

ŠOLSKI CENTER CELJE

**SREDNJA ŠOLA ZA STROJNIŠTVO, MEHATRONIKO IN
MEDIJE**

RAZISKOVALNA NALOGA

HLADILNI SISTEM ZA HARMONIKO

Avtorja:

Rok HROVAT, M-4. c

Rok ARNŠEK, M-4. c

Mentorja:

Matej Veber, univ. dipl. inž.

mag. Andro Glamnik, univ. dipl. inž

Mestna občina Celje, Mladi za Celje

Celje, februar 2016

Povzetek

Za raziskovalno nalogo sva se odločila narediti hladilni sistem za hlajenje notranjosti kovčka za harmoniko. Naprave, ki bi to omogočala, še nisva zasledila, zato sva se odločila, da jo izdelava sama. O ideji sva povprašala tudi učitelja harmonike ter prišla do zaključka, da mora biti sistem lahek, baterija mora zdržati kar nekaj časa, sistem pa mora biti snemljiv, saj ga ne potrebujeva celo leto. Za krmiljenje sva uporabila mikrokrmilnik, saj nama omogoča vse, kar potrebujeva. Začele so nastajati prve ideje o izgledu sistema in tem, kako bo sploh deloval. Prišla sva do zaključka, da bi bilo najbolje, če bi sistem deloval na principu klime. Ohišje je precej preprosto, a izdelava je bila zelo zahtevna. Uporabila sva postopek frezanja z robotom, kar nama je vzelo precej časa. Prve ideje sva skicirala na list papirja, kmalu za tem pa so nastale prve računalniške slike ter modeli.

Kazalo vsebine

Povzetek	3
Uvod	6
Predstavitev problematike	7
Hipoteze	7
Opis raziskovalnih metod	8
Opis raziskovanja	9
Zbiranje idej o izdelku.....	9
Izbira končne ideje.....	10
Sestavni deli in komponente	11
Izbira senzorjev in aktuatorjev.....	11
Napajanje	13
Programiranje mikrokrmilnika Arduino	17
Izdelava ohišja	22
Iskanje ideje.....	22
Priprava na rezkanje.....	25
Robot KUKA KR-150	28
Delovanje sistema	31
Zaključek	33
Zahvala	34
Viri in literatura	35

Kazalo slik

Slika 1: Prva zamisel najinega sistema	10
Slika 2: Senzor za merjenje temperature tmp36.....	11
Slika 3: Mali ventilator 5 V 0.2 A	12
Slika 4: Veliki ventilator 5V 0.26 A	12
Slika 5: Kompresor 5V 0.3 A.....	12
Slika 6: Primer vezave posameznih elementov	13
Slika 7: Skica električnega vezja.....	14
Slika 8:Električna vezava komponent	15
Slika 9: 12 V 9800 mAh baterija.....	15
Slika 10: LM7805 napetostni regulator.....	16
Slika 11: Tranzistor IGBT 10A	16
Slika 12: Usmerniška dioda.....	16
Slika 13: Mikrokontroler Arduino micro	17
Slika 14: LCD.....	18
Slika 15: Program za izpis besedila na LCD	19
Slika 16: Izpis besedila na LCD, vezava LCD	19
Slika 17: Program za izpis temperature na LCD	20
Slika 18: Prvi program Arduino	21
Slika 19: Prvi poizkus vezave temperaturnega senzorja	21
Slika 20: Končna ideja ohišja (spodnji del)	22
Slika 21: Končna ideja ohišja (zgornji del)	23
Slika 22: Model malega ventilatorja	23
Slika 23: Okvir velikega ventilatorja.....	24
Slika 24: Simulacija na obdelovancu	25
Slika 25: Določanje pozicije	26
Slika 26: Simulacija v MasterCam.....	27
Slika 27: KUKA KR-150	28
Slika 28: Robot med obdelavo	29
Slika 29: Robot med obdelovanjem	30
Slika 30: Testni produkt	30
Slika 31: Primer sistema klime.....	31

Uvod

Oba igrava harmoniko in imava ta inštrument občasno v avtu tudi poleti pri visokih temperaturah, zato sva se odločila, da izdelava sistem, ki bi preprečeval okvaro inštrumenta zaradi visokih temperatur. Nasploh so inštrumenti zelo občutljivi na temperature, harmonika pa še posebej. V njej so glasilke zalite z voskom, ki se ob visokih temperaturah stopi. Popravilo oziroma ponovno zalivanje pa predstavlja precejšen strošek. Raziskala sva, ali kaj podobnega na tržišču že obstaja in ugotovila, da takšne naprave še ni. Ker je ta naprava nekaj povsem novega, sva morala do potankosti preučiti vsako malenkost ter te malenkosti potem združiti v celoto oziroma najino napravo. Naprava mora biti tudi dovolj lahka ter mobilna, biti mora snemljiva, saj je pozimi ne potrebujemo. Tako je nastala naprava, ki jo bova podrobneje predstavila v nadaljevanju.

Predstavitev problematike

Problem se je pojavil, ker na trgu trenutno ni izdelka, ki bi omogočal konstantno vzdrževanje temperature inštrumenta v ohišju pri izpostavljenosti visokim temperaturam. Naprava, ki bi vzdrževala temperaturo samo ene vrste inštrumenta, bi bila zelo nepraktična, zato sva se odločila da izdelava napravo, ki bo omogočala ohlajevanje več vrst inštrumentov, pritrditev na ohišje oz. kovček inštrumenta pa bo mogoča že z manjšimi predelavami. Prednost bo tudi v tem, da bo omogočala hitro odstranitev, nepoškodovano ohišje inštrumenta, napajanje pa bo zagotovljeno z 12 V baterijo, ki bo zagotavljala nekajurno ohlajevanje.

Hipoteze

Zadala sva si naslednje hipoteze:

- Naprava bo omogočala vzdrževanje temperature več inštrumentov.
- Naprava bo praktična in uporabna tudi za druge hladilne sisteme.
- Naprava bo omogočala nemoteno nekajurno delovanje.
- Naprava ne bo poškodovala inštrumenta ali ohišja in bo omogočala možnost odstranitve.
- Naprava bo cenovno dostopna.

Opis raziskovalnih metod

Pri raziskovalni nalogi sva se soočila z več raziskovalnimi metodami. Najprej sva morala raziskati trg, če podobna naprava že obstaja. Nato sva se odločila, da idejo predstaviva učitelju harmonike in tako sva uporabila raziskovalno metodo intervju. Nad napravo je bil zelo navdušen, saj se s to težavo spopadajo mnogi glasbeniki, najina naprava pa bi lahko ta problem odpravila. Nato sva uporabila še raziskovalno metodo konstruiranja. S pomočjo računalniškega programa Solid Works sva vse ideje najprej konstruirala, jih nato s pomočjo programa Master Cam X5 pretvorila v zapis oz. robotske koordinate, ki sva jih posredovala industrijskemu robotu Kuka KR150, s katerim sva kasneje oblikovala ohišje izdelka.

