

Mladi za napredek Maribora 2017

34. srečanje

PAMETNI TERMOSTAT

Tematsko Področje: Elektrotehnika

Inovacijski Predlog

Avtor: SIMON VAVAN SKAZA, ANDREJ KARBA, IVAN STOČKO

Mentor: BOJAN ROZIN

Šola: SREDNJA ELEKTRO-RAČUNALNIŠKA ŠOLA MARIBOR

Maribor, 2017

Mladi za napredek Maribora 2017

34. srečanje

PAMETNI TERMOSTAT ZA GRELEC

Tematsko Področje: Elektrotehnika

Inovacijski Predlog

Maribor, 2017

## Kazalo:

Kazalo slik: .....	2
Zahvala: .....	3
Povzetek .....	4
Uvod .....	5
Cilji inovacijskega predloga .....	5
Kaj smo uporabili za izdelavo? .....	6
1. Arduino nano .....	6
Specifikacije: .....	6
2. Temperaturni senzor LM35 .....	7
Specifikacije: .....	7
3. BLUETOOTH modul HC-06 .....	8
Specifikacije: .....	8
4. LCD- zaslon .....	9
• Izbira registra (RS) .....	9
• Beri/piši (R/W) .....	9
• »Enable« pin .....	9
• 8 podatkovnih linij (D0-D7) .....	9
Povezave: .....	10
5. Rele .....	11
6. Napajalnik .....	12
Izdelava .....	15
Povezava in programiranje bluetooth modula .....	15
Arduino program za vklop/izklop izhoda arduino .....	16
Programiranje aplikacije za android telefon .....	17
Povezava in programiranje LCD zaslona .....	19
Način zapisovanja na LCD zaslon: .....	19
Pomen navodil: .....	19
Končni izdelek .....	20
Zaključek: .....	23
Varčevanje z energijo .....	23
Ozaveščanje ljudi o varčevanju z energijo .....	23
Dostopna cena za vse potrošnike .....	23
Uporaba modernih tehnologij in pametnih telefonov .....	23
Preprosta uporaba in namestitev "plug and play" .....	24

Podpora domače industrije .....	24
Uporaba visoko kvalitetnih delov.....	24
Družbena Odgovornost .....	24
Viri: .....	25

## Kazalo slik:

Slika 1: Arduino Nano .....	6
Slika 2: LM35, Slika 3: LM35 .....	7
Slika 4: Bluetooth Modul .....	8
Slika 5: LCD Prikazovalnik .....	9
Slika 6: Krmiljenje Releja .....	11
Slika 7: Usmernik .....	12
Slika 8: 5V Regulator.....	13
Slika 9: Povezava Bluetooth Modula .....	15
Slika 10: Grafični prikaz aplikacije na telefonu .....	17
Slika 11: Grafično programiranje v aplikaciji App creator .....	18
Slika 12: Povezava LCD Prikazovalnika .....	19
Slika 13: Končni izdelek .....	20
Slika 14: Končni izdelek - Močnostno vezje.....	20
Slika 15: Aplikacija na telefonu.....	22

## Zahvala:

Za vso pomoč, nasvete in potrpljenje se iskreno zahvaljujemo mentorju, brez katerega nam inovacijskega predloga ne bi uspelo narediti. Zahvaljujemo se lektorici, ki nam je izpopolnila in pregledala naš inovacijski predlog, predvsem pa se zahvaljujemo vsem, ki so nam stali ob strani in nas spodbujali.

## Povzetek

Ali ste že naveličani nenehnega nastavljanja običajnega termostata? Ali želite v trenutku izvedeti temperaturo prostorov ali vode v grelniku?

Če ste na vsaj eno vprašanje odgovorili z »Da«, potem vam predstavljamo naš pametni Bluetooth Termostat.

Ta omogoča varčevanje z energijo in prihranke na najrazličnejših področjih.

Naš termostat deluje na principu konstantnega nadzora temperature s temperaturnim senzorjem. Ima možnost časovnih vklopov. Omogoča gretje ali hlajenje, torej nadzor grelca ali ventilatorja..

Kljub veliki izbiri najrazličnejših nastavitev je naš termostat enostaven in poceni v primerjavi s komercialnimi izdelki. Še posebej pa bi poudarili, da bomo z njim prihranili veliko energije.

## Uvod

Naš inovacijski predlog, smo izdelali z uporabo nizko cenovnih, ampak kljub temu visoko kakovostnih komponent. Za krmiljenje celotnega vezja smo izbrali krmilnik Arduino, ki omogoča priključitev najrazličnejših komponent in enostavno programiranje v c++. Za merjenje temperature smo izbrali zelo precizni nizkocenovni senzor temperature LM35, ki nam omogoča direktno odčitavanje napetosti na njegovem izhodu in zelo enostavno pretvorbo v temperaturo. Nekateri nastavitve in trenutni podatki so prikazani na LCD zaslonu, ki je pritrjen na samo ohišje termostata. Za komunikacijo med termostatom in pametnim telefonom smo se odločili za bluetooth modul HC-06, saj je enostaven in dovolj primeren za razdalje do 10m. Za vklapljanje oz. izklapljanje bremen (močnostni del) smo uporabili rele, predvsem zaradi njegove robustne izvedbe. Na termostatu imamo na voljo: VKLOP, IZKLOP ali AVTOMATSKO delovanje. Preko telefona lahko nastavimo tudi čas in pa seveda temperaturo, katero lahko tudi odčitamo na najrazličnejše načine. V nadaljevanju vam bomo podrobno, a kljub temu jedrnato, opisali delovanje in konstrukcijo termostata.

