

Zabezpečovací systém pre rodinný dom

¹Ján MOLNÁR, ²Kamil KVASNIČKA, ³Jakub CHLADNÝ, ⁴Patrik FAIX

^{1, 2, 3, 4} Katedra teoretickej a priemyselnej elektrotechniky FEI TU v Košiciach,
Slovenska republika

¹jan.molnar@tuke.sk, ²kamil.kvasnicka@student.tuke.sk, ³jakub.chladny@student.tuke.sk,
⁴patrik.faix.2@student.tuke.sk

Abstrakt — Tento článok je zameraný na návrh a realizáciu bezpečnostného systému pre rodinný dom, ktorý bude možné riadiť pomocou mobilnej aplikácie.

Kľúčové slová — Arduino, ESP8266, FireBase, App Inventor, RFID, WI-FI, pohybový senzor, siréna, Arduino IDE, mikrokontroler

Security system for family house

Abstract — This project is focused on the design and implementation of a security system for a family house, which can be managed by using a mobile application.

Keywords — Arduino, ESP8266, FireBase, App Inventor, RFID, WI-FI, Motion Sensor, Siren, Arduino IDE, Microcontroller

I. ÚVOD

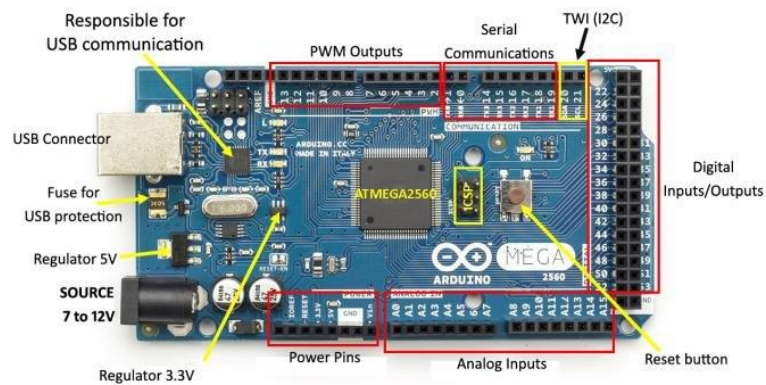
V úvode sa budeme venovať základným parametrom, ktoré sú dôležité pri výbere všetkých potrebných súčiastok na zostrojenie tohto projektu. Po úspešnom vybratí pohybových senzorov, sirény, mikrokontrolera, servo-motora a RFID čítačky kariet, bude nutné zostrojenie modelu domu, na ktorom budeme simulovať dané situácie. Po úspešnom zapojení všetkých periférií je možné programovanie v Arduino IDE. Sensory budú zaznamenávať pohyb podľa prístupových práv používateľov. Každý používateľ má inú kartu a iné prístupové práva, čo znamená, že nie každý používateľ môže vojsť do každej miestnosti. Ak sa táto podmienka poruší vyhlási sa poplach. V našom prípade sme tieto práva simulovali na 4 rôznych kartách. Dôležitá bude aj aplikácia pre riadenie tohto zabezpečovacieho systému na diaľku. Komunikáciu s touto aplikáciou bude zabezpečovať ESP8266. Táto aplikácia sa následne prepojí pomocou FireBase s už naprogramovaným modelom domu. Aplikáciu sme navrhovali v prostredí APP Inventor. Počas tvorby projektu sme sa stretli z množstvom problémov, ale všetky sa nám nakoniec podarilo prekonať. Tento projekt je v praxi možné použiť pri zabezpečení rôznych domov, laboratórií a objektov.

