

Robokup 2025. – 18. kup Hrvatske zajednice tehničke kulture u robotici

Robokup je ekipno natjecanje u robotici koje organizira Hrvatska zajednica tehničke kulture (HZTK) s ciljem poticanja interesa učenika osnovnih škola za robotiku, tehniku kulturu i STEM područja. Ovo natjecanje okuplja mlade zaljubljenike u robotiku iz cijele Hrvatske te im pruža priliku da pokažu svoje znanje, vještine i kreativnost u rješavanju različitih tehničkih izazova i programskih zadataka.

Robokup je namijenjen učenicima osnovnih škola, a pravo sudjelovanja imaju timovi koje čine tri učenika i mentor. Natjecanje je ekipno, čime se naglašava važnost timskog rada, suradnje i tolerancije. Pripreme za natjecanje provode se kroz cjelogodišnje aktivnosti školskih klubova mladih tehničara (KMT) u kojima se usvajaju znanja i vještine iz robotike, automatike, elektronike, elektrotehnike i informatike (programiranja). U timovima su često polaznici i učenici iz udruga tehničke kulture koje provode radionice iz robotike, automatike i programiranja.

Ciljevi natjecanja:

Popularizacija programa tehničke kulture i promicanje STEM obrazovanja među osnovnoškolcima. Poticanje aktivnosti poticanjem razvoja logičkog razmišljanja, timskog rada i inovativnosti. Praktična primjena stečenih znanja i vještina kroz rad na robotskim sustavima. Povezivanje i socijalizacija učenika, mentora i škola u promicanju zajedničkog učenja. Poticanje istraživačkih aktivnosti iz suvremenih grana tehnike i područja robotike.

Natjecanja se provode na školskoj, županijskoj i državnoj razini s timovima po tri učenika. Županijsko natjecanje odvija se po županijama u tročlanim timovima koji zajednički rješavaju problemske zadatke iz područja elektronike, automatike i robotike. Timski rad i suradnja potiču kontinuiranu međusobnu aktivnost pri rješavanju problemskih zadataka i izazova. Učenici različitih dobnih skupina zajednički sustavno analiziraju problemske izazove donoseći odluke rješavajući složene zadatke iz različitih tehničkih područja tehnike: elektronike, automatike i robotike.

U prvom izazovu timovi rješavaju zadatke sa strujnim krugovima koje projektiraju na eksperimentalnoj pločici i crtaju elektroničke sheme spajanja. Izazov se sastoji od spajanja jednostavnih elektroničkih elemenata s vodičima i izvorom napajanja.

Slika1. Eksperimentalna pločica

Eksperimentalna pločica omogućava provjeru funkcionalnosti elektroničkih sklopova izradom i sastavljanjem strujnih krugova pomoću pasivnih elektroničkih elemenata. Spojni vodovi na eksperimentalnoj pločici osiguravaju protok električne energije kroz električne spojnice koje povezujemo na spojnice elektroničkih elemenata prema zadanoj shemi spajanja.

1. Izrada i spajanje strujnih krugova uporabom sheme

Upravljanje trošilima (svjetleće diode, LED) s izmjeničnim prekidačima

Slika 2. Svjetleća dioda

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

Slika 3. Izmjenični prekidač_ON_OFF

Izmjenični prekidač ima tri izvoda: jedan zajednički i dva koja koristimo za spajanje s izvorom napajanja ili za izmjenu protoka struje u strujniom krugu. Izmjenični prekidač ima funkciju da u strujnom krugu izmjenom položaja mijenja protok električne energije. Srednji izvod spajamo na negativan pol baterije i ulaz katode (–) svjetleće diode. Drugi ulaz svjetleće diode je anoda (+) koju spajamo na pozitivan pol baterije. Potrošači (LED) su povezani vodičima kojima prolazi električna energija kada su spojeni s izvorom napajanja (baterija). Upravljanje smjerom elek-

trične energije u strujnom krugu osiguravaju izmjenični prekidači.

