

Pametna utičnica	Verzija: 1.0
Tehnička dokumentacija	Datum: 23. siječnja 2017.

FER – pametna brava

Tehnička dokumentacija

Verzija 1.0

Studentski tim: Jure Knezović
Bruno Matijak
Mate Kovač

Nastavnik: doc.dr.sc. Josip Knezović

Pametna utičnica	Verzija: 1.0
Tehnička dokumentacija	Datum: 23. siječnja 2017.

Tablica sadržaja

1. UVOD.....	3
2. TEHNIČKA DOKUMENTACIJA	4
2.1 OPIS RAZVIJENOG PROIZVODA.....	4
2.2 TEHNIČKE KOMPONENTE.....	5
2.2.1 KEIL MCB2103	5
2.2.2 PIR HC-SR501 SENZOR POKRETA.....	6
2.2.3 ULINK JTAG KONEKTOR	7
2.2.4 RELEJ ZA OTVARANJE BRAVE CCR100-E10	8
2.3 VEZE IZMEĐU KOMPONENTI.....	9
3. PROGRAMSKA PODRŠKA GLAVNIH FUNKCIONALNOSTI.....	10
4. UPUTE ZA KORIŠTENJE	13
5. ZAKLJUČAK	14
6. TABLICA KORIŠTENIH SLIKA	15
7. LITERATURA.....	16

Pametna utičnica	Verzija: 1.0
Tehnička dokumentacija	Datum: 23. siječnja 2017.

1. Uvod

Na ideju za ovaj projekt smo došli sasvim slučajno, budući da smo svakodnevno mi studenti kao i profesori primorani pri ulasku na neki od zavoda na fakultetu zvoniti na zvonce, ili imati ključ od vrata. Budući da većina zavoda ima svoje uredovno vrijeme, odlučili smo pokušati napraviti pametnu bravu koju će pokretati mikrokontroler te će dopuštati otvaranje vrata ukoliko se nalazimo unutar uredovnog vremena. Naravno, ta vrata će se otvarati pomoću senzora pokreta te se više neće gubiti vrijeme na čekanje zbog toga što nitko ne odgovara na zvonce. Također, ukoliko postoji želja na fakultetu, može se naše programsko rješenje nadograditi Bluetooth ili NFC modulima za profesore i učenike tako da mogu ući na zavod u svako vrijeme ukoliko imaju dozvolu pristupa.

Pametna utičnica	Verzija: 1.0
Tehnička dokumentacija	Datum: 23. siječnja 2017.

2. Tehnička dokumentacija

2.1 Opis razvijenog proizvoda

Uređaj kojeg smo morali spojiti i konfigurirati nazvali smo pametna brava. Uređaj funkcionira tako da ovisno o izlazu sa senzora za detekciju pokreta podiže predefinirani izlaz na mikrokontroleru na koji je spojen relej koji upravlja električnom bravom. Za promjene postavki uređaj se treba spojiti s računalom pomoću JTAG konektora, te izmijeniti vrijednosti varijabli i ponovno kopirati program u RAM mikrokontrolera. Budući da mikrokontroler u sebi ima i 2 ugrađena RTC-a (sata), jedan od njih smo odlučili iskoristiti tako da se prilikom pokretanja pokreće i sat koji nakon što dođe do zadane vrijednosti postavlja varijablu koja omogućuje da se senzor može koristiti samo kad ta varijabla ima vrijednost koja nam odgovara.

Pametna utičnica	Verzija: 1.0
Tehnička dokumentacija	Datum: 23. siječnja 2017.

2.2 Tehničke komponente

2.2.1 Keil MCB2103

MCB2103 je pločica tvrtke Keil s mikrokontrolerom LPC2103 tvrtke NXP . Pločica na sebi ima bateriju za održavanje RTC-a (sata), potencijometar s kojim se može generirati analogni naponski ulaz, 8 LED svjetala , utor za napajanje te s spojevima za napajanje i spajanje s računalom. Pločica je opremljena 32-bitnim ARM7 procesorom koji je uparen s brzom flash memorijom veličine 32kB. Pločica ima nisku potrošnju te može raditi i bez izravnog napajanja, tj. samo s baterijom. Pločica podržava više UART, ima 2 I²C sabirnice, 32 GPIO pina, vektorske prekide, 10-bitni A/D pretvornik, kao i watchdog brojač.