II. POUŽITÉ KOMPONENTY

A. Arduino Mega

V návrhu tohto konceptu je potrebné mať inteligentné riadenie zabezpečenia domu. My sme si zvolili Arduino Mega 2560. Iné platformy ako napríklad Nano, Uno alebo Due nebolo možné použiť, kvôli nepostačujúcemu počtu digitálnych pinov. Ďalšou výhodou Arduino Mega 2560 mikrokontrolera je jeho finančná dostupnosť. Arduino je voľne dostupná platforma založená na mikrokontroléri ATmega od firmy Atmel. Tento mikrokontroler pracuje na frekvencii 16MHz a má úložný priestor 256KB. Využíva sa pre komplexnejšie projekty najmä v oblasti robotiky. Dôležitou výhodou je aj počet

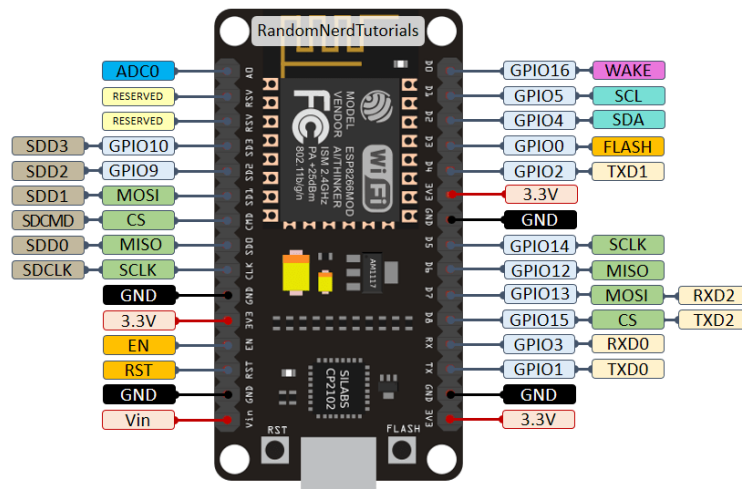
digitálnych pinov, ktorých je až 54. Tieto piny v našom prípade slúžia na pripojenie rôznych senzorov. [2]



Obr. 1 Arduino Mega 2560 [1]

B. ESP8266

ESP je modul s integrovaným TCP/IP protokolom ktorý môže ponúknuť akémukoľvek mikrokontroléru prístup k WiFi sieti. Modul má v pamäti naprogramovaný firmware, ktorý obsahuje AT príkazy. Pomocou týchto príkazov je možné ESP8266 ovládať. ESP8266 má zabudovaný samostatný procesor a pamäť, čo modulu dovoľuje byť samostatnou jednotkou, ktorá na fungovanie nepotrebuje pripojenie k Arduino. Procesor funguje na frekvencii 80MHz. V našom prípade ale má nepostačujúci počet digitálnych pinov a tak slúži na komunikáciu pomocou siete WIFI s vytvorenou aplikáciou. WI-FI s kompatibilitou 802.11 b/g/n zabezpečí prenos údajov pomocou WI-FI siete do aplikácie. Následne bude možné zabezpečenie domu ovládať aj diaľkovo. [3]



Obr. 2 ESP Pinout[4]

C. Senzor pohybu

Je technické zariadenie reagujúce na zmeny meranej veličiny okamžite, alebo reaguje na časový priebeh zmeny. V našom prípade využívame infračervený senzor pohybu HC-SR501. Dosah tohto senzoru je približne 7 metrov so zorným uhlom 110°, ak v tomto snímanom priestore prebehne väčšia zmena teplôt, teda napríklad prejde človek či zviera, je táto zmena zaznamenaná pomocnou elektronikou na module pohybového snímača a užívateľ sa o tejto skutočnosti dozvie vďaka zmene výstupného napätia. Na module sa nachádzajú 2 potenciometre. Jedným nastavujeme čas indikácie, ktorý môže byť 0.3 sekundy až 5 minút a druhým nastavujeme citlivosť detekcie. Senzor môže fungovať v 2 módoch, podľa prepojenia pinov na spodnej strane senzora. Nastavenie H vyšle signál HIGH v prípade, že modul zaregistruje pohyb a po čase (ktorý je možné ladiť potenciometrom) opäť prejde na LOW, ak pohyb ustane. Nastavenie L vyšle signál HIGH, ak modul zaregistruje pohyb a ostane na nastavení HIGH pokiaľ sa v zornom poli nachádza objekt. Tento senzor pohybu sme si vybrali kvôli dostatočnej presnosti a cenovej dostupnosti. [5]



Obr. 1 IR pohybový senzor[10]

D. RFID čítačka s kartou



Obr. 4 RFID čítačka

Rádiofrekvenčná identifikácia (RFID - Radio Frequency Identification) je technika ktorá slúži k identifikácii objektu pomocou rádiových systémov. Jedná sa o bezkontaktnú komunikáciu, zvyčajne na krátku vzdialenosť. Zariadenia môžu mať rôzne podoby od kariet, cez náramky, až po kľúčenky a rozdeľujú sa aj na základe frekvencie.