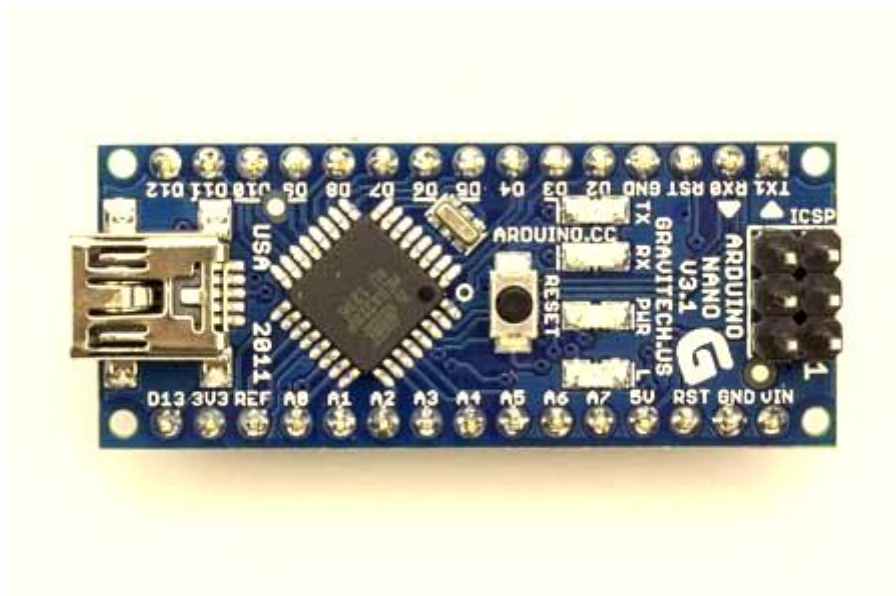
### *Cilji inovacijskega predloga*

- Varčevanje z energijo
- Ozaveščanje ljudi o varčevanju z energijo
- Dostopna cena za vse potrošnike
- Nizek strošek izdelave
- Uporaba modernih tehnologij in pametnih telefonov
- Preprosta uporaba in namestitvev "plug and play"
- Podpora domače industrije
- Uporaba visoko kvalitetnih delov

## Kaj smo uporabili za izdelavo?

- Arduino
- Temperaturni Senzor
- Bluetooth modul
- Napajalni modul
- Rele
- Pametni telefon s programom

### 1. Arduino nano



Slika 1: Arduino Nano (Vir: [www.arduino.cc](http://www.arduino.cc))

Arduino Nano je razvojna ploščica z mikrokontrolerom ATmega 168. Na plošči so analogne in digitalne povezave. Ima 14 digitalnih kontaktov in 8 analognih. Za urni takt skrbi kvarčni oscilator, ki ima frekvenco takta 16MHz. Napajamo pa jo z 5V.

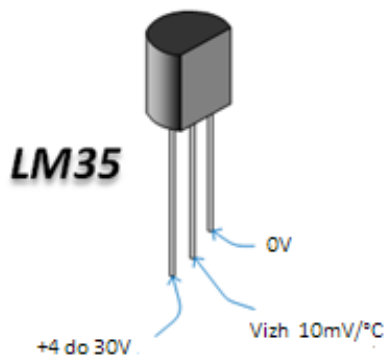
Arduino je še posebej primeren za manjše projekte in takrat, ko želimo hitro in enostavno izdelati program in delujoč izdelek. Programira se v Arduino programskem okolju v C++ jeziku.

#### *Specifikacije:*

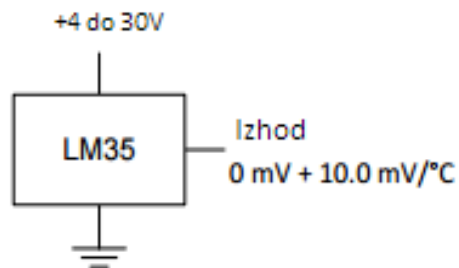
- Mikrokontroler ATmega168
- Delovna napetost 5V
- Takt ure 16MHz
- Velikost FLASH pomnilnika 16kB
- 8 analognih vhodov
- 14 digitalnih I/O pinov



## 2. Temperaturni senzor LM35



Slika 2: LM35 (Vir: [www.henrysbench.captfat.com](http://www.henrysbench.captfat.com))



Slika 3: LM35 (Vir: [www.ti.com](http://www.ti.com))

Integrirano vezje LM35 je precizni temperaturni senzor za merjenje temperature v stopinjah celzija. Je v ohišju TO-92, ki ima 3 pine;

-napajalno napetost med 3 in 40V,

-masa ground 0V

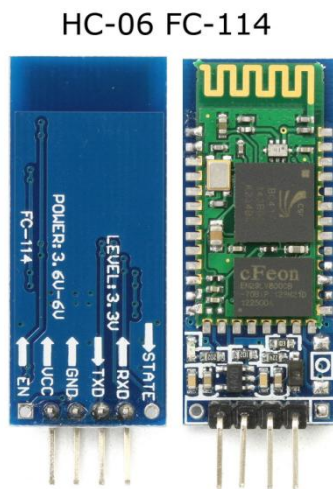
- pin za izhodno napetost 10mv/°C

Temperaturno območje delovanja je od  $-55^{\circ}\text{C}$  do  $150^{\circ}\text{C}$  in se zaradi zelo majhnega delovnega toka  $60\text{ }\mu\text{A}$  zelo malo segreva.

### Specifikacije:

- Kalibriran za merjenje v stopinjah celzija
- Pri  $25^{\circ}\text{C}$  je odstopanje  $0.5^{\circ}\text{C}$
- Merilno območje je od  $-55^{\circ}\text{C}$  do  $150^{\circ}\text{C}$
- Napajalna napetost od 4V-30V

### 3. BLUETOOTH modul HC-06



Slika 4: Bluetooth Modul (Vir: [www.martyncurrey.com](http://www.martyncurrey.com))

#### Specifikacije:

- Delovna napetost 3.1- 4.2 V
- Obratovalni tok med povezovanje je v območju me 30-40ma
- Temperatura skladiščenja je v območju med -40 °C – 85 °C
- Dimenzije 27mm X 13mm X 2mm
- Integrirana antena 2.4GHz
- Modul lahko deluje z različnimi hitrostmi te so:
  - 1200 bps      -19200 bps
  - 2400 bps      -38400 bps
  - 4800 bps      -57600 bps
  - 9600 bps      -115200 bps

#### 4. LCD- zaslon

**LCD zaslon** (angl. **Liquid Cristal Display**) ali zaslon na tekoče kristale uporablja tehnologijo tekočih kristalov, ki ne oddajajo svetlobe sami od sebe, ampak jo le modulirajo. Glede na njihovo strukturiranost lahko na zaslonu prikazujemo kompleksne ali preproste vzorce, oblike, simbole...

LCD zaslone so zaradi številnih prednosti povsem zamenjali zastarele zaslone s katodno cevjo (CRT zaslone). Zaradi hitrega odzivnega časa in majhne porabe električne energije jih uporabljamo kot računalniške zaslone, TV zaslone, instrumentne plošče in signalne objekte. Manjše LCD zaslone pa najdemo na prenosnih elektronskih napravah kot so ročne ure, kalkulatorji, mobilni telefoni, itd.



