

## MEHATRONIKA – STUDENTSKI PROJEKTI

Student po završetku školovanja mora da poseduje kvalitetna praktična znanja i veštine, a naročito prilikom zapošljavanja. Zato se studenti mehatronike obrazuju ne samo iz teorijskih znanja, nego se podstiču da primjenjuju stečena znanja, da sagledavaju probleme i mogućnosti unapređenja postojećih rešenja, da predlože načine za rešavanje problema, projektuju, realizuju i testiraju svoja rešenja. Oprema i učila u laboratoriji utiču na kvalitet savladavanja gradiva, a njihov odabir je bitan zbog osposobljavanja budućih inženjera u realnom okruženju. Mašinski fakultet se trudi da podrži studentske projekte i kroz nabavku dodatne potrebne opreme za realizaciju projekata.

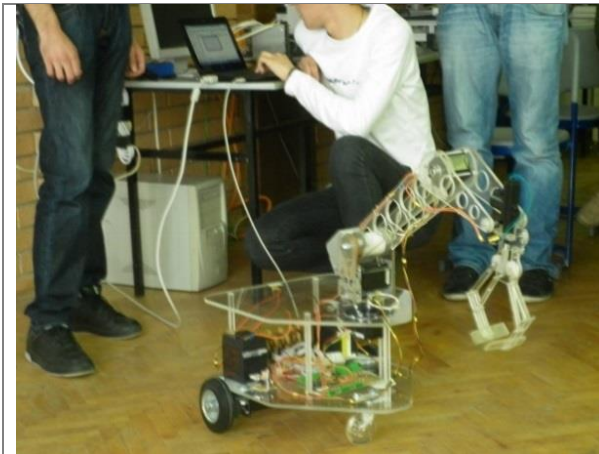
Praktična nastava na studijskom programu Mehatronika se izvodi u Laboratoriji za Mehatroniku, i u manjoj mjeri, po potrebi, u drugim laboratorijama na Mašinskom i Elektrotehničkom fakultetu.

Svi projekti studenata mehatronike su praktični. Većina njih bi odmah mogao imati primjenu u komercijalne svrhe, dok neke projekte za koje su razvijeni modeli uređaja, treba razraditi za komercijalnu primjenu.

## PROJEKTI STUDENTATA MAŠINSTVA

### 2012.godina:

#### **1. Mobilni manipulator** (autori: Stefan Čulafić (MF), Boris Jovanović (ETF) i Josip Raičević (ETF))



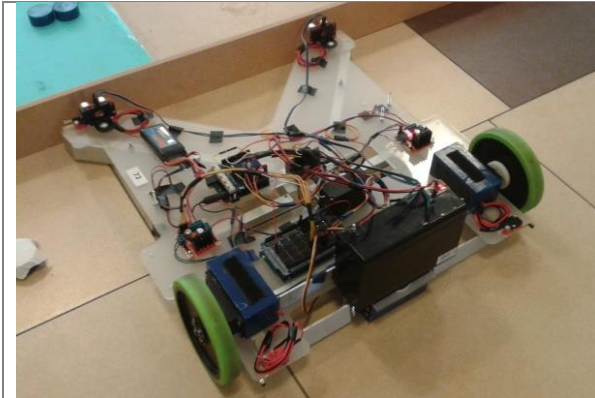
Robot su projektovali 1 student specijalističkih studija mašinstva i 2 studenta elektronike.

Robot je bio daljinski upravljani. Mobilna platforma je imala dva pogonska točka (diferencijalno upravljanje) i jedan osloni točak. Na platformi je bila postavljena robotska ruka artikulisanе konfiguracije.

Robot je prikazan na brojnim manifestacijama i učestvovalo se sa njim na takmičenju u Prištini u maju 2012.godine.

## 2014.godina:

**2. Mobilni robot YUGO** (autori: Dejan Bratić, Ognjen Mijanović, Rade Grujičić, Luka Grubiša)



Mobilni robot za sortiranje i sakupljanje pakova određene boje su projektovali i napravili 3 studenta mašinstva i 1 student elektronike.

Robot ima dva pogonska točka (diferencijalno upravljanje) i dva oslona točka, senzore blizine, bump senzore i senzore boje.

Robot je napravljen za takmičenje Robot Challenge u Beču (2014 i 2015. god.). Prikazan je na brojnim manifestacijama.

## **PROJEKTI STUDENTATA MEHATRONIKE**

## 2015. godina:

**3. Mobilni robot PUCKMAN** (autori: Yuriy Onishuk, Đorđe Vukčević, Andrija Radović, Miloš Bujanja)



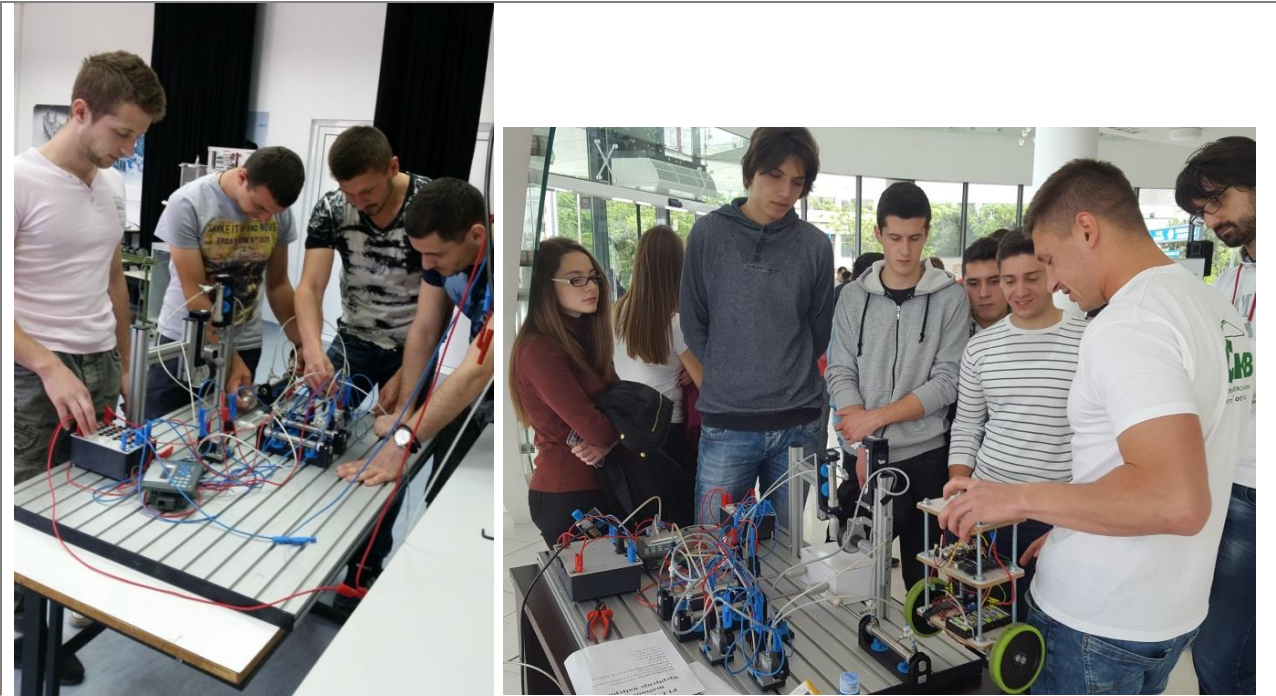
Drugi mobilni robot za sortiranje i sakupljanje pakova određene boje su projektovali i napravili 4 studenta mehatronike (prva generacija studenata mehatronike).

