 mA. Napětí vyšší než 250 V na otevřeném kontaktu zapříčiní jeho permanentní zničení. Magnetický kontakt je schopen pracovat v rozmezí teplot -40 až 125 °C. [13]



Obr. 13 – Operační charakteristika magnetického kontaktu P1-1A15 [13]

Existuje více způsobů elektrického zapojení kontaktů. Magnetické kontakty lze řadit do proudových smyček, čímž vznikne zóna. V jedné zóně musí být minimálně jeden detektor nebo více detektorů stejného typu nebo různé detektory se stejným typem elektrického spínacího kontaktu. Rozlišujeme dva základní typy elektrických kontaktů (smyček), a to NC a NO. Magnetický kontakt P1-1A15 je typu NC (normally closed). To znamená, že v klidovém stavu, kdy je přítomno magnetické pole permanentního magnetu prochází kontaktem proud. Při oddálení magnetu se kontakt rozepe a elektrický proud kontaktem neprochází. Kontakty typu NC proto musí být v rámci proudové smyčky zapojeny do série.

Kontakty typu NO (normally opened) se u magnetických detektorů používají méně. Výhodou však je nulová spotřeba elektrické energie v klidovém stavu. Kontakty tohoto typu se v rámci smyčky zapojují paralelně.

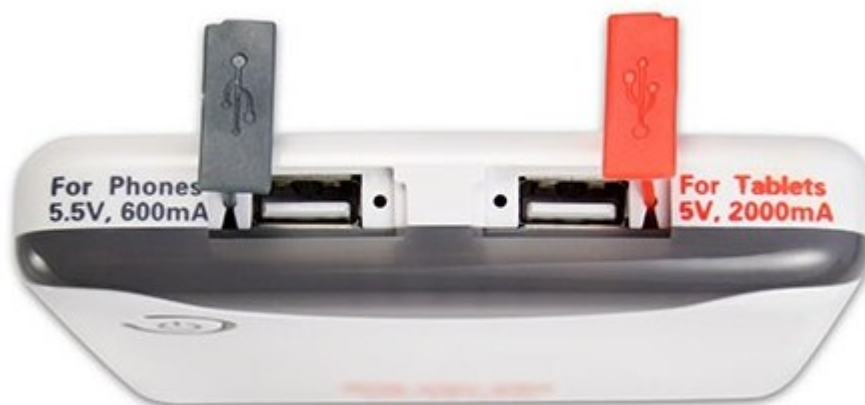


## 5.2 Napájení

Problematika napájení navrženého systému PZS spočívá zejména ve výběru vhodného typu akumulátoru vzhledem k přizpůsobení napěťových úrovní mezi jednotlivými komponentami. Zároveň musí být akumulátor schopen dodat špičkový proud až 2 A.

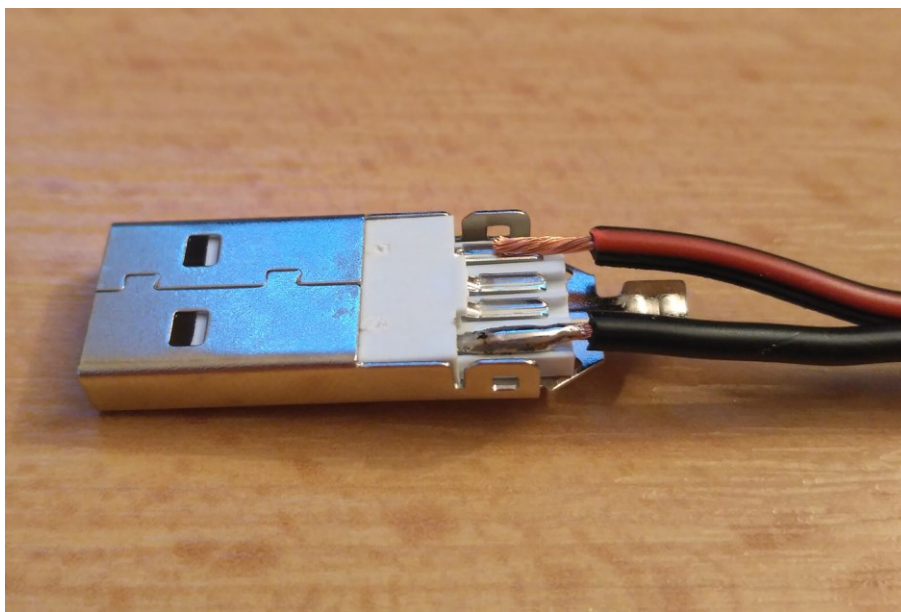
První variantou by mohl být klasický olověný akumulátor. Tyto se vyrábějí nejčastěji ve variantách s hodnotami referenčního napětí 6 a 12 V a dále se dělí z hlediska určení na startovací a trakční. Použití tohoto akumulátoru však vyžaduje snížení provozního napětí na úroveň vhodnou pro napájené zařízení. Napětí lze přizpůsobit pomocí lineárních regulátorů napětí nebo pomocí tzv. DC-DC měniče napětí. Měnič má několikanásobně vyšší účinnost oproti lineárním regulátorům, které přebytek energie přeměňují na nežádoucí teplo. Nejčastěji se vyskytují právě v bateriově napájených zařízeních nebo zdrojích.