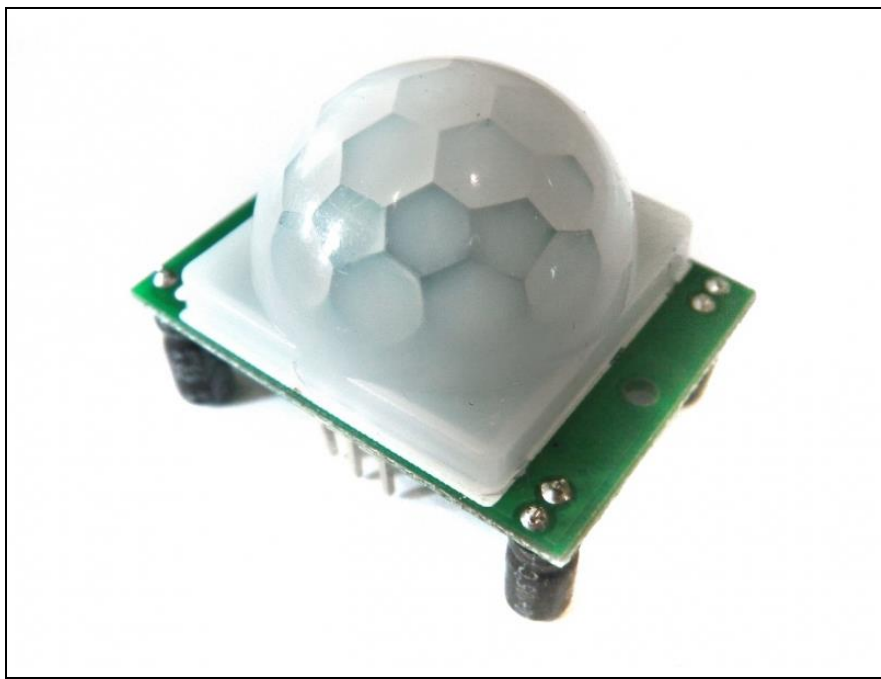


Slika 1. Keil MCB2103

Pametna utičnica	Verzija: 1.0
Tehnička dokumentacija	Datum: 23. siječnja 2017.

2.2.2 PIR HC-SR501 senzor pokreta

HC-SR501 je jeftini PIR senzor pokreta baziran na infracrvenoj tehnologiji. Ima automatski kontrolni modul, nisku potrošnju, dobru osjetljivost i pouzdanost te se najčešće koristi u paru s uređajima koji su pokretani baterijama zbog svoje niske potrošnje. Radi na naponu od 5-20V, te ima izlaz napona 0 ili 3,3V. Senzor na sebi ima 2 potencijometra koji kontroliraju udaljenost detekcije, do maksimalno 7 metara, kao i kašnjenje koje je dozvoljeno da bi se očitao pokret. Senzor ima i jumper koji kontrolira način okidanja senzora. Prilikom prvog pokretanja senzoru treba oko minutu da se inicijalizira te nakon toga prelazi u stanje čekanja. Također treba izbjegavati stavljanje senzora na izravni put svjetla kao i vjetra budući da može utjecati na senzor. Budući da senzor nije kvadratnog oblika već pravokutnog, očitavanje s lijeva na desno ima veći kut djelovanja nego gore dolje.