Pri technológii RFID nie je nutné, aby boli napájané aj prenosné zariadenia. Tento systém je možné používať tam, kde je potreba čo najrýchlejšie a najpresnejšie spracovanie informácií a zvýšenie efektívnosti rôznych procesov. Každá karta má priradený unikátny kód a podľa toho sa dá zistiť, ktorý modul je priložený k čítačke. Pre RFID čítačky sa používajú tri hlavné frekvencie: [10]

- 125 kHz (pásmo LF)
- 13,56 MHz (pásmo HF)
- 868 MHz (pásmo UHF)

Špecifikácia :

Operačný prúd :13-26mA/DC 3.3V

Prúd počas nečinnosti :10-13mA/DC 3.3V

Prúd pri spaní: <80uA

Maximálny prúd: <30mA

Operačná frekvencia: 13.56MHz

Podporované typy kariet: mifare1 S50, mifare1 S70, mifare UltraLight, mifare Pro, mifare Desfire

Odporúčaný rozsah teplôt: -20-80 degrees Celsius

Odporúčaná vlhkosť prostredia: relative humidity 5% -95%

Rýchlosť prenosu: maximum 10Mbit/s

Rozmery modulu: RFID-RC522 Module: 3.9 cm x 6 cm

Rozmery S50 karty: 8.5 cm x 5.4 cm

Polomer kľúčenky: 3.1 cm [6]

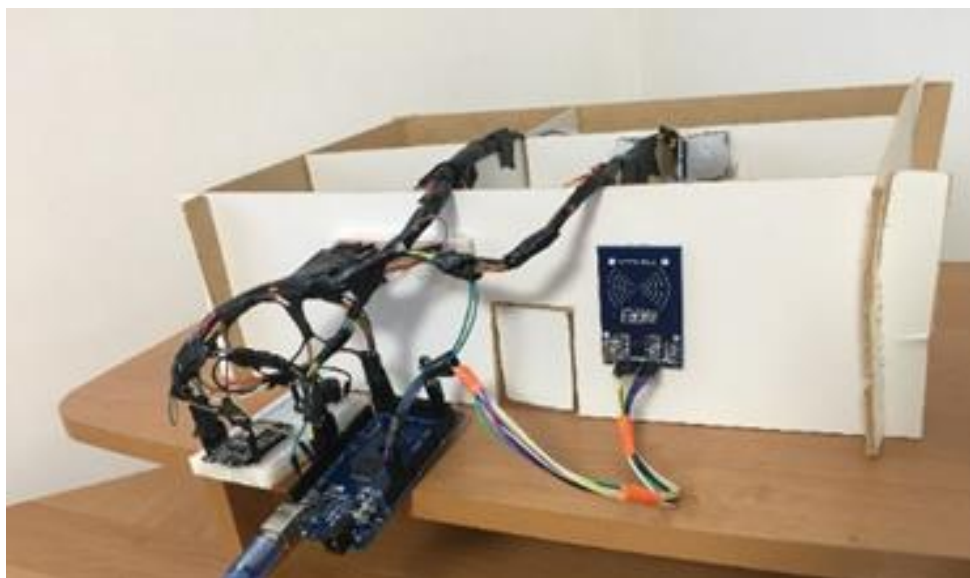
III. TVORBA ZABEZPEČOVANÉHO OBJEKTU

Náš objekt pozostáva z tenkej preglejky, piatich kusov pohybového senzora, jedného RFID čítača a jedného servo-motora ktorý riadi pohyb dverí.