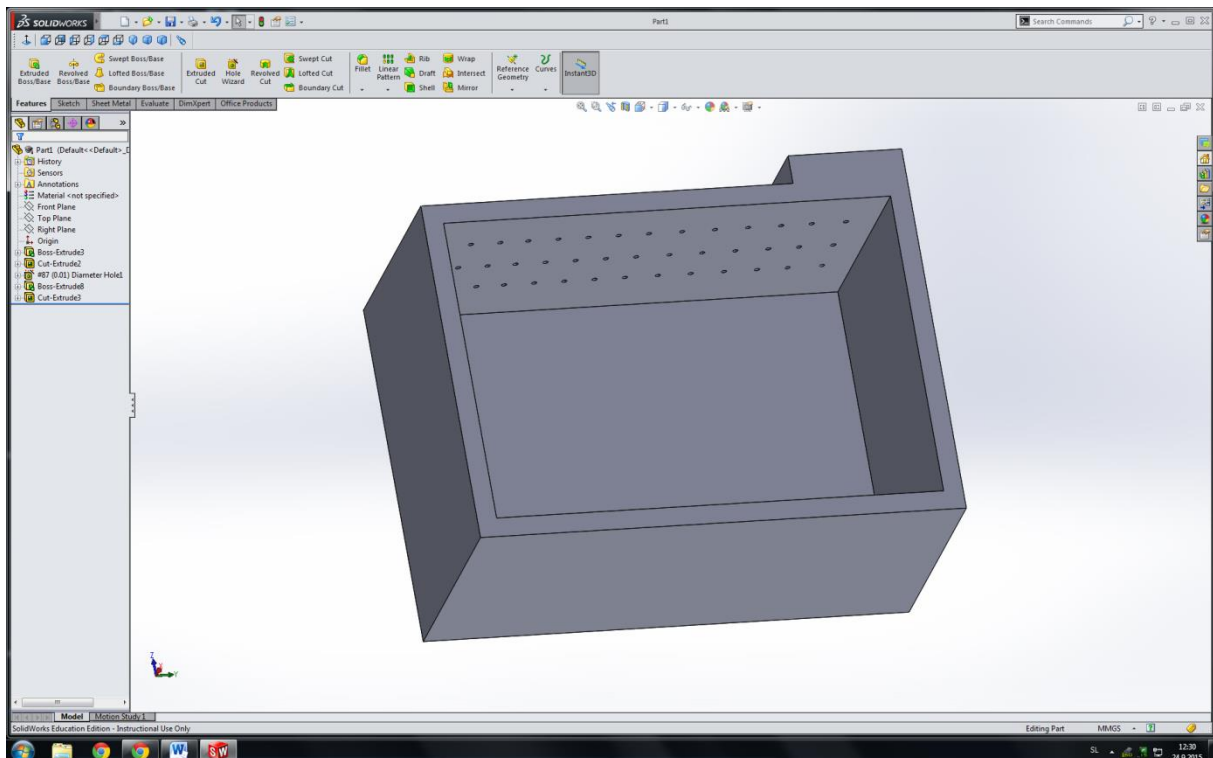
Opis raziskovanja

Zbiranje idej o izdelku

Najprej sva se morala odločiti, na kakšen način bo izdelek deloval. Pri tem sva si pomagala s spletom, preučila podobne hladilne sisteme in zbrala podatke o vrstah lesa, iz katerega so izdelani inštrumenti. V naslednji fazi sva se odločala za mere ohišja, saj mora le-to biti dovolj majhno, da ne ovira inštrumenta pri transportu. Posledično so morali biti tudi vsi sestavni elementi naprave dovolj majhni za ohišje, hkrati pa niso smeli porabiti preveč energije, saj sva za napajanje porabila 12 V polnilno baterijo. Smiselno se nama je zdelo, da bi bilo napravo možno pritrditi tudi na kakšen drug kovček, ne le na kovček harmonike, zato sva se odločila, da bo program možno spreminjati glede na zahteve, temperatura ohišja pa se bo nenehno izpisovala na ekranu.

Izbira končne ideje

Da bi vse ideje in zamisli lahko vključila v izdelek, sva se odpravila do eksperta za les, ki nama je razložil vse podrobnosti o lastnostih lesa. Pri konstruiranju pa sva si pomagala s posvetovanji pri učitelju in proizvajalcih harmonik, ki so nama pojasnili, kako je les občutljiv na visoke temperature in kakšna je optimalna temperatura za ta inštrument. Prvotna ideja je bila, da narediva napravo v obliki kovčka, ki bi bila primerna samo za harmoniko, kasneje pa sva se odločila, da bi bilo bolje narediti napravo, ki bi bila prenosna in bi jo lahko pritrdila tudi na kovčke drugih inštrumentov, saj bi lahko v programu spreminjala način delovanja, in sicer na kolikšno temperaturo naj naprava ohladi ohišje inštrumenta in pri kateri temperaturi naj se vklopi. Naslednja odločitev je bila ključnega pomena, saj sva se odločala za videz naprave in njeno obliko. Ker sva na trgu našla dovolj majhne sestavne elemente, sva lahko idejo o tem, da bo naprava majhna in prenosljiva, tudi realizirala.



Slika 1: Prva zamisel najinega sistema



Slika 3: Mali ventilator 5 V 0.2 A



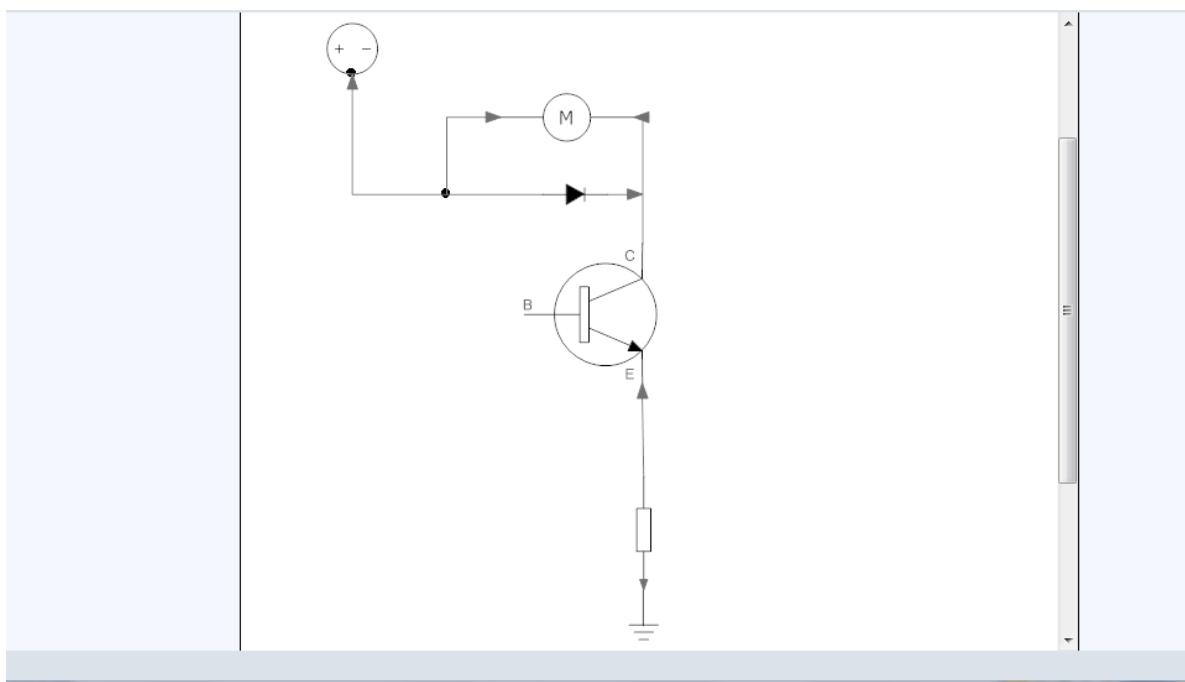
Slika 4: Veliki ventilator 5V 0.26 A



Slika 5: Kompresor 5V 0.3 A

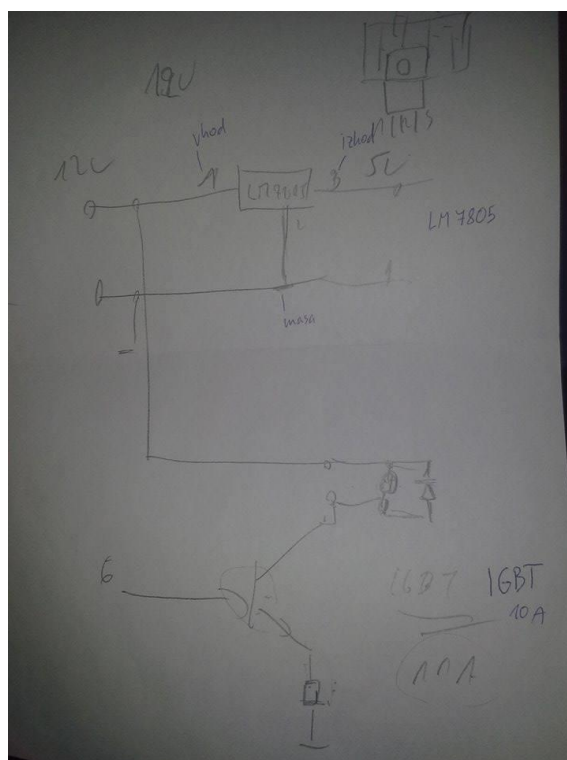
Napajanje

Za napajanje sva uporabila baterijo, a tu se je pojavil problem, saj sva morala zagotoviti dovolj energije za minimalno 2 uri konstantnega delovanja naprave. Zato sva se odločila za baterijo, ki ima na izhodu 12 V in 9800 mAh, kar nama zagotavlja dovolj energije. Baterija je Li-ionska, kar omogoča ponovno polnjenje in uporabniku ni potrebno kupovati alkalijских baterij, za katere bi potrošil precej denarja. Ostale komponente delujejo na 5 V, a žal takšne baterije ni bilo mogoče dobiti.