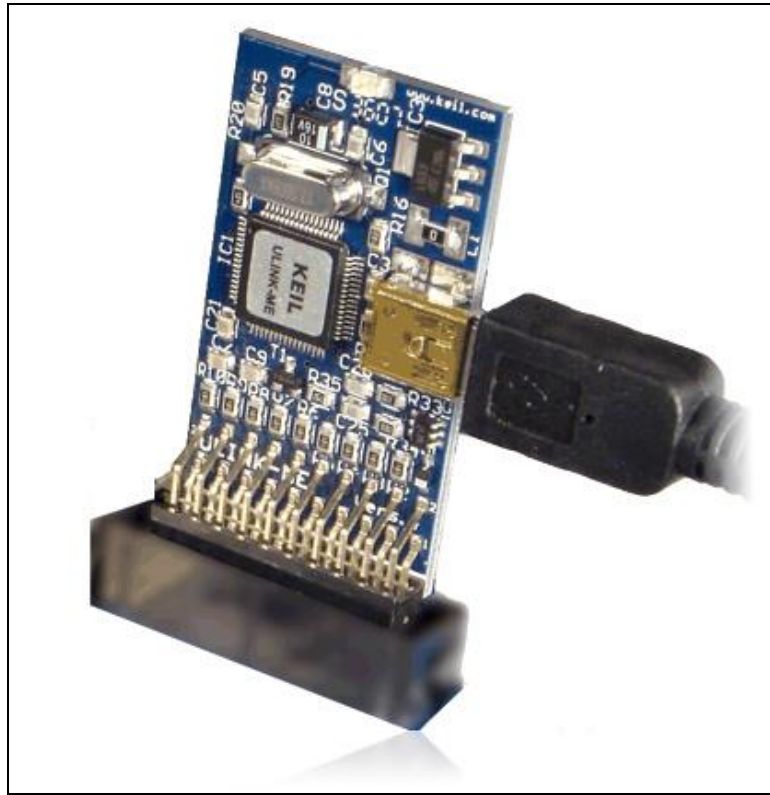


Slika 2. PIR HC-SR501 senzor pokreta

Pametna utičnica	Verzija: 1.0
Tehnička dokumentacija	Datum: 23. siječnja 2017.

2.2.3 ULINK JTAG konektor

Za učitavanje našeg programa u flash memoriju pločice koristimo ULINK JTAG konektor. Konektor se uključi na odgovarajuće mjesto na pločici te na sebi ima mini USB priključak za spajanje s računalom. Budući da se radi o Keil pločici, najjednostavnije je koristiti program Keil μ Vision® koji u sebi ima unaprijed definirane postavke kojima se povezuje na mikrokontroler. Također, ukoliko je pločica spojena konektorom s računalom, ne treba spajati napajanje na pločicu jer se napaja pomoću ULINK konektora. ULINK konektor ima i naprednije funkcije koje nam trenutno nisu potrebne, kao što su uvid u registre prilikom otklanjanja neispravnosti („*debug*“), te omogućuje korištenje prekidnih točaka („*breakpoint*“).



Slika 3. ULINK JTAG konektor

Pametna utičnica	Verzija: 1.0
Tehnička dokumentacija	Datum: 23. siječnja 2017.

2.2.4 Releј za otvaranje brave CCR100-E10

Releј služi za otvaranje brave, a budući da se ovakav sustav već koristi na našem fakultetu, ne bi trebali naručivati nove zalihe ukoliko odlučimo ovaj projekt provesti u djelo. Uloga ove komponente je da kontrolira otvaranje električne brave tako da onemogućuje, odnosno omogućuje magnet na vratima. Budući da je vrlo jednostavna, zahtjeva samo spajanje 2 žice, tj. jedne za napajanje i druge za uzemljenje. Nakon što se napajanje podigne na visoku razinu čuje se zvuk iz releја te znamo da je prešao u aktivno stanje.