Obr. 5 Pohľad zhora

Objekt slúži výhradne ako maketa. Jej malé rozmery sú síce kompaktné na prenos a prevoz, ale značne to komplikovalo samotné programovanie zariadenia.

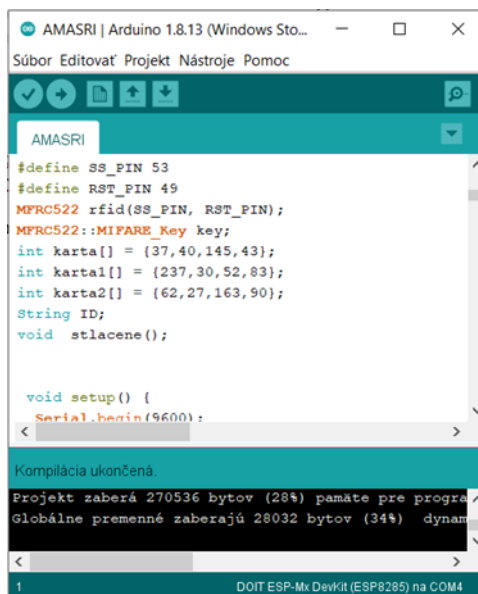


Obr. 6 Pohľad zpredu

IV. NÁVRH SOFTVÉROVÉHO RIEŠENIA

A. Arduino IDE

Voľne dostupný softvér Arduino (IDE) uľahčuje písanie kódu a nahrávanie na dosku. Tento softvér je možné použiť s ľubovoľnou doskou Arduino. Arduino IDE dodáva softvérovú knižnicu z projektu Wiring, ktorá poskytuje mnoho bežných vstupných a výstupných postupov. Dosky Arduino sú schopné čítať vstupy - svetlo na senzore, prst na tlačidle. [7]



Obr. 7 Arduino IDE

B. Dôležité prvky programu v Arduino IDE

V našom projekte tvorí hlavný prvok programu dvojica príkazov. Digitálne čítanie a digitálny zápis sa stará o funkčnosť celého zariadenia. V prvom rade ide o čítanie dát zo senzorov pohybu, ktoré následne pomocou ďalších digitálnych pinov odosielame do Node MCU, ktoré sa postará o doručenie informácie pomocou technológie WI-FI.

```
{if (digitalRead(Detska)==1)
{
  Serial.println("Pohyb Detska");
  stavpip=1;
  digitalWrite(DETSKAF, HIGH);
  delay(20);
}
```

Obr. 8 Digital/Analog Read

Ďalším dôležitým prvkom internetovo zabezpečeného objektu je správna inicializácia RFID čítača, aby sa nestalo že do objektu vnikne niekto neoprávnené, respektíve že sa bude osoba bez oprávnenia pohybovať po miestnostiach, v ktorých nemá čo robiť. Dôležité je preto mať správne nakonfigurované karty pre umožnenie vstupu cez dvere. Inicializáciu hodnôt jednotlivých kariet môžete vidieť na obrázku č.6. V ďalšej ukážke si ukážeme ako vyzerá funkcia pre porovnanie ID uloženej karty a priloženej karty. Počet kariet nie je nijak limitovaný, akurát je nutné zvážiť koľko kľúčov od nášho objektu chceme mať. Vo všeobecnosti platí čím menej kľúčov tým menšia šanca na neoprávnené vniknutie.

```
void RFID()
{
    detekciaon();
    if(rfid.PICC_IsNewCardPresent())
    { rfid.PICC_ReadCardSerial();

        ID = String(rfid.uid.uidByte[0])+" "+
    int i = 0;
    int zhoda=0;
    while(i<rfid.uid.size){
        if((rfid.uid.uidByte[i] == karta[i]))
        {
            i++;
            zhoda=1;
        }
    }
}
```

Obr. 9 Funkcia pre detekciu karty

Posledným zásadným prvkom nášho objektu je servo-motor, ktorý sa stará o otváranie a zatváranie dverí. V našej konfigurácii je všetko nastavené tak, aby sa človek bez prelomenia RFID čítača nedokázal dostať cez dvere. Servo- motor otvorí dvere len v prípade ak je zhodné ID uloženej a ID priloženej karty. Zároveň sa autorizáciou karty vypína zabezpečenie pohybovými senzormi. [11]

```
if (zhoda==1){
    Serial.print("\nPristup povoleny ADMIN");
    otvor();
    do{detekciaoff();
    stav=digitalRead(9);
    }
    while (stav==HIGH);
    delay(25);
    otvor();
}
```

Obr. 10 Funkcia pre vypnutie detekcie a otvorenie dverí.

