

*Elementarna robotika:  
Strujni krugovi,  
Automatizirano upravljanje,  
Robotičke konstrukcije,  
Programiranje robota*

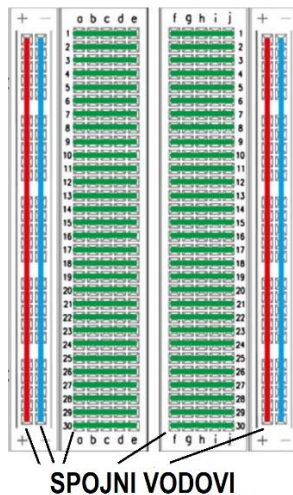
*Petar Dobrić, prof.*

*Zagreb, 29. listopada 2023.*

## Robokup 2024. – 17. kup Hrvatske zajednice tehničke kulture u robotici

Robokup je ekipno natjecanje iz elementarne robotike koje se organizira u Hrvatskoj na županijskoj i državnoj razini. Županijsko natjecanje provodi se u timovima od tri učenika koji rješavaju problemske zadatke iz područja robotike. Učenici u timu međusobno surađuju, analiziraju i rješavaju zadatke iz elektronike, automatike i robotike.

U prvom izazovu timovi rješavaju dva zadatka sa strujnim krugovima smještenim na eksperimentalnoj pločici međusobno povezani vodičima i elektroničkim elementima.



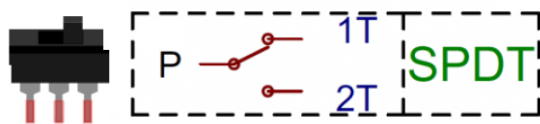
Slika1\_Eksperimentalna\_pločica

Eksperimentalna pločica omogućava provjeru funkcionalnosti elektroničkih skopova sastavljanjem strujnih krugova uz pomoć elektroničkih elemenata. Spojni vodovi na eksperimentalnoj pločici omogućavaju protok istosmjerne struje kroz električne kontakte u koje umećemo krajeve elektroničkih elemenata prema zadanoj shemi spajanja.

### 1. Izrada i spajanje strujnih krugova pomoću zadane sheme

#### Upravljanje izmjeničnim prekidačima

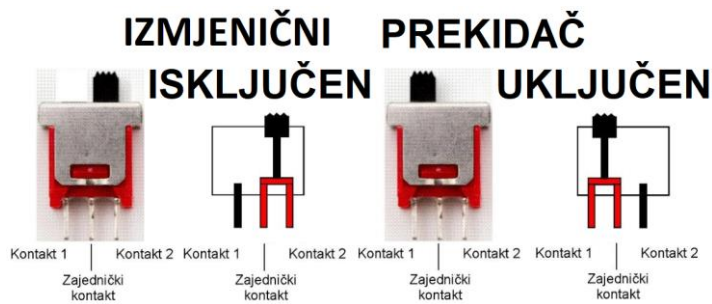
### IZMJENIČNI PREKIDAČ



Slika2\_SPDT\_Prekidač

Izmjenični prekidač ima tri izvoda: jedan zajednički i dva upotrebljavamo za spajanje na izvor napajanja ili za prebacivanje iz jednog u drugi strujni krug. Izmjenični prekidač ima funkciju da u strujnom krugu izmjenom položaja mijenja protok električne energije. Srednji izvod spajamo na negativan pol baterije i jedan ulaz na katodu (-) svjetleće diode. Drugi ulaz svjetleće diode je anoda (+) koja je spojena na pozitivan pol baterije. Potrošači (LED) su povezani vodičima kojima prolazi električna energija.

*Napomena:* Protokom električne energije u strujnom krugu upravljamo pomoću izmjeničnih prekidača.



Slika3\_Izmjenični\_prekidač\_OFF\_ON

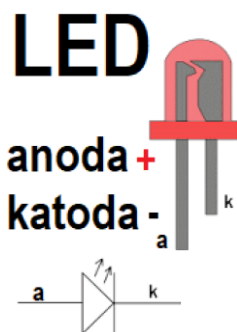
Izmjenični prekidač ima jedan zajednički kontakt u sredini i dva kontakta koji upravljaju (otvaraju i zatvaraju) strujni krug. Shema spojnih kontakata prikazuje izmjenični prekidač u položaju kada je isključen zajednički kontakt s kontaktom 1.

Shema spojnih kontakata prikazuje izmjenični prekidač u položaju kada je uključen zajednički kontakt i kontakt 1 (crveno).

*Napomena:* Redosljed spajanja elemenata strujnog kruga:

- 1) vodiče i izvor električne energije povezujemo u seriju s ostalim, elektroničkim elementima,
- 2) spajamo paralelno spojene elektroničke elemente,
- 3) zatvaramo strujni krug s izvorom električnog napona (baterija  $U=3V$ ).

*Napomena:* Nakon provjere funkcionalnosti elektroničkog sklopa, strujni krug odspojimo s izvora napajanja.



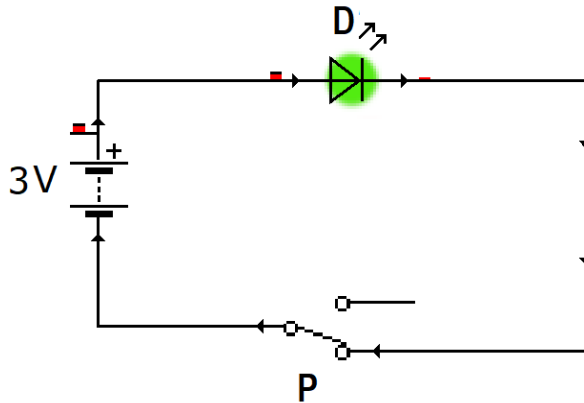
Slika4\_LED

Svjetleća dioda (LED) je poluvodički elektronički element u strujnom krugu koja svijetli prolaskom električne struje. Kod svjetleće diode (LED) smjer propusnosti električne struje je jednosmjernan od anode( + ) prema katodi( - ).

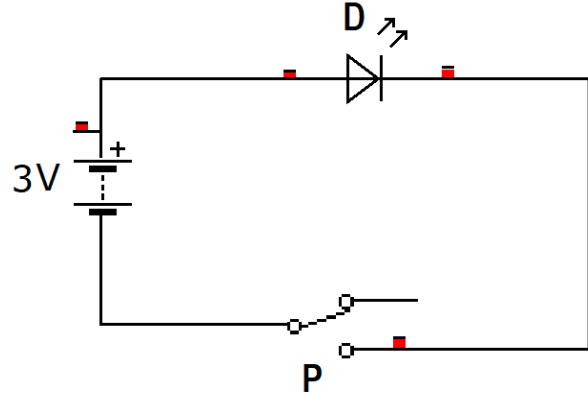
### *Elektronički (Logički) sklopovi*

Elektronički uređaji građeni su od elektroničkih logičkih sklopova koji rade binarnom logikom. Moguća su dva stanja koja određuju protok električne energije: logička „1“ i logička „0“. Funkcioniranje logičkih sklopova: NE(NOT), I(AND) i ILI(OR) prikazujemo električnom shemom i tablicom istine.

## ZATVORENI STRUJNI KRUG



## OTVORENI STRUJNI KRUG

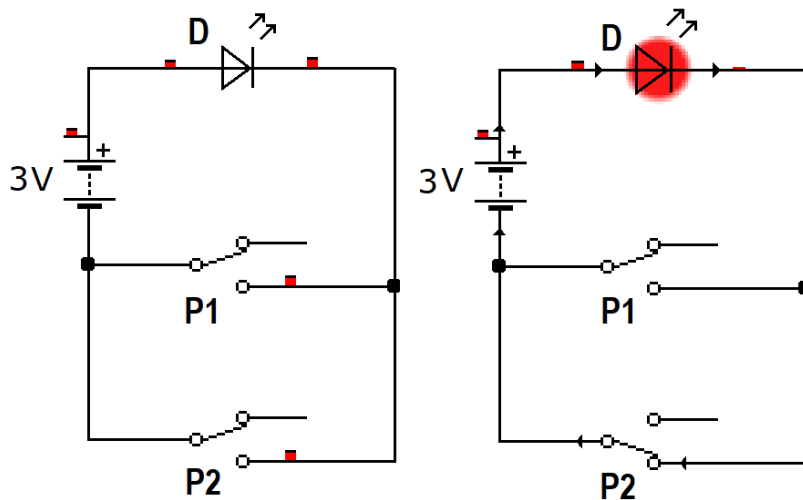


Slika5\_ON\_OFF\_shema

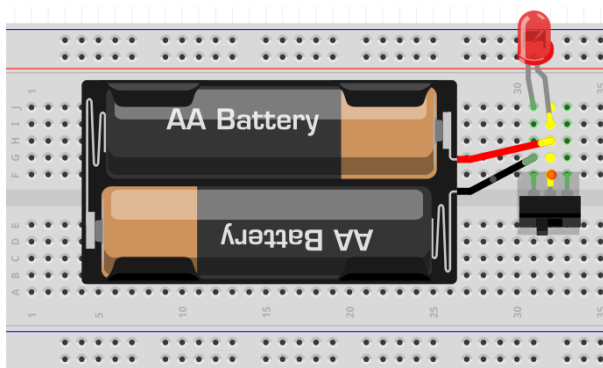
Strujni krug s izmjeničnim prekidačem prikazan je logičkim sklopom NE(NOT), strujni krug sa serijski spojenim prekidačima prikazan je logičkim sklopom I(AND), a strujni krug s usporedno spojenim prekidačima prikazan je logičkim sklopom ILI(OR).

*Izmjenični prekidač - logički sklop „NE“(NOT)*

Izmjenični prekidač je u položaju da nije pritisnut. Pomicanjem sklopke dolazi do spajanja kontakata i strujni krug je zatvoren, LED svijetli. Kada u strujnom krugu promijenimo položaj izmjeničnog prekidača, LED ne svijetli. Postavimo li u početni položaj izmjenični prekidač, LED svijetli jer je strujni krug zatvoren.



Slika6\_NOT\_shema



Slika7\_NOT\_sastavni\_crtež

Tablica istine - logički sklop „NE“

<b>P</b>	<b>LED</b>
0	1
1	0

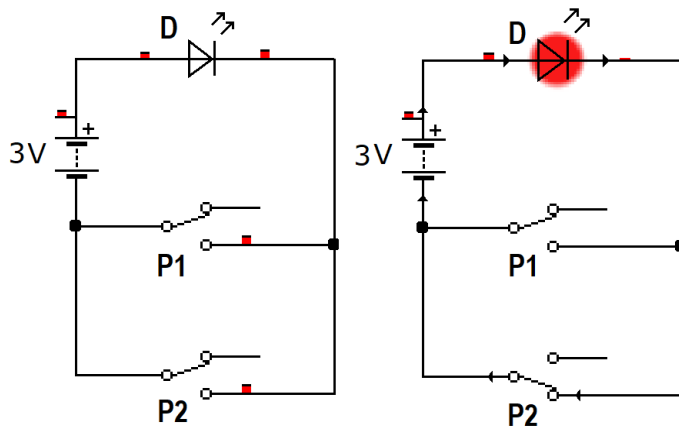
Tablica istine prikazuje ovisnost ulaznog(P) i izlaznog(LED) elementa. Vrijednost „0“ označava stanje kada prekidač nije pomaknut i „1“ označava stanje kada je prekidač pomaknut.

*Zadatak\_1.* Prema zadanoj shemi povežite elektroničke elemente na eksperimentalnoj pločici u strujni krug koji prikazuje rad logičkog sklopa „NE“. Elemente koje treba upotrijebiti su izmjenični prekidač, LED, baterija (U=3V) i vodiči.