Druhou variantou je použití přenosného zdroje tzv. powerbanky. Jedná se o jednoduchý zdroj pro napájení zařízení pomocí univerzálního rozhraní USB. Skládá se zpravidla z několika Li-Ion, Li-Pol, NiCd nebo NiMH článků, DC-DC měniče, nabíjecího obvodu a USB konektoru. Výhoda použití tohoto typu zařízení jako akumulátoru spočívá ve snadném nabíjení, vysoké dostupnosti v různých kapacitách, snadné výměně a manipulaci. Standardní napětí 5 V pro USB rozhraní je velmi vhodné k napájení TTL logických obvodů. Nevýhodou u některých powerbank je přítomnost ochranného obvodu proti samovolnému vybíjení. Tento obvod monitoruje odběr proudu a v případě jeho poklesu pod výrobcem stanovenou hodnotu zařízení vypne. Na trhu jsou dostupné verze s ochranným obvodem i bez něj. V případě navrženého systému PZS je odběr zařízení v klidovém stavu velmi nízký, a proto je vhodným řešením například powerbanka Voltaic V44 s funkcí *Always On* (vždy zapnuto).



Obr. 14 – Powerbanka Voltaic V44 USB Battery Pack [14]

Důležitou součástí napájecí soustavy je rovněž dostatečně dimenzovaná kabeláž. Klasické USB kabely se skládají ze čtyř vodičů, které jsou za účelem lepší ohebnosti velmi tenké. Tyto tenké vodiče v praxi nedokázaly přenést dostatečný proud pro GSM komunikátor. Za účelem spolehlivého fungování celého zařízení byl zkonstruován dostatečně dimenzovaný napájecí USB kabel (Obr. 15).



Obr. 15 – Dimenzovaný napájecí USB kabel [vlastní]

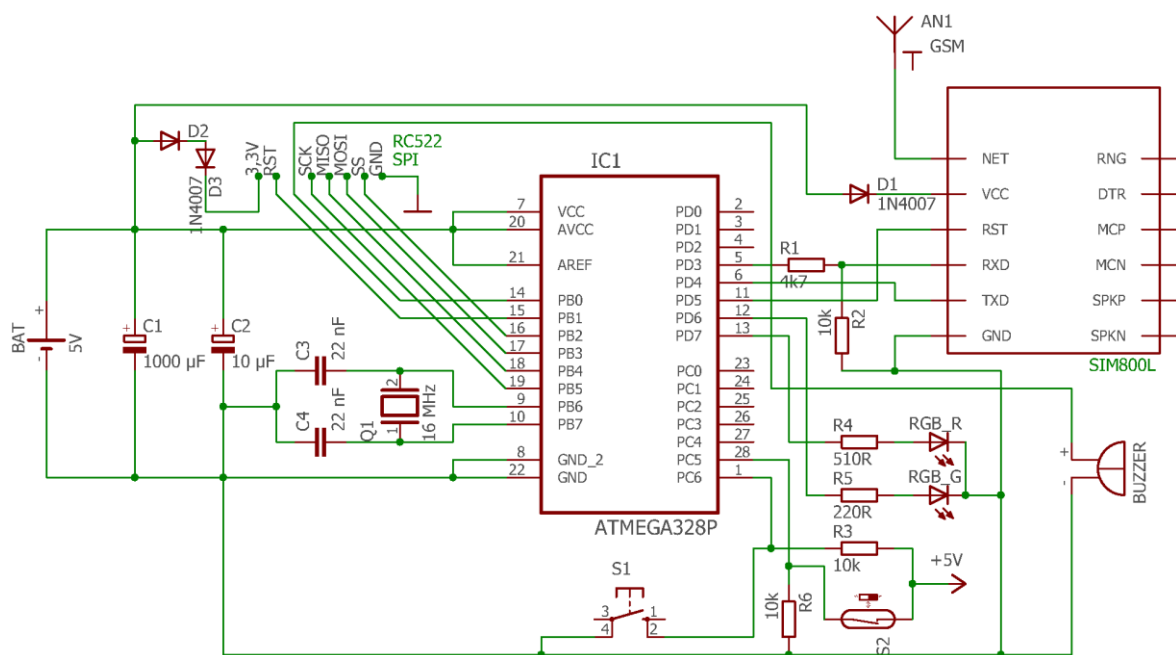
### 5.2.1 Přizpůsobení napětových úrovní

Napájecí napětí jednotlivých částí navrženého elektrického obvodu se liší v závislosti na výrobci jednotlivých komponent. Z tohoto důvodu je nutné přizpůsobit napětí jednotlivým komponentám.

Pro dosažení odpovídajícího napětí 3,3 V pro napájení RFID čtečky je využito úbytku 1,2 V na dvou sériově zapojených křemíkových diodách (Obr. 16). Stejným způsobem je dosaženo odpovídajícího napětí pro GSM komunikátor, který pracuje v rozmezí 3,4 – 4,4 V.

### 5.3 Elektrické schéma zapojení

Elektrické schéma zapojení bylo vytvořeno pomocí editoru schémat v programu Eagle a jeho účelem je graficky znázornit propojení všech použitých součástek a modulů na hardwarové úrovni (Obr. 16). Vývojová deska Arduino UNO obsahuje mnoho elektronických obvodů, které zbytečně odebírají proud a nelze je uživatelsky deaktivovat. Jedná se zejména o USB převodník, zdrojovou část s lineárním napěťovým regulátorem ochranné obvody apod. Za účelem snížení odběru proudu bylo navrženo zapojení se samostatným mikrokontrolerem ATmega328P.