Ak by sa predsa stalo že do nášho objektu vnikne niekto nepovolaný, upozorní ho zvukové výstražné zariadenie zvané siréna. Samozrejme nie je to jediný prvok nášho zabezpečenia. V určitých prípadoch však môže upozorniť susedov, alebo okoloidúcich na daný poplach. Pre priblíženie ako môže vyzerat' funkcia generujúca zvuk cez malý reproduktor prikladáme časť kódu.

```
void sirena() {
    delay(300);
    for(int i=3;i<=6;i++)
    digitalWrite(i,HIGH);
    noTone(pipac);
    tone(pipac, 494, 500);
    delay(300);
    for(int i=3;i<=6;i++)
    { digitalWrite(i,LOW);
    digitalWrite(i+6,HIGH); }
    noTone(pipac);
    tone(pipac, 523, 300);
    delay(200);
    noTone(pipac);
}
```

Obr. 11 Funkcia pre sirénu

C. Prepojenie projektu s internetom

Na prepojenie zariadenia s okolitým svetom pomocou internetu nám slúži vývojová doska Node MCU, konkrétne je to MX Devkit s čipom ESP8266. Programovanie nám uľahčili predprogramované knižnice. Hlavným krokom je pripojenie na lokálnu WI-FI. Na úspešné pripojenie k sieti potrebujeme poznať dva základné parametre. Názov a heslo siete, ktoré si uložíme do premenných na začiatku skriptu. Následne v setupe voláme funkciu Wi-Fi.begin, ktorá je súčasťou predprogramovanej knižnice

ESP8266WIFI.h.

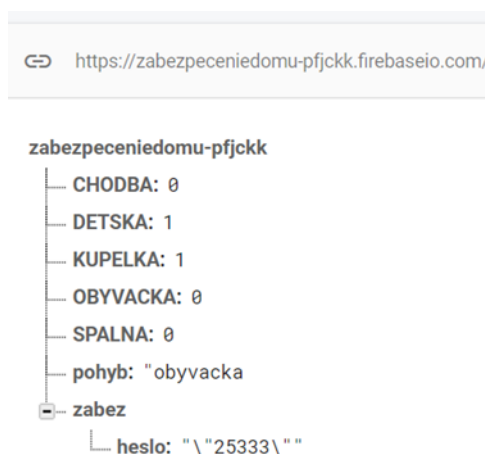
```
void setup()
{
  WiFi.begin(WIFI_SSID, WIFI_PASSWORD);
  Serial.println("Trying to Connect");

  while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
    delay(500);
    Serial.print(".");
  }

  Serial.println("");
  Serial.println("WiFi connected");
  Serial.println("IP address: ");
  Serial.println(WiFi.localIP());
}
```

Obr. 12 Funkcia pripojenie na WI-FI

Pokiaľ bolo pripojenie úspešné, program nám vráti pomocou sériovej linky: informáciu o úspešnom pripojení k WI-FI sieti a IP adresu, ktorá bola priradená DHCP serverom nášmu zariadeniu. Ak bol proces pripojenia úspešný a nevyhodil nám serial monitor žiadnu chybovú hlášku, znamená to že je naše zariadenie pripravené komunikovať s nami vytváranou Pre ľahšie odladenie programu a sledovanie komunikácie sme sa rozhodli do nášho riešenia zakomponovať aj databázu schopnú ukladať a odosielať dáta v rovnakom čase ako ich prijme. Na odosielanie údajov používame funkciu napríklad: `Firestore.setInt("názovPremennej", hodnota)`.