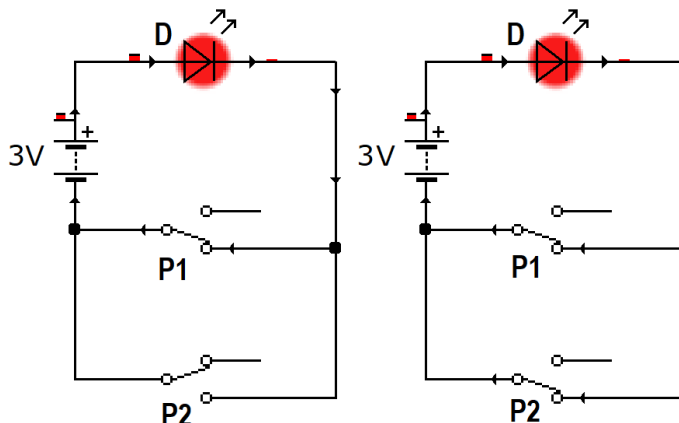
*Napomena:* Strujni krug je moguće drugačije spojiti na eksperimentalnoj pločici. Položaj uključeno izmjeničnog prekidača preusmjerava protok električne energije kroz njega i svjetleća dioda (LED) ne svijetli.

Usporedni spoj tipkala - logički sklop „ILI“(OR)

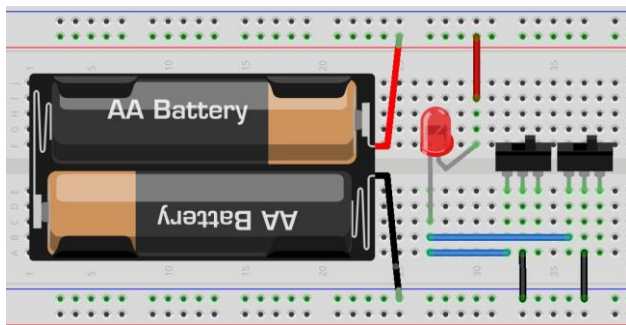
Usporedni spoj prekidača prikazuje logički sklop „ILI“ koji omogućava da LED ne svijetli ako su oba stanja na ulazu „0“. To znači da prekidači nisu pomaknuti i zadržavaju stanje „0“. Strujni krug je otvoren i struja ne teče. U ostala tri položaja LED svijetli jer je strujni krug zatvoren.



Slika8\_OR\_sheme1



Slika9\_OR\_sheme2



Slika10\_OR\_sastavni\_crtež

Dva izmjenična prekidača P1 i P2 spojena su usporedno. LED ne svijetli u slučaju kada prekidači nisu pritisnuti i strujni krug nije zatvoren.

Prekidače P1 i P2 spajamo usporedno tako da vodičima međusobno povežemo prekidače. Kod usporednog spoja tipkala bez obzira koliko je tipkala pritisnuto, strujni krug se zatvara i svjetleća dioda (LED) svijetli.

Tablice istine pokazuje četiri moguća stanja na izlazu. LED ne svijetli jedino kada su oba prekidača u stanju „0“. U ostalim slučajevima LED svijetli.

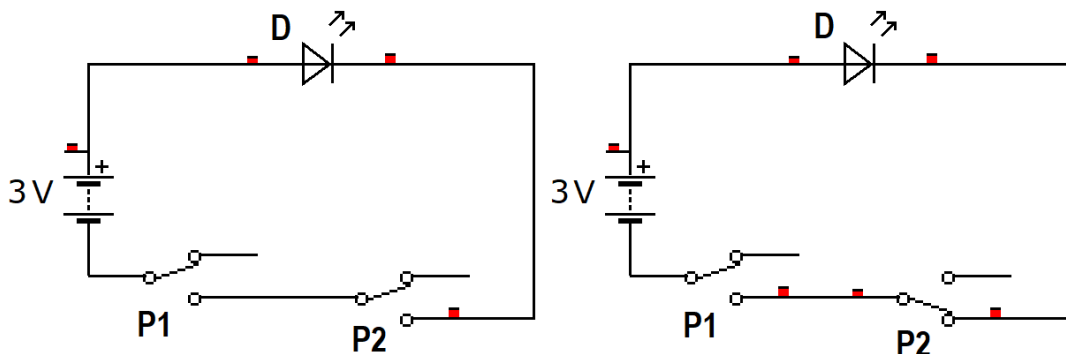
Tablica istine za logički sklop „ILI“

P1	P2	LED
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

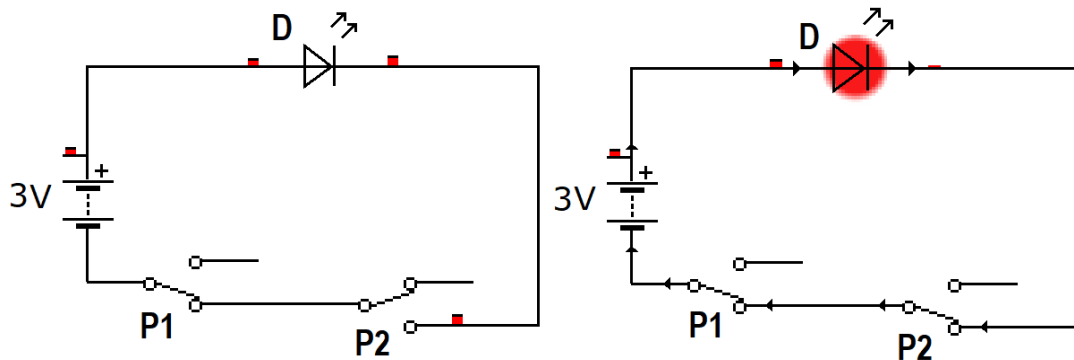
Zadatak\_2. Prema zadanoj shemi spojite elektroničke elemente na eksperimentalnoj pločici u strujni krug koji prikazuje rad logičkog sklopa „ILI“. Elemente koje treba upotrijebiti su izmjenični prekidači(2 kom.), LED i bateriju (U=3V) sa vodičima.

Serijski spoj tipkala - logički sklop „I“(AND)

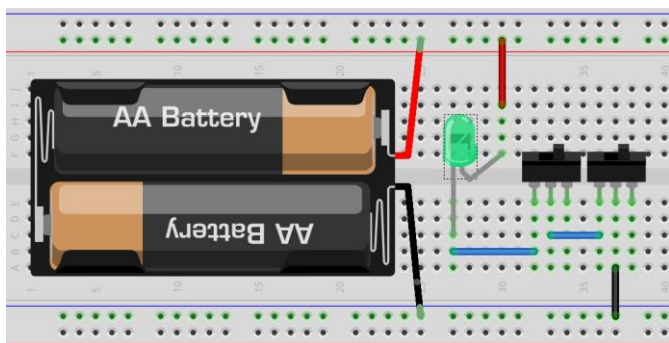
Serijski spoj dva prekidača prikazuje logički sklop „I“ koji omogućava da LED svijetli ako su oba stanja na ulazu „1“. To znači da su prekidači u položaju uključeno i zadržavaju stanje „1“, strujni krug je zatvoren i struja teče kroz LED. U druga tri slučaja LED ne svijetli jer je strujni krug otvoren.



Slika11\_AND\_sheme1



Slika12\_AND\_sheme2



Slika13\_AND\_sastavni\_crtež

U serijskom spoju elektronički elementi se spajaju u nizu jedna za drugom tako da kroz komponentama protječe jednaka jakost struje.

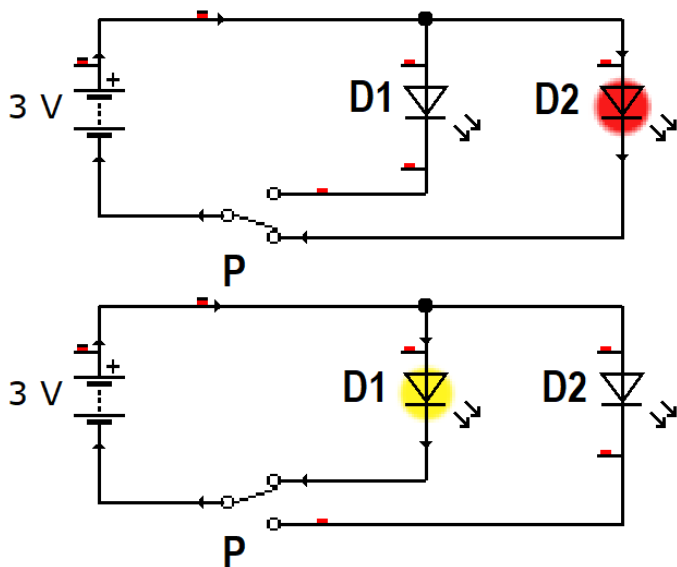
Tablica istine za logički sklop „I“

<b>P1</b>	<b>P2</b>	<b>LED</b>
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

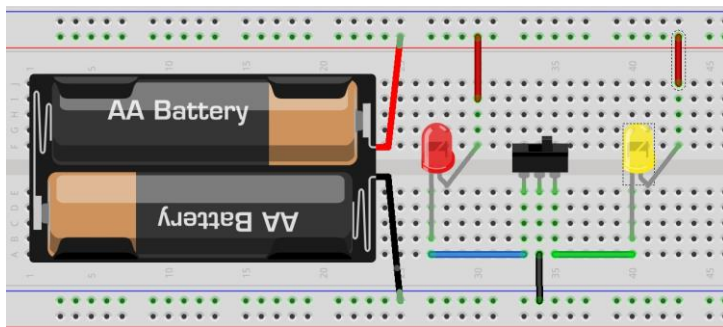
Tablica istine pokazuje ovisnost izlaznih vrijednosti o ulaznim vrijednostima u strujnom krugu. Oznaka „0“ (nula) označava stanje kada prekidač nije pomaknut iz početnog položaja (isključen), a oznaka „1“ označava stanje kada je prekidač pomaknut (uključen). LED svijetli kada su oba prekidača u stanju „1“. U svim ostalim slučajevima LED ne svijetli.

*Zadatak\_3.* Prema zadanoj shemi spojite elektroničke elemente na eksperimentalnoj pločici u strujni krug koji prikazuje rad logičkog sklopa „I“. Elektronički elementi su izmjenični prekidači (2 kom.), svjetleća dioda (LED) i baterija ( $U=3V$ ) sa vodičima.

*Zadatak\_4.* Prema zadanoj shemi spojite elektroničke elemente na eksperimentalnoj pločici u strujni krug koji prikazuje rad izmjeničnog prekidača(P) i dvije LED(D1 i D2). Elemente koje treba upotrijebiti su izmjenični prekidač, LED (2 kom), i baterija ( $U=3V$ ) sa vodičima.



Slika14\_Izmjenični\_prekidač\_2LED\_sheme



Slika15\_Izmjenični\_prekidač\_2LED\_sastavni\_crtež

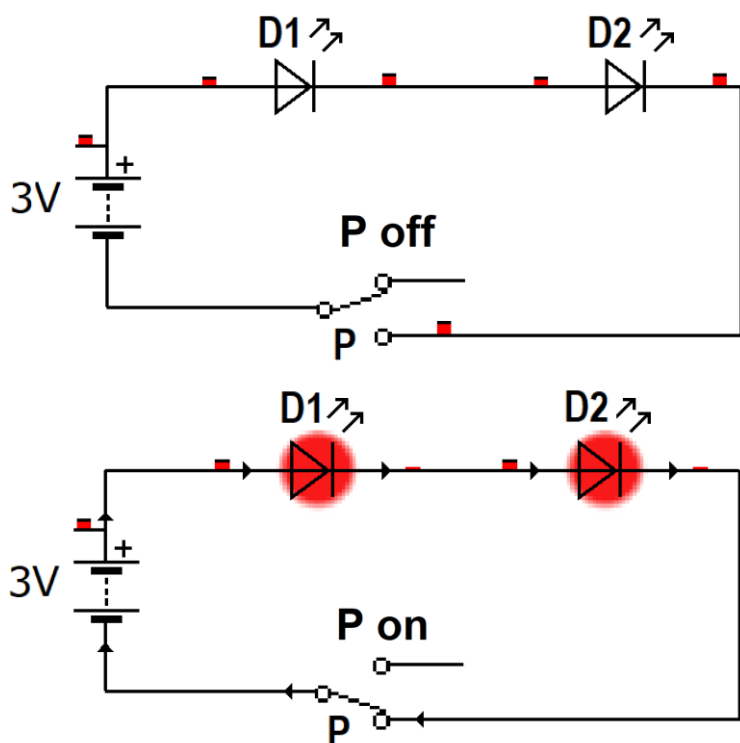
Elektronički sklop je građen od izmjeničnog prekidača, vodiča, izvora napajanja i dvije svjetleće diode (LED). Promjenom položaja prekidača(P) u prvom strujnom krugu svijetli crvena(D2) i vraćanjem u početni položaj zatvara se prvi strujni krug i svijetli žuta(D1). Izmjenični prekidač upravlja (uključuje/isključuje) dva strujna kruga.