Obr. 16 – Elektrické schéma PZS [vlastní]

Mikrokontroler ATmega328P obsahuje interní oscilátor o rezonanční frekvenci 8 MHz. Jeho použití sice vede ke snížení odběru proudu ale i výpočetního výkonu, což se negativně projeví zejména v přenosové rychlosti sériové komunikace. GSM komunikátor preferuje vyšší přenosové rychlosti, a proto bylo použito zapojení s externím krystalem s rezonanční frekvencí 16 MHz.

Většina součástek je součástí základních knihoven dodávaných se softwarem. Výjimku tvoří čtečka RFID tagů, která byla nahrazena vyvedením příslušných napájecích a komunikačních pinů do jednoduchého rozhraní se shodným pojmenováním pinů jako na modulu (označeno RC522 SPI).

## 5.4 Komunikace s uživatelem

Z důvodu minimalizace odběru proudu je komunikace s uživatelem omezena na nutné minimum. K rozlišení stavu, v jakém se ústředna v daný okamžik nachází, slouží světelná LED dioda. Pro lepší zpětnou vazbu je navíc ústředna vybavena zvukovou signalizací. Uživatel pomocí tónu získá informaci o stavu i v případě, že nemá se zařízením vizuální kontakt. Zařízení by mělo být instalováno pokud možno skrytě, aby potenciální narušitel nemohl získat přístup k ústředně dříve, než dojde k vyhlášení poplachu.

### 5.4.1 Vizuální indikace

Pro zobrazení stavu ústředny byla použita světelná LED dioda typu RGB. Výhoda tohoto typu diody spočívá v integraci tří základních barev do jedné elektronické součástky. Existuje několik druhů, které se liší zejména způsobem zapojení jednotlivých pinů. V případě naší ústředny byla použita LED dioda se společnou katodou.

Tab. 3 – Vizuální barevná indikace jednotlivých stavů systému PZS

Barva LED diody	Stav LED diody a zařízení	
	Svíí	Bliká
<span style="color: green;">●</span> Zelená	Odstřeženo	Odchodový čas
<span style="color: red;">●</span> Červená	Zastřeženo	Příchodový čas
<span style="color: blue;">●</span> Modrá	Poplach	

K rozlišení dalších stavů (například režim částečného zastřežení) by v případě budoucího rozšíření systému mohl být přidán parametr periody blikání.

### 5.4.2 Akustická indikace

Pro indikaci stavu pomocí zvukových signálů je použit jednoduchý piezoelektrický měnič. Frekvence výstupního signálu je regulována pomocí pulsně-šířkové modulace. Dalším parametrem je délka tónu.

Akustická indikace je vhodná zejména pro odchodový čas, kdy je uživatel informován o úspěšném zastřežení objektu, nebo chybě. Dojde-li k úspěšnému zastřežení systém vydá dlouhý vysoký tón. Pokud dojde k chybě a systém s nějakého důvodu nemohl přejít do stavu střežení, tón se nepřehraje.

## 6 SOFTWARE

Následující kapitola popisuje vytvoření programového vybavení pro mikrokontroler, včetně použitých knihoven a způsoby komunikace mezi jednotlivými periferiemi systému.

### 6.1 Softwarové knihovny

Využití softwarových knihoven výrazně usnadňuje práci s moduly. V rámci práce byly použity tři nadstandardní softwarové knihovny:

1. Sim8001.h<sub>1</sub>,
2. MFRC522.h<sub>2</sub>,
3. LowPower.h<sub>3</sub>.

Použité knihovny nepodléhají žádným softwarovým licencím a jejich aktualizované i starší verze jsou dostupné na webové platformě GitHub.

### 6.2 Komunikace s moduly

#### 6.2.1 Sériové periferní rozhraní (SPI)

Sériová sběrnice SPI (*Serial Peripheral Interface*) slouží pro komunikaci řídicího systému s jednotlivými periferiemi. Jedná se o tzv. *master-slave* komunikaci. Jeden prvek je vždy řídicí (*master*), ostatní zařízení jsou řízené (*slave*). Sběrnice využívá celkem čtyři vodiče:

- SCK (*Serial Clock*) – sériový hodinový signál,
- MISO (*Master Input Slave Output*) – odchozí data z řídicího prvku,
- MOSI (*Master Output Slave Input*) – odchozí data z řízeného prvku,
- SS (*Select Slave*) – výběr řízeného prvku.

Rozhraní SPI je v případě naší ústředny použito pro komunikaci mikrokontroleru ATmega328P-PU s čtečkou RFID tagů MFRC522. Softwarová implementace SPI protokolu je součástí základních knihoven frameworku Wiring a samotnou komunikaci s RFID modulem obstarává knihovna MFRC522.h.