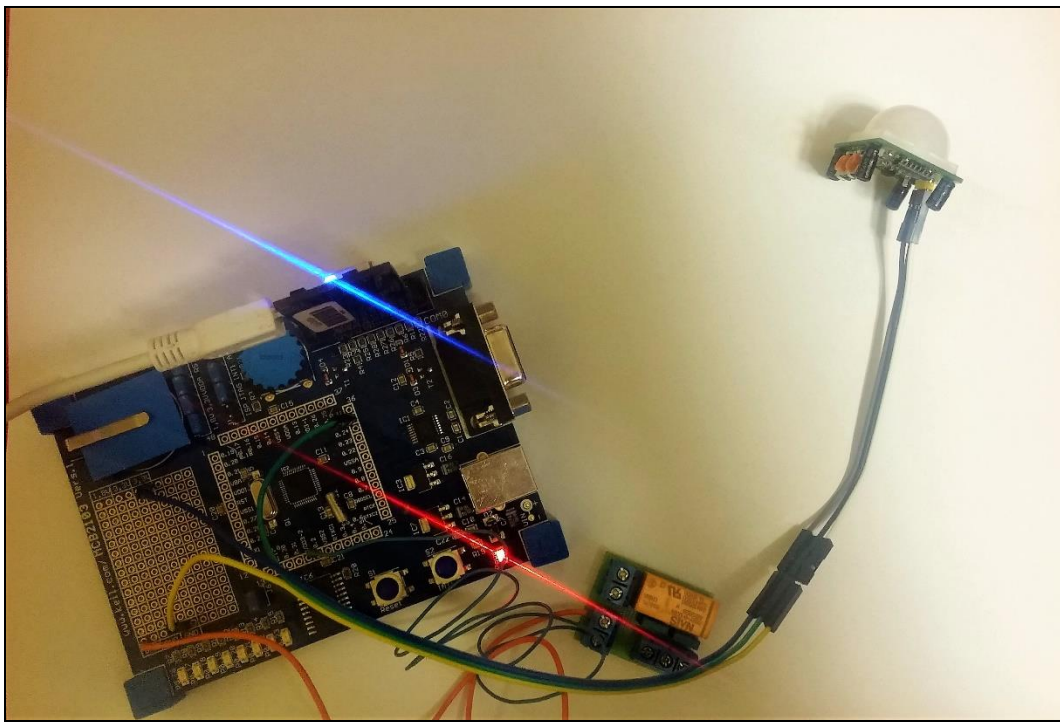


Slika 4. Releј za otvaranje brave

Pametna utičnica	Verzija: 1.0
Tehnička dokumentacija	Datum: 23. siječnja 2017.

2.3 Veze između komponenti

Da bi netom navedene komponente mogle komunicirati te ispravno funkcionirati, one moraju biti međusobno spojene. Budući da koristimo mikrokontroler, sve komponente spajamo na njegove GPIO ulaze. Budući da bi se za ispravnost rješenja trebala naći test vrata, za testiranje rješenja smo se odlučili iskoristiti LED svjetla koja se nalaze na pločici, tj. na izlazima 19-23. Nakon što smo iskoristili port-ove 19-23 za izlaz, ostale komponente možemo spojiti na bilo koji od ostalih 27 GPIO port-ova mikrokontrolera. Mi smo se odlučili na pin 10 za senzor pokreta te pin 2 za relej brave, prvenstveno zbog lakšeg spajanja jer se ne nalaze blizu na pločici. Također, da bi relej i senzor radili predviđenu funkciju, trebamo ih spojiti na napajanje te na uzemljenje, a ti portovi se nalaze na vrhu pločice. Budući da bi i relej i senzor trebali napajanje od 5V za stabilan rad, a modul daje maksimalno 3.3V, ponekad može doći do poteškoća u očitavanju senzora ili u otvaranju brave.



Slika 5. Spojene komponente

Pametna utičnica	Verzija: 1.0
Tehnička dokumentacija	Datum: 23. siječnja 2017.