Tablica istine izmjenični prekidač

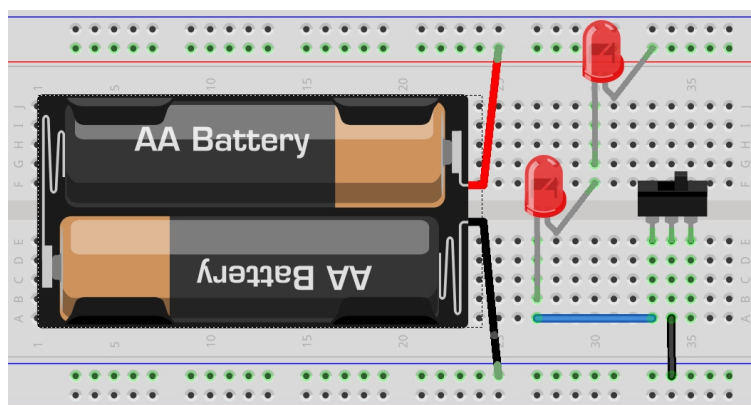
<b><i>P</i></b>	<b><i>LED1</i></b>	<b><i>LED2</i></b>
0	1	0
1	0	1

Zadatak\_5. Prema zadanoj shemi spojite elektroničke elemente u seriju na eksperimentalnoj pločici u strujni krug. Elemente koje treba upotrijebiti su izmjenični prekidač, LED(2 kom) i baterija ( $U=3V$ ) sa vodičima.





Slika16\_Izmjenični\_prekidač\_2LED\_serijski\_shema



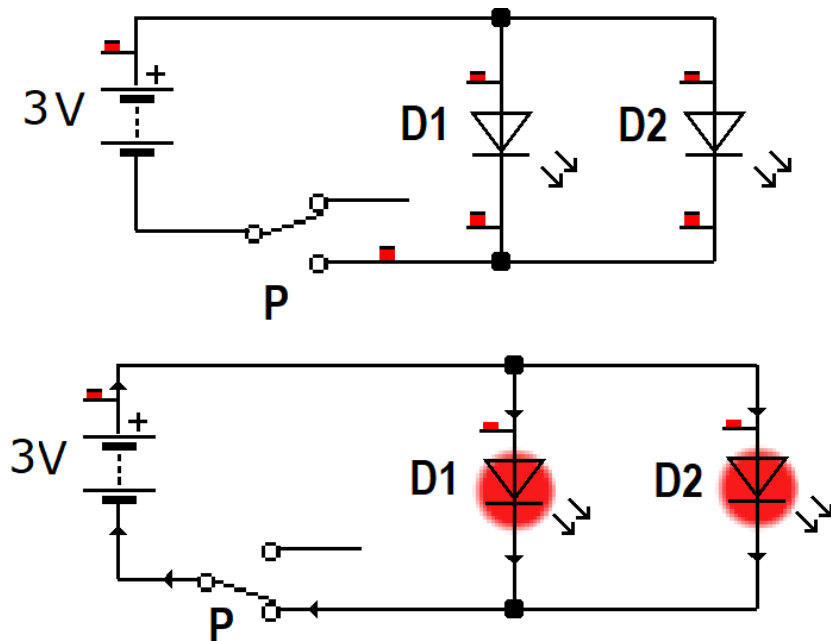
Slika17\_Izmjenični\_prekidač\_2LED\_serijski\_sastavni\_crtež

Elektronički sklop je sastavljen od izmjeničnog prekidača, vodiča, izvora napajanja i dvije svjetleće diode (LED). Kada prebacimo prekidač (P) u prvom strujnom krugu svijetle dvije LED (D1, D2) jer su serijski povezane. Svijetlost dvaju LED je jedva primjetna zbog pada vrijednosti napona na svakoj LED. Ako prekidač postavimo u početni položaj zatvara se prvi strujni krug i LED se isključe (ne svijetle).

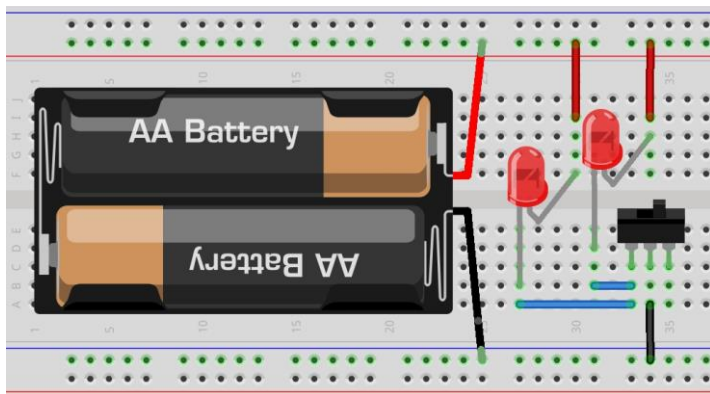
Tablica istine\_izmjenični\_prekidač\_2LED\_serijski

<b>P</b>	<b>LED1</b>	<b>LED2</b>
0	0	0
1	1	1

Zadatak\_6. Prema zadanoj shemi spojite elektroničke elemente usporedno na eksperimentalnoj pločici u strujni krug. Elemente koje treba upotrijebiti su izmjenični prekidač, LED(2 kom.) i baterija (U=3V) sa vodičima.



Slika18\_Izmjenični\_prekidač\_2LED\_ustoredni\_sheme



Slika19\_Izmjenični\_prekidač\_2LED\_ustoredni\_sastavni\_crtež

Elektronički sklop je građen od izmjeničnog prekidača, vodiča, izvora napajanja i dvije LED. Kada prebacimo prekidač(P) u prvom strujnom krugu svijetle usporedno povezane dvije LED(D1, D2). Svjetlost svjetlećih dioda je jednakog intenziteta. Kada prekidač postavimo u početni položaj svjetleće diode (LED) ne svijetle.

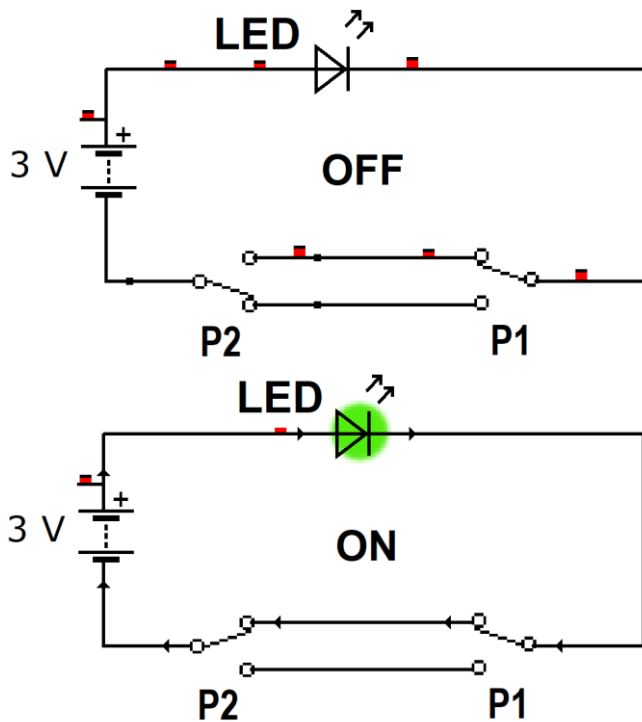
*Sastavite strujne krugove i rješite izazove za vježbu:*

*Izazov\_1.* Nacrtaj shemu, zadane elektroničke elemente te ih serijski spoji na eksperimentalnu pločicu u strujni krug. Elemente koje treba upotrijebiti su izmjenični prekidač, LED(3 kom.) i baterija ( $U=3V$ ) sa vodičima. Napiši tablicu istine i objasni rad zadanog sklopa.

*Izazov\_2.* Nacrtaj shemu, zadane elektroničke elemente te ih usporedno spoji na eksperimentalnu pločicu u strujni krug. Elemente koje treba upotrijebiti su izmjenični prekidač, LED(3 kom.) i baterija ( $U=3V$ ) sa vodičima. Napiši tablicu istine i objasni rad zadanog sklopa.

*Zadatak\_7.* Prema zadanoj shemi na eksperimentalnoj pločici spojite elektroničke elemente u elektronički sklop koji će uključivati i isključivati rasvjetu na stubištu. Štitiskom na izmjenični prekidač uključi se stubišna LED rasvjeta. Penjanjem na kat i pritiskom na izmjenični prekidač isključujemo stubišnu LED rasvjetu. U ovom

zadatku koristimo dva izmjenična prekidača, svjetleću diodu (LED), bateriju ( $U=3V$ ) i vodiče.



Slika20\_Strujni\_krug\_Stubište\_shema\_OFF\_ON

Elektronički sklop je sastavljen od dva izmjeničnog prekidača (P1, P2), vodiča, izvora napajanja i svjetleće diode (LED). Zajednički kontakti (srednji) izmjeničnih prekidača spojeni su krajevima na LED (P1) i na negativni pol (-) izvora napajanja (P2). Kada prebacimo izmjenični prekidač (P2) strujni krug je zatvoren i LED svijetli. Kada prekidač (P1 ili P2) postavimo u početni položaj svjetleća dioda (LED) ne svijetli.