---

<sup>1</sup> Dostupné z: <https://github.com/cristiansteib/Sim8001>

<sup>2</sup> Dostupné z: <https://github.com/miguelbalboa/rfid>

<sup>3</sup> Dostupné z: <https://github.com/rocketscream/Low-Power>

### 6.2.2 Softwarové sériové rozhraní

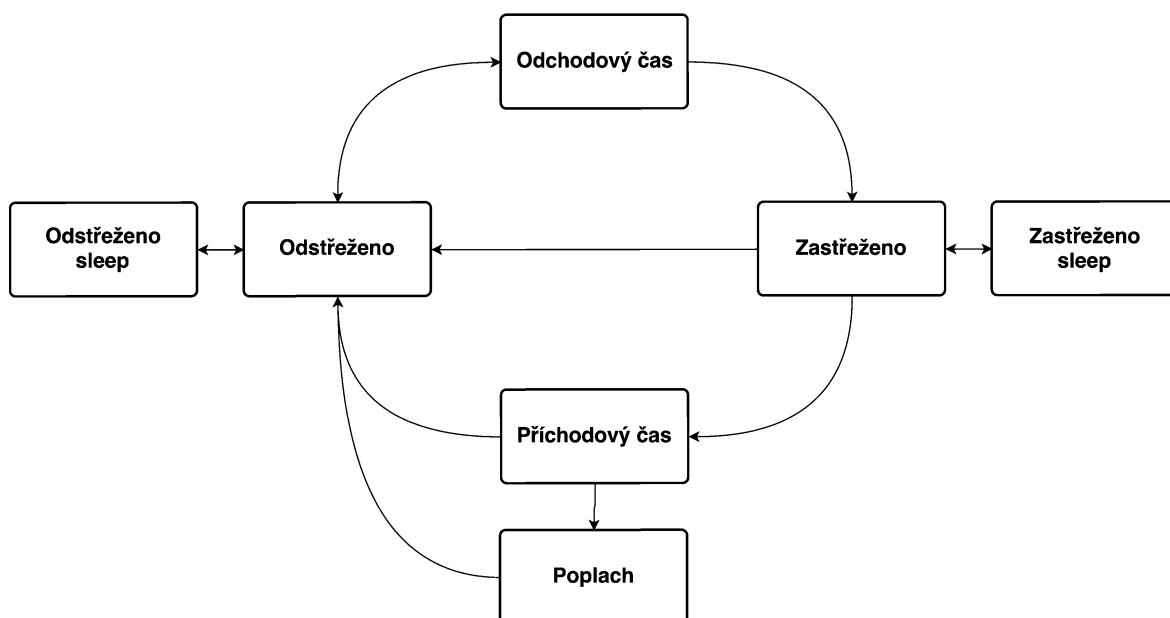
Mikrokontroler Atmel ATmega328P-PU bohužel disponuje pouze jedním sériovým rozhraním UART (*Universal Asynchronous Receiver/Transmitter*). Pomocí tohoto rozhraní může mikrokontroler komunikovat pouze s jedním zařízením. Za účelem ladění bylo toto rozhraní rezervováno pro komunikaci s osobním počítačem.

Pro připojení GSM komunikátoru SIM800L bylo z výše uvedeného důvodu nutné použít knihovnu `SoftwareSerial.h`, která umožňuje simulovat sériovou komunikaci skrze libovolnou dvojici digitálních vstupně výstupních pinů. Piny jsou značeny zkratkami TX (vysílač), RX (příjímač). Způsob zapojení je vždy z RX do TX a obráceně.

Knihovna `SoftwareSerial.h` je rovněž součástí základních knihoven frameworku Wiring.

## 6.3 Stavový diagram

Základ stavového diagramu (Obr. 17) tvoří pět stavů, mezi kterými je systém schopen přecházet. Zbývající dva stavy (odštěženo sleep a zastřeženo sleep) slouží pro účely šetření energie. V rámci první verze systému prozatím tyto nebyly implementovány.



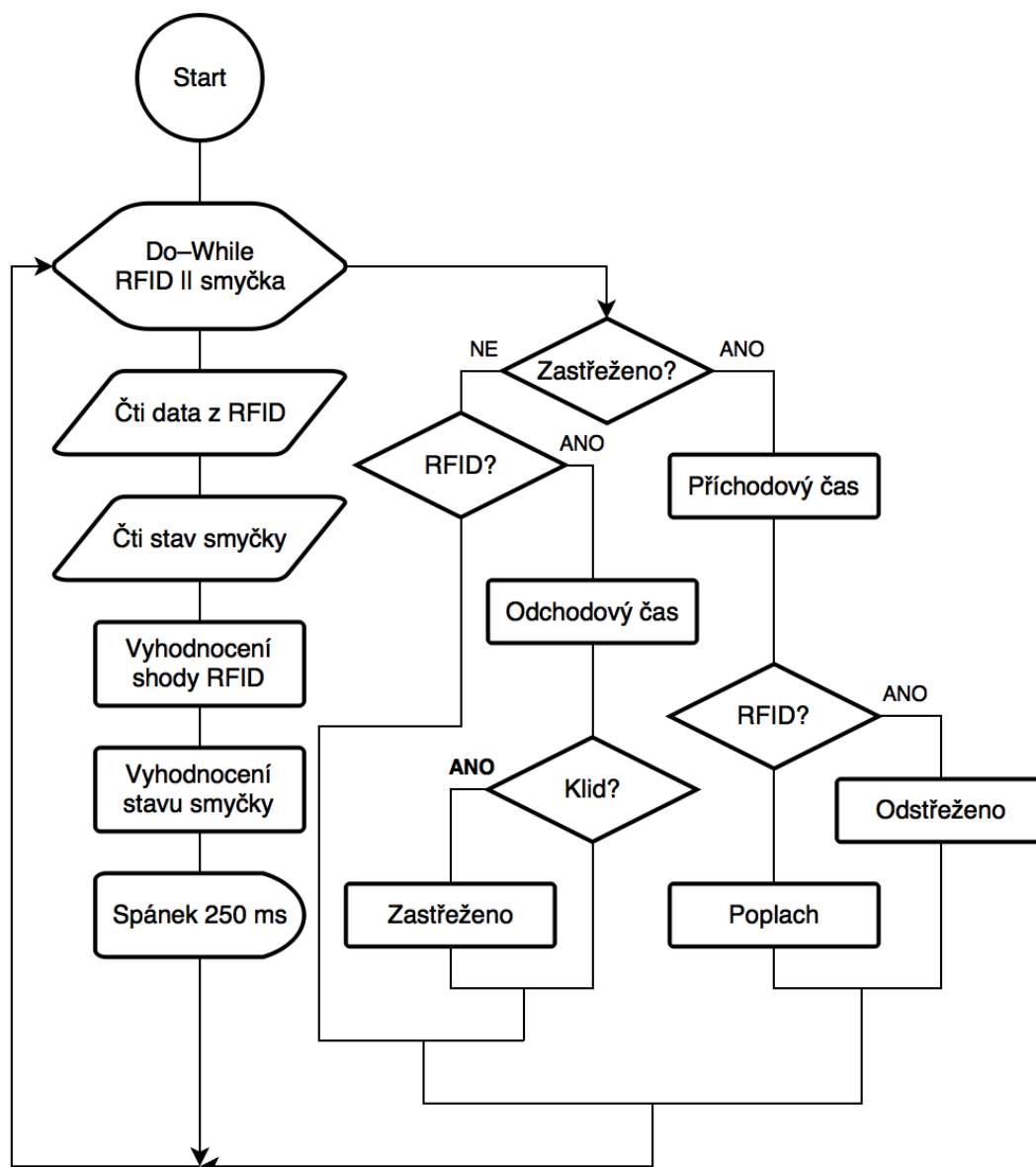
Obr. 17 – Stavový diagram navrhovaného systému PZS [vlastní]