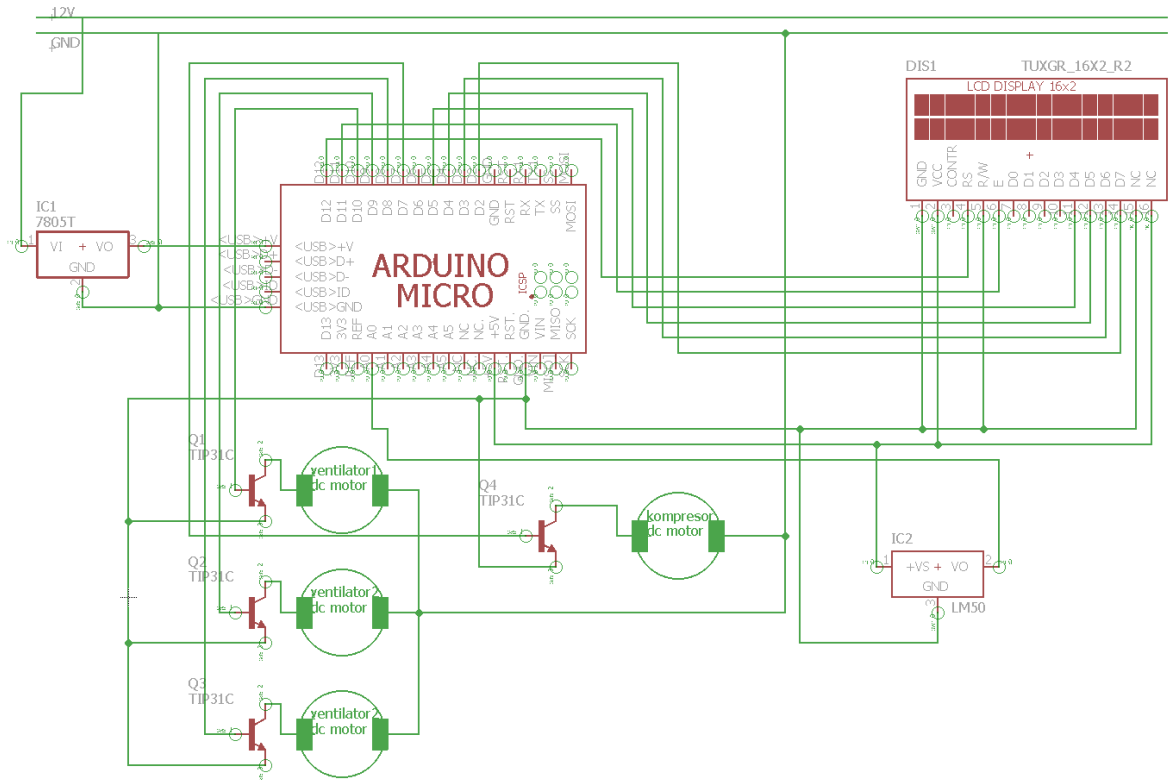


Slika 6: Primer vezave posameznih elementov

Sprva sva komponente želela priklopiti na Arduino, kjer bi uporabila transformator kot stikalo. A takoj ko sva priklopila dve bremeni, se je napetost porazdelila, kot da bi bremeni vezala zaporedno, zato sva se odločila, da uporabiva napetostni regulator LM 7805, ki nama na izhodu daje konstantnih 5 V električne napetosti ter tako zagotavlja dovolj energije vsem porabnikom. Uporabila sva tudi 10 A tranzistor, ki deluje kot stikalo. Da bi preprečila okvaro porabnika, sva vzporedno vezala tudi usmerniško diodo, ki preprečuje okvaro elementa v sistemu.



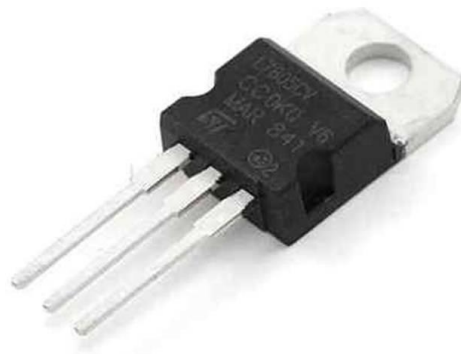
Slika 7: Skica električnega vezja



Slika 8: Električna vezava komponent



Slika 9: 12 V 9800 mAh baterija



Slika 10: LM7805 napetostni regulator



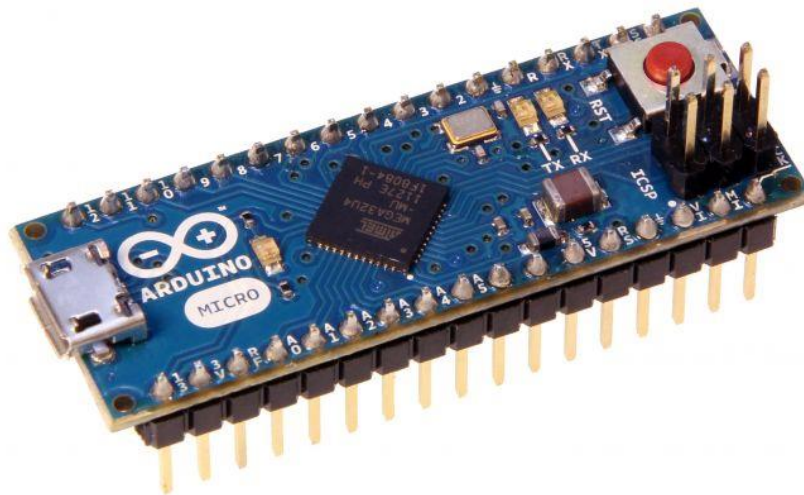
Slika 11: Tranzistor IGBT 10A



Slika 12: Usmerniška dioda

Programiranje mikrokontrolerov Arduino

Pomemben del projekta je tudi program, ki nama omogoča, da se naprava zažene, ko to želiva oziroma takrat, ko senzor zazna dovolj visoko temperaturo v kovčku. Program je napisan s pomočjo Arduino programa, katerega programiranje se izvaja v C in C++ programskem jeziku.



Slika 13: Mikrokontrolnik Arduino micro

V programu se najprej definira spremenljivke. V drugem delu programa se določijo priključki na Arduinu. Vsak pin ima svojo vlogo in je namenjen za branje vhodov ali pa je izhod, na katerega je kasneje priključena vsaka naprava posebej (ventilator, kompresor ...). V naslednjem delu programa sva določila še, kakšen je najin LCD oziroma sva vzpostavila komunikacijo med LCD-jem in Arduinom.



Slika 14: LCD

```

// include the library code:
#include <LiquidCrystal.h>

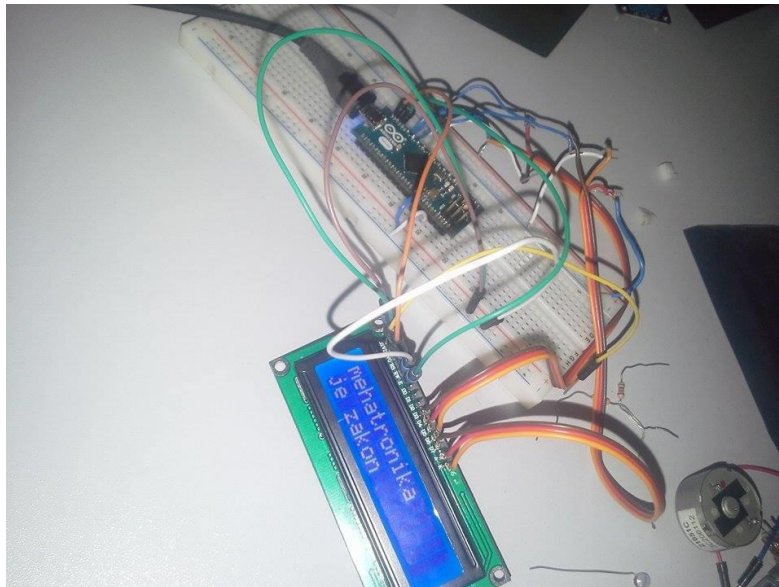
// initialize the library with the numbers of the interface pins
LiquidCrystal lcd(12, 11, 7, 8, 9, 10);

void setup() {
  // set up the LCD's number of columns and rows:
  lcd.begin(16, 2);
  // Print a message to the LCD.
  lcd.print("mehatronika");
  lcd.setCursor(0, 1);
  lcd.print("je zakon");
}

void loop() {
  // set the cursor to column 0, line 1
  // (note: line 1 is the second row, since counting begins with 0):
}

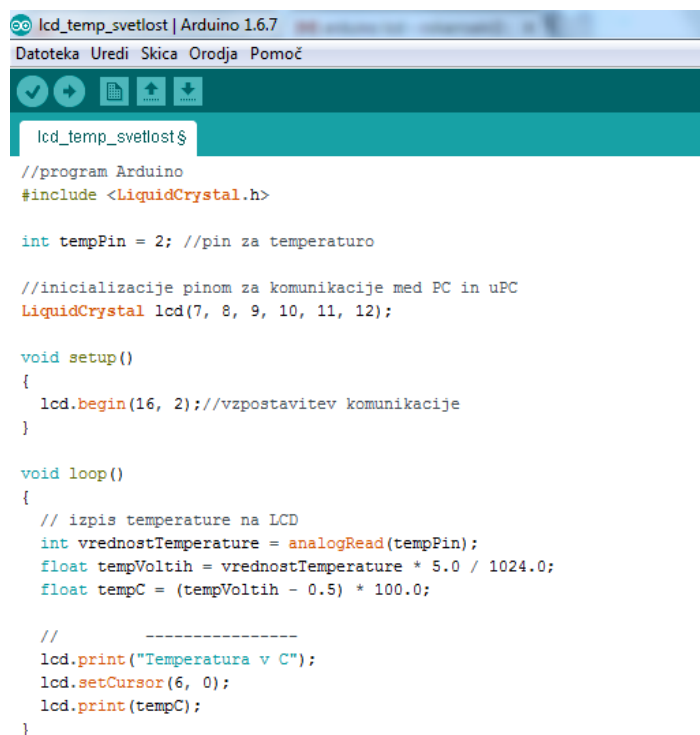
```