Robot ima dva pogonska točka (diferencijalno upravljanje) i dva oslona točka, senzore blizine, bump senzore i senzore boje.

Robot je napravljen za takmičenje Robot Challenge u Beču (2015. god.). Prikazan je na brojnim manifestacijama.

Studenti su učestvovali na takmičenjima iz robotike prvo u Prištini 2012.godine, a zatim u Beču 2014. i 2015. godine. Kasnije nisu učestvovali na takmičenju u Beču, jer je Robot Challenge preseljen u Kinu.

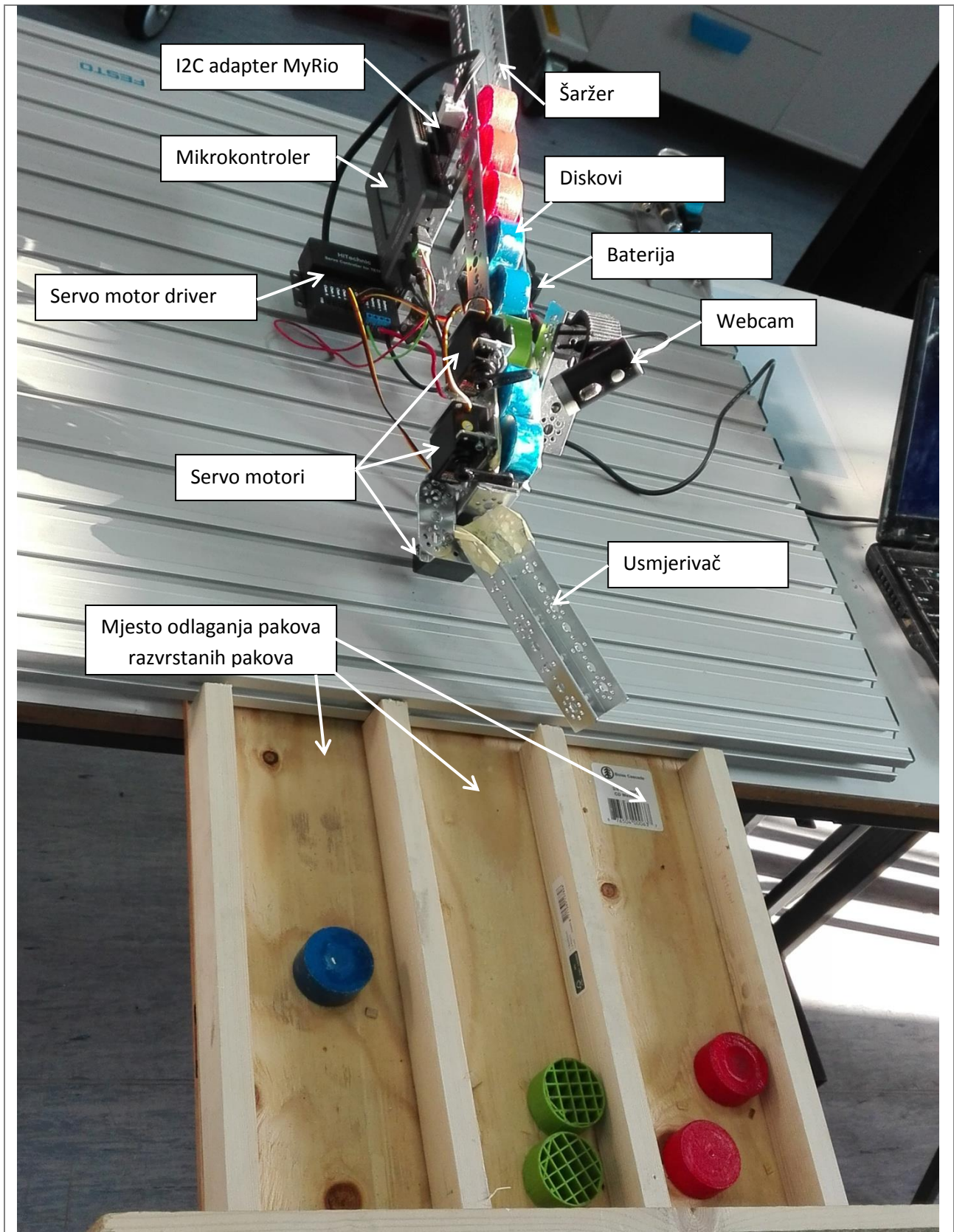
#### 4. Uređaj za lijepljenje etiketa (autori: Yuriy Onishuk, Đorđe Vukčević, Miloš Bujanja, Vojin Đurović)



Model uređaja za lijepljenje etiketa ili utiskivanje logo-a na kutijaste radne predmete ili na ambalažu je projektovala i napravila prva generacija studenata mehatronike. Uređaj je elektropneumatski: aktuatori su pneumatski cilindri, a ventili su elektropneumatski. Za generisanje električnih komandi korišćen je programabilni kontroler (PLC) Unitronics.