Šipky reprezentují přechody mezi jednotlivými stavy. Přechod může být jednosměrný nebo obousměrný. Při využití paradigmatu stavový automat představují vztahy mezi jednotlivými stavy analogii k pravdivostní tabulce.

Po zapnutí je systém ve výchozím stavu odstřeženo. Pro přechod do stavu zastřeženo systém nejdříve přejde do stavu odchodový čas. Po jeho uplynutí proběhne kontrola stavu smyček, a pokud jsou tyto v klidu, dojde k úspěšnému zastřežení. Nejsou-li smyčky v klidu, je nutné pokus o zastřežení opakovat. Systém může přejít zpět do stavu odstřeženo, a to buď okamžitě (příložením platného RFID tagu) nebo skrze stav příchodový čas. Do stavu poplach systém přejde tehdy – není-li během příchodového času přiložen platný RFID tag.

## 6.4 Vývojový diagram

Smyslem vývojového diagramu je grafické vyjádření toku programu. Program na začátku inicializuje knihovny, deklaruje a definuje proměnné a funkce, a následně přejde do smyčky. Tato smyčka se vykonává do nekonečna, nebo do doby příchozího hardwarového přerušení.



Obr. 18 – Vývojový diagram hlavní smyčky softwaru ústředny [vlastní]

V hlavní smyčce programu běží do-while cyklus, který s periodou 250 ms vyhodnocuje stav smyček s magnetickými kontakty a přítomnost RFID tagu v blízkosti čtečky. Je-li aktivován magnetický kontakt nebo dojde k načtení tagu, cyklus je ukončen a algoritmus pokračuje v toku programu.

Dalším krokem je zjištění, zda se systém nachází ve stavu zastřeženo. Pokud ne, program zjišťuje, co způsobilo přerušení do-while cyklu. Jestli-že to byla RFID čtečka, spustí se odchodový čas, po jehož uplynutí je zkontrolován klidový stav smyček. Jsou-li smyčky v klidu, dojde k zastřežení, v opačném případě se program vrací do do-while smyčky a čeká na další přerušení. Pakliže ve stavu odstřeženo vyvolala přerušení cyklu aktivace smyčky, program se okamžitě vrací zpět do do-while cyklu.

Jestli-že je odstřeženo a zároveň dojde k přerušení do-while cyklu, je okamžitě spuštěn příchodový čas, během kterého musí být přiložen platný RFID tag, aby došlo k odstřežení. V opačném případě je vyhlášen poplach.

Vývojový diagram je pro účely zpřehlednění a lepšího pochopení fungování algoritmu mírně zjednodušený.

## 6.5 Shrnutí

V kapitole software byly popsány základní principy fungování softwaru ústředny včetně způsobů komunikace s moduly a grafických diagramů. Nebyly implementovány režimy úspory energie modulů, jelikož tyto nejsou v rámci knihoven prozatím k dispozici. Zdrojový kód je součástí přílohy společně s použitými knihovnami a obsahuje detailní komentář.



## 7 FUNKCE A OVLÁDÁNÍ SYSTÉMU

Stručný popis uvedení poplachového systému do provozu, ovládání pro přechod mezi režimy zastřeženo, odstřeženo a deaktivace poplachu.

### 7.1 Zapnutí systému

Před zapnutím systému je nutné vložit kartu SIM do příslušného slotu na spodní straně GSM komunikátoru. Připojením napájecího USB konektoru k napájení dojde k automatickému zapnutí systému a rozsvítí se zelená indikační LED dioda. Dojde-li k úspěšné registraci SIM karty do sítě, bliká LED dioda na GSM komunikátoru s periodou cca 3 s.