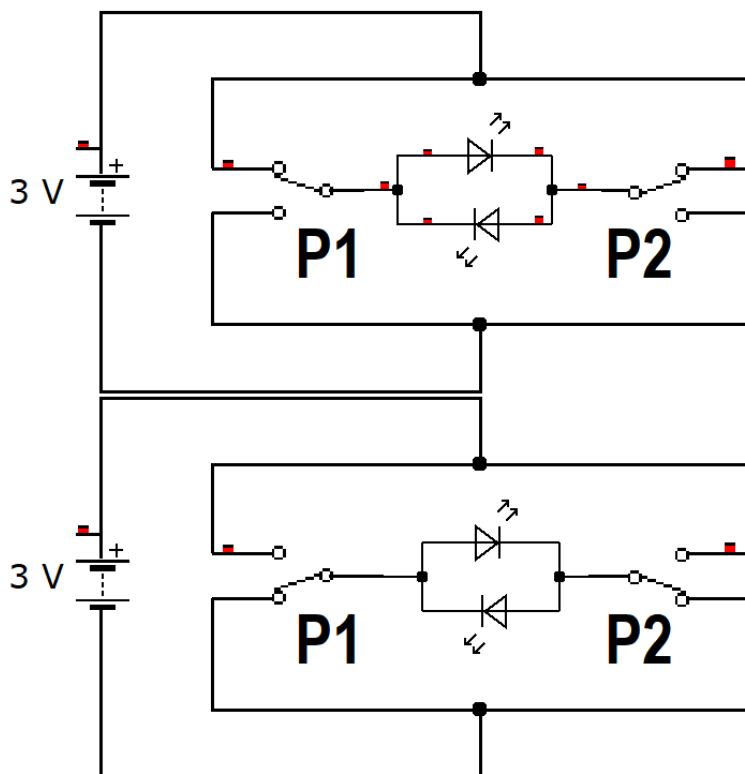
Tablica istine\_Stubišna\_rasvjeta

PREKIDAČI		SVJETLEĆA DIODA
P1	P2	LED
0	0	OFF
0	1	ON
1	0	OFF
1	1	ON

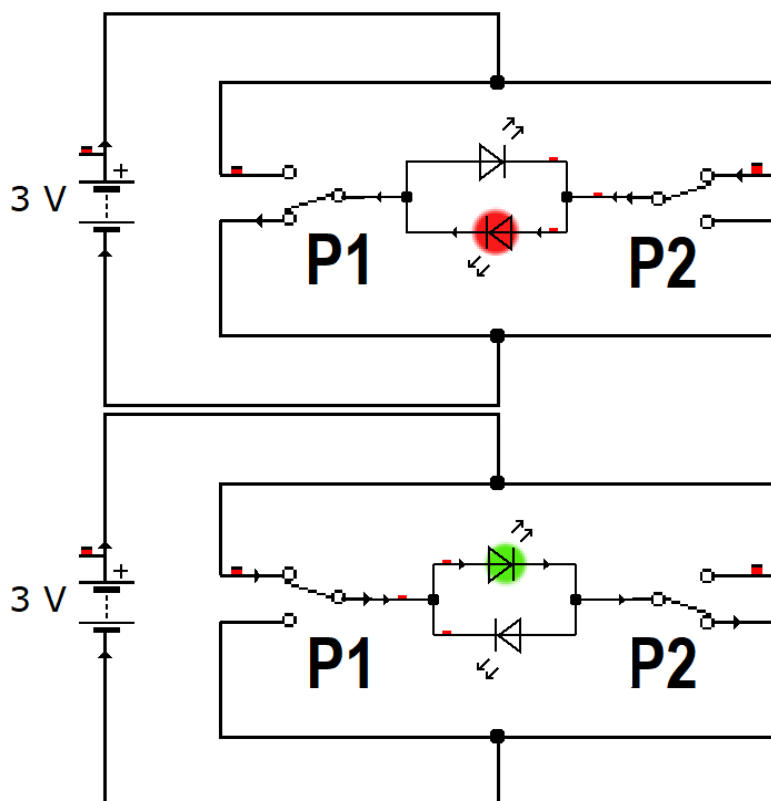
Izazov\_3. Nacrtaj dvije sheme uz pomoć gornjih s elektroničkim elementima te ih spoji na eksperimentalnu pločicu u strujni krug. Elemente koje treba upotrijebiti su dva izmjenična prekidača, LED i baterija ( $U=3V$ ) sa vodičima. Upotrijebi gornju tablicu istine i objasni rad zadanog elektroničkog sklopa.

Smjer vrtnje elektromotora (EM) ovisi o polaritetu izvora električnog napona čija je vrtnja određena položajem izmjeničnih prekidača u električnoj shemi (H-spoj).

Zadatak\_8. Prema zadanoj shemi spojite elektroničke elemente u elektronički sklop koji će pokazivati smjer vrtnje elektromotora ovisno o stanju na izmjeničnim prekidačima. Elemente koje treba upotrijebiti su izmjenični prekidači (2 kom.), LED (2 kom.) i baterija ( $U=3V$ ) sa vodičima.



Slika21\_Strujni\_krug\_H\_spoj\_shema\_OFF



Slika22\_Strujni\_krug\_H\_spoj\_shema\_ON

Elektronički sklop je građen od dva izmjenična prekidača, vodiča, izvora napajanja i dvije svjetleće diode (LED) koje spajamo umjesto elektromotora (M) i simuliraju vrtnju istog. Svjetleće diode (D1 i D2) ne svjetle kada su izmjenični prekidači (P1 i P2) isključeni. Uključivanjem izmjeničnog prekidača (P1) u prvom strujnom krugu svjetli crvena svjetleća dioda (D1). Kada uključimo izmjenični prekidač (P2) svjetleće diode

*Petar Dobrić, prof.*

(D1 i D2) ne svjetle. Uključivanjem izmjeničnog prekidača (P2) u drugom strujnom krugu svjetli zelena svjetleća dioda (D2), a crvena (D1) je isključena.

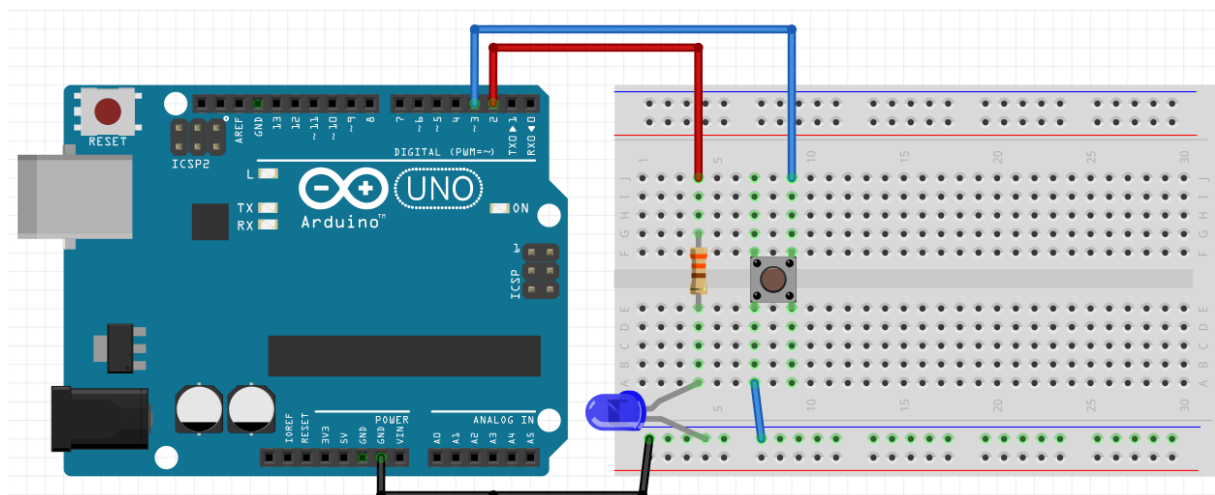
*Tablica istine\_H\_spoj*

PREKIDAČI		ELEKTROMOTOR	SVJETLEĆE DIODE	
P1	P2	M	LED1	LED2
0	0	STOP	0	0
1	0	CCW	0	1
1	1	STOP	0	0
0	1	CW	1	0

*Napomena:* Svjetleće diode (D1 i D2) su usporedno povezane i suprotno pozicionirane.

## 2.Izrada modela uporabom mikrokontrolerskog sučelja (ArduinoUno) – **Automatizirano upravljanje**

*Zadatak\_1:* Konstruiraj automatizirani model rasvjete kojim programski upravljamo mikrokontrolerom. Prema montažnoj shemi na mikrokontroler spojite jedno tipkalo i jednu svjetleću diodu koji su smješteni na eksperimentalnoj pločici. Napišite program koji će pritiskom tipkala promijeniti zatečeno stanje svjetleće diode: a) kada je dioda isključena i pritisnemo tipkalo, svjetleća dioda (LED) će svjetliti, b) kada je dioda uključena i pritisnemo tipkalo, svjetleća dioda (LED) neće svjetliti.



**Slika23\_Arduino\_Prekidač\_LED\_sastavni\_crtež**

Materijal, oprema i pribor: mikrokontrolersko sučelje (ArduinoUno), napajanje mikrokontrolerskog sučelja, računalo s programom, eksperimentalna pločica, tipkalo, svjetleća dioda (LED), otpornik (  $R=470 \Omega$  ) i spojni vodiči.

```

int led = 2;
int tipkalo = 3;
int stanje = LOW;

void setup() {
  pinMode(led, OUTPUT);
  pinMode(tipkalo, INPUT_PULLUP);
  digitalWrite(led, LOW);
}

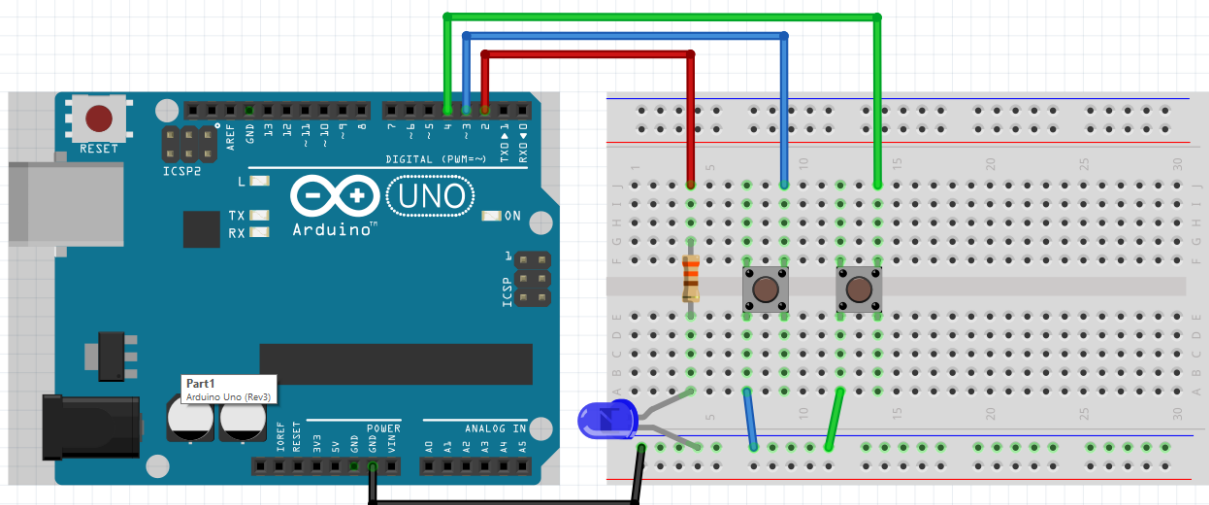
void loop() {
  if(digitalRead(tipkalo)==LOW){
    if(stanje==LOW){
      stanje=HIGH;
    } else {
      stanje=LOW;
    }
    digitalWrite(led, stanje);
  }
}

```

### Slika24\_P\_Tipkalo\_LED

Definiranje spojenih elemenata na početku programa osigurava komunikaciju između mikrokontrolera i elektroničkih elemenata. Postavljanje i definiranje spojenih elemenata u dijelu programa *void setup()* osiguravamo naredbama koje se izvode samo jednom na početku. U dijelu programa *void loop()* naredbe se neprekidno izvršavaju ako je mikrokontroler spojen na napajanje.

*Zadatak\_2:* Konstruiraj automatizirani model stubišne rasvjete kojim programski upravljamo mikrokontrolerom. Prema montažnoj shemi na mikrokontroler spojite dva tipkala i jednu svjetleću diodu koji su smješteni na eksperimentalnoj pločici. Napišite program koji će pritiskom bilo kojeg tipkala uključiti svjetleću diodu koja svijetli ako je pritisnuto bilo koje od dva tipkala. Kada su oba tipkala otpuštena svetleća dioda ne svijetli.