Slika 15: Program za izpis besedila na LCD



Slika 16: Izpis besedila na LCD, vezava LCD

Da se zaženejo vse naprave v sistemu, sva uporabila IF-stavek oziroma če je vrednost temperature dovolj visoka, se bo določen element vklopil. To je potrebno narediti za vsako napravo posebej, enako pa je tudi za izklop vsake naprave. Ker senzor zaznava temperaturo kot upornost, je potrebno v program vnesti enačbo, ki bo to pretvorila v stopinje Celzija. V program je potrebno še zapisati, kako naj se izpisuje vrednost na LCD-ju, saj poznamo različne možnosti oziroma vrste izpisa (npr. besedilo potuje po vrstici, je zapisano v dveh vrsticah itd.). Ob tem sva še zapisala, kako pogosto naj se vrednost osvežuje, to pomeni, čez koliko časa se bo izpisala zadnja izmerjena vrednost temperature.



```
lcd_temp_svetlost | Arduino 1.6.7
Datoteka Uredi Skica Orodja Pomoč

lcd_temp_svetlost$
//program Arduino
#include <LiquidCrystal.h>

int tempPin = 2; //pin za temperaturo

//inicijalizacije pinom za komunikacije med PC in uPC
LiquidCrystal lcd(7, 8, 9, 10, 11, 12);

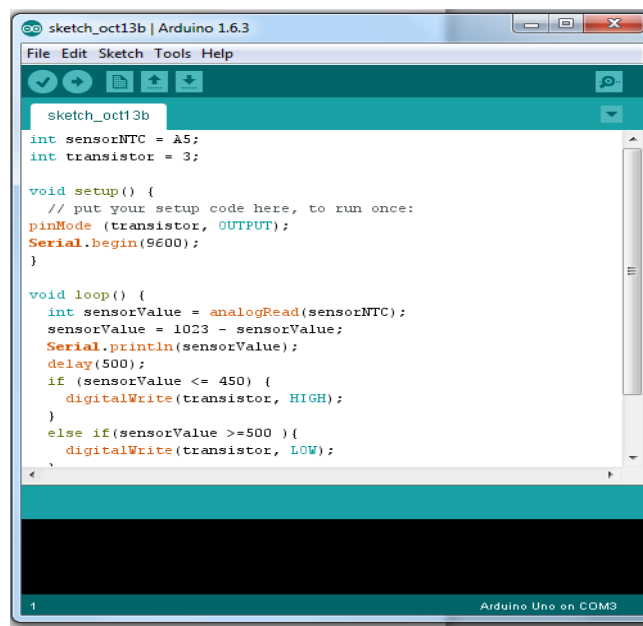
void setup()
{
  lcd.begin(16, 2); //vzpostavitev komunikacije
}

void loop()
{
  // izpis temperature na LCD
  int vrednostTemperature = analogRead(tempPin);
  float tempVoltih = vrednostTemperature * 5.0 / 1024.0;
  float tempC = (tempVoltih - 0.5) * 100.0;

  // -----
  lcd.print("Temperatura v C");
  lcd.setCursor(6, 0);
  lcd.print(tempC);
}
```

Slika 17: Program za izpis temperature na LCD

Celoten program deluje naslednjem principu: ko senzor zazna temperaturo, ki je višja od dovoljene, aktivira vse naprave v sistemu oziroma prične s hlajenjem kovčka. Na LCD-ju se medtem izpisujejo vrednosti dejanske temperature v kovčku, kar omogoča uporabniku, da ima točne podatke o temperaturi. Programirala sva po korakih, najprej sva se osredotočila na en element v tej celoti, potem pa so sledili še ostali. Največji problem je bil LCD, saj je za programiranje najbolj zahteven, poleg tega nama je zavzel dosti priključkov na Arduino. Na koncu sva vse preverila in se prepričala, da sistem deluje po najinih željah in brez napak.

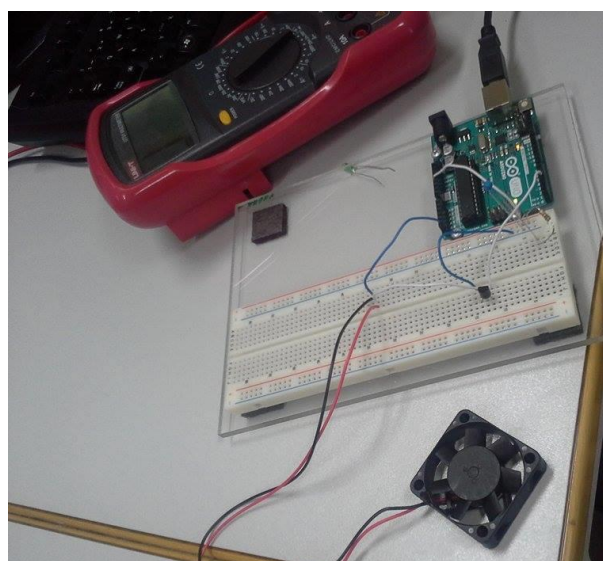


```
sketch_oct13b
int sensorNTC = A5;
int transistor = 3;

void setup() {
  // put your setup code here, to run once:
  pinMode (transistor, OUTPUT);
  Serial.begin(9600);
}

void loop() {
  int sensorValue = analogRead(sensorNTC);
  sensorValue = 1023 - sensorValue;
  Serial.println(sensorValue);
  delay(500);
  if (sensorValue <= 450) {
    digitalWrite(transistor, HIGH);
  }
  else if(sensorValue >=500 ){
    digitalWrite(transistor, LOW);
  }
}
```