### 7.2 Zastřežení

Po zapnutí se systém nachází ve výchozím stavu – odstřeženo. Úspěšné zastřežení objektu vyžaduje splnění dvou podmínek. Prvním krokem je přiložení povoleného RFID tagu ke čtečce. Je-li rozpoznán správný tag, spustí se odchodový čas (indikační LED dioda bliká červeně). Druhým krokem je uzavření všech proudových smyček. Pokud jsou smyčky v klidu a zároveň nevypršel odchodový čas, systém přejde do stavu střežení. Indikační LED dioda svítí červeně.

### 7.3 Odstřežení

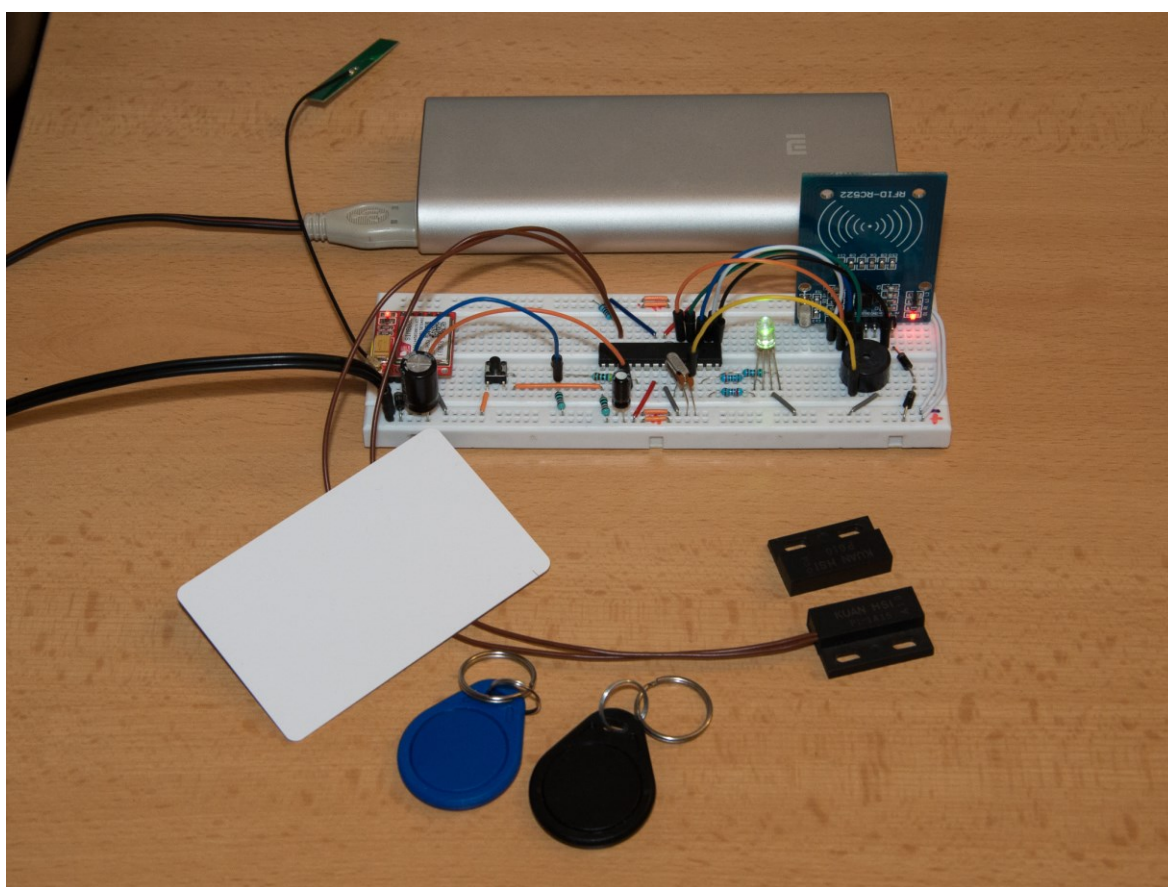
Systém umožňuje dva druhy odstřežení – rychlé a pomalé. Pokud dojde k aktivaci detektoru (narušení objektu), spustí se příchodový čas, během kterého je nutné přiložit povolený RFID tag (pomalé odstřežení). V opačném případě je vyhlášen poplach. Nachází-li se oprávněná osoba během střežení uvnitř objektu, může odstřežit přiložením tagu (rychlé odstřežení).

### 7.4 Deaktivace poplachu

Deaktivovat poplach je možné dvěma způsoby – osobně nebo na dálku. Osobní deaktivace vyžaduje přiložení platného RFID tagu. Vzdáleně lze systém deaktivovat zahájením hovoru na číslo ústředny. Ústředna příchozí hovor zamítne a přejde do režimu odstřeženo.

## 8 PRAKTICKÉ OVĚŘENÍ

Zařízení bylo během programování a testování připojeno pomocí vývojové desky Arduino. Tímto způsobem bylo možné pomocí výpisu dat přes sériové rozhraní pohodlně ladit software. Posléze byla otestována funkčnost zařízení bez Arduina, pouze se samostatným mikrokontrolerem, ostatními moduly a proudovou smyčkou s jedním magnetickým kontaktem. Celkem má mikrokontroler 6 analogových vstupních pinů, z čehož vyplývá, že je schopen rozlišit až 6 zón. První verze systému umí rozlišit pouze jednu zónu, magnetické kontakty však mohou být řazeny sériově a pokrýt tak více oken či dveří objektu v rámci jedné smyčky.



Obr. 19 – Funkční prototyp zařízení při testování [vlastní]

V budoucnu bude vytvořena vlastní deska plošných spojů, která bude společně s akumulátorem umístěna do plastového nebo kovového krytu s vhodnou izolací vůči vnějším vlivům. Tím se zabrání vystavení akumulátoru nízkým teplotám, které nepříznivě ovlivňují jeho životnost.