Ulazni signal u PLC je signal sa optičkog senzora, koji služi za detekciju predmeta na kojem se dalje u toku procesa utiskuje logo firme. Radnik predmet postavlja na liniju, optički senzor detektuje objekat i šalje signal PLC-u, koji nakon toga upravlja pneumatskim cilindrima preko elektromagnetnih razvodnih ventila; cilindri vrše pozicioniranje predmeta. Kada se predmet pozicionira, pomoću jednosmjernog cilindra utiskuje se logo firme. Nakon toga se vrši izbacivanje predmeta sa linije pomoću pokretnog DC motora, koji je spojen na pneumatski cilindar zbog pomjeranja. Program za izvršenje datog procesa urađen je u ladder dijagramu i pohranjen u memoriju PLC pomoću računara.

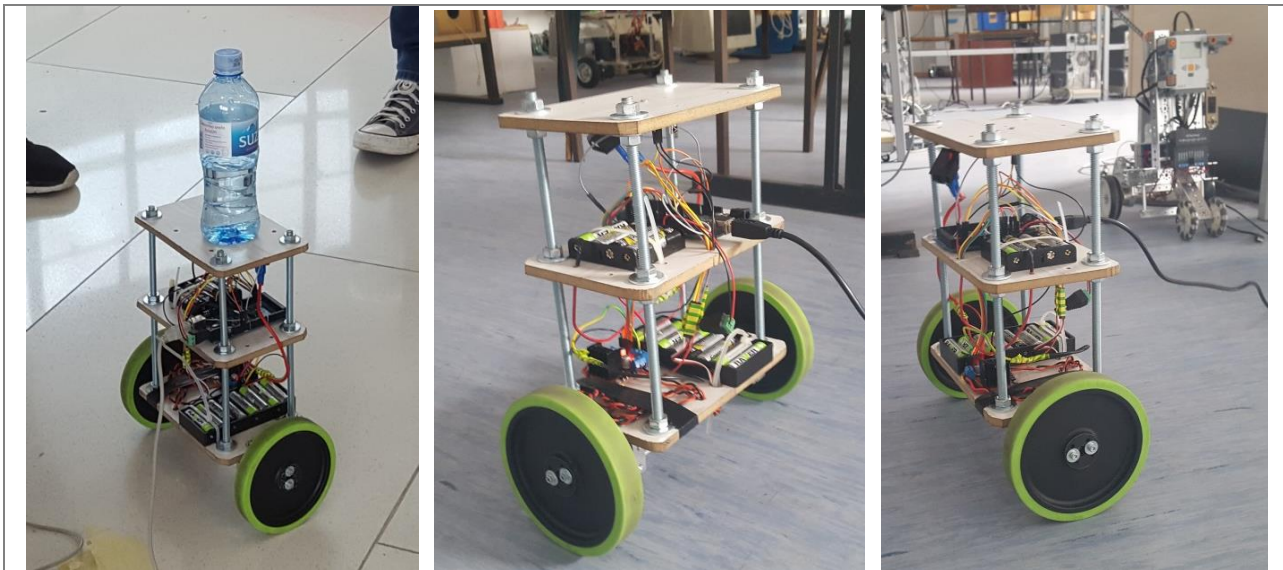
## 5. Uređaj za sortiranje diskova (autor: Miloš Bujanja)



Uređaj za sortiranje diskova sortira diskove po boji i vrši njihovo prebrojavanje. Diskovi su prečnika 40mm i visine 20mm. Mogu biti različitih boja, s tim što su u projektu korišćene tri boje: plava, crvena i zelena. Za uređaj je korišćena sledeća oprema:

1. Konstrukcija – djelovi iz TETRIX seta,
2. 3 servo motora Hightec
3. NI-Myrio1900 mikrikontrolera
4. I2C adapter Myrio1900
5. Servo motor driver Hightec
6. Microsoft HD webcam
7. Baterija za napajanje 12V.

## 6. Balduino – balansirajući robot (autori: Đorđe Vukčević, Yuriy Onishuk, Miloš Bubanja, Vojin Đurović)

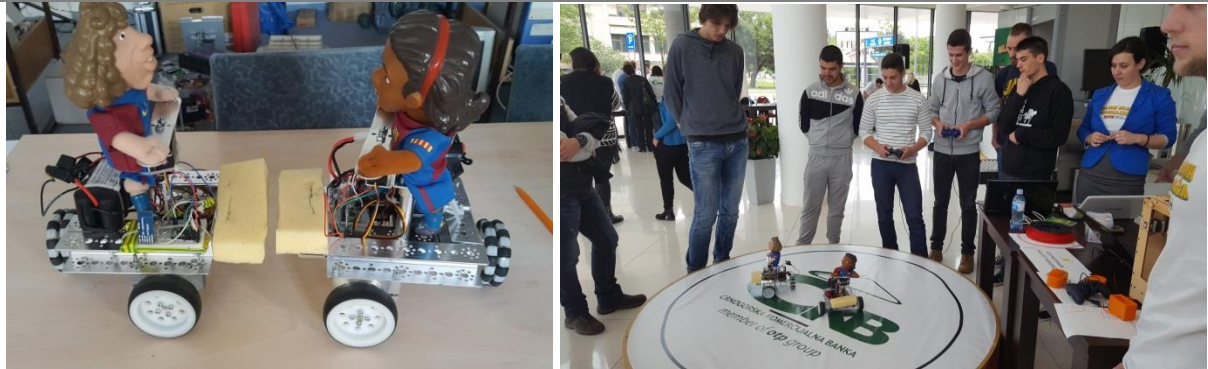


Zadatak robota na dva točka je vrlo složen - balansiranje oko ravnotežnog položaja tokom kretanja.