3. Programska podrška glavnih funkcionalnosti

Programski kod za naš mikrokontroler je pisan u programskom jeziku C. Korišteno je razvojno okruženje Keil μ Vision®, uz korištenje unaprijed kreiranih dijelova programa koji su dostupni kao primjeri. Budući da je jedan od zahtjeva bio da korisnik može definirati da brava radi samo tijekom uredovnog vremena zavoda, morali smo koristiti ugrađeni RTC koji se nalazi na mikrokontroleru, te generira prekide svake minute. Idealno bi bilo da se prekid generira svakih sat vremena, međutim vrijednost otkucaja u jednom satu premašuje vrijednost koja može stati u varijablu tipa *long*. Zbog toga imamo brojač koji se povećava svake minute dok ne prođe 60minuta, te se onda povećava vrijednost varijable sat. Također, prilikom prvog pokretanja bi se trebalo reset tipku stisnuti u točno vrijeme da bi funkcioniralo kako je zamišljeno.

```

#include <LPC21XX.H>                // LPC21XX Peripheral Registers
#include "Timer.h"

long volatile hoursNumber=0;
long volatile minutesNumber=0;
/* Timer Counter 0 Interrupt executes each 10ms @ 60 MHz CPU Clock */
irq void tc0 (void) {
    if(minutesNumber<60){           /*We have to count minutes,since number of ticks in hour would overflow long value of TOMR0*/
        minutesNumber++;
    }else{
        minutesNumber=0;
        if(hoursNumber>23){          /*Since we count from zero,it is 23hours,not 24*/
            hoursNumber=0;
        }else{
            hoursNumber++;
        }
    }

    TOIR = 1;                        // Clear interrupt flag
    VICVectAddr = 0;                 // Acknowledge Interrupt
}

/* Setup the Timer Counter 0 Interrupt */
void init_timer (void) {
    TOMR0 = 149999;                  // 149999 counts(for testing purposes); 1min=899994000 counts(for real use)
    TOMCR = 3;                      // Interrupt and Reset on MR0
    TOTCR = 1;                      // Timer0 Enable
    VICVectAddr0 = (unsigned long)tc0; // set interrupt vector in 0
    VICVectCntl0 = 0x20 | 4;         // use it for Timer 0 Interrupt
    VICIntEnable = 0x00000010;       // Enable Timer0 Interrupt
}

```

Slika 6. Isječak koda s RTC funkcionalnosti

Pametna utičnica	Verzija: 1.0
Tehnička dokumentacija	Datum: 23. siječnja 2017.

Funkcionalnost opisana na stranici iznad sama po sebi nema smisla ukoliko nemamo riješenu osnovnu funkcionalnost, a to je otvaranje brave prilikom detekcije pokreta na PIR senzoru. Da bi imitirali otvaranje brave, koristimo ugrađena LED svjetla na pločici koja se pale prilikom detekcije pokreta, ali samo u slučaju da se radi o uredovnom vremenu zavoda. U suprotnom slučaju se detektor pokreta ignorira, te se treba na drugi način otvoriti brava. Za korištenje LED svjetala kao izlaza, prvo smo morali pinove definirati kao izlaze, uključujući i relej za otvaranje vrata, dok senzor pokreta moramo spojiti na ulazni pin budući da on šalje signal ukoliko detektira pokret.

```

void delay(void);
void initPins(void);

int main (void) {
    unsigned int j;                /* LED var */
    initPins();
    init_timer();

    while (1) {                    /* Loop forever */
        if(hoursNumber<allowOpeningHours){
            if (IOPIN & (1<<sensorPin)) { /*IF sensor pin is active' */
                for (j = 0x100000; j < 0x800000; j <= 1) { /* Blink LED 1,2,3,4 */
                    IOSET = j; /* Turn on LED */
                    delay(); /* delay LED shutdown */
                    IOCLR = j; /* Turn off LED */
                }
                for (j = 0x800000; j > 0x100000; j >= 1) { /* Blink LED 4,3,2,1 */
                    IOSET = j; /* Turn on LED */
                    delay (); /* delay LED shutdown */
                    IOCLR = j; /* Turn off LED */
                }
            }
        }else{
            IOCLR=0x00F00000; /*If sensor was on when time ran out;we need to cancel its request*/
        }
    }
}

void delay(void){
    volatile int i,j;
    for (i=0;i<1000;i++)
        for (j=0;j<1000;j++);
}

void initPins(void){
    IOCLR = 0xFFFFFFFF;
    IODIR = 0x00F00000; // define LED-Pin as output
    IODIR |= (1<<relayPin); // define Relay-Pin as output
    IODIR &= ~(1<<sensorPin); // define Sensor as input
}

```

Slika 7. Isječak koda s osnovnom funkcionalnosti

Pametna utičnica	Verzija: 1.0
Tehnička dokumentacija	Datum: 23. siječnja 2017.