## ZÁVĚR

Cílem bakalářské práce bylo navrhnout a sestrojít jednoduchý poplachový zabezpečovací systém napájený akumulátorem. Myšlenka konstrukce vlastního zařízení vznikla na základě majetkové újmy v důsledku vloupání pachatele do chaty, která je vlastnictvím autora. Základní požadavky na systém zahrnují akumulátorový provoz, detekci vniknutí, časové závislosti, vizuální a akustickou indikaci stavu a signalizaci poplachu skrze mobilní síť.

Zařízení je založeno na mikropočítačové platformě Arduino s příslušnými rozšiřujícími moduly. Za účelem dosažení co nejnižší spotřeby energie bylo sestrojeno elektrické schéma, znázorňující zapojení řídicího mikrokontroleru pouze s nezbytným minimem součástek. Platforma Arduino slouží pouze pro naprogramování a ladění softwaru mikrokontroleru, který lze posléze vyjmout z patice základní desky Arduina a použít jej ve vlastním obvodu. Propojení komponent je pro účely dalšího vývoje realizováno pomocí nepájivého pole.

Uživatelské rozhraní bylo navrženo s ohledem na omezený počet vstupně výstupních pinů řídicího mikrokontroleru a zároveň jednoduché, intuitivní ovládání. Systém se ovládá přiložením čipové karty nebo přívěšku ke čtečce. Informace o stavu je uživateli sdělena pomocí vizuální a akustické indikace.

Napájení systému je realizováno pomocí powerbanky a napájecího USB kabelu. Výhodou použití powerbanky jako akumulátoru je pracovní napětí 5 Voltů i dostatečně velký vybíjecí proud. Další výhodou je snadná výměna a nabíjení pomocí libovolné nabíječky s USB konektorem. Nevýhodou je přítomnost obvodů proti samovolnému vybíjení u některých typů.

Software ústředny je napsán v programovacím jazyce C++, resp. aplikačním rámcem Wiring, který je součástí kompilátoru vývojového prostředí Arduino IDE. Pro správu a komunikaci mezi moduly byl použit softwarové knihovny. Dosavadní verze knihoven bohužel neobsahují metody pro využití úsporných režimů komponent a nebylo prozatím možné je využít. Vzhledem k první verzi systému nepovažuji výše uvedené nedostatky za fatální, naopak mám v plánu zařízení dále vyvíjet a rozšiřovat o další funkce.

Mezi plánované funkce patří optimalizace odběru energie s ohledem na využití úsporných režimů, které dosud nebyly v rámci knihoven implementovány, rozšíření počtu zón a s tím související podpora dalších typů detektorů (např. PIR), možnost komunikace a ovládání skrze síť GPRS a výměna čtečky RFID tagů za modernější typ s podporou technologie NFC.

**SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY**

- [1] ČSN EN 50131-1. *Poplachové zabezpečovací a tísňové systémy*. Ed. 2. Praha: Český normalizační institut, 2007.
- [2] DRGA, Rudolf. *Elektronické bezpečnostní systémy: Poplachové zabezpečovací a tísňové systémy*. Studijní výukový materiál. Zlín, 2013.
- [3] Solight GSM Alarm set. *Solight* [online]. Praha: Solight Holding, ©2012 [cit. 2016-12-21]. Dostupné z: <http://shop.solight.cz/solight-gsm-alarm-set-pohybovy-senzor-sirena-okenni-senzor--2x-dalk-ovl--bily-detail-2711000201.aspx>
- [4] Siren Alarm Kits: Installation & Operating Manual. In: *Honeywell* [online]. Basildon (Velká Británie): Novar Electrical Devices and Systems Limited, 2015 [cit. 2016-12-20]. Dostupné z: [http://livewell.honeywell.com/honeywell\\_wp/wp-content/uploads/Siren\\_Alarm\\_Kit\\_User\\_Guide.pdf](http://livewell.honeywell.com/honeywell_wp/wp-content/uploads/Siren_Alarm_Kit_User_Guide.pdf)
- [5] *GSM Pohybové čidlo Motion-Ear*. 4.8. Příbram, ©2014. Dostupné také z: <http://manualy.zabezpecovaci-zarizeni.cz/zabezpecovaci-systemy/minialarmy/item/77-gsm-pohybovy-detektor-a-odposlouchavac-motion-ear>
- [6] Introduction. *Arduino* [online] [cit. 2016-12-13]. Dostupné z: <https://www.arduino.cc/en/Guide/Introduction>
- [7] Arduino UNO. *Arduino* [online] [cit. 2016-12-10]. Dostupné z: <https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardUno>
- [8] Informace o programu EAGLE. *Eagle Online* [online]. Brno: ELCAD, 2014 [cit. 2017-05-06]. Dostupné z: <http://www.eagle.cz/info.htm>
- [9] *ATmega328/P: Datasheet complete* [online]. 1. 1600 Technology Drive, San Jose, CA 95110 USA: Atmel Corporation, 2016 [cit. 2017-01-24]. ISBN neuvedeno. Dostupné z: [http://www.atmel.com/Images/Atmel-42735-8-bit-AVR-Microcontroller-ATmega328-328P\\_Datasheet.pdf](http://www.atmel.com/Images/Atmel-42735-8-bit-AVR-Microcontroller-ATmega328-328P_Datasheet.pdf)
- [10] ATMega328 Pinout Diagram. In: *ArduinoExperts* [online]. 2013 [cit. 2017-05-11]. Dostupné z: <http://jobs.arduinoexperts.com/2013/03/02/arduino-atmega-pinout-diagrams/>
- [11] *SIM800L Hardware Design*. V 1.00. Shanghai, 2013. Dostupné také z: <http://sim-com.ee/documents/?dir=SIM800L>