Slika 5: LCD Prikazovalnik (Vir: [www.embeddedadventures.com](http://www.embeddedadventures.com))

LCD ima vzporedni vmesnik, kar pomeni, da se mora mikrokrmilnik sporazumevati z več linijami LCD-ja hkrati za nadzor prikaza. Vmesnik je sestavljen iz naslednjih linij:

- *Izbira registra (RS)* Je pin ki kontrolira, kje v LCD spominu vpisujemo podatke. Izberemo lahko register podatkov, od katerega je odvisno, kaj se bo prikazalo na zaslonu, ali instrukcijski register, kjer LCD-jev krmilnik čaka navodila o tem, kaj storiti naprej.
- *Beri/piši (R/W)* je pin, ki izbere ali način pisanja ali način branja.
- *»Enable«* pin je pin, ki omogoča pisanje v registre.
- *8 podatkovnih linij (D0-D7)* Stanja teh pinov (visoki ali nizki) so biti ki jih vpisujemo v register če pišemo, ali vrednost ki jo beremo pri branju.

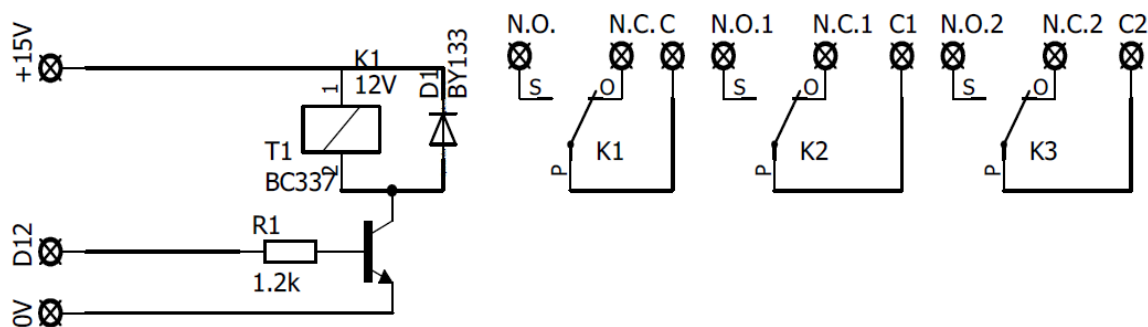
Imamo tudi zaslonski kontrastni pin (V0), napajalni pin (+5V in GND) in LED osvetlitvijo (Backlight+ and Backlight-) pine, ki jih lahko uporabimo za napajanje LCD-ja, nadzor kontrasta zaslona ter vklop in izklop LED osvetlitev.

*Povezave:*

- \* LCD RS pin na digitalen pin 12
- \* LCD Enable na digitalen pin 11
- \* LCD D4 na digitalen pin 5
- \* LCD D5 na digitalen pin 4
- \* LCD D6 na digitalen pin 3
- \* LCD D7 na digitalen pin 2
- \* LCD R/W pin na 0V
- \* LCD VSS pin na 0V
- \* LCD VCC pin na 5V
- \* LCD V0 na upor.

## 5. Rele

Za vklop in izklop bremena smo se odločili uporabiti rele, saj zagotavlja velike preklopne tokove in dobro ločitev med kontakti, ko je ta izklopljen. Uporabili smo Iskrin rele, ki ima 3 pole (lahko prekinja fazni L in ničelni N vodnik) in 2 kontakta. Tako imamo na izhodu tudi možnost negiranega stanja, tako da lahko nanj priklopimo tudi ventilator, če to želimo.



Slika 6: Krmiljenje Releja (Vir: Avtor Naloge)

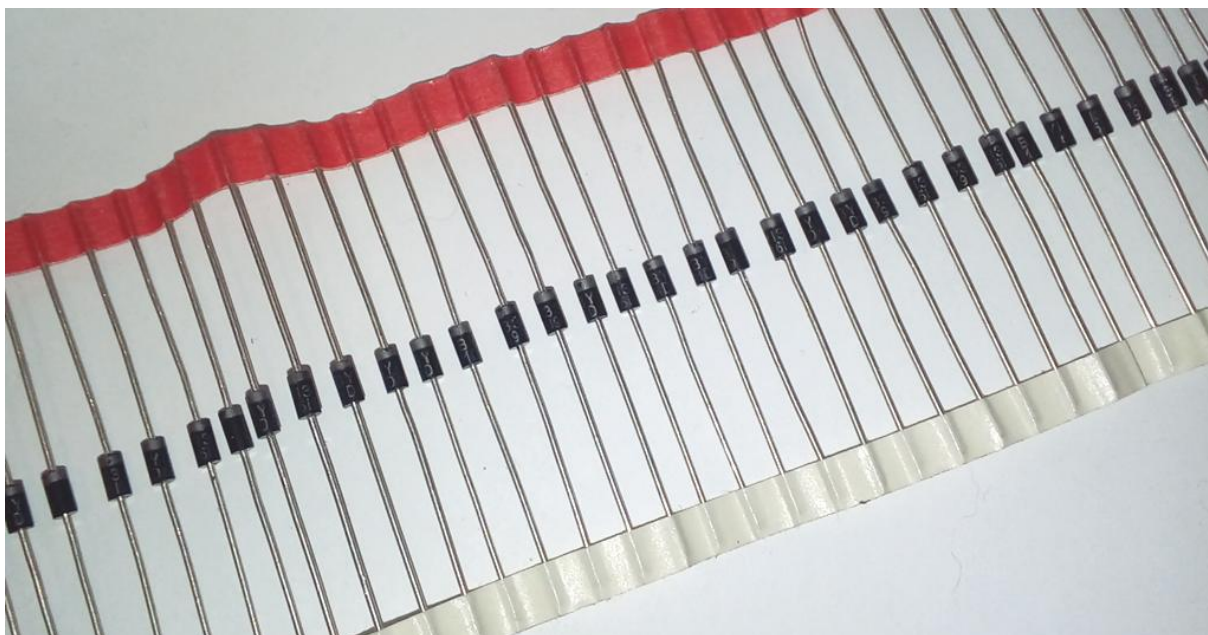
Slika prikazuje način vkapljanja releja s pomočjo NPN tranzistorja tranzistor BC337, saj je njegov maksimalni kolektorski tok 800mA, ki več kot zadostuje našemu releju, ki obratuje z tokom tuljave 100mA.