Budući da su nam dostupni svi pinovi osim 19-23, ukoliko zbog lakše montaže trebamo koristiti neki drugi pin za spajanje releja, odnosno senzora, to možemo učiniti tako da promijenimo globalno definirane varijable unutar programa, te nakon toga ponovno učitamo tako ispravljeni program na pločicu. Također, korisnik može promijeniti i duljinu uredovnog vremena na jednak način kao i korištene pinove.

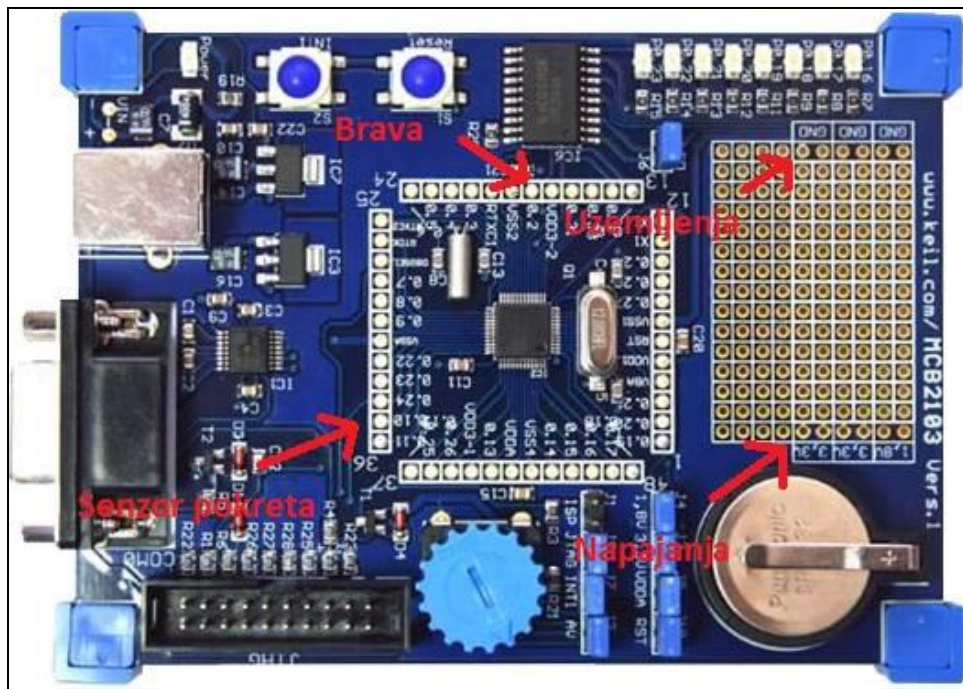
```
#include <LPC2103.H>                /* LPC21xx definitions */
#include "Timer.h"
#define sensorPin 10                /*Pin number on which we will connect our proximity sensor*/
#define allowOpeningHours 8         /*Working hours of our Office;when we turn it on it will count */
/*x Hours in which sensor will operate*/
#define relayPin 2                  /*Pin number on which we will connect our relay for opening the doors*/
```

Slika 8. Isječak koda koji prikazuje globalne varijable

Pametna utičnica	Verzija: 1.0
Tehnička dokumentacija	Datum: 23. siječnja 2017.

4. Upute za korištenje

Za pravilno korištenje treba provjeriti stanje baterije na mikrokontroleru budući da ona kontrolira RTC ukoliko nestane napajanja. Ukoliko je istrošena, trebalo bi je zamijeniti. Nakon provjere treba spojiti komponente na sljedeći način: senzor ima tri žice od kojih jedna ide na napajanje, jedna na uzemljenje dok se zadnja žica spaja na pin 10, ukoliko nije izmijenjen originalni programski kod. Svaka od žica na senzoru ima objašnjenje za što se koristi te ne bi trebalo biti problema sa spajanjem. Relej za kontrolu brave, za razliku od senzora ima samo dvije žice, od kojih negativna strana ide na uzemljenje, dok pozitivna strana ide na pin 2. Kao i kod senzora, žice su označene na samom senzoru te bi se trebale lako spojiti. Prilikom prvog pokretanja treba uzeti u obzir da je podešeno radno vrijeme od 8 sati, odnosno ukoliko točno u 7 sati resetiramo mikrokontroler, on će dopuštati senzoru da otvara vrata sve do 15 sati. Ukoliko koristite neko drugo radno vrijeme, način mijenjanja vremena je objašnjen u prethodnom poglavlju, kao i mogućnost mijenjanja redoslijeda pinova.