Točkove pokreću DC motori od 12V iz TETRIX seta za robotiku. Za upravljanje se koristi ARDUINO MEGA mikrokontroler. Pošto se DC motori ne mogu direktno priključiti na mikrokontroler, koristi se dual H-most, model L298N, pomoću kojeg se može upravljati sa dva DC motora. Ugao naklona robota u odnosu na ravnotežnu poziciju se dobija pomoću žiroskopa (L3G4200D) i akcelerometra (ADXL345), koji se nalaze u sklopu senzora GY-80, koji je korišćen u ovom projektu. Pored toga, senzor sadrži magnetometar i barometar.

Napajanje ARDUINO mikrokontrolera se vrši pomoću 4 AA baterije (1,5V), a napajanje H-mosta – pomoću 8 AA baterija (1,5V).

**7. Roboti sumo rvači** (autori: Đorđe Vukčević, Yuriy Onishuk, Božidarka Radović (ETF), Danilo Janković (ETF), Vladimir Pejović (ETF), )

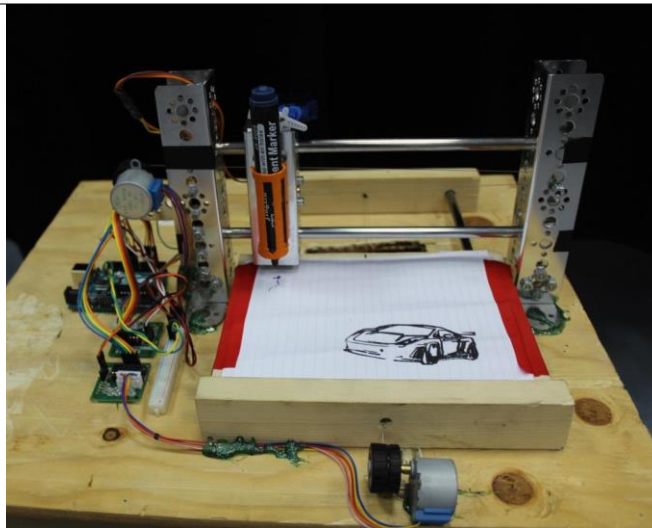


Dva robota se nalaze u okrugloj areni, robot koji izgura protivnika izvan arene je pobjednik. Robotima se upravlja pomoću džojstika koji je priključen sa laptopom, a komunikacija sa samim robotom je putem bluetooth-a. Komponente korišćenje za realizaciju ovih robota su:

- Teensy mikrokontroler,
- Bluetooth modul,
- H mostovi,
- DC motori.

**2016. i 2017.godina:**

**8. CNC Ploter** (autori: Aleksandar Tomović, Vasilije Samardžić, Marko Rašović, Marko Mumović, Vuk Vujošević, Nikola Ćirković)



Studenti su modelirali i napravili CNC ploter mašinu.

Za programiranje ove CNC mašine upotrebljen je G-kod, radno okruženje programa Processing (<https://processing.org/>).

Prilikom sklapanja mehaničkih dijelova CNC ploter mašine upotrebljeni su sljedeći materijali:

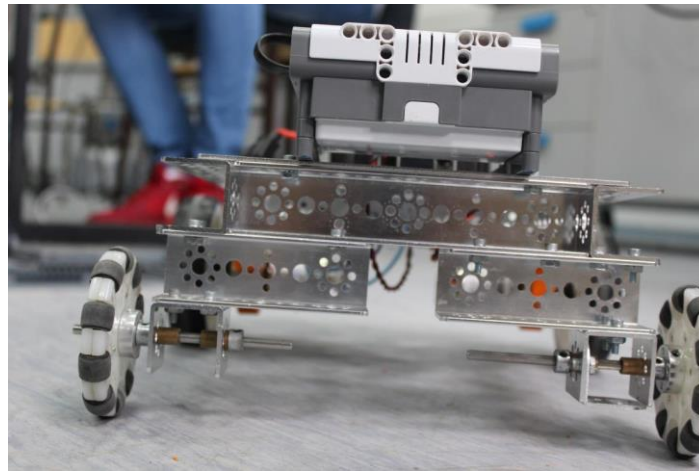
- drveno postolje – 43 cm x 39 cm
- dvije drvene letve (držači) – 19 cm x 3 cm x 2 cm
- dva aluminijska tetriks držača – 16 cm x 3 cm x 3 cm
- četiri čelične osovine (armotizeri zadnjih vrata na automobilu) za kretanje u pravcu X i Y ose – 16 cm (prečnik 8 mm)

- jedan aluminijski tetriks držač (za marker, kretanje u pravcu Y ose) – 10 cm x 3 cm x 3cm
- šper ploča kao postolje za papir (kretanje u pravcu X ose) – 19 cm x 14 cm
- držač za marker, ištampan u odnosu marker koristeći 3D štampač – 6 cm (prečnik 20 mm)
- marker
- silk (konac za pecanje) i dva točkića (preko kojih je prebačen silk)

Elektronski djelovi:

- arduino uno mikrokontroler
- 2x ULN2003 stepper driver + 2x 5V step motori (za pogon u X i Y pravcu)
- 1x mikro servo (za spuštanje markera)
- 3ksperimentalna ploča
- džamperi

### 9. Mobilni NXT robot upravlján pomoću Bluetooth-a (autori: Aleksandar Tomović, Marko Mumović, Vuk Vujošević, Balša Vlahović, Lazar Stupar, Miladin Lončar, Andrija Radović)



Studenti su modelirali i napravili mobilni NXT robot kojim se upravlja preko tastature na kompjuteru, povezanog preko bluetooth-a.