Slika 18: Prvi program Arduino

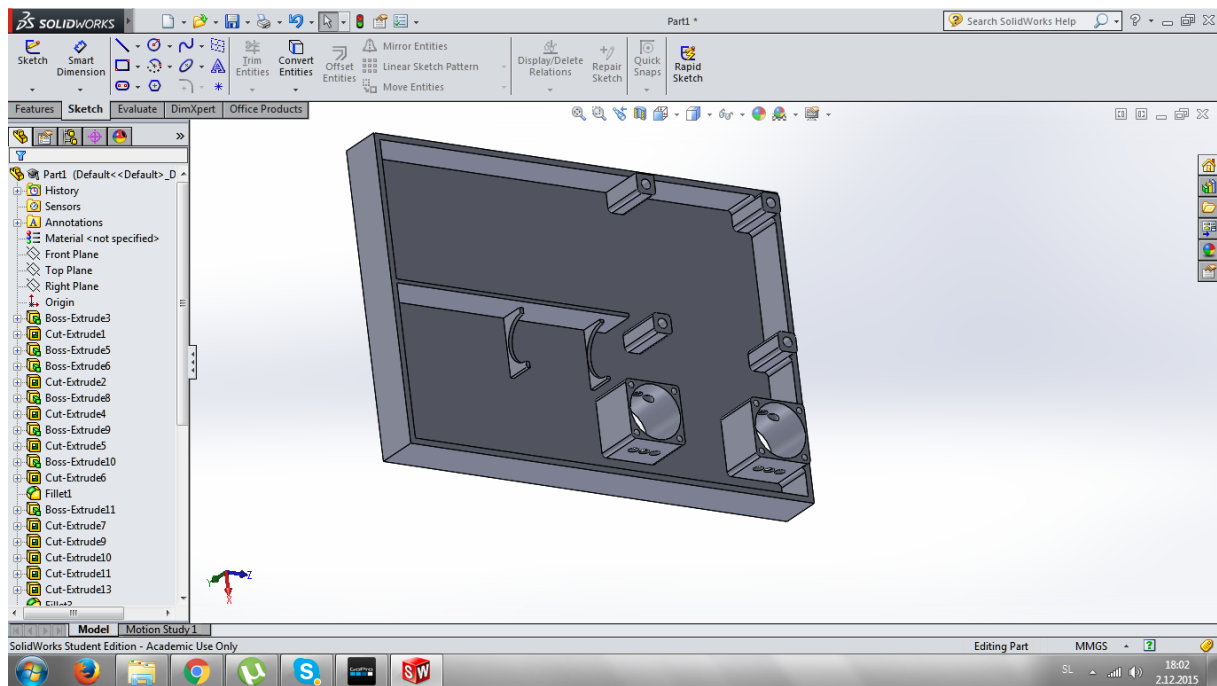


Slika 19: Prvi poizkus vezave temperaturnega senzorja

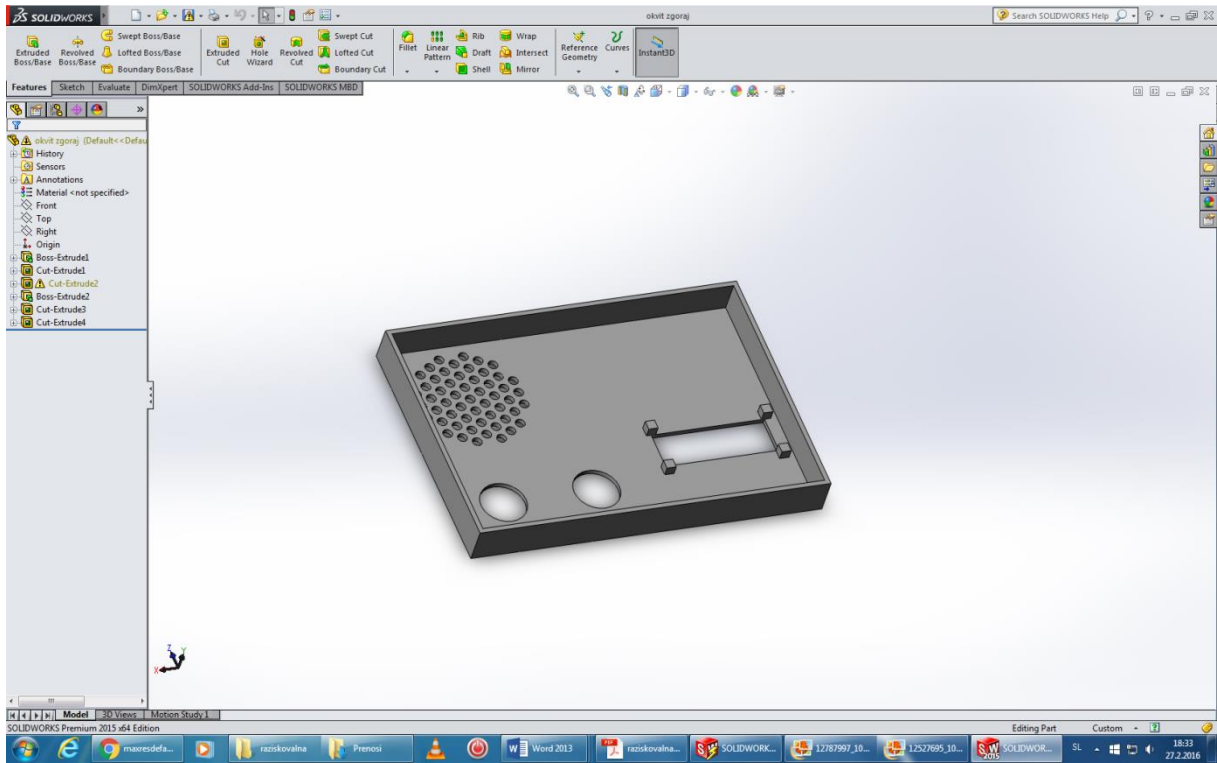
Izdelava ohišja

Iskanje ideje

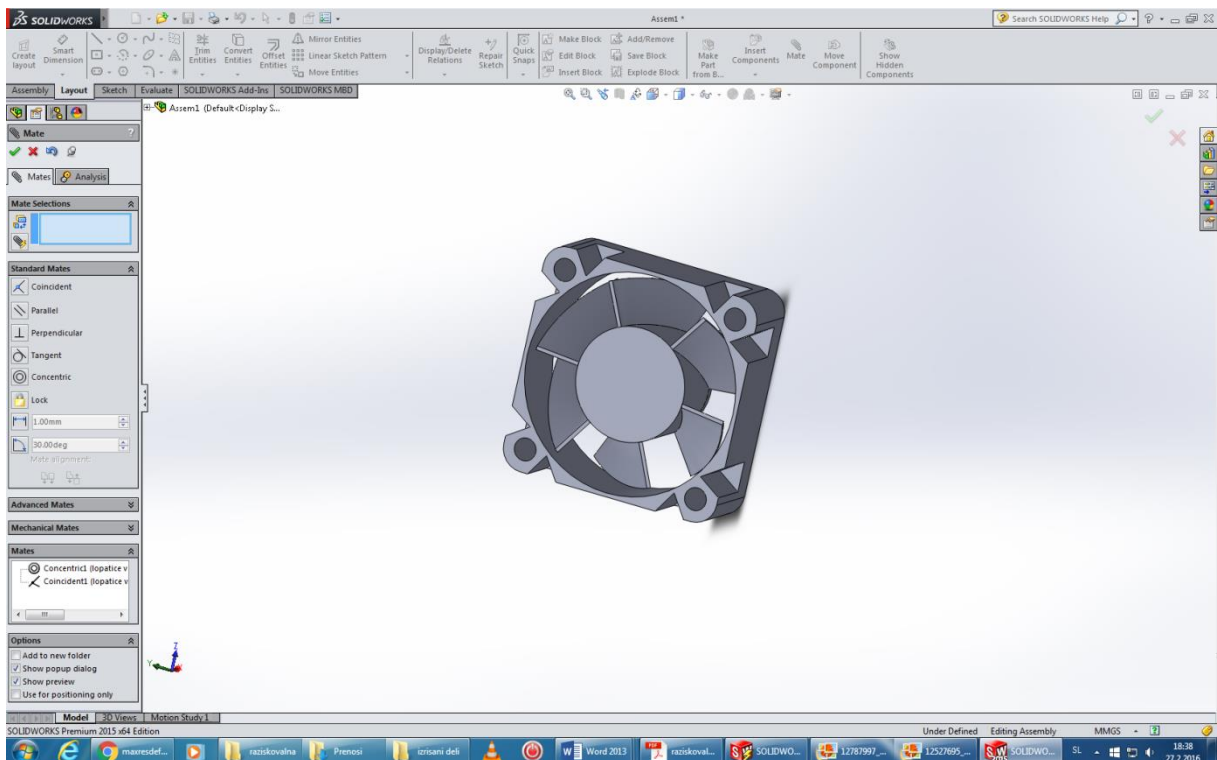
Ko sva bila zadovoljna z idejo, sva začela risati skico ohišja na papir, potem pa na računalnik, in sicer v 3D-modelirnem programu SolidWorks. Najprej sva izrisala posamezne t. i. parte, saj je ohišje sestavljeno iz dveh delov, nato sva ga sestavila s pomočjo funkcije assembly. Ker je ohišje rezkano iz polnega kosa plastike, sva morala najprej narisati, kje na obdelovancu bodo posamezni nosilci za elemente, nato pa s pomočjo funkcije extrude cut izdoblila končno obliko ohišja.



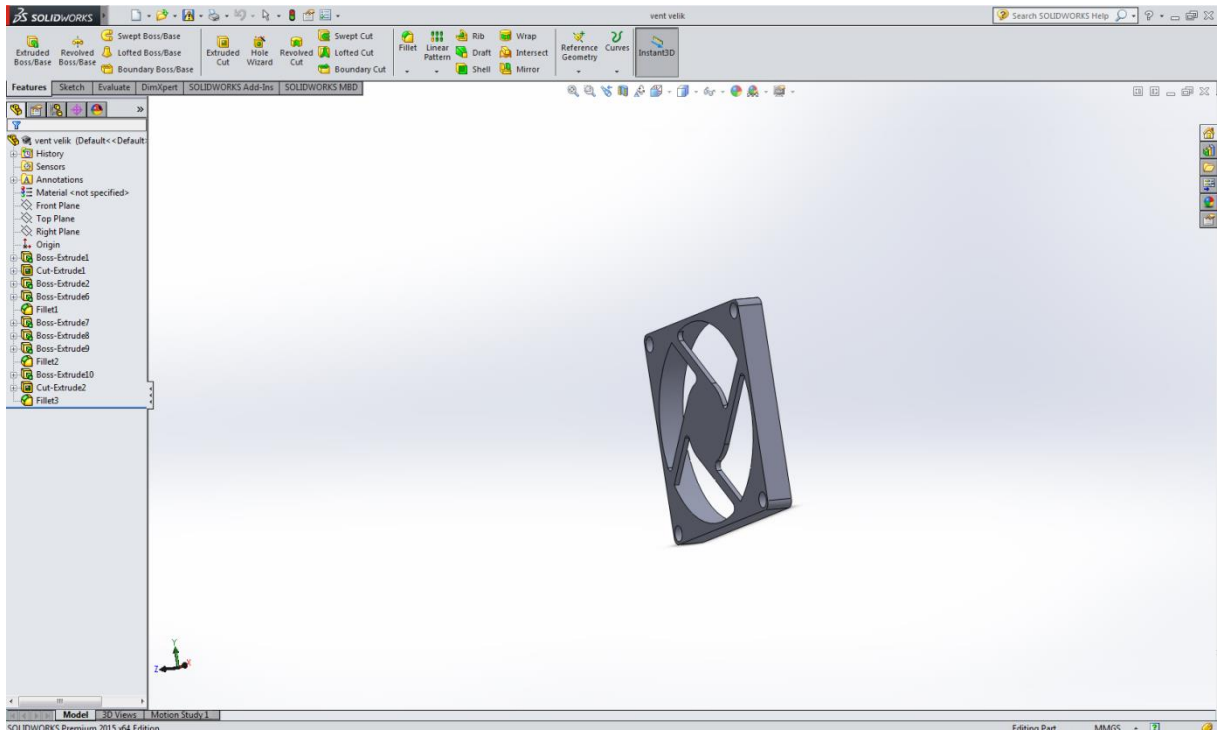
Slika 20: Končna ideja ohišja (spodnji del)