Na vhodu tranzistorja je bazni upor 1.2k, ki omeji bazni tok. Vrednost je bila izbrana tako, da je tranzistor v nasičenju (zelo zaprt), bazni tok pa je še vedno v mejah normale. Bazni upor je nato vezan na Arduino Digitalni pin, saj z arduinom krmilimo rele.

Tuljava je premoščena z diodo, ki ščiti tranzistor pri izklopu tuljave, saj se ob izklopu pojavi močan induciran impulz. Magnetno polje sesuje, napetost na kontaktih pa začne naraščati v obratno smer, od napajalne napetosti. Zaradi tega dioda začne prevajati in omeji napetostno špico na -0.6V.



Slika 7: Rele (Vir: Avtor Naloge)



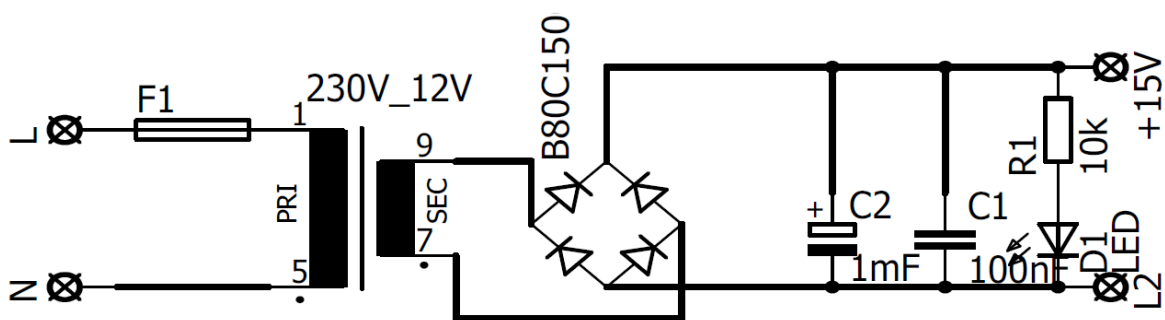
Slika 8: Diode BY133 (Vir: Avtor Naloge)

## 6. Napajalnik

Napajalnik sestavlja transformator, ki zniža napetost iz 230VAC na 12VAC, usmerniškega-greatzovega mostiča, ki napetost usmeri in pa gladilnih in filtrirnih kondenzatorjev. Takšno izvedbo napajanja smo izbrali, saj ima galvansko ločitev med omrežno napetostjo in izhodno napetostjo.

Na tiskanem vezju je tudi LED dioda, uporabljena kot indikator delovanja usmernika.

Slika spodaj prikazuje takšen napajalnik.

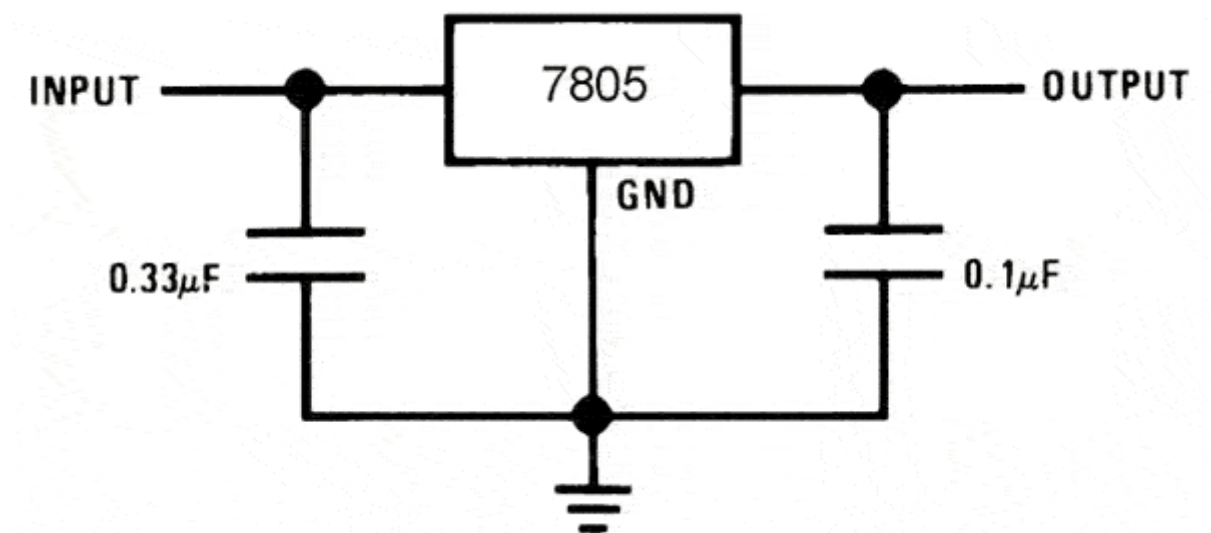


Slika 9: Usmernik (Vir: Avtor Naloge)



Slika 10: Transformator (Vir: Avtor Naloge)

Za napajanje krmilnega dela termostata uporabljamo napetostni regulator, ki vhodno napetost regulira na 5V izhodu.



Slika 11: 5V Regulator (Vir: [www.electronics.stackexchange.com](http://www.electronics.stackexchange.com))

Uporabili smo linearni regulator 7805. Slika vezave je zgoraj. Na njegovem vhodu in izhodu sta lahko tudi filtrirna kondenzatorja.





Slika 12: 100nF kondenzatorji (Vir: Avtor Naloge)