Pametna utičnica	Verzija: 1.0
Tehnička dokumentacija	Datum: 23. siječnja 2017.

5. Zaključak

MCB2103 se pokazao kao pouzdan mikrokontroler s malom potrošnjom struje. Jedna od glavnih prednosti ovog mikrokontrolera je velik broj GPIO pinova, kao i mogućnost vektorskih prekida, te mogućnost gniježđenja prekida, što bi u budućnosti mogli iskoristiti za unaprjeđenje ovog projekta spajanje s Bluetooth modulom za dodatnu mogućnost otvaranja naše brave. Također, Keil-ovo razvojno okruženje je vrlo intuitivno i jednostavno za uporabu, a samo spajanje mikrokontrolera s računalom je još jednostavnije. No, to isto se ne može reći i za navedeni senzor pokreta. Iako ima mogućnost smanjivanja odnosno povećanja djelokruga djelovanja, potencijometar je preosjetljiv te za fino ugađanje treba imati dosta strpljenja. Također, u priručniku za uporabu se navodi da koristi i jumper za mijenjanje načina slanja signala, no taj jumper se zapravo svodi na presijecanje žice na pločici. Također, problem ovog projekta je slab napon pločice, budući da i relej i senzor trebaju 5V napajanje za ispravno korištenje, te bi ponekad dolazilo do odstupanja.

Pametna utičnica	Verzija: 1.0
Tehnička dokumentacija	Datum: 23. siječnja 2017.

6. Tablica korištenih slika

SLIKA 1. KEIL MCB2103	5
SLIKA 2. PIR HC-SR501 SENZOR POKRETA	6
SLIKA 3. ULINK JTAG KONEKTOR.....	7
SLIKA 4. RELEJ ZA OTVARANJE BRAVE	8
SLIKA 5. SPOJENE KOMPONENTE	9
SLIKA 6. ISJEČAK KODA S RTC FUNKCIONALNOSTI.....	10
SLIKA 7. ISJEČAK KODA S OSNOVNOM FUNKCIONALNOSTI	11
SLIKA 8. ISJEČAK KODA KOJI PRIKAŽUJE GLOBALNE VARIJABLE.....	12
SLIKA 9. UPUTE ZA SPAJANJE PREMA POČETNIM POSTAVKAMA	13

Pametna utičnica	Verzija: 1.0
Tehnička dokumentacija	Datum: 23. siječnja 2017.

7. Literatura

- „Keil board setup“
http://www.keil.com/support/man/docs/mcb2103/mcb2103_setup.htm
- „Keil μ Vision® IDE“
<http://www2.keil.com/mdk5/uvision/>
- „Keil writing programs“
http://www.keil.com/support/man/docs/mcb2103/mcb2103_programming.htm
- „Keil example programs“
http://www.keil.com/support/man/docs/mcb2103/mcb2103_examples.htm
- Trevor Martin. „The insider's guide to the philips arm7-based microcontrollers“
Hitex (UK) Ltd. , 2005
- LPC2101/02/03 User manual
- LPC2101/02/03 Product data sheet
- User manual for CCR100-E10
- HC-SR501 PIR MOTION DETECTOR instructions
- MCB2103 slika
<http://www.lpc tools.com/ProductImages/images/MCB2103.jpg>
- PIR senzor slika
<https://www.modmypi.com/image/cache/data/rpi-products/hacking-and-prototyping/sensors/pir-motion-sensor-800x609.jpg>
- ULINK JCAT konektor
https://www.arm.com/assets/images/ULINK-me_LG.jpg