### Slika25\_Arduino\_2Prekidač\_LED\_sastavni\_crtež

Materijal, oprema i pribor: mikrokontrolersko sučelje (ArduinoUno), napajanje mikrokontrolerskog sučelja, računalo s programom, eksperimentalna pločica, dva tipkala, svjetleća dioda (LED), otpornik ( $R=470 \Omega$ ) i spojni vodiči.

```

int led = 2;
int t1 = 3;
int t2 = 4;

void setup() {
  pinMode(led, OUTPUT);
  pinMode(t1, INPUT_PULLUP);
  pinMode(t2, INPUT_PULLUP);
  digitalWrite(led, LOW);
}

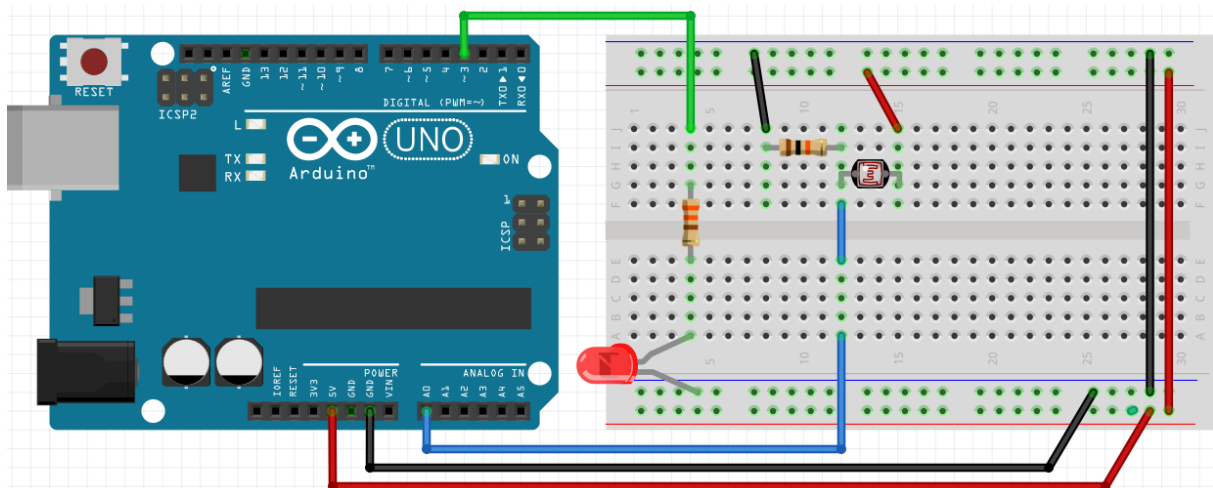
void loop() {
  if(digitalRead(t1)==LOW || digitalRead(t2)==LOW){

    digitalWrite(led, HIGH);
  } else {
    digitalWrite(led, LOW);
  }
}

```

### Slika26\_P\_2Tipkalo\_LED

*Zadatak\_3:* Konstruiraj automatizirani model javne rasvjete kojim programski upravljamo mikrokontrolerom. Pomoću montažne sheme na analogni izvod mikrokontrolera spoji fotootpornik, otpornik (  $R=10\text{ K}\Omega$  ) i svjetleću diodu. Izradite program koji uključuje i isključuje svjetleću diodu u ovisnosti o izmjerenoj količini svjetlosti. Kada fotootpornik ne detektira dovoljnu količinu svjetlosti (noć), svjetleća dioda svijetli. Ako je fotootpornik osvijetljen (dan), svjetleća dioda ne svijetli.



### Slika27\_Arduino\_Fotootpornik\_LED\_sastavni\_crtež

Materijal, oprema i pribor: mikrokontrolersko sučelje (ArduinoUno), napajanje mikrokontrolerskog sučelja, računalo s programom, eksperimentalna pločica, fotootpornik, svjetleća dioda (LED), otpornici (  $R=470\ \Omega$  i  $R=10\text{ K}\Omega$  ) i spojni vodiči.

```

int led = 3;
int foto = A0;
int ocitanjefoto;

void setup() {
  pinMode(led, OUTPUT);
  digitalWrite(led, LOW);
  Serial.begin(9600);
}

void loop() {
  ocitanjefoto=analogRead(foto);
  Serial.println(ocitanjefoto);

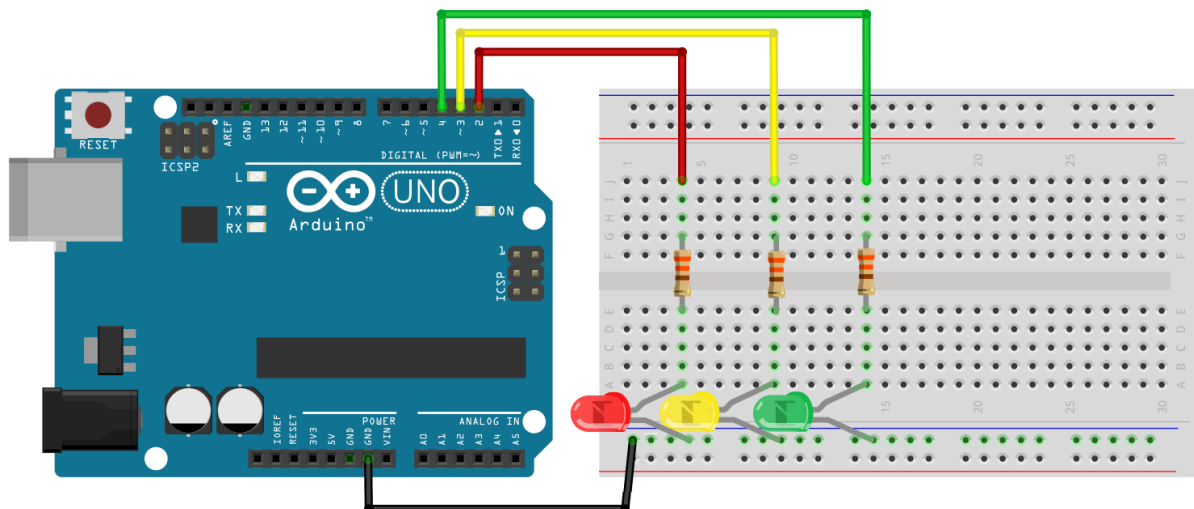
  if (ocitanjefoto<300){
    digitalWrite(led, HIGH);
  } else {
    digitalWrite(led, LOW);
  }
  delay(50);
}

```

### Slika28\_P\_Foto\_LED

*Napomena:* očitavanje fotootpornika osigurava naredba *Serial.println(ocitanjefoto);* koja se izvršava i šalje na zaslon programa serijskom vezom iz mikrokontrolera na koji je spojen fotootpornik analogno.

*Zadatak\_4:* Konstruiraj automatizirani model semafora kojim programski upravljamo mikrokontrolerom. Prema montažnoj shemi na mikrokontroler spojite tri svjetleće diode: crvenu, žutu i zelenu smještene na eksperimentalnoj pločici. Napišite program koji će diode uključivati i isključivati istim redoslijedom. Pokretanjem programa uključeno je crveno svjetlo i ono svijetli četiri sekunde. Nakon četiri sekunde crveno i žuto svjetlo svijetle zajedno jednu sekundu. Nakon jedne sekunde svijetli samo zeleno svjetlo četiri sekunde. Nakon četiri sekunde svijetli žuto svjetlo jednu sekundu. Proces uključivanja i isključivanja se ponavlja neprekidno.



Slika29\_Arduino\_Semafor\_sastavni\_crtež



Materijal, oprema i pribor: mikrokontrolersko sučelje (ArduinoUno), napajanje mikrokontrolerskog sučelja, računalo s programom, eksperimentalna pločica, tri svjetleće diode (LED), tri otpornika (  $R=470 \Omega$  ) i spojni vodiči.

```
int ledCrvena = 2;
int ledZuta = 3;
int ledZelena = 4;

void setup() {
  pinMode(ledCrvena, OUTPUT);
  pinMode(ledZuta, OUTPUT);
  pinMode(ledZelena, OUTPUT);
  digitalWrite(ledCrvena, LOW);
  digitalWrite(ledZuta, LOW);
  digitalWrite(ledZelena, LOW);
}

void loop() {
  digitalWrite(ledCrvena, HIGH);
  delay(4000);

  digitalWrite(ledZuta, HIGH);
  delay(1000);

  digitalWrite(ledCrvena, LOW);
  digitalWrite(ledZuta, LOW);

  digitalWrite(ledZelena, HIGH);
  delay(4000);
  digitalWrite(ledZelena, LOW);

  digitalWrite(ledZuta, HIGH);
  delay(1000);
  digitalWrite(ledZuta, LOW);
}
```

### Slika30\_P\_Semafor

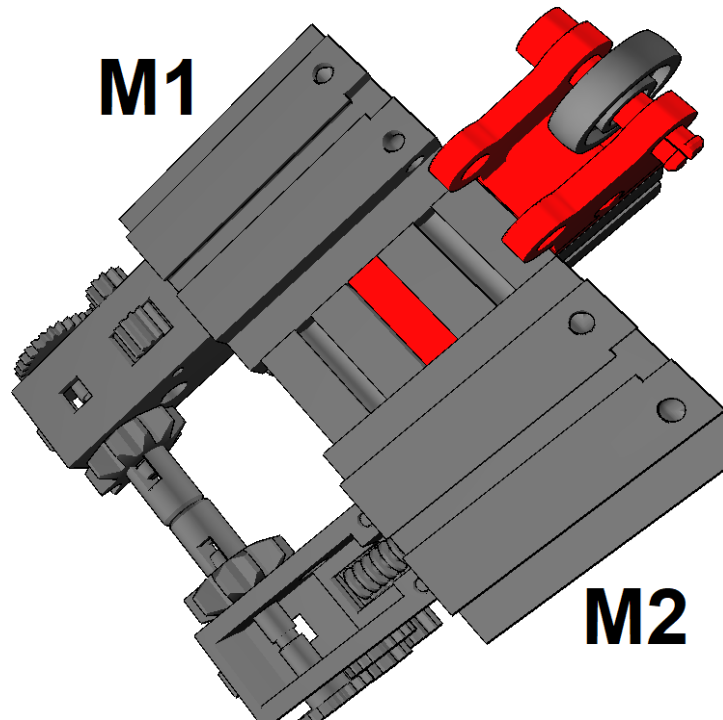
3. Izrada robotičke konstrukcije, povezivanje elemenata i pokretanje modela **robotskog vozila** autonomno pomoću međusklopa, senzora za detektiranje crte, elektromotora i lampice

Planiranje, izrada i sastavljanje konstrukcije modela robotskog vozila izvršava se u fazama. Senzor za detektiranje crne crte na bijeloj podlozi (IR senzor) očitava podlogu i ovisno o očitavanju uključuje elektromotore koji pokreću model robotskog vozila.

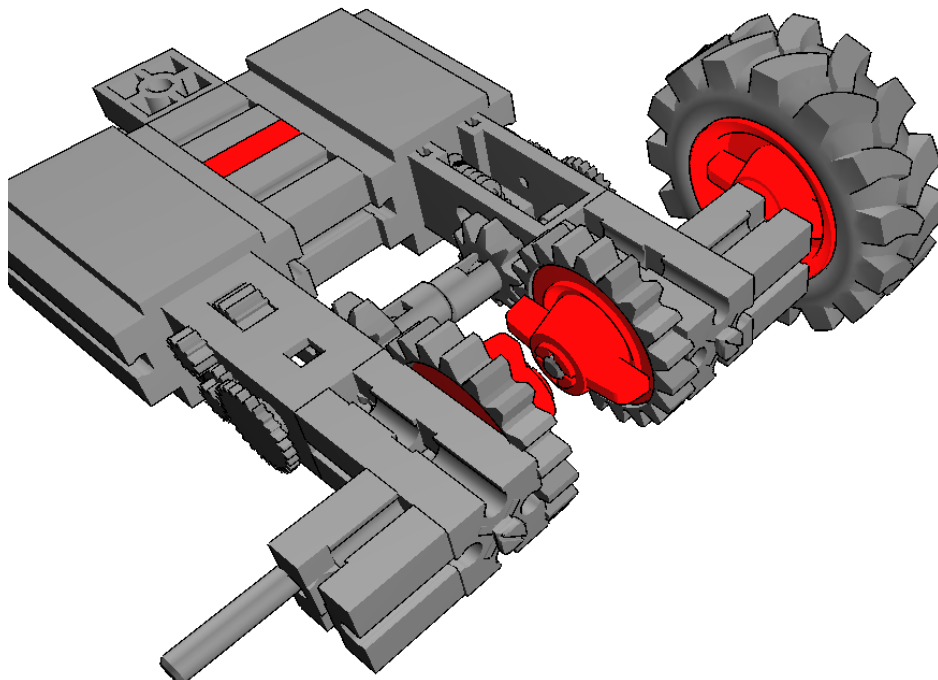
### Robotsko vozilo kontrolirano upravljačem i autonomno

*Zadatak\_1:* Konstruiraj model robotskog vozila na koje je postavljen senzor za detektiranje crne crte (IR - infracrveni). Elektromotori (M1 i M2) pokreću vozilo prema naprijed (cw) prateći crnu crtu zalijepljenu na bijelu podlogu. Robotsko vozilo se kontinuirano kreće po kružnoj stazi poligona prateći crnu crtu.