Slika 21: Končna ideja ohišja (zgornji del)



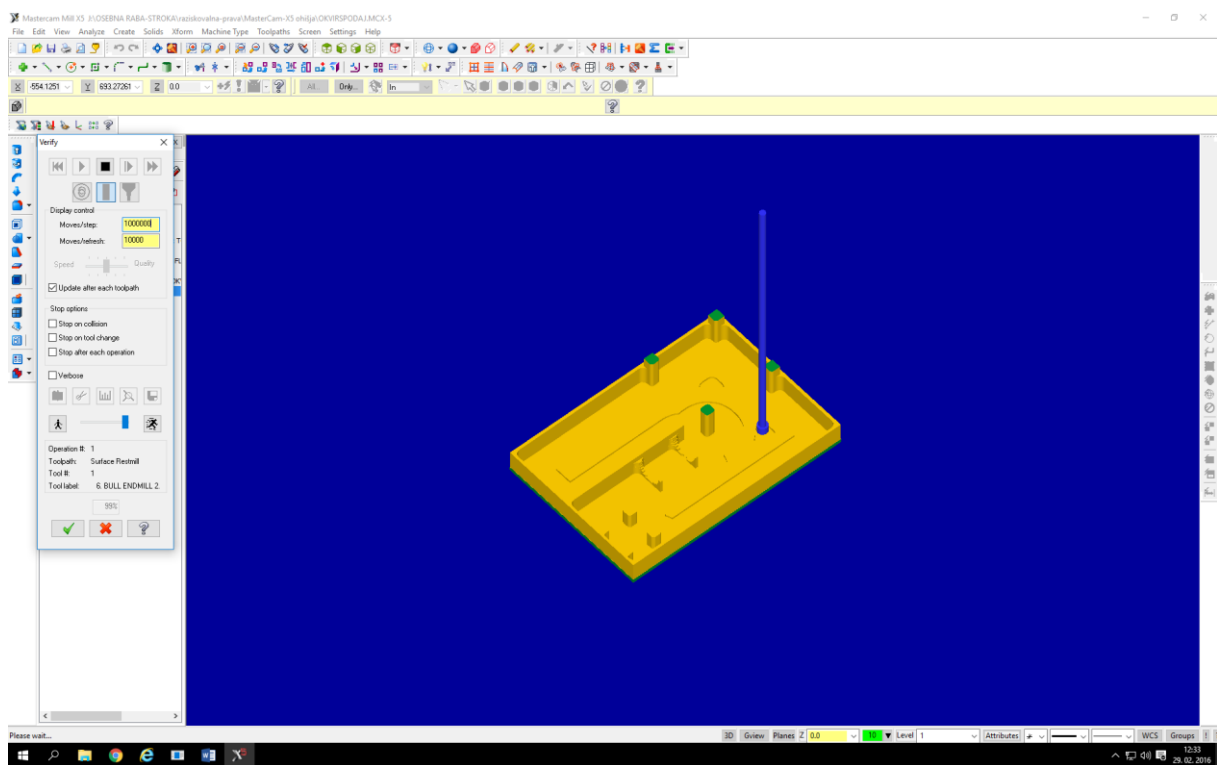
Slika 22: Model malega ventilatorja



Slika 23: Okvir velikega ventilatorja

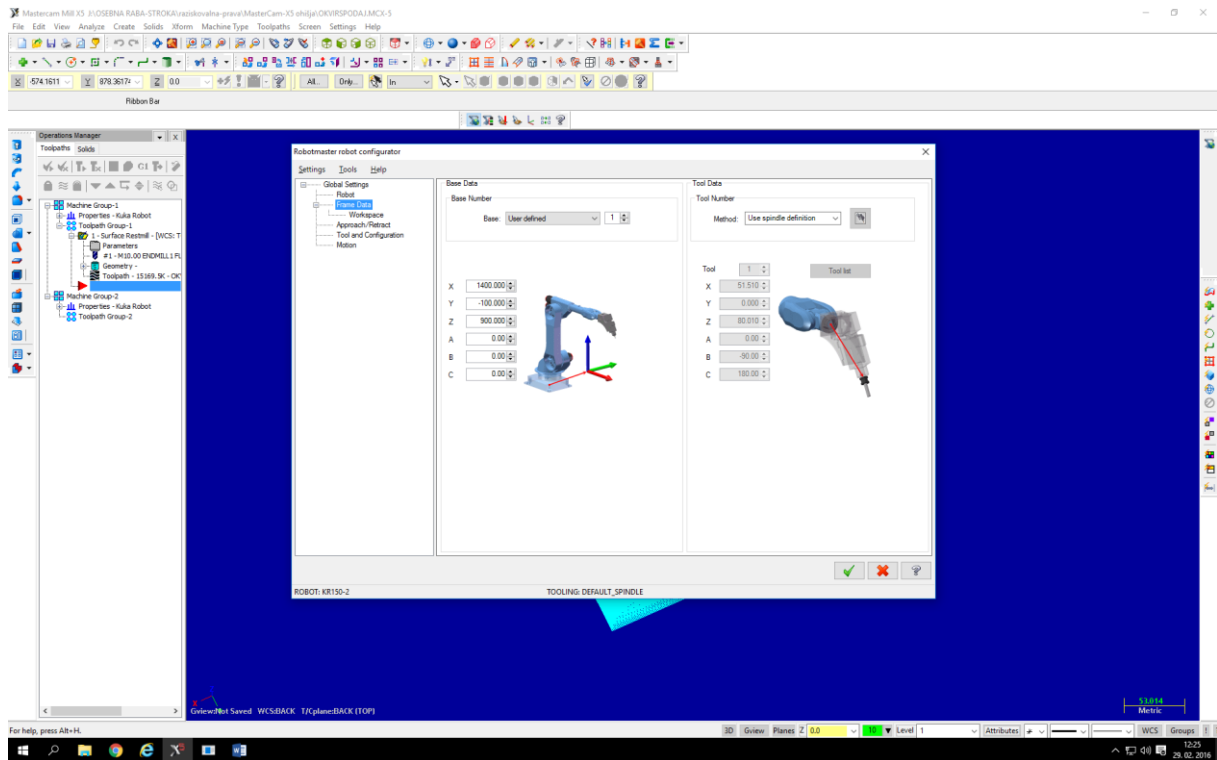
Priprava na rezkanje

Ker bi bilo sestavljanje ohišja in nosilcev za elemente prezahtevno, sva se odločila, da bo vsak del ohišja rezkan s pomočjo Kuka robota. Najprej sva ohišje, zrisano v programu SolidWorks, shranila s končnico programa MCX-5, saj naslednji program za delovanje MasterCam-X5 podpira to obliko. V programu sva nato določila vse parametre, ki so pomembni za rezkanje. To pomeni, da sva določila obliko in tip frezala ter prijemala frezala, s katerim sva rezkala. Določila sva tudi, katero vrsto obdelave bova uporabila. Odločila sva se za restmill obdelavo, saj izrezka vse, razen oblike modela, za luknje pa sva uporabila plunge vrsto obdelave.



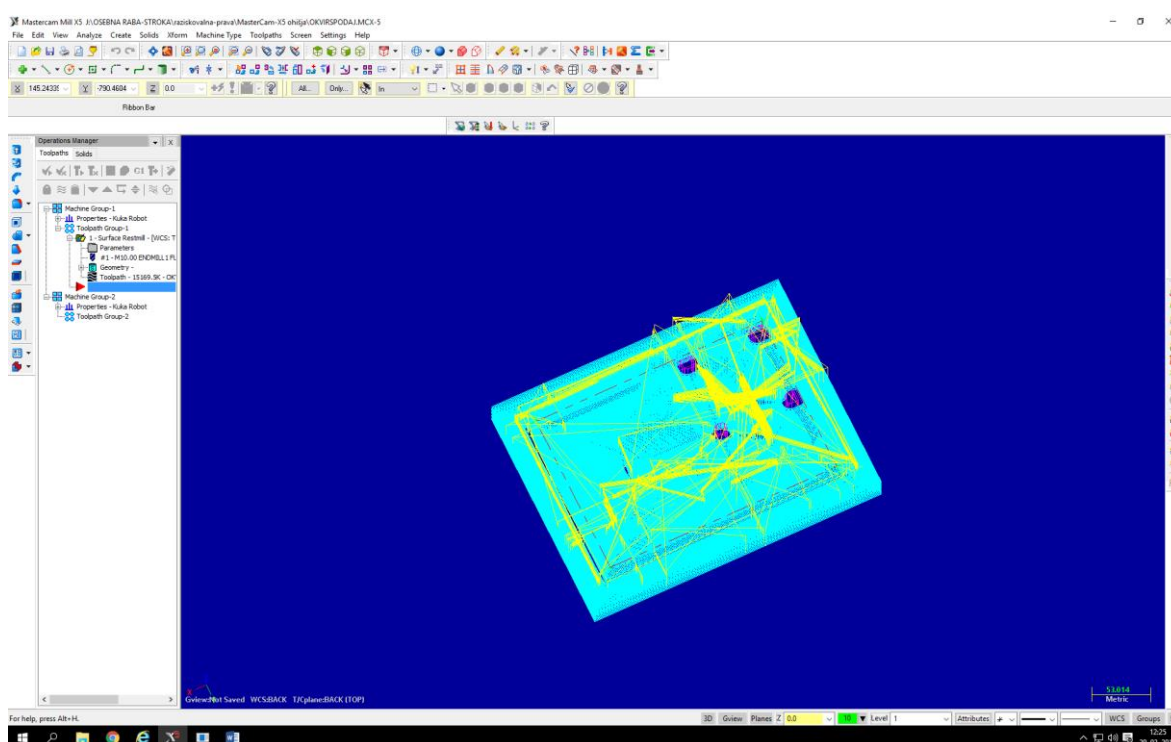
Slika 24: Simulacija na obdelovancu

Nato sva vse prenesla v program RobotMaster-KUKA, ki je izračunal vse gibe in simuliral potek freziranja. V tem programu sva določila še pozicijo obdelovanca v prostoru ter odvzem materiala pri posameznem ciklu.