Slika 4. Strujni_krug_ON_OFF_shema

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: Princip spajanja elemenata strujnog kruga je određen pravilima:

- izvor napajanja i vodiče serijski povezujemo s elektroničkim elementima
- usporedno povezujemo ostale elektroničke elemente
- strujni krug uključimo s izvorom istosmjernog električnog napona (baterija, U = 3 V).

Napomena: Nakon provjere funkcionalnosti elektroničkog sklopa, strujni krug obavezno isključimo s izvora napajanja.

Elektronički (logički) sklopovi

Elektronički uređaji građeni su od elektroničkih logičkih sklopova koji rade na principu binarne logike. 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 strujnog kruga i tablicom istine.

Strujni krug s izmjeničnim prekidačem prikazuje logički sklop NE (NOT), strujni krug sa serijski spojenim prekidačima prikazuje logički sklop I (AND), a strujni krug s usporedno spojenim prekidačima prikazuje logički sklop ILI (OR).

Izmjenični prekidač – logički sklop NE (NOT)

Izmjenični prekidač je u položaju kada nije pomaknut. 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.

Slika 5. NOT_shema

Slika 6. NOT_sastavni_crtež

Tablica istine: logički sklop NE

P	LED
0	1
1	0

Tablica istine prikazuje ovisnost ulaznih (P) i izlaznih (LED) elemenata. 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. Elementi koje treba upotrijebiti su izmjenični prekidač, LED, baterija (U = 3 V) 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.

Slika 7. OR_shema1

Slika 8. OR_shema2

Slika 9. 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.

Tablica 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: 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. Elementi koje treba upotrijebiti su izmjenični prekidači (2 kom.), LED i baterija (U = 3 V) s 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.

Slika 10. AND_sheme

Slika 11. AND_sastavni_crtež

U serijskom spoju elektronički elementi spajaju se u nizu jedan za drugim tako da kroz komponente protječe jednaka jakost struje.

Tablica istine: logički sklop I

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

Tablica istine prikazuje 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 eksperimentalnu pločicu u strujni krug koji prikazuje rad logičkog sklopa I. Elektronički elementi su izmjenični prekidači (2 kom.), svjetleća dioda (LED) i baterija (U = 3 V) s vodičima.

Zadatak_4. Prema zadanoj shemi spojite elektroničke elemente na eksperimentalnu pločicu u strujni krug koji prikazuje rad izmjeničnog prekidača (P) i dvije LED (D1 i D2). Elementi koje treba upotrijebiti su izmjenični prekidač, LED (2 kom.), i baterija (U = 3 V) s vodičima.

Slika 12. Izmjenični_prekidač_2LED_sheme

Slika 13. 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 (LED2) i vraćanjem u početni položaj zatvara se prvi strujni krug i svijetli žuta (LED1). Izmjenični prekidač upravlja (uključuje/isključuje) dva strujna kruga.

Tablica istine: izmjenični prekidač

P	LED1	LED2
0	1	0
1	0	1

Zadatak_5. Prema zadanoj shemi spojite elektroničke elemente u seriju na eksperimentalnu pločicu u strujni krug. Elementi koje treba upotrijebiti su izmjenični prekidač, LED (2 kom.) i baterija (U = 3 V) s vodičima.

Slika 14. Izmjenični_prekidač_2LED_serijski_sheme

Slika 15. 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 (LED1, LED2) jer su serijski povezane. Svjetlost dviju LED-ica je jedva primjetna zbog pada vrijednosti napona na svakoj LED-ici. Ako prekidač postavimo u početni položaj, zatvara se prvi strujni krug i LED-ice se isključe (ne svijetle).

Tablica istine: izmjenični_prekidač_2LED_serijski

P	LED1	LED2
0	0	0
1	1	1

Zadatak_6. Prema zadanoj shemi spojite elektroničke elemente usporedno na eksperimentalnu pločicu u strujni krug. Elementi koje treba upotrijebiti su izmjenični prekidač, LED (2 kom.) i baterija (U = 3 V) sa vodičima.