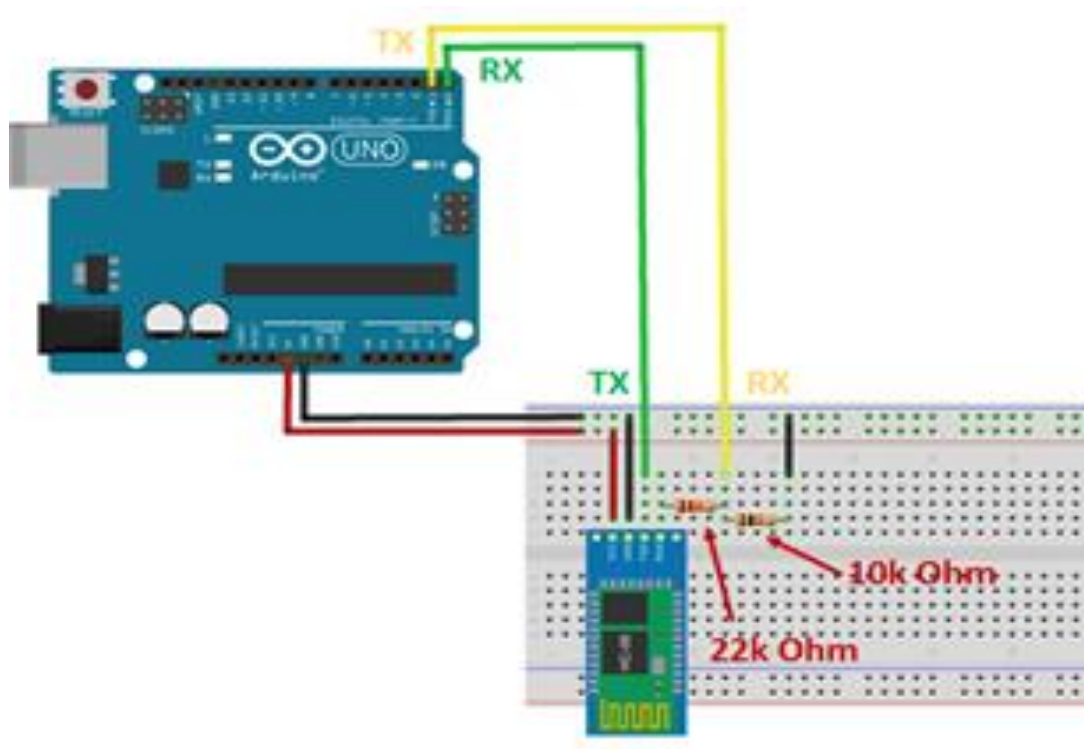


Slika 13: 1000uF kondenzatorji (Vir: Avtor Naloge)



## Izdelava

### *Povezava in programiranje bluetooth modula*



Slika 14: Povezava Bluetooth Modula (Vir: [www.arduino.cc](http://www.arduino.cc))

Ta bluetooth modul ima serijski brezžični prenos podatkov. Njegova delovna frekvenca je med najbolj priljubljenimi in sicer 2.4GHz na ISM frekvenčnem pasu (tj. industrijski, znanstveni in medicinski). Ima standard Bluetooth 2.0 + EDR standard.



Slika 15: Upori (Vir: Avtor Naloge)

Z upori smo prilagodili napetostne nivoje, saj modul dela na 3.3V, arduino pa na 5V.

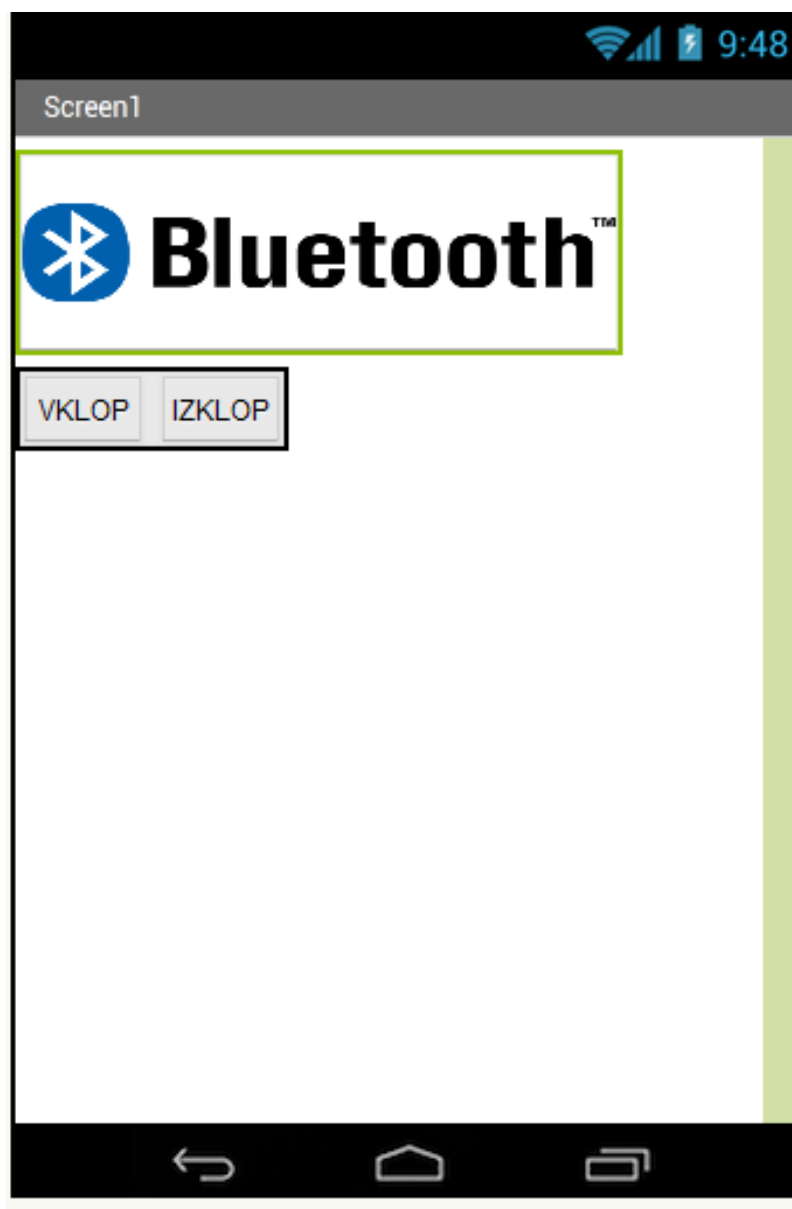
### *Arduino program za vklop/izklop izhoda arduino*

```
void setup()
{
  pinMode(13, OUTPUT);      //Nastavi digitalni pin 13 na izhod

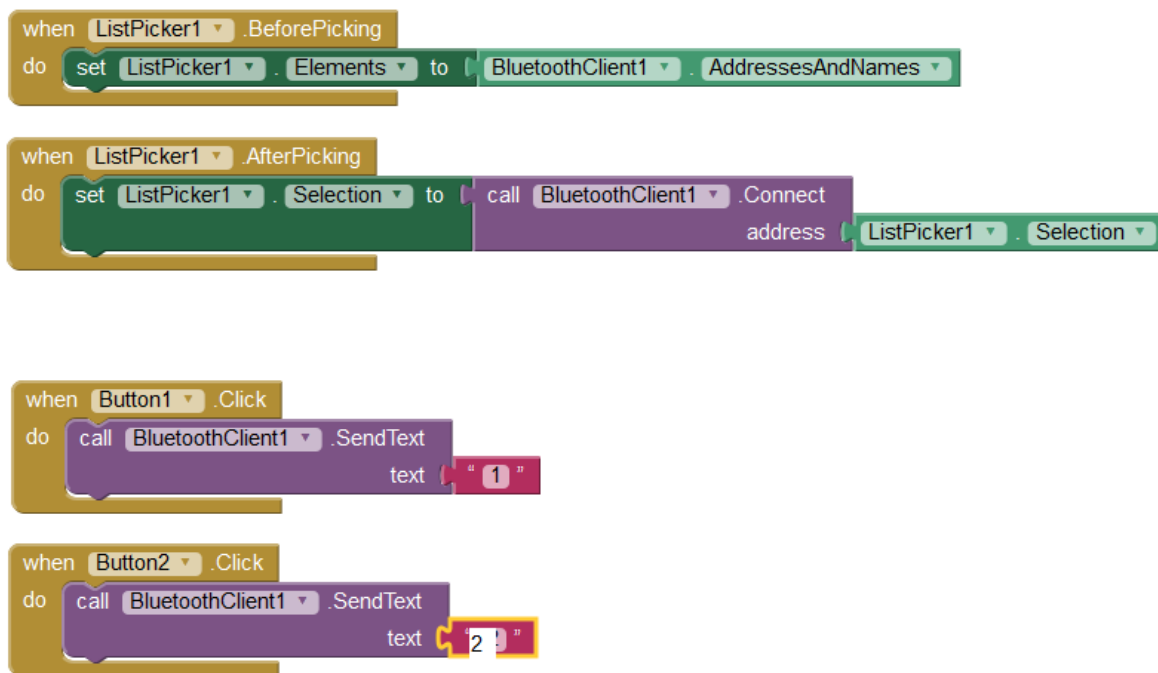
  Serial.begin(9600);       //Prični z serijsko komunikacijo 9600bps

  Serial.println("Hello from Arduino");    //Na serijski terminal izpiši tekst
}
char a;                      //Uvedi znakovno spremenljivko a
void loop()
{
  if (Serial.available())    //Izvedi naslednje, če je komunikacija na voljo
  {
    a=(Serial.read());       //Preberi podatek in ga zapiši v char a
    if (a=='1') { digitalWrite(13, HIGH);    //Če je a=1 Vklopi LED
    Serial.println("LED on");                //Izpiši tekst na serijski terminal
    }
    if (a=='2') { digitalWrite(13, LOW);     //Če je a=2 Izklopi LED
    Serial.println("LED off");                //Izpiši tekst na serijski terminal
    }
  }
}
```