Slika 25: Določanje pozicije

Program RobotMaster je izrisano ohišje pretvoril v posamezne točke, s programom pa sva določala tudi hitrost posameznih gibov, ki jih robot potrebuje za delovanje. To sva nato prenesla v krmilnik, vklopila samodejno odsesavanje, pritrdila izdelek, nastavila frezalo na 9000 obratov na minuto in zagnala program. Robot je nato deloval v avtomatskem načinu.



Slika 26: Simulacija v MasterCam

Robot KUKA KR-150

Robot ima doseg 3700 mm, z maksimalno možnostjo obremenitve 150 kg, ima 6 osi, katerih natančnost je 0,06 mm, masa robota pa je 1215 kg. Robot ima pritrjen frezalni modul, ki omogoča, da se frezalo zavrti z maksimalno 25000 obrati na minuto. Ima tudi možnost uporabe podaljška, ki sva ga uporabila tudi midva, saj nama odsesavanje ni dopuščalo, da bi se dovolj približala obdelovancu.

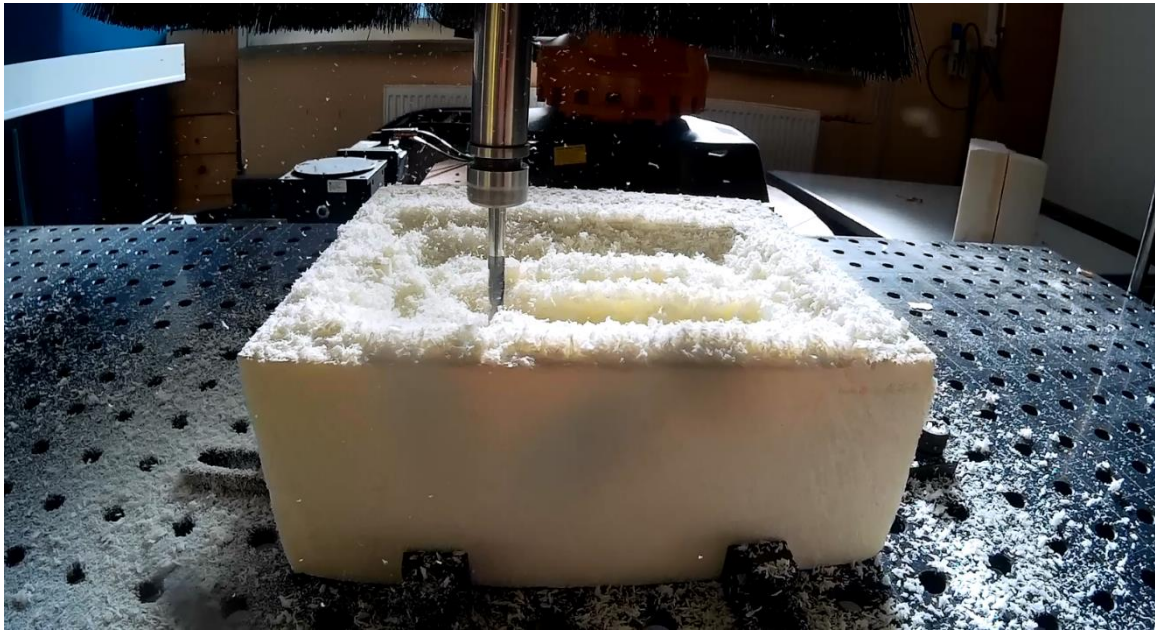


Slika 27: KUKA KR-150

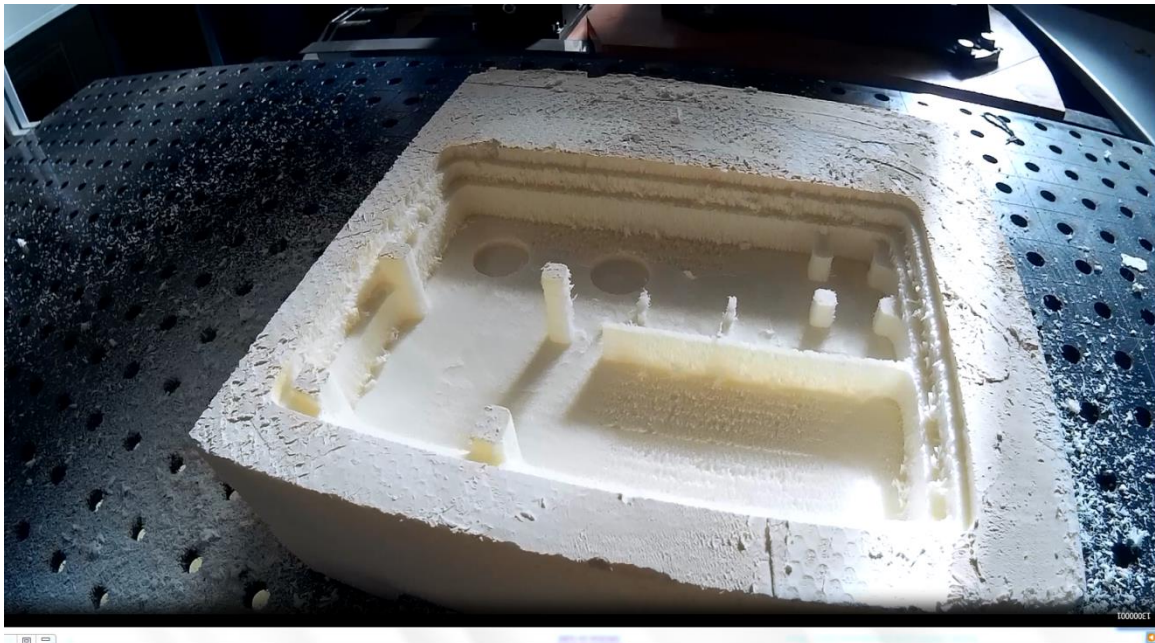
Uporabila sva frezalo s premerom 6 mm, ki je dovolj majhno ter natančno za najine zahteve. Program, ki sva ga predhodno pripravila na računalniku, sva na robota prenesla s pomočjo USB-ja. Na teach boxu sva program kopirala na trdi disk v krmilniku robota, dodala sva mu le še začetno pozicijo ter funkcijo za ponavljanje. Določila sva mu hitrost gibanja, ki je odvisna od karakteristik materiala. Za obdelavo sva uporabila plastiko, ki je namenjena frezanju ter je odporna na temperaturo, ki jo ustvari frezalo med obdelavo.