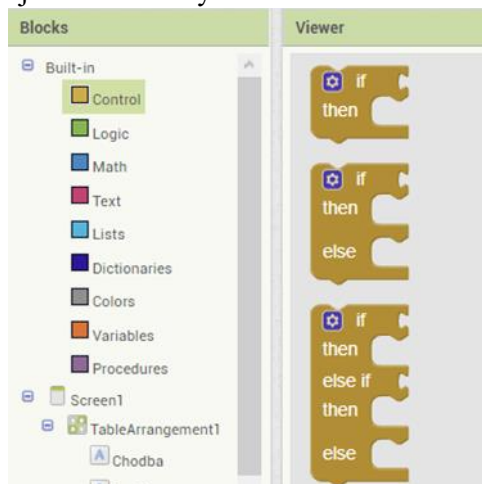
Obr. 13 Konzolové okno údajov Firebase

FireBase real time databáza nám ponúka jednoduché pripojenie a možnosť si odsledovať formát nami odosielaných údajov. To následne uľahčuje prácu pri vytváraní našej aplikácie. Prenos údajov je chránený jedinečným užívateľským menom a 48 miestnym kódom, ktorý pozostáva zo znakov, číslíc, malých a veľkých písmen. Preto si myslíme, že je prenos našich citlivých údajov dostatočne zabezpečený.

D. Tvorba aplikácie pomocou MIT APP Inventora

Dôvodom výberu tohto nástroja bolo jednoznačne priateľské prostredie. Mobilná aplikácia, ktorú sme vytvárali bola navrhnutá pre operačný systém Android. Hlavnou výhodou tohto inventora je „puzzle“ spôsob programovania, kde máme množstvo funkcií predpísaných v jednotlivých blokoch. Tieto funkcie do seba v prípade kompatibility zapadajú. Nemôže sa tak stať, že dáte dokopy niečo, čo k sebe nepatrí. Farebná pestrosť a užívateľské prostredie schopné vkladať rôzne komponenty metódou drag-drop, robia z programovania aplikácie hotový zážitok. Na začiatok je potrebné si vybrať veľkosť prostredia. Tento výber záleží na prispôsobenie aplikácie pre mobilné telefóny alebo pre počítače. Program spočíva v dvoch hlavných oddeleniach. V prvom oddelení si vyberáme komponenty našej aplikácia a určujeme ich rozmiestnenie. V druhej si volíme vhodné funkčné bloky a skladáme ich do užívateľských funkcií. V menu na ľavej strane sa nachádzajú bloky rozdelené do kategórii napríklad: premenné, podmienky,

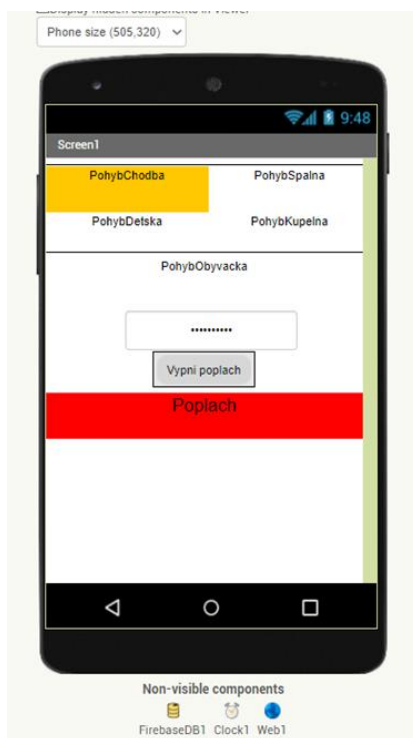
farby. Po rozkliknutí sa zobrazia jednotlivé bloky.