## *Programiranje aplikacije za android telefon*



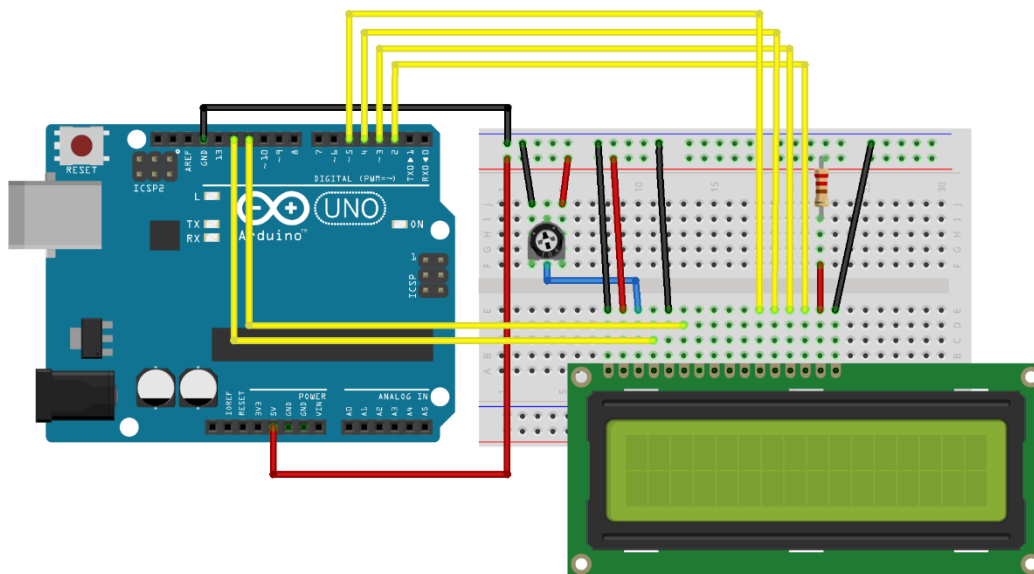
*Slika 16: Grafični prikaz aplikacije na telefonu (Vir: Avtor Naloge)*



Slika 17: Grafično programiranje v aplikaciji App creator (Vir: Avtor Naloge)

S pomočjo aplikacije App Creator smo sprogramirali aplikacijo za telefon, ki vklopja ali izklaplja LED diodo, glede na to ali arduino preko serijske komunikacije prejme znak 1 ali 2.

## Povezava in programiranje LCD zaslona



Slika 18: Povezava LCD Prikazovalnika (Vir: [www.arduino.cc](http://www.arduino.cc))

Način zapisovanja na LCD zaslon:

```
#include <LiquidCrystal.h>

LiquidCrystal lcd(12, 11, 5, 4, 3, 2);
void setup() {

  lcd.begin(16, 2);
}
void loop() {

  lcd.setCursor(0, 1);
  lcd.print("Termostat");
  delay_ms(1000);
  lcd.clear()
}
```

Pomen navodil:

**#include <liquidCrystal.h>**: pomeni, da vključimo knjižnico za LCD zaslon.

**lcd.begin(16, 2);** Nastavitev števila stolpcev in vrstic.

**lcd.print("Termostat");** kopira sporočilo na LCD zaslon.

**lcd.setCursor(0, 1);** pomeni, da se začne besedilo izpisovati na prvi stolpec in drugo vrsto.

**lcd.clear()** : Zbriše vse, kar je zapisano na zaslonu.

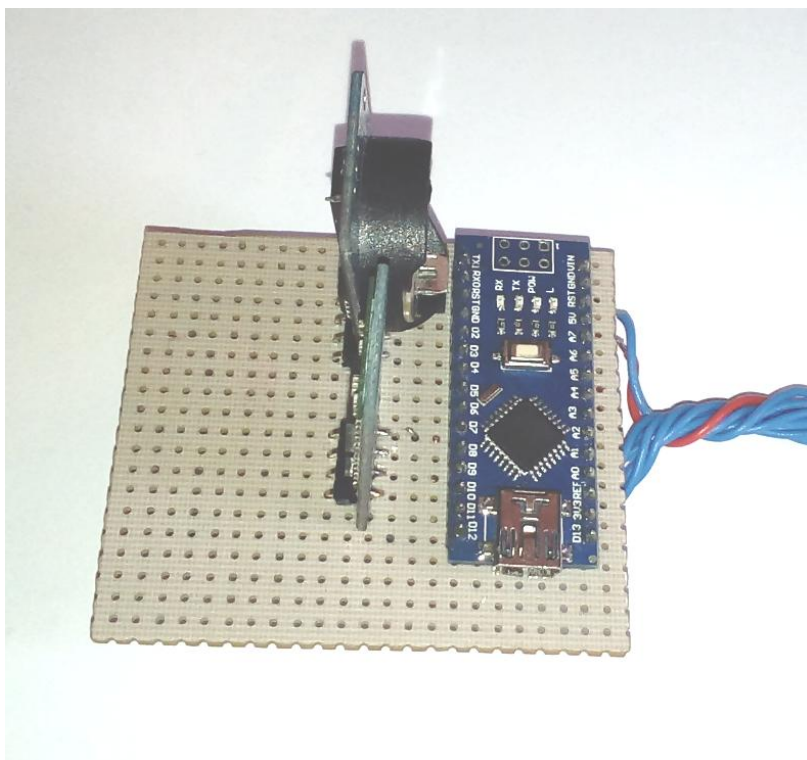
## Končni izdelek



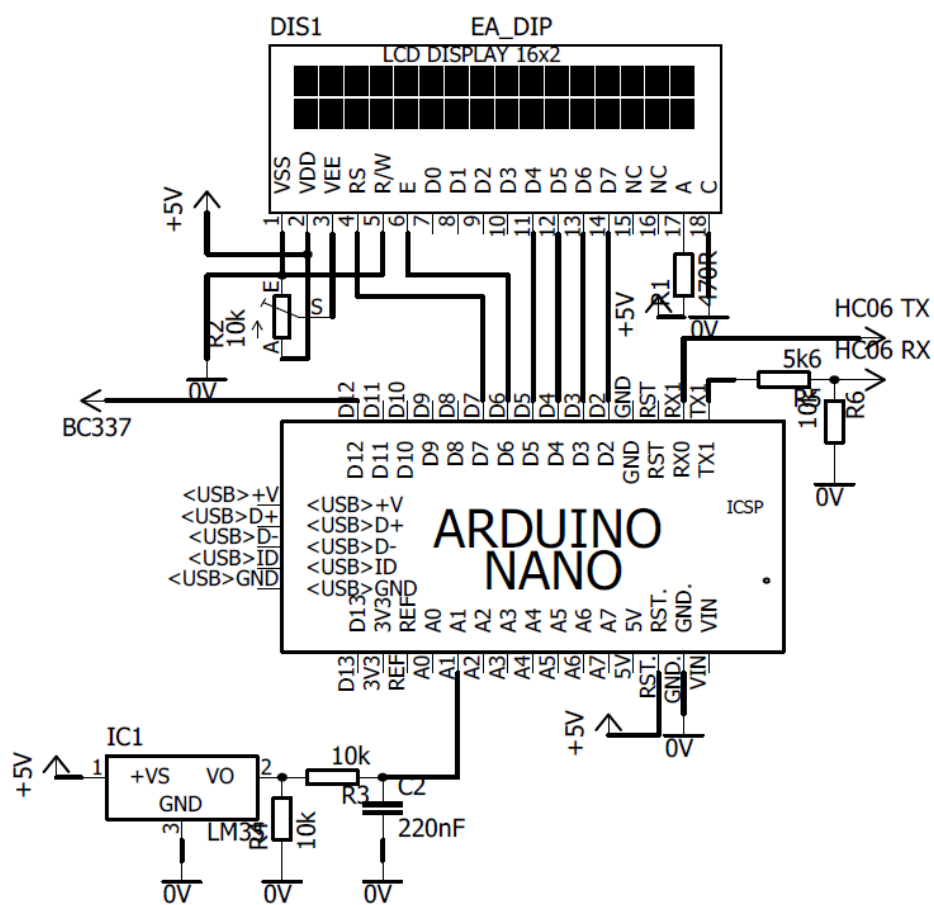
Slika 19: Končni izdelek (Vir: Avtor Naloge)