Slika 16. Izmjenični_prekidač_2LED_usporedni_sheme

Slika 17. Izmjenični_prekidač_2LED_usporedni_sastavni_crtež

Elektronički sklop je građen od izmjeničnog prekidača, vodiča, izvora napajanja i dvije LED-ice. Kada prebacimo prekidač (P) u prvom strujnom krugu svijetle usporedno povezane dvije (LED1, LED2). Svjetlost svjetlećih dioda je jednakog intenziteta. Kada prekidač postavimo u početni položaj svjetleće diode (LED) ne svijetle.

Sastavite strujne krugove i riješite izazove za vježbu:

Izazov_1. Nacrtaj shemu, zadane elektroničke elemente te ih serijski spoji na eksperimentalnu pločicu u strujni krug. Elementi koje treba upotrijebiti su izmjenični prekidač, LED (3 kom.) i baterija (U = 3V) s 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 eksperimentalnu pločicu spojite elektroničke elemente u elektronički sklop koji će uključivati i isključivati rasvjetu na stubištu. Pritiskom 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.

Slika 18. Strujni_krug_Stubište_shema_OFF_ON

Elektronički sklop je sastavljen od dva izmjenična 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 zatvoreni i LED svijetli. Kada prekidač (P1 ili P2) postavimo u početni položaj svjetleća dioda (LED) ne svijetli.

Slika 19. Izmjenični_prekidači2_LED_Stubište_sastavni_crtež

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. Elementi koje treba upotrijebiti su dva izmjenična prekidača, LED i baterija (U = 3V) s 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. Elementi koje treba upotrijebiti su izmjenični prekidači (2 kom.), LED (2 kom.) i baterija (U = 3V) s vodičima.

Slika 20. Strujni_krug_H_spoj_shema_OFF

Slika 21. 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 koje simuliraju njegovu vrtnju. Svjetleće diode (D1 i D2) ne svijetle kada su izmjenični prekidači (P1 i P2) isključeni. Uključivanjem izmjeničnog prekidača (P1) u prvom strujnom krugu svijetli crvena svjetleća dioda (D1). Kada uključimo izmjenični prekidač (P2) svjetleće diode (LED1 i LED2) ne svijetle. Uključivanjem izmjeničnog prekidača (P2) u drugom strujnom krugu svijetli zelena svjetleća dioda (LED2), a crvena (LED1) 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 (LED1 i LED2) su usporedno povezane.

2.Izrada modela uporabom mikrokontrolerskog sučelja (Arduino Uno) – Automatizirano upravljanje

Zadatak_1: Konstruiraj automatizirani model rasvjele 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 zateženo stanje svjetleće diode: a) kada je LED isključena i pritisnemo tipkalo, svjetleća dioda (LED) će svijetliti, b) kada je LED uključena i pritisnemo tipkalo, svjetleća dioda (LED) neće svijetliti.

Slika 22. Arduino_P_LED_sastavni_crtež

Materijal, oprema i pribor: mikrokontrolersko sučelje (Arduino Uno), napajanje mikrokontrolerskog sučelja, računalno s programom, eksperimentalna pločica, tipkalo, svjetleća dioda (LED), otpornik (R = 470 Ω) i spojni vodiči.

Slika 23. 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 rasvjele 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 svjetleća dioda ne svijetli.

Slika 24. Arduino_2P_LED_sastavni_crtež

Materijal, oprema i pribor: mikrokontrolersko sučelje (Arduino Uno), napajanje mikrokontrolerskog sučelja, računalno s programom, eksperimentalna pločica, dva tipkala, svjetleća dioda (LED), otpornik (R = 470 Ω) i spojni vodiči.