Obr. 14 Ponuka funkcií

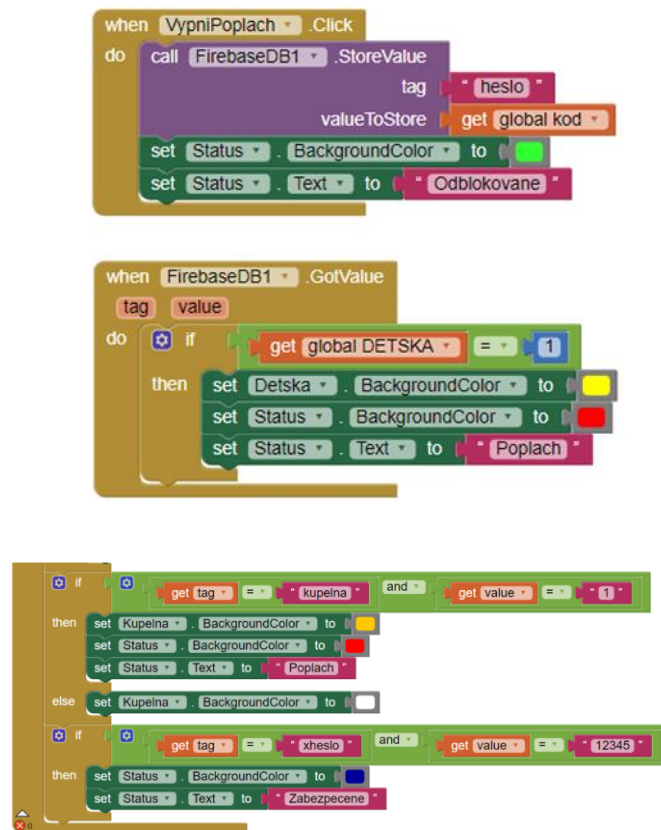
Jednotlivé bloky sú funkčne oddelené, dokonca máme samostatné bloky aj pre prácu s databázou FireBase. Síce sú označené ako experimentálne a nie celkom doladené, napriek tomu je funkčnosť zatiaľ pre nás postačujúca.

Na obrázku č.15 môžete vidieť rozloženie jednotlivých blokov, ktoré zobrazujú pohyb v nami monitorovaných miestnostiach a zároveň veľký indikátor poplachu. Poplach môžeme vypnúť zadaním správneho číselného kódu a kliknutím na tlačidlo vypni poplach. Keďže sa jedná o obslužnú aplikáciu tak spočíva z jedného plne aktívneho screenu. Aplikáciu je vhodné rozdistribuovať medzi viacerých oprávnených užívateľov tak, aby sa zmenšila možnosť zlyhania ľudského faktora prípadnou neaktivitou, alebo vybitou batériou telefónu. Jediným, ale výrazným problémom tohto online inventora je schopnosť vytvárať aplikácie len pre operačné systémy na báze Androidu, čo by znemožnilo používať našu aplikáciu užívateľom IOs. Samozrejme samotný inventor bol navrhnutý pre zdokonalovanie a vzdelávanie budúcich programátorov aplikácií, ktorý nadobudnú skúsenosti a samotnú syntax totožnú aj s vyššími jazykmi ako je Java.



Obr. 15 Screen našej aplikácie

Ako môžete vidieť funkcie programované jednotlivými blokmi sú veľmi prehľadné a aj úplnému laikovi vedia prezradiť o čo v ich vnútri ide. Je to skvelý odrazový mostík do sveta tvorenia aplikácií aj vyššími jazykmi, kde síce príkazy nie sú priamo užívateľovi ponúknuté, ale na druhej strane sa dajú lepšie prispôsobiť danej situácii. Prostredie je veľmi intuitívne a prehľadné. Preto by sa daná forma tvorenia aplikácií dala zaradiť do výchovno-vzdelávacieho prostredia nižších stupňov vysokých a stredných škôl.



Obr. 17 Ukážka funkcie v AppInventore

V. ZÁVER

Ako prvé by sme chceli poznamenať, že sa nám podarilo splniť všetky čiastkové, aj hlavné ciele, ktoré sme si zadali na začiatku projektu. Aj napriek tomu, že niektoré skutočnosti sme nakoniec museli uskutočniť inak, ako sme spočiatku chceli. Ako príklad uvediem aplikáciu, ktorú sme chceli spraviť v programe C#. Kvôli nedostatku informácii, sme nakoniec museli prejsť na ľahší spôsob pomocou App Inventor-a. Elektronické zapojenie fungovalo od začiatku správne. Prenos údajov cez ESP je vždy špecifický pre každé zadanie. Každá doska NODE MCU má svoje drobné chyby a problémy. Tie sa nám však podarilo počas návrhu eliminovať. Veľkým prínosom tohto návrhu je prepojenie medzi elektronickým zapojením a koncovým užívateľom pomocou Wi-Fi.