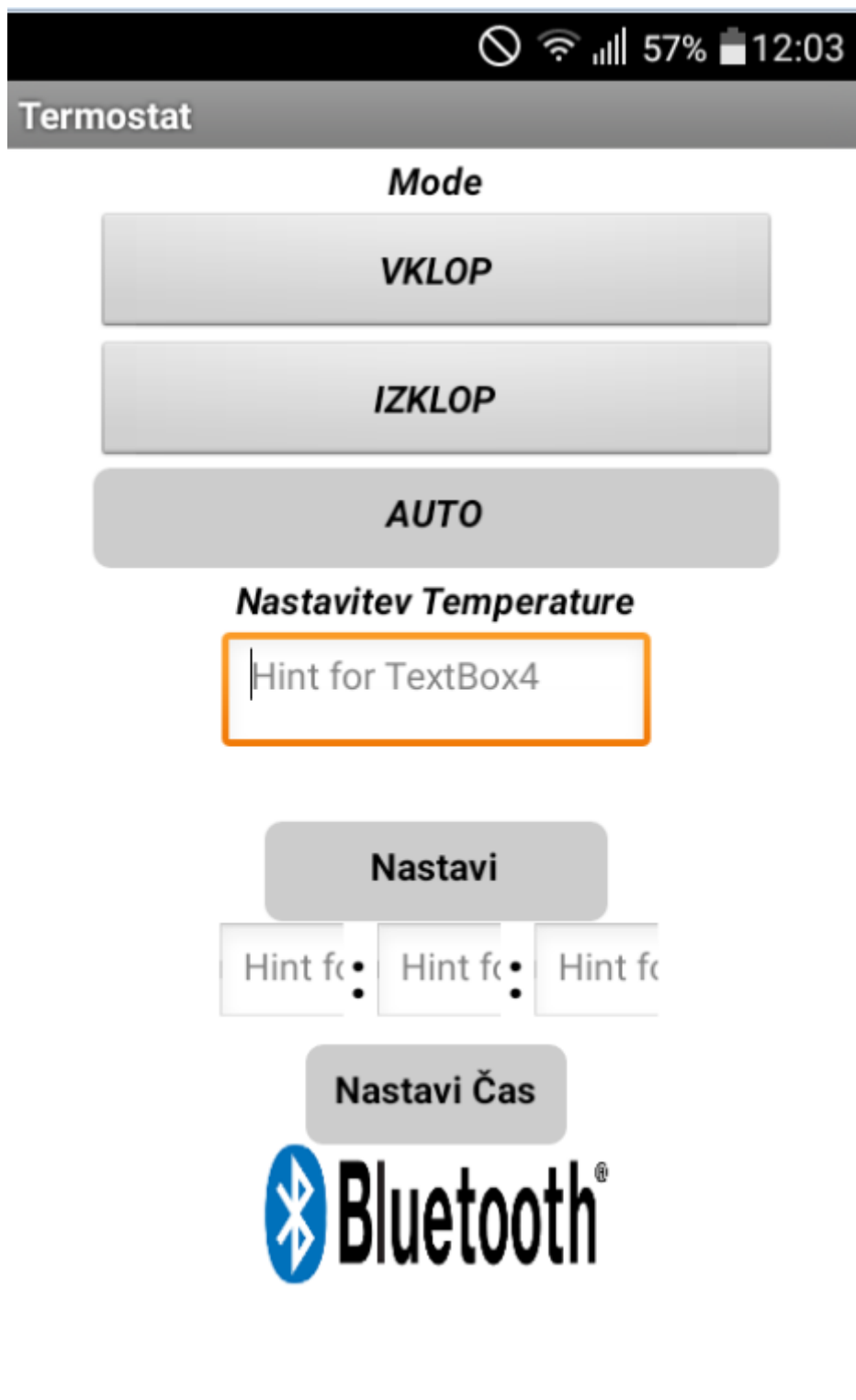
Slika 20: Končni izdelek - Močnostno vezje (Vir: Avtor Naloge)



Slika 21: Krmilno vezje (Vir: Avtor Naloge)



Slika 22: Shema krmilnega vezja (Vir: Avtor Naloge)



Slika 23: Aplikacija na telefonu (Vir: Avtor Naloge)



## Zaključek:

V inovacijskem predlogu smo se glede na zadane cilje zelo potrudili, zato, da je naš termostat kar se da najbolj učinkovit, cenovno ugoden, kvaliteten, varčen, ter uporablja moderno tehnologijo.

### *Varčevanje z energijo*

Brez el. radiator moči 2kW porabi 20kWh na dan. Z uporabo našega pametnega termostata pa porabimo kar 6kWh manj, kar je 30% prihranek. To pa zaradi konstantnega nadzora temperature prostora in avtomatskega krmiljenja klime. S tem privarčujemo električno energijo. Razen tega, pa je temperatura nadzorovana, tako da imamo v sobi zmeraj najprimernejšo temperaturo, ki jo seveda nastavljamo na termostatu.

### *Ozaveščanje ljudi o varčevanju z energijo*

Več električne energije porabimo, več nas stane. Zato je zelo pomembno, da kupujemo varčne porabnike ali pa s novimi dodatnimi tehničnimi rešitvami zmanjšujemo nepotrebne stroške. To pa je tudi krmiljeni pametni termostat in nenehni nadzor preko mobilne aplikacije.

### *Dostopna cena za vse potrošnike*

Stroški izdelave so:

ohišje 4€

arduino 2€

Bluetooth modul 2€

Transformator 0.4€

Rele 1.7€

LCD 2€

Temperaturni senzor 1.6€

Ostale elektronske komponente 1€

**SKUPNI STROŠEK je 13.70€**

### *Uporaba modernih tehnologij in pametnih telefonov*

Uporabili in združili smo vse moderne tehnologije;

-Pametni telefon z bluetooth ali GSM modula,

- Digitalno krmiljenje s arduino Nano,

- LCD prikazovalnik

### *Preprosta uporaba in namestitvev "plug and play"*

Termostat ima na ohišju priključne sponke, s katerimi ga lahko enostavno povežemo s porabniki in napajanjem. Ob vklopu se naložijo prevzete nastavitve, tako, da je termostat že pripravljen za uporabo.

Seveda je tudi aplikacija za upravljanje termostata enostavna za povprečnega uporabnika brez tehničnega predznanja.

### *Podpora domače industrije*

Domačo industrijo smo podprli, tako, da smo večino visoko kvalitetnih delov, ki smo jih uporabili za naš termostat, kupili v Sloveniji.

### *Uporaba visoko kvalitetnih delov*

Posebno pozornost smo posvetili močnostnemu delu, da zagotovimo čim večjo varnost in zanesljivost-uporabili smo Iskrin rele in transformator Črne M&M.

## **Družbena Odgovornost**

Inovacijski predlog se nam zdi družbeno odgovoren, saj je vir informacij, ozavešča ljudi o varčevanju z energijo, prav tako pa ima podatke in napotke za izdelavo pametnega termostata.

Viri:

- <https://www.olimex.com/Products/Components/RF/BLUETOOTH-SERIAL-HC-06/>
- [https://www.sunfounder.com/wiki/index.php?title=Bluetooth Transceiver Module HC-06](https://www.sunfounder.com/wiki/index.php?title=Bluetooth_Transceiver_Module_HC-06)
- <https://www.google.si/search?q=hc06arduino&espv=2&biw=1272&bih=485&source=Inms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjvyPudrN RAhWhI8A>

[KHcBSAjoQ\\_AUIBigB#tbn=isch&q=hc-06+arduino&imgref=UM9ahRo4I7cyxM%3A](http://www.martyncurrey.com/wp-content/uploads/2015/08/HcBSAjoQ_AUIBigB#tbn=isch&q=hc-06+arduino&imgref=UM9ahRo4I7cyxM%3A)

- [http://www.martyncurrey.com/wp-content/uploads/2015/08/HcBSAjoQ\\_AUIBigB#tbn=isch&q=hc-06+arduino&imgref=UM9ahRo4I7cyxM%3A](http://www.martyncurrey.com/wp-content/uploads/2015/08/HcBSAjoQ_AUIBigB#tbn=isch&q=hc-06+arduino&imgref=UM9ahRo4I7cyxM%3A)
- <http://www.arduino.cc>