- [12]MFRC522: Product data sheet. In: *NXP Semiconductor* [online]. Gratkorn (Rakousko): NXP Semiconductors Austria GmbH, 2016 [cit. 2017-05-10]. Dostupné z: [http://cache.nxp.com/documents/data\\_sheet/MFRC522.pdf](http://cache.nxp.com/documents/data_sheet/MFRC522.pdf)
- [13]*P1-1A15 P010: datasheet*. Taiwan, ©2005-2006. Dostupné také z: <http://www.cosmo-ic.com/object/products/P1-1A15-P010.pdf>
- [14]V44 USB Battery Pack. In: *Voltaic Systems* [online]. Brooklyn, NY: Voltaic Systems [cit. 2017-03-22]. Dostupné z: <https://www.voltaicsystems.com/v44>

**SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK**

- AVR Označení pro rodinu 8 bitových mikročipů od firmy Atmel.
- GPRS *General Packet Radio Service* – paketově orientovaný radiový přenos.
- GPS *Global Positioning System* – globální družicový polohový systém.
- GSM *Groupe Spécial Mobile* – globální systém pro mobilní komunikaci.
- I&HAS *Intruder and Hold-up Alarm System* – poplachový zabezpečovací a tísňový systém.
- I<sup>2</sup>C *Inter-Integrated Circuit* – počítačová sériová sběrnice.
- ICSP *In-Circuit Serial Programming* – programování bez vyjmutí čipu z obvodu.
- IDE *Integrated Development Environment* – vývojové prostředí.
- IP<sub>xx</sub> Třída krytí - označuje odolnost elektrických zařízení proti vnějším vlivům.
- LED *Light Emitting Diode* – svítivá dioda (kontrolka).
- NC *Normally Closed* – typ proudové smyčky, proud prochází v klidu.
- NO *Normally Opened* – typ proudové smyčky, proud prochází v aktivaci.
- PIR *Passive Infra-red Detector* – pasivní infračervený detektor.
- PWM *Pulse Width Modulation* – pulsně šířková modulace.
- PWM *Pulse-Wave Modulation* – pulsně šířková modulace.
- PZS Poplachový zabezpečovací systém.
- RFID *Radio Frequency Identification* – Identifikace na rádiové frekvenci.
- RGB *Red Green Blue* – aditivní způsob míchání barev (červená, zelená, modrá).
- SIM *Subscriber Identity Module* – SIM karta.
- SMD *Surface Mount Device* – součástka pro povrchovou montáž plošných spojů.
- SMS *Short Message Service* – SMS zpráva.
- SPI *Serial Peripheral Interface* – sériové periferní rozhraní.
- TTL *Transistor-transistor Logic* – tranzistorová logika.
- UART *Universal Asynchronous Receiver and Transmitter* – asynchronní sériové rozhraní.
- USB *Universal Serial Bus* – univerzální sériová sběrnice.

**SEZNAM OBRÁZKŮ**

Obr. 1 - Schéma poplachového zabezpečovacího a tísňového systému [2] .....	10
Obr. 2 – Solight 1D12 GSM Alarm Set [3] .....	13
Obr. 3 – Honeywell HS311S [4].....	14
Obr. 4 - Arduino UNO R3 [vlastní].....	16
Obr. 5 - Vývojové prostředí Arduino IDE 1.8.1 [vlastní].....	18
Obr. 6 – Editor plošných spojů Autodesk EAGLE 8.1.1 premium [vlastní].....	19
Obr. 7 – Blokové schéma navrženého PZS [vlastní] .....	22
Obr. 8 – Mikrokontroler Atmel ATMEGA328P-PU [vlastní] .....	24
Obr. 9 – Diagram uspořádání pinů včetně alternativních názvů a funkcí [10].....	25
Obr. 10 – GSM modul SIM800L [vlastní] .....	28
Obr. 11 – RFID čtečka RC522 [vlastní] .....	29
Obr. 12 – RFID tagy - klíčenky a karta [vlastní] .....	30
Obr. 13 – Operační charakteristika magnetického kontaktu P1-1A15 [13] .....	31
Obr. 14 – Powerbanka Voltaic V44 USB Battery Pack [14].....	32
Obr. 15 – Dimenzovaný napájecí USB kabel [vlastní].....	33
Obr. 16 – Elektrické schéma PZS [vlastní].....	34
Obr. 17 – Stavový diagram navrženého systému PZS [vlastní] .....	37
Obr. 18 – Vývojový diagram hlavní smyčky softwaru ústředny [vlastní].....	38
Obr. 19 – Funkční prototyp zařízení při testování [vlastní].....	41

**SEZNAM TABULEK**

Tab. 1 – Kompletní seznam použité komponent a součástí.....	23
Tab. 2 – Přehled vlastností mikrokontroleru ATmega328P-PU [9] .....	24
Tab. 3 – Vizualní barevná indikace jednotlivých stavů systému PZS .....	35



## SEZNAM PŘÍLOH

P I Dokumentační CD s elektronickou verzí bakalářské práce, software pro mikropočítač a použité softwarové knihovny.