Slika 25. P_2 Tipkala_LED

Definiranje spojenih elemenata na početku programa osigurava komunikaciju između mikrokontrolera i elektro-

ničkih elemenata. Postavljanje i definiranje spojenih elemenata u dijelu programa *void setup()* osiguravamo naredbama koje se izvode samo jednom na početku. Početno stanje svjetleće diode je isključeno (LED ne svijetli). U dijelu programa *void loop()* naredbe se neprekidno izvršavaju ako je mikrokontroler spojen na napajanje. Ako je pritisnuto jedno od dva tipkala, svjetleća dioda će se uključiti. Ako ni jedno od dva tipkala nije pritisnuto LED ne svijetli.

Zadatak_3: Konstruiraj automatizirani model regulacije jačine rasvjete kojim programski upravljamo mikrokontrolerom. Prema montažnoj shemi na mikrokontroler spojite tri tipkala i jednu svjetleću diodu koji su smješteni na eksperimentalnoj pločici. Napišite program kojim upravljamo jačinom količine svjetlosti svjetleće diode pomoću tri tipkala. Pritiskom tipkala 1 jačina svjetlosti se poveća za pet, pritiskom tipkala 2 jačina svjetlost se smanji za pet. Pritiskom tipkala 3 jačina svjetlosti je nula, svjetleća dioda je isključena.

Slika 26. Arduino_3P_LED_sastavni_crtež

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

Slika 27. P_3 Tipkala_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. Početno stanje svjetleće diode je isključeno (LED ne svijetli). U dijelu programa *void loop()* naredbe se neprekidno izvršavaju ako je mikrokontroler spojen na napajanje. Program provjerava koje je tipkalo pritisnuto i ovisno u signalu na ulazu izvršava naredbu zadanu u programu.

Zadatak_4: Konstruiraj automatizirani sustav koji očitava na serijskom monitoru udaljenosti u centimetrima

Slika 28. Arduino_UZV_sastavni_crtež

Materijal, oprema i pribor: mikrokontrolersko sučelje (Arduino Uno), napajanje mikrokontrolerskog sučelja, računalo s programom, eksperimentalna pločica, UZV senzor i spojni vodiči.

Slika 29. Program_UZV

Napomena: očitavanje udaljenosti na monitoru osigurava naredba `Serial.print(„Udaljenost: “);` koja se ispisuje na zaslon programa serijskom vezom iz mikrokontrolera na koji je povezan UZV senzor.

3. Izrada robotičke konstrukcije, povezivanje elemenata i pokretanje modela robota pauka pomoću međusklopa (TXT), infracrvenog senzora (IR), LED lampica i dva elektromotora.

Planiranje dimenzija modela dinamičkog robota pauka koji se kreće pravocrtno, izrada funkcionalnog prototipa i sastavljanje konstrukcije izvršava se u koracima. Senzor za detektiranje crte (IR) očitava površinu kojom se robot pauk kreće. Senzor za detekciju crne crte očitava boju podloge i ovisno o ulaznim podatcima pokreće (uključuje) elektromotore koji pokreću robot.

Slika 30. FT_elementi

Konstrukcija modela robota pauka izrađena je s pomoću *Fischertechnik* elemenata, građevnih blokova, spojnih vodiča, električnih i elektroničkih elemenata te senzora za kontrolu kretanja po podlozi (IR). Izrada konstrukcije modela robota predstavlja izazov za inženjere zadužene za sastavljanje konstrukcije i elektrotehničare koji povezuju elektromotore i ostale senzore s međusklopom koji upravlja robotom pomoću programa.

Popis konstrukcijskih elemenata olakšava odabir gradivnih blokova, spojnih i električnih elemenata sa senzori

koji pokreću autonomni robotski model pomoću prijenosnog mehanizma s elektromotorom.

Pokretanje robota pauka:

- daljinski upravljano pomoću upravljačkog sklopa s vodičima ili bez vodiča,
- autonomno pomoću međusklopa programiranjem IR senzora i elektromotora.

Robot pauk detektira površinu podloge (crnu crtu) kojom se giba

Zadatak_1: Konstruiraj model robota pauka na koji je postavljen senzor za detektiranje crne crte (IR–infracrveni). Elektromotori (M1 i M2) osiguravaju pokretanje pauka prema naprijed (cw) prateći crnu crtu zalijepljenu na bijelu podlogu. Robot pauk giba se po poligonu prateći crnu crtu.