Umetanje i pozicioniranje pogonskog mehanizma (elektromotora) određeno je odabirom elemenata konstrukcije koji osiguravaju stabilnost i postojanost konstrukcije. Pogonski elementi su spojeni u kompaktnu cjelinu sa trećim kotačem koji ima ulogu zadržavanja stabilnosti zadnjeg dijela robotskoj vozila tijekom skretanja.

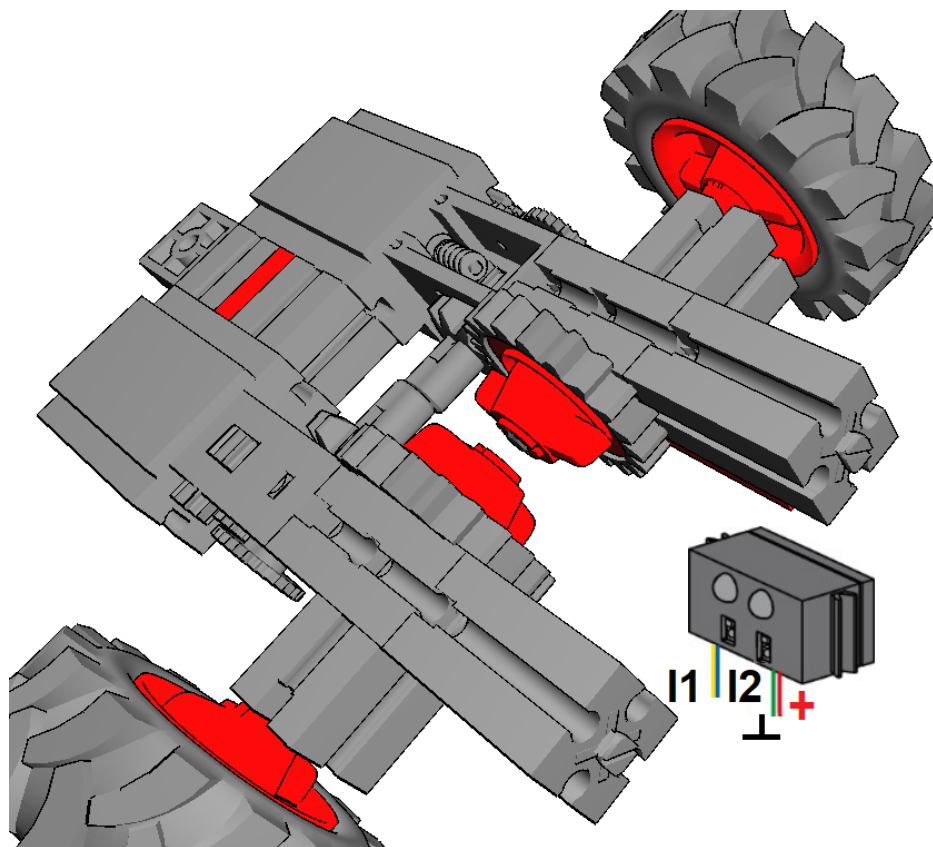


Slika31\_RV1

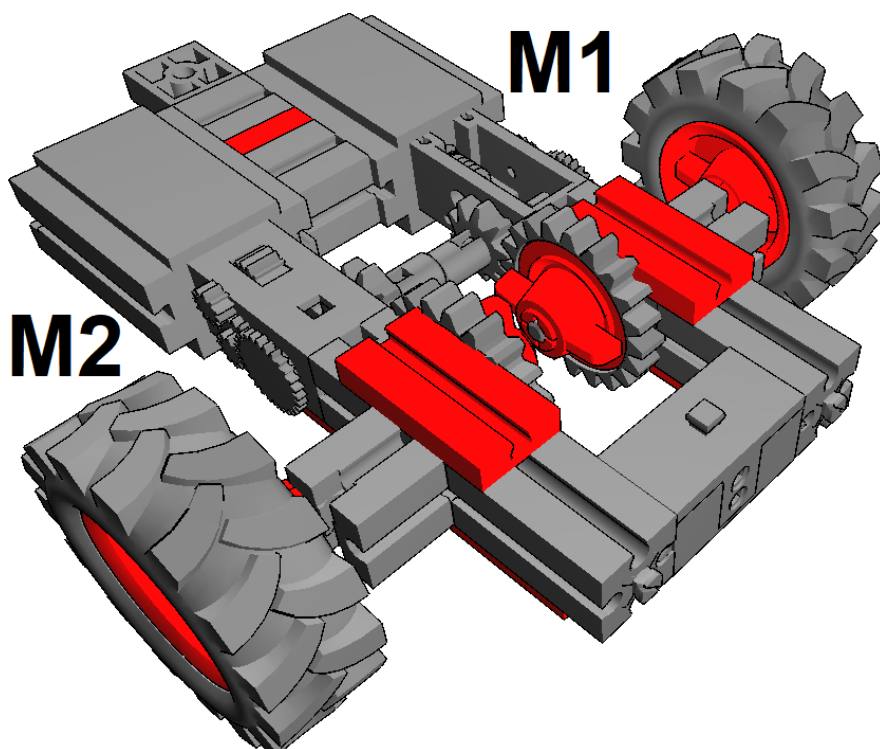


Slika32\_RV2

Dva elektromotora (M1 i M2) osiguravaju neovisno pokretanje i potpunu kontrolu pri upravljanju robotskim vozilom. Ovime je osigurana stabilnost i mogućnost vožnje u svim smjerovima. Treći kotač umetnut je u građevni crni blok koji ima dva provrta (manji i veći). Treći kotač rotira oko svoje osi promjenom smjera robotskog vozila.



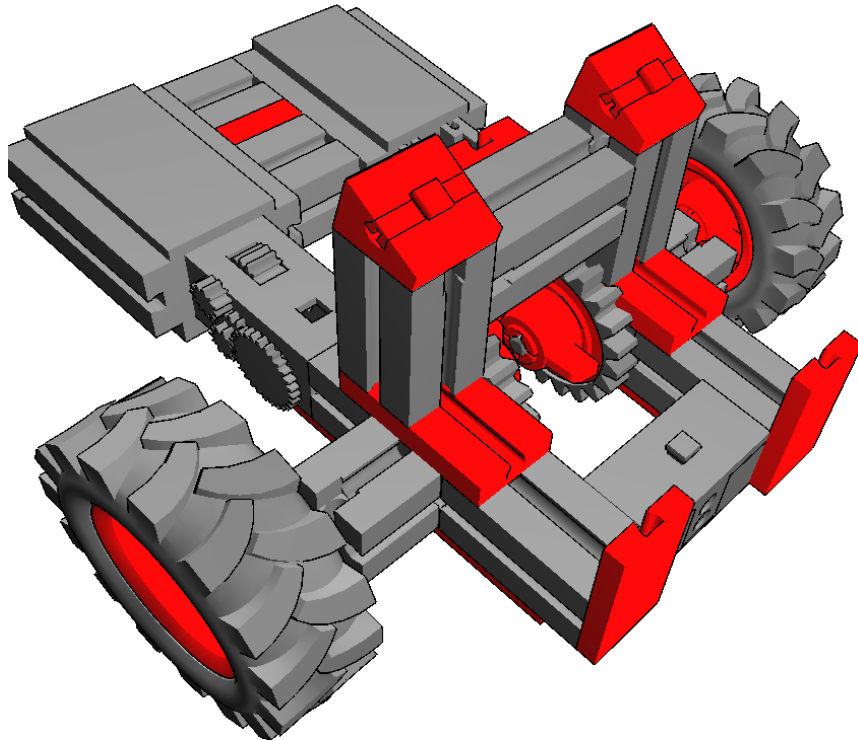
Slika33\_RV3



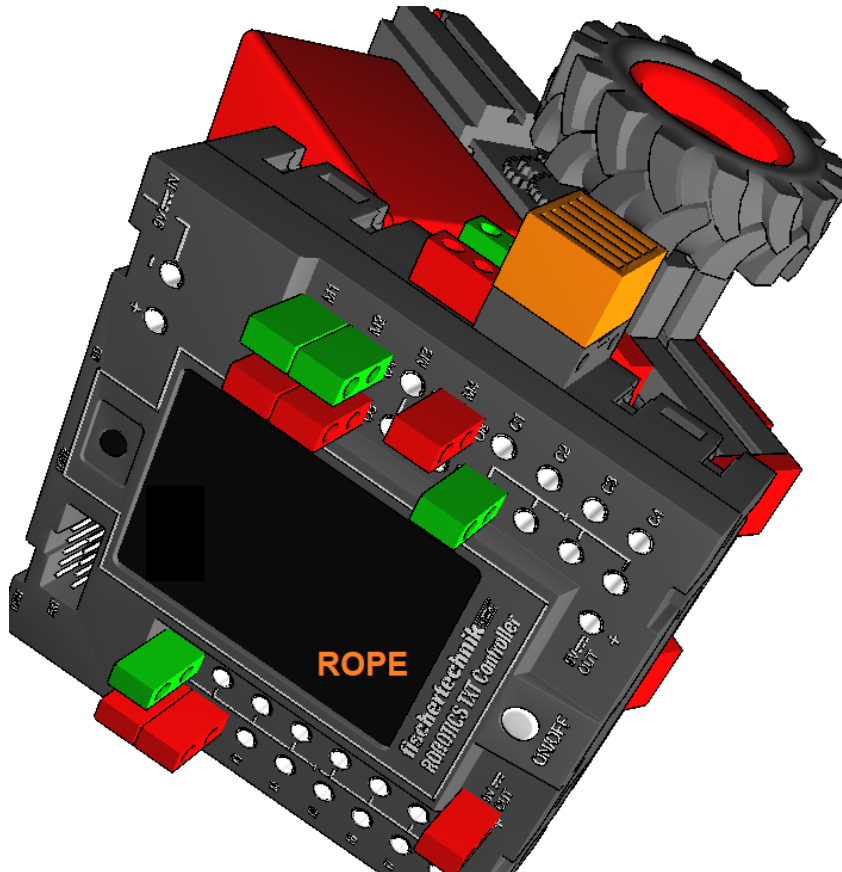
Slika34\_RV4

Prijenos kružnog gibanja iz elektromotora na prijenosni mehanizam zupčanika potrebno je omogućiti čvrstom spojem elektromotora s prijenosnim mehanizmom. *Napomena:* Vrtanja elektromotora je onemogućena dok ga ne spojimo na sučelje s izvorom napajanja (baterija).

Čvrsta simetrična konstrukcija robotskog vozila osigurava umetanje senzora za detektiranje crte između velikih crnih građevnih blokova. Visina položaja senzora je definirana visinom modela vozila (kotači). Dodatnu stabilnost osigurava veliki crveni spojni elementi postavljeni s donje strane robotskog vozila.