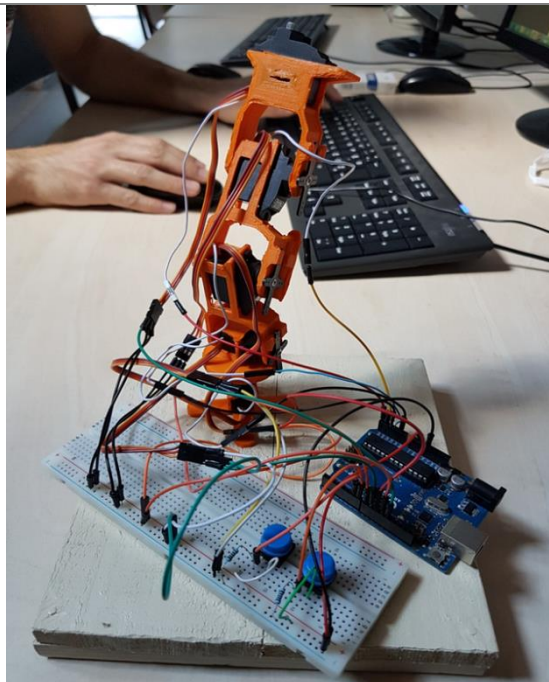
NXT je mikrokontroler koji ima 4 ulazna porta za senzore, 3 izlazna porta za motore, kao i port za USB priključak.

Robot je napravljen od djelova iz TETRIX seta za robotiku i NXT mikrokontrolera.

Način komunikacije između robota i kompjutera ostvaren je preko bluetooth-a, a robotom se upravlja preko tastature.

Programski kod je napisan u radnom okruženju RobotC, namijenjenom za NXT mikrokontrolere. Pošto radno okruženje RobotC sadrži već gotove biblioteke za Džojstike, iskorišćen je program PJoy, da bi se napravio virtuelni džojstik na tastaturi.

**10. Robotska ruka (manipulator) koji se programira učenjem** (autori: Marko Mumović, Vuk Vujošević, Balša Vlahović, Aleksandar Tomović, Marko Rašović, Vasilije Samardžić)



Studenti su projektovali robotsku ruku (robot artikulisane konfiguracije) koja pamti mehanički zadate pokrete.

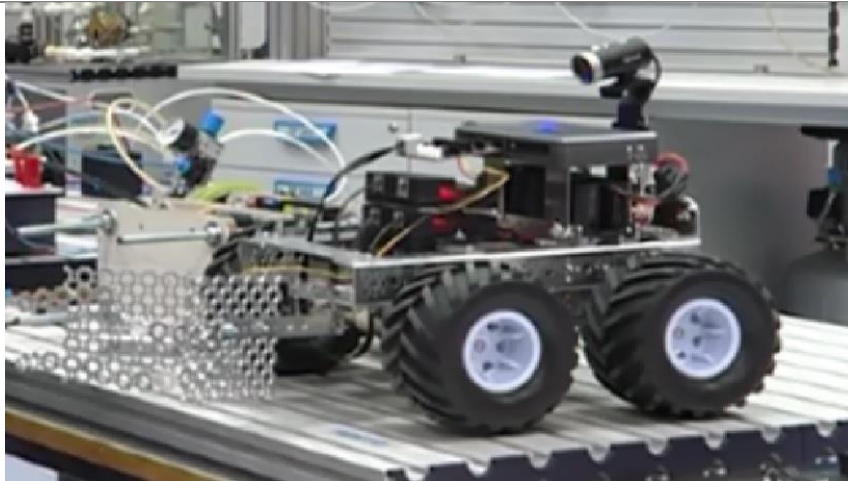
Robot je isprogramiran u arduino mikrokontrolerskom okruženju. Sastoji se od 5 servo motora sa povratnom analognom spregom, koja mu omogućava da pamti pokrete.

Ovaj robot manipulator ima 5 stepeni slobode kretanja, odnosno 5 nezavisnih motora. Na eksperimentalnoj pločici nalaze se dva tastera. Pritiskom na taster koji se nalazi na 6-om pinu, pali se LED i robot ulazi u “stanje učenja“. Tada treba ručno pomjeriti robot, i zatim pritisnuti isti taster. Robot će zapamtiti pokrete, vratiti se u početni položaj i ponoviti iste pokrete. Pritiskom na taster koji se nalazi na 7-om pinu, robot će ponavljati zadnju putanju koja mu je zadata.

Ovakav način programiranja robota, odnosno programiranje učenjem, se često koristi i u industriji. u velikom broju fabrika širom čitavog svijeta. Ovaj princip programiranja robota je jednostavniji i efikasniji od pisanja složenih programskih kodova.



## 11. Mobilni robot za takmičenje EuroSkills u Geteborgu (autor Miloš Bujanja)



Mobilni robot je projektovan za zadatke snalaženja u tunelu i hvatanja predmeta.

Upravljanje je automatsko i poluautomatsko. Prilikom automatskog režima rada robot samostalno savladava lavirint i izlazi iz njega, orijentišući se pomoću ultrasoničnih senzora za daljinu. Ako robot radi u poluautomatskom režimu njime se upravlja pomoću džojstika koji je priključen na laptop. Komunikacija između robota i laptopa je ostavarena putem wifi mreže. Prilikom upravljanja se konstantno šalju podaci o okruženju pomoću HD kamere koja se nalazi na robotu. Robot je takođe opremljen hvataljkom (grajferom), pomoću koje može uzimati i prenositi lake objekte.

## 2017.godina

## 12. Airbag na mobilnom robotu (autor Miloš Bujanja)



Za ovaj projekat je korišćen mobilni robot tipa terenskog vozila sa točkovima i sa diferencijalnim upravljanjem. Zadatak je da se projektuje i napravi airbag sistem za zaštitu vozača prilikom sudara.

Airbag sistem na mobilnom robotu ima različite senzore i aktuatora. Pomoću akcelometra koji se nalazi na mobilnom robotu detektuje se udar, a zatim aktivira vazdušni jastuk.

Robot posjeduje i kameru preko koje je moguće nadgledati okruženje. WiFi veza omogućava bežično upravljanje i stalni nadzor okruženja i kretanja.

### 13. Projekat hidraulična vaga (autor Miloš Bujanja)



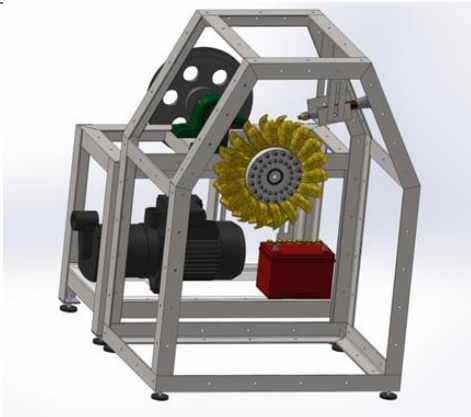
Zadatak projekta je projektovati i napraviti uređaj za mjerenje težine na osnovu hidrauličkog pritiska. Razlog za realizaciju ove ideje je što ne postoje ograničenja za težine koje se mogu mjeriti na principu hidrauličkog pritiska.