Umetanje i pozicioniranje pogonskog mehanizma (elektromotora) određeno je odabirom elemenata konstrukcije koji osiguravaju stabilnost i postojanost konstrukcije. Pogonski elementi spojeni su u cjelinu s elektromotorom.

Slika 31. pauka

Ožičenje osigurava pokretanje i potpunu funkcionalnost robota pauka uz optimalan odabir točnog broja vodiča, dva elektromotora, četiri senzora dodira, IR senzora i međusklopa. Plan (algoritam) kretanja robota pauka, programski kod, provjerava ispravnosti senzora, elektromotora izvodi se prije završne provjere i pokretanja robota.

Dizajn automatiziranog modela robota pauka i izrada konstrukcije robotskog modela izvedena je u fazama:

- izrađivanje funkcionalne konstrukcije robota pauka
- spajanje mehanizma prijenosa s elektromotorom
- podešavanje (ir) senzora za praćenje podloge
- izrada konstrukcije upravljačkog sklopa
- spajanje senzora dodira (tipkala) vodičima s robotom paukom i izvorom napajanja (baterija, $U = 9\text{ V}$).

Robot pauk ima šest nogu i izrađen je od velikih i malih građevnih elemenata konstrukcije. Baza pauka definirana je pomoću dva elektromotora koji su povezani s dva mala crvena spojnika. Prijenosni mehanizmi umetnuti su na elektromotore koji pokreću pauka u smjeru vrtnje (naprijed i nazad).

Slika 32. paukB

Slika 33. paukC

Slika 34. paukD

Prijenosni mehanizam dodatno kontrolira i smanjuje brzinu vrtnje elektromotora i omogućuje precizno zakretanje robota pauka.

Slika 35. paukE

Slika 36. paukF

Slika 37. paukG

Umetanje i pozicioniranje pogonskog mehanizma na oba elektromotora definiramo odabirom konstrukcijskih elemenata koji osiguravaju stabilnost i pouzdan rad konstrukcije. Pogonski elementi su spojeni u cjelinu sa spojnim elementima osiguravajući stabilnosti modela robota pauka tijekom kretanja prema naprijed. Prijenos kružnog gibanja iz elektromotora na prijenosni mehanizam zupčanika potrebno je omogućiti čvrstim spojem između zupčanika elektromotora i zupčanika prijenosnog mehanizma.

Napomena: Vrtnja elektromotora osigurana je povezivanjem vodičima međusklopa s izvorom napajanja (baterija) i programom RoboPro.

Slika 38. paukH

Slika 39. paukI

Čvrsta simetrična konstrukcija između velikih crnih građevnih blokova olakšava umetanje IR senzora za detektiranje crne crte. Visina položaja senzora za praćenje crte definirana je dimenzijama konstrukcije robota pauka.

Napomena: Prije pokretanja robota obavezno provjeriti i pričvrstiti sve spojeve konstrukcije robota pauka.

Povezivanje građevnih blokova i električnih elemenata (2 elektromotora, 2 IR senzora) s vodičima, TXT međusklopom i izvorom napajanja. Spajanje elemenata s TXT sučeljem: elektromotore spajamo na izlaze međusklopa (M1, M2), četiri tipkala (I1 – I4), IR senzore na ulaze (I7 i I8). Infracrveni senzor (IR) sastoji se od četiri vodiča. Umetnemo plavi u žuto/plavi (I2), zeleni vodič spajamo u uzemljenje (–) i crveni u istosmjerni izlaz (+) koji osigurava dodatno napajanje ($U = 9\text{ V}$) za rad senzora.

Urednost i čvrstoća spojnica s vodičima olakšava povezivanje električnih elemenata s međusklopom. IR (infracrveni) senzor očitava količinu IR svjetlosti koja se reflektira od površine podloge. Podešavanje i provjeru ispravnosti senzora omogućava alat programa RoboPro.