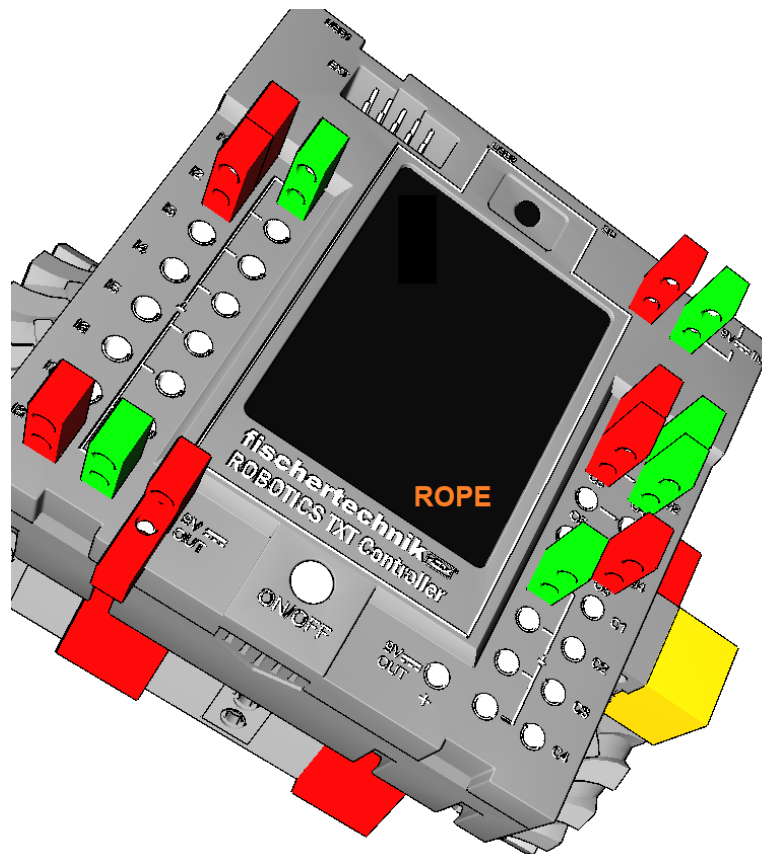
Slika35\_RV5



Slika36\_RV6

Cjelovitost konstrukcije je dodatno osigurana grupiranjem građevnih blokova crvenim spojnim elementom umetnutim sa stražnje strane elektromotora i trećeg kotača na robotskom vozilu. U sredini je ugrađen nosač koji sadrži tri velika crna građevna elementa međusobno spojena u cjelinu. U sredini gornjeg elementa umetnut je mali crveni građevni element na kojem se nalazi izvor napajanja (baterija). *Napomena:* Pozicija baterije osigurava brzu i jednostavnu zamjenu.

Na nosač baterije učvršćen je međusklop koji upravlja električnim elementima i sensorima robotskog vozila. Kutni elementi (30°) s malim spojnicama umetnuti su na vrhu nosača radi bolje stabilizacije međusklopa. Pomicanje međusklopa tijekom vožnje je onemogućeno postavljanjem velikih spojnih crvenih elemenata na prednji nosač konstrukcije robotskog vozila.



Slika37\_TXT

Povezivanje građevnih blokova i električnih elemenata (2 elektromotora, senzor za detektiranje crte i lampice) sa vodičima, TXT međusklopom i izvorom napajanja.

Spajanje elemenata sa TXT sučeljem: elektromotore spajamo na izlaze međusklopa (M1 – lijevi, M2 – desni), lampicu na izlaz (O8 i  $\perp$ , zelena), senzor za detekciju crte na ulaze (I1 i I2) i istosmjerni izlaz ( + ) koji osigurava dodatno napajanje (U=9V) za rad senzora.

IR - infracrveni senzor ima četiri vodiča. Umetnemo plavi u I1, žuto/plavi u I2., zeleni vodič spajamo u uzemljenje ( $\perp$ ) i crveni u istosmjerni izlaz ( + ) koji osigurava dodatno napajanje (U=9V) za rad senzora.

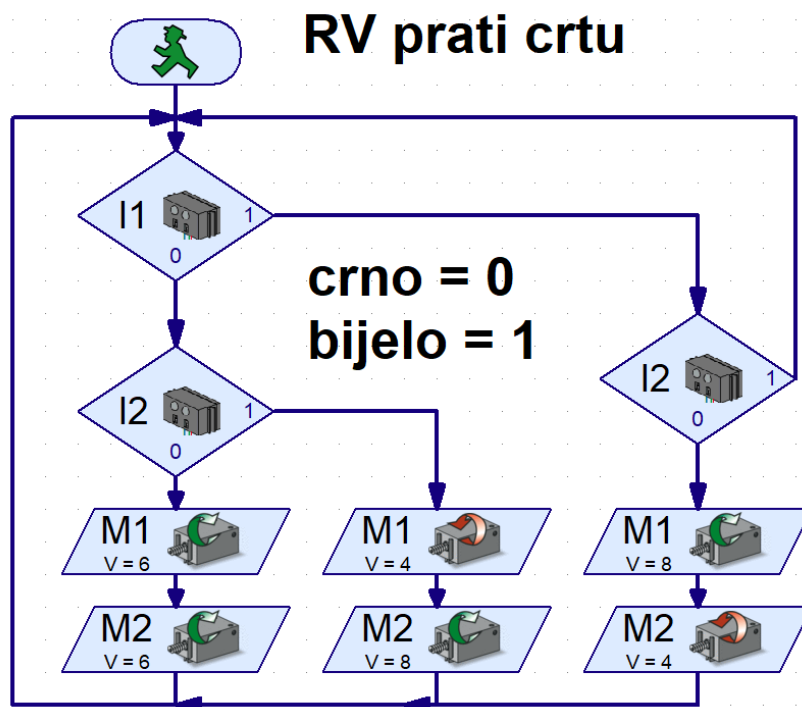
S lijeve strane međusklopa je umetnuto postolje s lampicom i zaštitnom kapičom narančaste boje.

Pozicija međusklopa i baterije osigurava stabilnost robota jer je baterija polegnuta na elektromotore i ojačane elemente konstrukcije stražnje strane robotskog vozila. Umetanjem međusklopa u središnji dio centralnog nosača omogućuje jednaku udaljenost električnih elemenata tijekom postavljanja vodiča na robotsko vozilo.

Urednost vodiča i čvrstoća spojnice uz olakšava povezivanje električnih i elektroničkih elemenata sa međusklopom.

IR (infracrveni) senzor očitava količinu IR svjetlosti koja se reflektira od površine podloge. Kada je površina bijela, količina reflektirane IR svjetlosti je velika (1). Kada senzor očita crnu crtu količina reflektirane IR svjetlosti je mala (0).

Podešavanje senzora za detekciju crte omogućava alat programa RoboPro koji istovremeno pomaže u provjeri ispravnosti ostalih spojenih električnih elemenata.

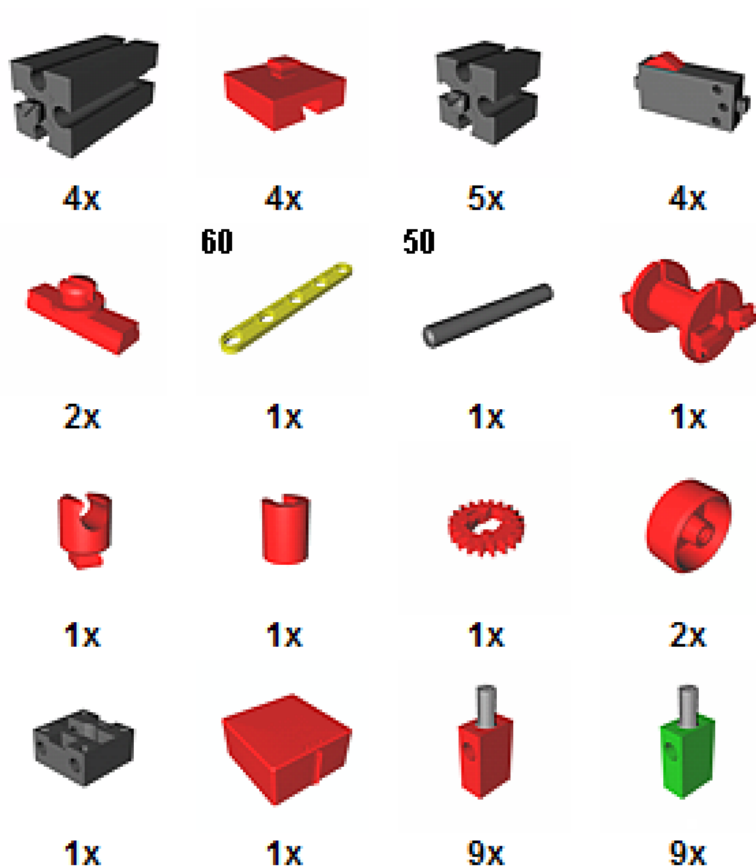


Slika38\_RV\_cрта

Program pokreće model robota koji prati crnu crtu na bijeloj podlozi i ovisno o detekciji IR senzora upravlja radom vozila. IR senzor detektira količinu reflektirane svjetlosti od podloge i kada je razina velika ( $I1, I2 = 0$ ) vozilo se kreće naprijed ( $M1$  i  $M2 = cw$ ). Nailaskom na crnu podlogu, IR senzor detektira manju količinu reflektirane svjetlosti i vozilo zadržava kretanje po crti promjenom smjera vrtnje jednog motora ( $M1$  ili  $M2 = ccw$ ) ovisno o skretanju sa crte (lijevo ili desno).

Tablica istine ulaznih/ izlaznih elemenata

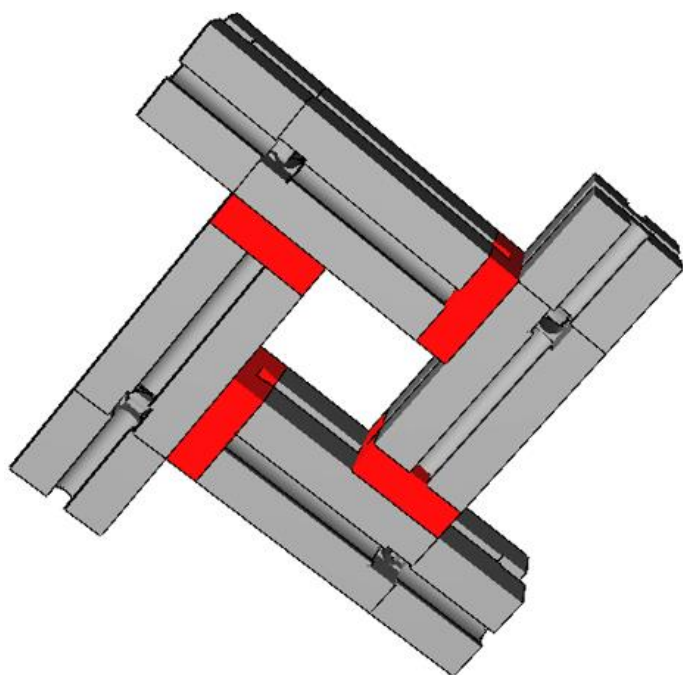
IR_senzor		MOTORI	
I1(lijevi)	I2(desni)	M1(lijevi)	M2(desni)
0(crno)	0(crno)	cw(naprijed)	cw(naprijed)
0(crno)	1(bijelo)	ccw(natrag)	cw(naprijed)
1(bijelo)	0(crno)	cw(naprijed)	ccw(natrag)



Slika39\_FT\_elementi\_Upravljač

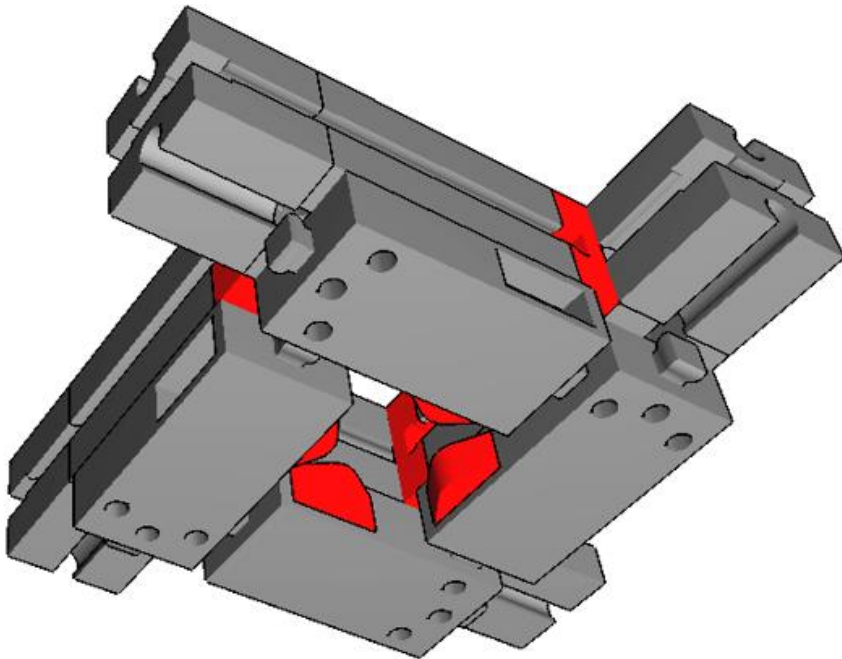
Popis zadanih konstrukcijskih elemenata omogućava jednostavan odabir gradivnih blokova i električnih.