Slika 28: Robot med obdelavo



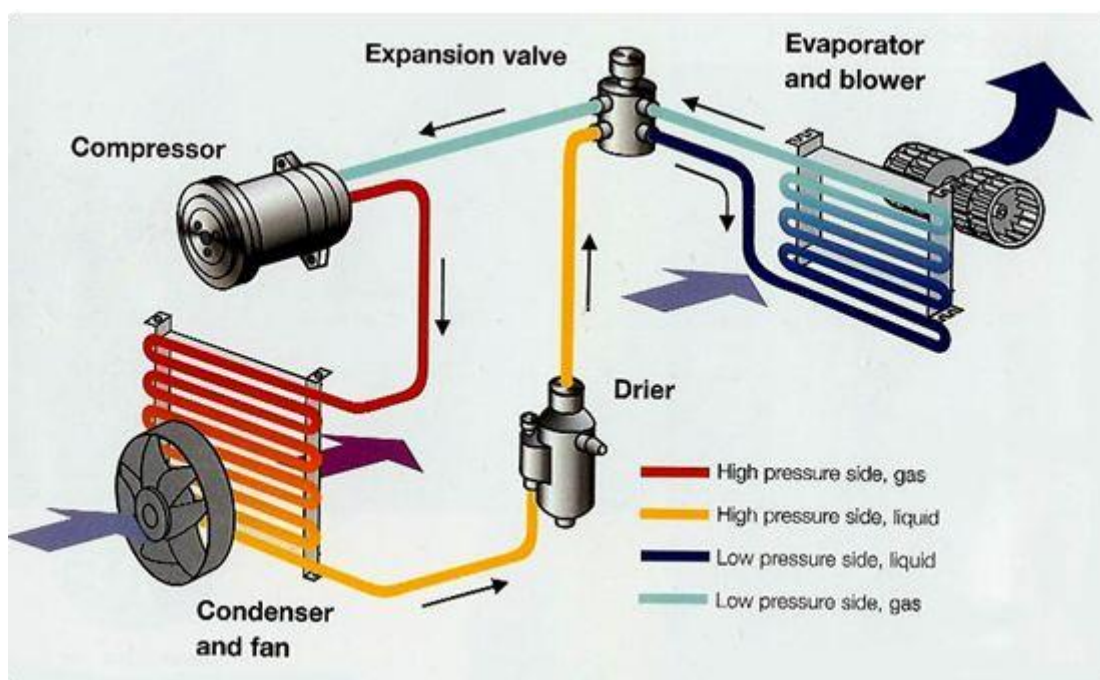
Slika 29: Robot med obdelovanjem



Slika 30: Testni produkt

Delovanje sistema

Sistem deluje na principu klimatske naprave, in sicer velik ventilator hladi spiralo ter aluminijast blok, ki je pod njo. Po spirali s pomočjo kompresorja potuje plin, ki se v delu, kjer je velik ventilator, ohladi, nato pa potuje do manjših ventilatorjev, ki vpihujeta zrak skozi spirale, tam se zrak ohladi. Plin v spirali se segreje ter potuje v krogu nazaj do velikega ventilatorja, kjer se ponovno ohladi. Ves sistem se vklopi, ko temperatura doseže 25 stopinj Celzija.



Slika 31: Primer sistema klime

Ugotovitve

Na začetku raziskovanje sva si postavila hipoteze, ki sva jih na koncu ovrgla oziroma potrdila.

- Naprava omogoča vzdrževanje temperature.
- Je praktična in uporabna tudi za druge hladilne sisteme.
- Omogoča nemoteno nekajurno delovanje.
- Ne poškoduje inštrumenta ali kovčka ter omogoča možnost odstranitve.
- Je cenovno dostopna.

Raziskovala naloga se je izkazala za uspešno, saj je nad njo navdušenih veliko ljudi, ki so se že srečali s tovrstnimi težavami, kar nama odpira možnost za nadgradnjo projekta.

Zaključek

Pri raziskovalni nalogi sva se naučila veliko novega, kar nama bo zagotovo prišlo prav v najini stroki in pri nadaljnjem izobraževanju. Pri tem projektu sva se tudi zelo zabavala, se naučila sodelovati in tehtno premišljevati o vsaki stvari, ki sva jo hotela narediti. Najbolj sva bila navdušena nad rezkanjem z robotom, saj se tovrstno obdelovanje uporablja v industriji ter nama je zelo realno prikazalo realen poteka. Zanimivo je bilo tudi spoznavanje mikrokontrolerja Arduino, ki ga je bilo potrebno sprogramirati. V projektu sva se srečala z mnogimi težavami, ki sva jih poizkušala rešiti čim hitreje in čim učinkoviteje. Projekt bi lahko bil zahtevnejši, vendar zaradi pomanjkanja časa ni bilo mogoče uresničiti vseh želja. Upava, da bova projekt še nadgradila in ga predstavila trgu. Dobila pa sva ogromno pozitivnih odzivov, tako s strani najinih učiteljev harmonike, ki sta bila že v začetku nad idejo navdušena, kot tudi od ostalih, ki sva jim predstavila projekt.

Zahvala

Zahvaljujema se svojim mentorjema g. Mateju Vebru, univ. dipl. inž., in g. mag. Andru Glamniku, univ. dipl. inž., ki sta nama pomagala pri raziskovanju, naju motivirala ter nama dajala nasvete, kako čim lažje in čim boljše izdelati napravo.

Zahvaljujema se tudi g. Robertu Ojsteršku, mag. inž., za pomoč pri programiranju mikrokrmilnika.

Hvala tudi ge. Brigiti Renner, prof., ter Andrejki Rošer za lektoriranje celotne naloge in pomoč pri oblikovanju besedila.

Viri in literatura

[1] BARTENSCLAGER, J. Mehatronika. Ljubljana: založba Pasadena, 2009.

[2] KUKA KR-150 (spletni vir). 2015. (citirano 11. 2. 2016). Dostopno na naslovu:

http://www.kuka-robotics.com/en/products/industrial_robots/special/shelf_mounted_robots/kr150_r3700_ultra_k/

[3] ARDUINO (spletni vir). 2015. (citirano 12. 2. 2016). Dostopno na naslovu:

<https://www.arduino.cc/>

[4] SENZOR TEMPERATURE (spletni vir). 2015. (citirano 12.2.2016). Dostopno na naslovu: <https://www.sparkfun.com/products/10988>

[5] MALI VENTILATOR (spletni vir). 2015. (citirano 12.2.2016). Dostopno na naslovu: <http://www.ebay.com/itm/1Pcs-5V-2Pin-2-5cm-25mm-25x25x10mm-2510S-Mini-Brushless-DC-Cooling-Fan-/221615270300?hash=item33994ca99c:g:IOQAAOSw9NxTwPKK>

[6] VELIKI VENTILATOR (spletni vir). 2015. (citirano 12.2.2016). Dostopno na naslovu: <http://www.ebay.com/itm/5V-Motor-2P-80mm-x-10mm-DC-Brushless-Cooling-Business-Industrial-Axial-Case-Fan-/271700653969?hash=item3f429ef791:g:GWwAAOSwd4tT7DO~>

[7] KOMPRESOR (spletni vir). 2015. (citirano 12.2.2016). Dostopno na naslovu: https://www.google.si/search?biw=1920&bih=1099&tbm=isch&sa=1&q=micro+compressor&oq=micro+compressor&gs_l=img.3..0i19j0i7i30i19i4j0i7i5i30i19j0i30i19j0i10i30i19.12679.15059.0.15480.5.5.0.0.0.108.478.3j2.5.0....0...1c.1.64.img..0.4.379.OieSWseqHnU#imgcr=v-9hRCPrEcbthM%3A

[8] BATERIJA (spletni vir). 2015. (citirano 13.2.2016). Dostopno na naslovu: https://www.google.si/search?biw=1920&bih=1099&tbm=isch&sa=1&q=micro+compressor&oq=micro+compressor&gs_l=img.3..0i19j0i7i30i19i4j0i7i5i30i19j0i30i19j0i10i30i19.12679.15059.0.15480.5.5.0.0.0.108.478.3j2.5.0....0...1c.1.64.img..0.4.379.OieSWseqHnU#imgcr=v-9hRCPrEcbthM%3A

[9] LM7805 (spletni vir). 2015. (citirano 13.2.2016). Dostopno na naslovu: <http://www.learningaboutelectronics.com/Articles/What-is-a-LM7805-voltage-regulator>

[10] IGBT 10A (spletni vir). 2015. (citirano 13.2.2016). Dostopno na naslovu: https://www.google.si/url?sa=i&rct=j&q=&esrc=s&source=images&cd=&ved=0ahUKEWjNrJDTh7jLAhVjMJj0KHfVdDwQQjhwIBQ&url=http%3A%2F%2Fwww.grandtech.lv%2Fshop%2Findex.php%3Flanguage%3Den%26manufacturers_id%3D5%26sort%3D6a%26page%3D9988&psig=AFQjCNG1yhUyJsXGJk33dQicWbIuHZqvwA&ust=1457765991999340

[11] USMERNIŠKA DIODA (spletni vir). 2015. (citirano 13.2.2016). Dostopno na naslovu: http://www.ena.com/oddelki/conrad/izd_5392_co162302_1n_usmerniska_dioda_3_a_diotec_1

[12] ARDUINO MICRO (spletni vir). 2015. (citirano 13.2.2016). Dostopno na naslovu: <https://solarbotics.com/product/50458/>

[13] LCD (spletni vir). 2015. (citirano 13.2.2016). Dostopno na naslovu: http://skpang.co.uk/catalog/display-boards-16x2-serial-lcd-c-33_47_72.html

[14] KUKA KR-150 (spletni vir). 2015. (citirano 13.2.2016). Dostopno na naslovu: https://www.google.si/search?biw=1920&bih=1099&tbm=isch&sa=1&q=kuka+kr+150&oq=kuka+kr+150&gs_l=img..3..0i30j0i24i5.98853.101631.0.101916.11.11.0.0.0.99.891.10.10.0....0...1c.1.64.img..1.10.890.GFy9s3scLbI#imgrc=bUaefWIOoCM7VM%3A

[15] PRIMER SISTEMA KLIME (spletni vir). 2015. (citirano 13.2.2016). Dostopno na naslovu: <https://www.google.si/url?sa=i&rct=j&q=&esrc=s&source=images&cd=&ved=&url=http%3A%2F%2Ftorpedosrl.ro%2FClima%2FClima.html&psig=AFQjCNEaiNZWlQICS18ofvYqR4LHvqtsIQ&ust=1457766915860201>