Konstrukcija koja je dizajnirana prvenstveno je namijenjena za mjerenje težine čovjeka. Različitim izborom prečnika klipa kao i opsega senzora može se mjeriti bilo koja težina.

U projektu su korišćene sledeće komponente:

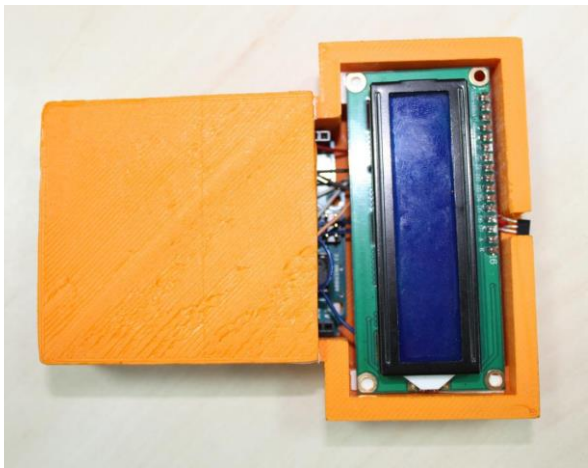
- Arduino uno mikrokontroler,
- Sensor pritiska 0-400bar
- Displej za prikazivanje težine
- mehanička konstrukcija.

### 14. Model mini hidroelektrane na bazi Peltonove turbine (autori: Aleksandar Tomović, Marko Mumović, Vuk Vujošević, Marko Rašović, Vasilije Samardžić, Nikola Ćirković)



Studenti mehatronike su projektovali mini hidroelektranu - postrojenje za proizvodnju električne energije sa pogonom na vodu. Mini hidroelektrana radi na principu Peltonove turbine. Pumpa za vodu je upotrebljena kao simulator pada vode, tako da podaci koji su dati u tehničkom zadatku su preuzeti iz opisa parametara pumpe. 3D model konstrukcije je urađen u SolidWorks okruženju. Na osnovu 3D modela i tehničkih crteža izrađena je konstrukcija koja se sastoji iz dva dijela, kućišta – koje je obloženo pleksiglasom i u koje je smještena turbina, i drugi dio – na kojem su smješteni ležajevi, i generator električne energije. Kućište ujedno služi i kao rezervoar vode. Prenos energije sa vratila do električnog motora je ostvaren preko remenica, sa prenosnim odnosom 3.5. Kao simulator pada vode upotrebljena je pumpa za vodu, koja je pumpala vodu iz kućišta. Turbina je napravljena od dva diska, između kojih su smještene lopatice. Lopatice su štampane na 3D printeru na Mašinskom fakultetu u Podgorici. Turbina ima 18 lopatica. Kao generator električne energije upotrebljen je električni motor sa stalnim magnetima.

### 15. Tahometar na bazi Holovog efekta (autori: Vasilije Samardžić, Marko Rašović, Vuk Vujošević, Marko Mumović, Aleksandar Tomović, Nikola Ćirković, Marko Katić)

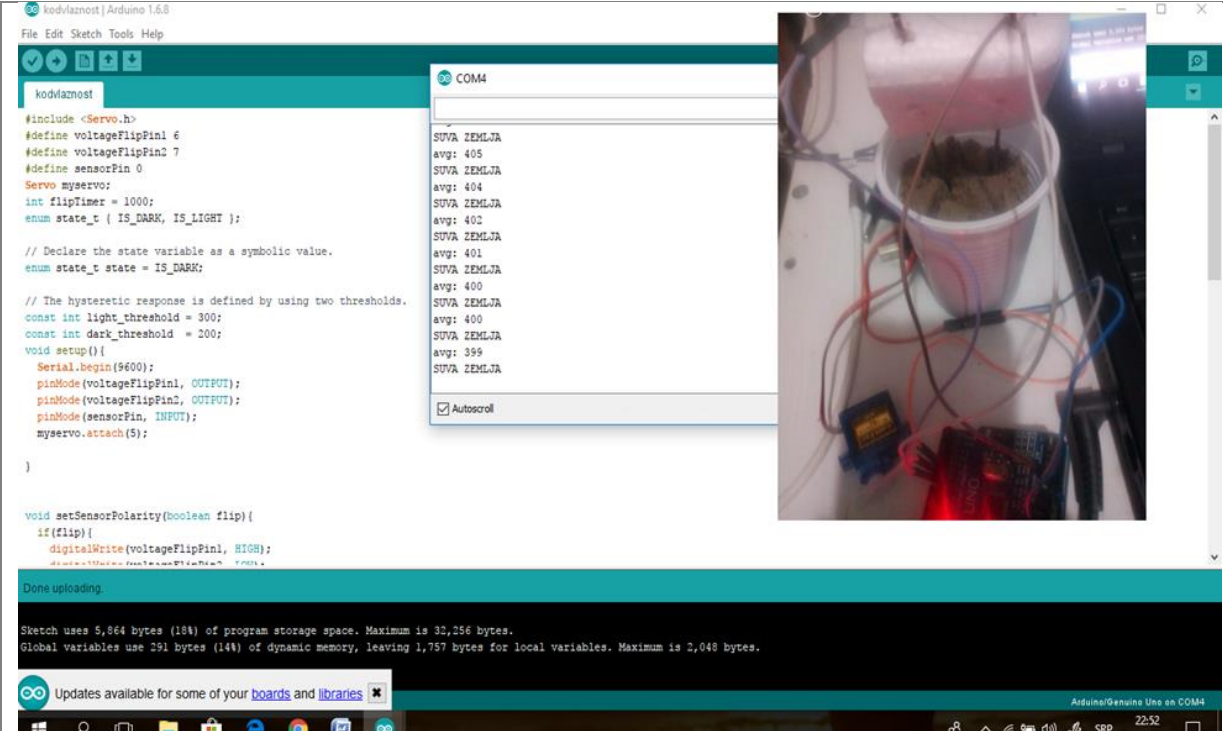


Zadatak ovog projekta je dizajniranje i realizacija tahometra na bazi Holovog senzora, koji treba povezati na Arduino razvojnu ploču. Tahometar je namijenjen za mjerenje obrtaja Mikro – Peltonove turbine (hidroelektrane), koju su projektovali i napravili studenti mehatronike.