*Zadatak\_2:* Konstruiraj upravljački mehanizam za ručno upravljanje robotskog vozila. Četiri izmjenična tipkala su spojena dugačkim vodičima (1,5m) na sučelje smješteno na konstrukciji robotskog vozila kojeg pokreću dva elektromotora. Izradi program kojim ručno upravljaš robotskim vozilom.

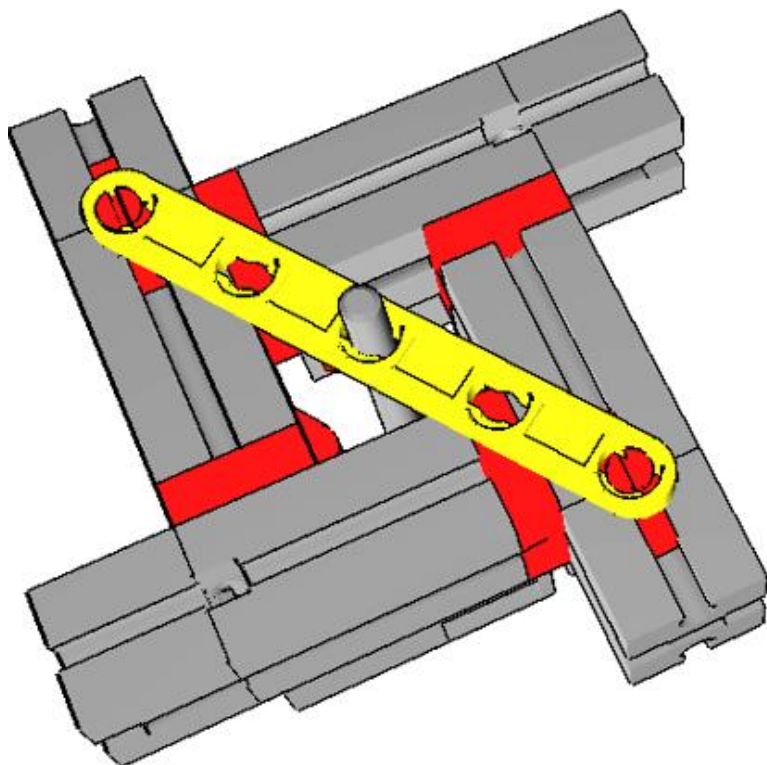


Slika40\_Upravljač1

Gradivni elementi omogućuju izradu nosača konstrukcije upravljačkog mehanizma. Izmjenična tipkala postavljamo u četverokut polegnuto i okrenut prema unutra. Okrenemo konstrukciju, umetnemo dva spojna elementa, te ih povežemo sa držačem osovine.



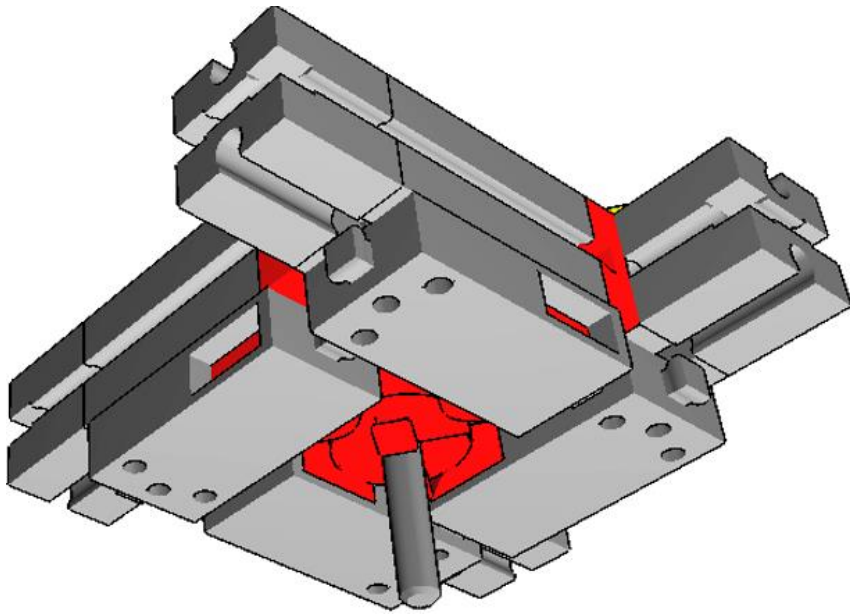
Slika41\_Upravljač2



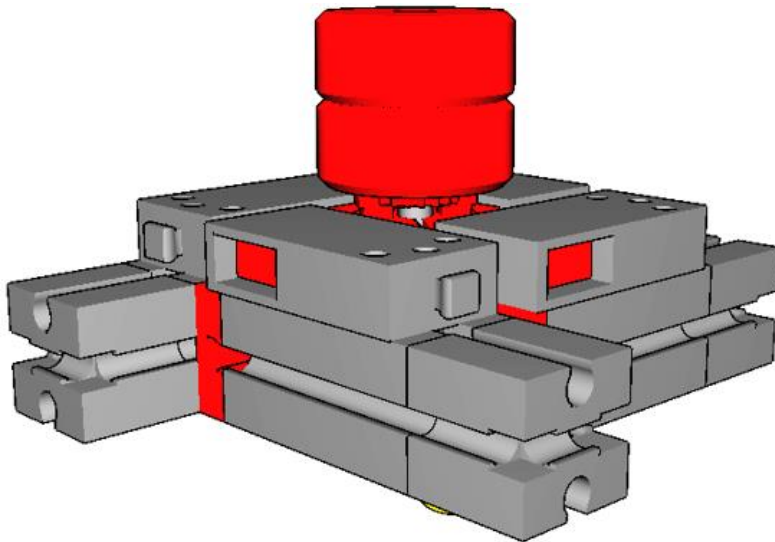
Slika42\_ Upravljač3

Osovina je smještena u središtu konstrukcije upravljačkog sklopa i element omogućava pritisak na svako izmjenično tipkalo. Na vrh postavljamo dva valjka umetnuta na osovinu radi povećanja površine hvatišta. Okrenemo i umetnemo krajnji element koji onemogućava kretanje osovine.

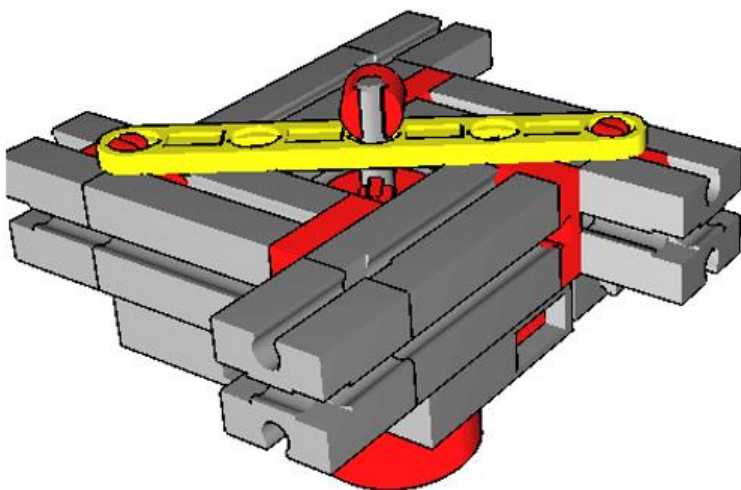




Slika43\_Upravljač4

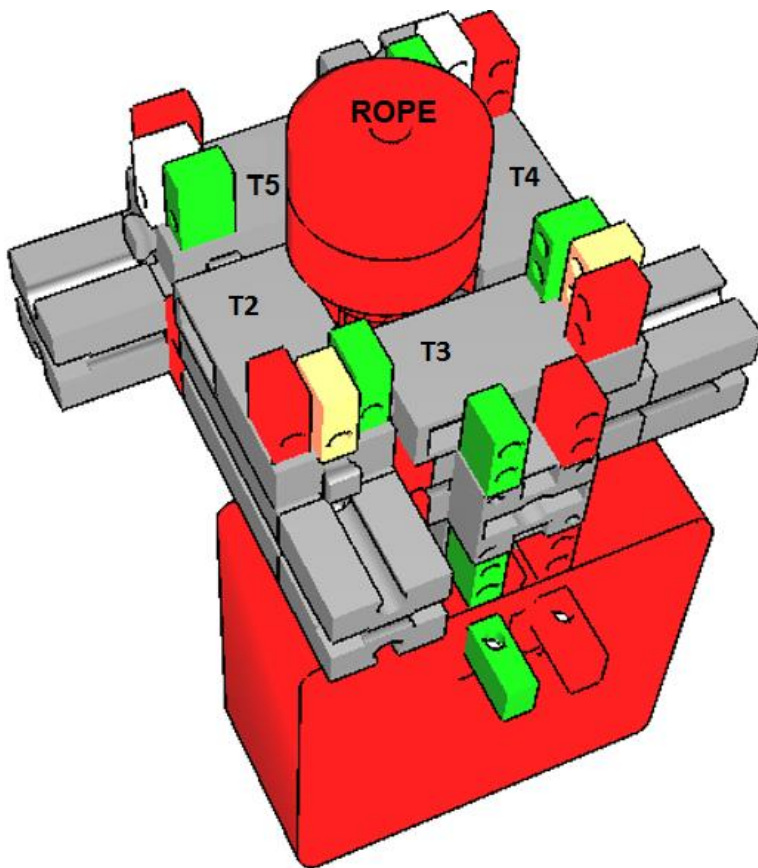


Slika44\_Upravljač5



Slika45\_Upravljač6

Vodiči spajamo na izmjenična tipkala pazeći na boje: zelena spojnica je minus ( - ) pol napajanja, a crvena plus ( + ) pol napajanja. Unutrašnja strana svih izvoda(3) izmjeničnih tipkala spaja se na minus pol napajanja(baterije) a vanjski izvodi(2) na plus.



Slika46\_Upravljač7

Srednji izvodi(1) tipkala spajaju se na elektromotore robotskih kolica: dva lijeva tipkala(T1, T2) na lijevi elektromotor(EM1), a dva desna tipkala(T3, T4) na desni elektromotor(EM2).

Princip rada:

- pritisakom na tipkala (T1 i T4) istovremeno, robot se kreće naprijed
- pritisakom na tipkala (T2 i T3) istovremeno, robot se kreće unatrag
- skretanje u lijevo, pritisak na tipkalo (T4 ili T2)
- skretanje u desno, pritisak na tipkalo (T1 ili T3)

*Napomena:* Smjer vrtnje elektromotora provjeravamo na početku spajanja upravljačkog sklopa sa robotskim kolicima.

*Izazov\_1:* Prilagodi konstrukciju i napiši program kojim robotsko vozilo nakon ručnog upravljanja autonomno prati crtu.