LITERATÚRA

- [1] <https://arduinoposlovensky.sk/hardware/arduino-mega2560/>
- [2] https://www.researchgate.net/figure/Block-Diagram-1-ArduinoMEGA2560-The-Arduino-Mega-2560-is-a-type-of-microcontroller_fig5_281538436
- [3] <https://techfun.sk/produkt/wifi-modul-esp8266/>
- [4] <https://randomnerdtutorials.com/esp8266-pinout-reference-gpios/>
- [5] <https://sk.wikipedia.org/wiki/Snímač>
- [6] <https://navody.arduino-shop.cz/navody-k-produktum/rfid-ctecka-13.56-mhz.html>
- [7] <https://www.arduino.cc/en/guide/introduction>
- [8] https://techfun.sk/produkt/hc-sr501-pir-infracrveny-senzor-pohybu/?gclid=CjwKCAiAwrf-BRA9EiwAUWwKXmmnIZS1UFpoo3KEuzKNeaqfBm08TwNkiO2W2kZOx-nGFkQH7KCVjhoCsSAQAvD_BwE
- [9] <https://www.arduinოსlovakia.eu/page/hc-sr501-ir-senzor-pohybu>
- [10] <https://navody.arduino-shop.cz/navody-k-produktum/pohybove-cidlo-hc-sr501.html>
- [11] <https://techfun.sk/produkt/citacka-rfid-rc522-kluca-a-karta/>

- [12] <https://www.sos.sk/articles/sos-supplier-of-solution/citacky-rfid-na-co-vsetko-je-potrebne-mysliet-pred-zakupenim-2010>
- [13] J. Wang, "Fundamentals of erbium-doped fiber amplifiers arrays (Periodical style—Submitted for publication)," *IEEE J. Quantum Electron.*, submitted for publication.
- [14] C. J. Kaufman, Rocky Mountain Research Lab., Boulder, CO, private communication, May 1995.
- [15] Guzan M., Špaldonová D., Hodulíková A., Tomčíková I., Gladyr A.: Boundary Surface and Load Plane of the Ternary Memory, In: Electromechanical and energy saving systems. Vol. 15, no. 3 (2011), p. 163-167. - ISSN 2072-2052
- [16] Bereš M., Perduľák J., Kováč D.: Autonomous mobile robot with obstacles prediction In: SSIEE 2014 : proceeding of scientific and student's works in the field of Industrial Electrical Engineering : volume 3. - Košice : TU, 2014 S. 166-169. - ISBN 978-80-553-1711-4
- [17] Kováčová I., Kováč D., Vince T.: Elektromagnetická kompatibilita - 1. vyd - Košice : TU, - 2009. - 137 s. - ISBN 978-80-553-0150-1.
- [18] Bučko,R., Kováč,D., Konokh,I.: Embedded systém and speech recognition, Electromechanical and energy saving systems: Quarterly research and production journal Vol. 2011, No. 3 (2011), pp. 168-172, ISSN 2072-2052.
- [19] Dziač,J. : Linear circuit simulation using MATLAB and modeling of nonlinear elements, In: SCYR 2014 Proceeding from Conference: 20.5.2014: Herľany, S. 70 - 71, Košice : Technická univerzita v Košiciach, 2014 /978-80-553-1714-4/.
- [20] Jacko P., Kováč D.,: Converters and time conversion measurement of STM32F446RE microcontroller , In: Electromechanical and energy systems. Modeling and optimization methods. - Kremenčuk : Kremenčuk Mykhailo Ostrohradskiy National University, 2017 P. 154-155. - ISSN 2079-5106.