Holov senzor radi na principu detekcije magnetnog polja. Kad god magnet prođe pored senzora, on ga detektuje. Može da se koristi u različite svrhe. Na primjer, za detekciju zatvaranja vrata, treba spojiti magnet na vrata, a Holov senzor staviti na dovratnik. Prilikom zatvaranja vrata senzor bi detektovao magnetno polje.

Slično ovom principu, može se podesiti da mjeri brzinu obrtaja točka na biciklu ili nekog drugog elementa koji ima rotaciono kretanje. Ako je magnet spojen za gumu, a Holov efekat negdje na ramu bicikla, vrijeme obrtaja može da se izmjeri, i uz malo matematike može se izmjeriti brzina obrtanja točka.

## 16. Senzor za mjerenje vlažnosti (autor Vojin Đurović)



The screenshot displays the Arduino IDE interface. The main window shows the following code for a moisture sensor:

```
korvlaznost
#include <Servo.h>
#define voltageFlipPin1 6
#define voltageFlipPin2 7
#define sensorPin 0
Servo myservo;
int flipTimer = 1000;
enum state_t { IS_DARK, IS_LIGHT };

// Declare the state variable as a symbolic value.
enum state_t state = IS_DARK;

// The hysteric response is defined by using two thresholds.
const int light_threshold = 300;
const int dark_threshold = 200;
void setup() {
  Serial.begin(9600);
  pinMode(voltageFlipPin1, OUTPUT);
  pinMode(voltageFlipPin2, OUTPUT);
  pinMode(sensorPin, INPUT);
  myservo.attach(5);
}

void setSensorPolarity(boolean flip) {
  if (flip) {
    digitalWrite(voltageFlipPin1, HIGH);
  }
}
```

The serial monitor (COM4) shows the following output:

```
SUVA ZEMLJA
avg: 405
SUVA ZEMLJA
avg: 404
SUVA ZEMLJA
avg: 402
SUVA ZEMLJA
avg: 401
SUVA ZEMLJA
avg: 400
SUVA ZEMLJA
avg: 400
SUVA ZEMLJA
avg: 399
SUVA ZEMLJA
```

The status bar at the bottom indicates: "Done uploading. Sketch uses 5,864 bytes (18%) of program storage space. Maximum is 32,256 bytes. Global variables use 291 bytes (144) of dynamic memory, leaving 1,757 bytes for local variables. Maximum is 2,048 bytes." The system tray shows the time as 22:52 on 22.12.2017.

An inset photograph shows the physical hardware setup, including an Arduino Uno board, a moisture sensor module, a servo motor, and a breadboard with various components connected.

U današnje vrijeme navodnjavanje biljnih kultura predstavlja neophodnu agrotehničku mjeru za područje na kojem se nalazimo, ali je važno napomenuti da su troškovi navodnjavanja kao i negativni efekti (ukoliko se navodnjava neadekvatnim noramama i režimima) sve značajniji. Vrlo često poljoprivredni proizvođači koji imaju sisteme za navodnjavanje troše prevelike količine vode (više od optimuma) čime se kasnije stvaraju veći problemi nego kada zasad nije bio navodnjavao. To se ogleda u ispiranju hranljivih elemenata (đubriva), kvarenju strukture zemljišta, zabarivanju pojedinih djelova zasada i sl., a sve to vodi lošijem zdravstvenom stanju biljaka, smanjenju prinosa kako u kvantitativnom tako i u kvalitativnom smislu.

Zemljište se ponaša kao rezervoar u kojem se skladišti voda između dva navodnjavanja ili dvije kiše, da bi ta voda bila dostupna biljci za njen zdrav razvoj. Smisao upotrebe senzora za mjerenje vode u zemljištu jeste preciznije znanje o tome koliko brzo se ta voda potrošila iscrplila sa različitih oblasti vašeg zemljišta, tako da možete bolje rasporediti navodnjavanje i precizno saznati efekat svakog padanja kiše. Ovim eliminišete "nagađanja" što može prouzrokovati značajne uštede vode, manje troškove za pumpe i eliminisati razvodnjavanje azota zbog prekomernog navodnjavanja.

## 17. Terenski mobilni robot ROBECO-MNE (autor: Darko Skupnjak)



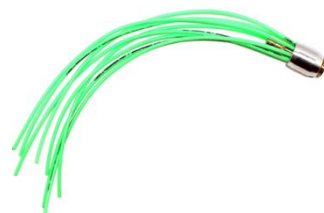
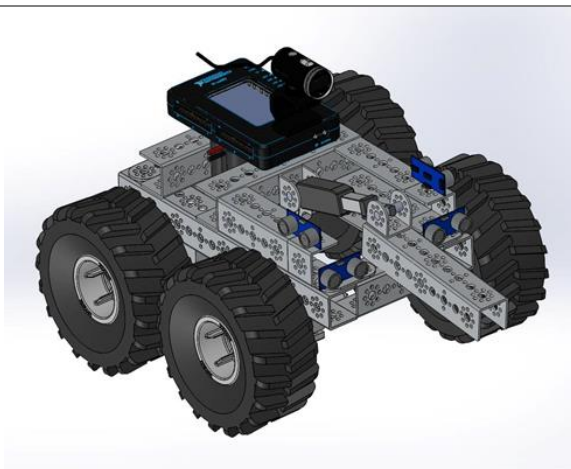
Terenski mobilni robot MNE-ROBECO je višenamjenski mobilni robot. S obzirom na namjenu i zadatke koje treba da izvrši može se opremiti različitom dodatnom opremom.

Robot se može koristiti van puteva, na putevima, kao i u zatvorenom prostoru, npr. u fabrikama.