Izrada upravljačkog sklopa, povezivanje i ručno upravljanje Ručnim upravljanjem želimo kontrolirati robota pauka koji pokreću dva elektromotora uz pomoć četiri izmjenična tipkala (I1 – I4).

Slika 40. H_spoj_shema

Slika 41. H_spoj_montažni

Postupak spajanja i način rada strujnih krugova upoznali smo u ranijim vježbama i problemskim zadacima. Vodiči se spajaju po bojama, zelena spojnica je minus (–) pol napajanja, a crvena plus (+) pol napajanja. Prednja strana svih izvoda (3) izmjeničnih tipkala spaja se na plus pol napajanja (baterije), a stražnja (2) na minus. Srednji izvodi (1) tipkala spajaju se na elektromotore: dva lijeva tipkala (T1, T2) na lijevi elektromotor (EM1), a dva desna tipkala (T3, T4) na desni elektromotor (EM2). Na konstrukciju za ručno upravljanje pričvrstimo četiri izmjenična tipkala, spojnice za uredno složene vodiče i izvor napajanja (baterija, $U = 9\text{ V}$). Izmjenična tipkala spojimo prema shemi, pri čemu moramo paziti na polaritete spajanja pojedinih izvoda izmjeničnih tipkala.

Dodavanjem dviju spojnica upravljački sklop je funkcionalan za upravljanje robotom paukom.

Princip rada je jednostavan:

- kada su pritisnuta dva vanjska tipkala (T1 i T4), pauk se kreće naprijed
- pritisnemo li dva unutarnja tipkala (T2 i T3), pauk se kreće unatrag
- skretanje u lijevu stranu–pritisni vanjsko desno tipkalo (T4)
- skretanje u desnu stranu–pritisni vanjsko lijevo tipkalo (T1).

Izazov: Izmjeni postojeću konstrukciju tako da robot pauk autonomno prati crtu. Upotrijebi međusklop, IR senzore, LED lampice i izvor napajanja, te napravi program za detekciju i praćenje crne crte na bijelom poligonu.

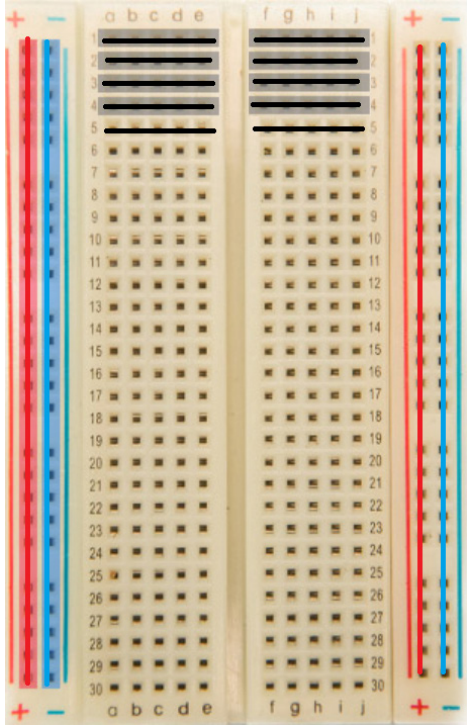
Tablica istine: ulazni/izlazni elementi

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)

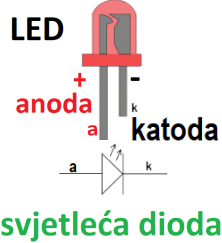
Program pokreće robota pauka koji prati crnu crtu na bijeloj podlozi i ovisno o detekciji IR senzora upravlja njegovim gibanjem. IR senzor detektira količinu reflektirane svjetlosti od podloge i kada je razina velika (I1, I2 = 0) pauk se kreće naprijed (M1 i M2 = cw). Detekcijom crne podloge, IR senzor detektira manju količinu reflektirane svjetlosti i pauk se nastavlja gibati prateći crnu crtu promjenom smjera vrtnje jednog od motora (M1 ili M2 = ccw) ovisno o detekciji položaja crte (lijevo ili desno) IR senzora.