Mobilni robot ima pogon na četiri točka, koji se svi zakreću. Ovakav način kretanja mobilnog robota je vrlo rijetko obrađivan i primjenjivan, zbog složene konstrukcije koja treba da obezbijedi precizno, kontinualno (glatko) kretanje i da zadovolji zahtjeve upravljivosti vozila.

Za istovremeno zaokretanje sva četiri točka razvijen je sasvim novi prostorni polužni mehanizam. Takođe, sistem oslanjanja je potpuno novo, inovativno rešenje, koje je razvijeno da bi se u potpunosti podržala funkcija polužnog mehanizma za zakretanje točkova. Mogućnost manevrisanja kod ovakvog načina kretanja i upravljanja mobilnim robotom je mnogo veća nego kod klasičnih rovera sa automobilskim tipom upravljanja.

## 18. Robot za čišćenje ventilacionih cijevi (autori: Miloš Bubanja, Mihailo Vujović)



Četka sa pneumatskim bičevima

Mobilni robot je projektovan za inspekciju i čišćenje ventilacionih cijevi.

Režim rada robota je automatski i poluautomatski, sa daljinskim wifi upravljanjem. Režim

rada bira operater, s obzirom na sledeći korak u izvršavanju zadatka robota.

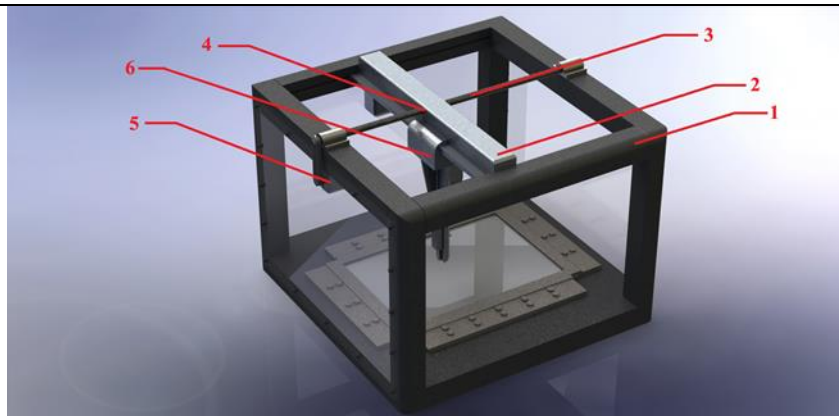
Robot ima bump senzore i senzore daljine, čije informacije koristi za automatsko ploaniranje i korekciju putanje.

Inspekciju cijevi omogućava HD kamera instalirana na robotu. Stanje cijevi se snima na laptopu operatera radi kasnije detaljne analize i planiranja eventualnih sanacionih aktivnosti.

Za čišćenje cijevi su predviđene četkice za čišćenje, a izbor bi se vršio za konkretnu upotrebu prema karakteristikama i dimenzijama četkica koje se nude na tržištu.

Model robota je djelimično realizovan. Mobilni robot sa HD kamerom i sensorima je realizovan. Predstoji montaža četkica za čišćenje i ispitivanje rada robota.

### 19. Konceptualni dizajn robotskog plotera (autori: Rade Grujičić, Luka Radunović, Vuk Bošković)



U ovom projektu je razvijeno konceptualno rešenje robotskog uređaja koji bi zamijenio čovjeka u izvođenju nekih rutinskih ručno izvođenih funkcija, kao što su pisanje, crtanje i graviranje. Realizacija ovog konceptualnog rešenja plotera malih dimenzija bi imala niske troškove proizvodnje, dok bi laka prenosivost omogućila veću dostupnost i primjenu, kako u industrijskim postrojenjima tako i u ličnoj upotrebi.

### Planirani projekti sa studentima u školskoj 2017/18. godini:

**20. Robot za pranje i čišćenje velikih staklenih površina na zgradama,** u komercijalne svrhe

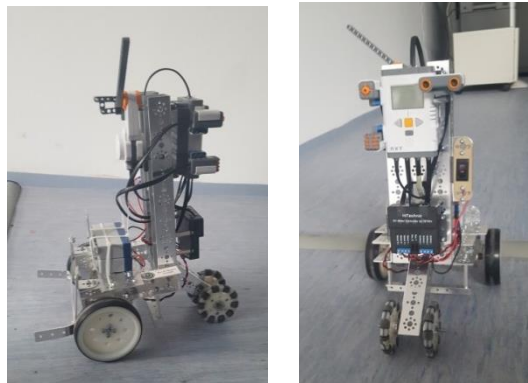
**21. Dizajniranje i relizacija programabilnog kontrolera na bazi Arduina**

**22. Stavljanje u funkciju kranske dizalice u Laboratoriji za mehatroniku.** Biće izmijenjen sistem upravljanja, iskoristiće se Arduino PLC koji će se napraviti, i postaviće se neki senzori za snimanje odabranih karakteristika opterećenja.

**23. Projektovanje elektropneumatskog uređaja** za unakrsno slaganje šipki na paletu. Za upravljanje će se koristiti elektropneumatika sa razvijenim Arduino PLC-om.

## Ostale aktivnosti studenata:

- 1) Student Mašinstva Rade Grujičić je obučio profesore i mentore prvog crnogorskog takmičarskog tima učenika Srednje stručne škole „Ivan Uskoković“ i Srednje elektrotehničke škole „Vaso Aligrudić“ iz Podgorice, koji su po prvi put učestvovali na FTC (First Tech Challenge) takmičenju u Bukureštu 2012. godine i osvojili drugo mjesto.
- 2) Student mehatronike Yuriy Onishuk je bio mentor na izradi robota nazvanog "Milojko" sa kojim je srednja Mašinska škola učestvovala na takmičenju FTC (First Tech Challenge) u Bukureštu 2014. godine, na kojem je škola osvojila treće mjesto.



Robot "Milojko"

- 3) Student Rade Grujičić je obučio mentora i učenike Osnovne škole „Radojica Perović“ za njihovo prvo takmičenje FLL (FIRST LEGO League) 2015. godine na nivou Crne Gore.