Petar Dobrić, prof.

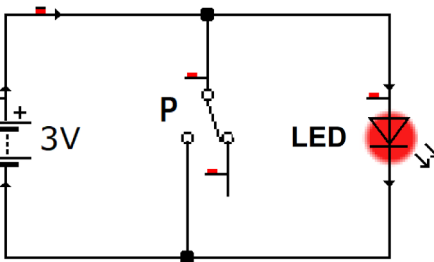
Slika 1.



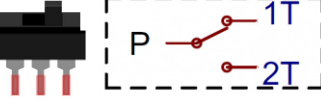
Slika 2.



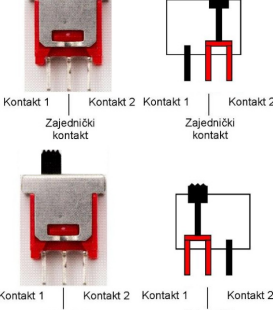
Slika 5.



IZMJENIČNI PREKIDAČ

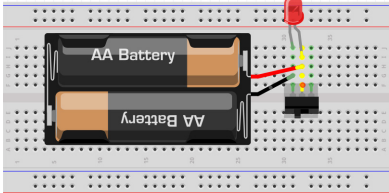


Slika 3.

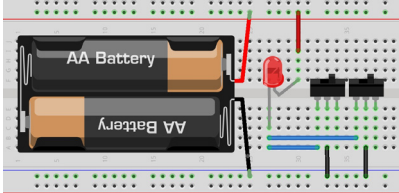


Slika 3.

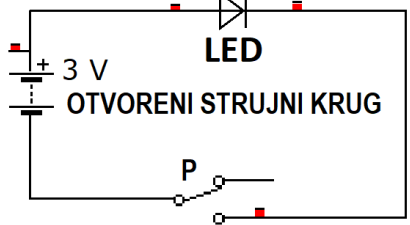
Slika 6.



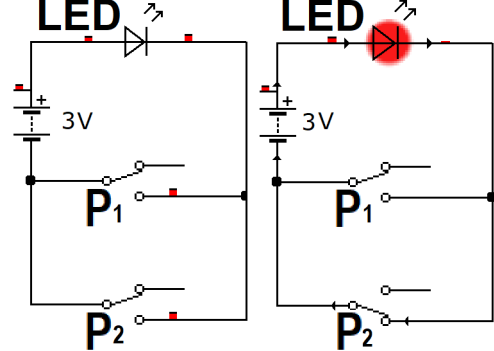
Slika 9.



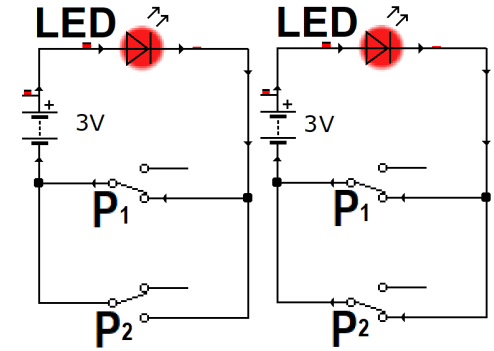
Slika 4.



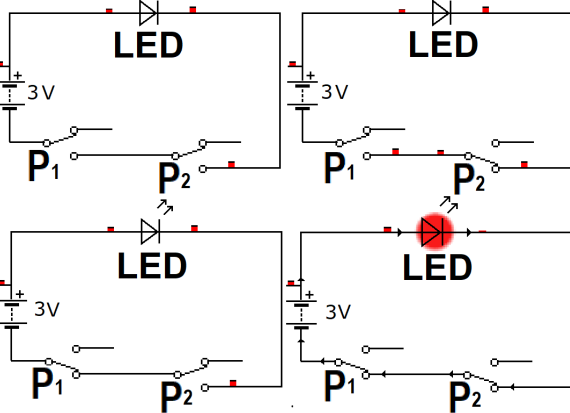
Slika 7.



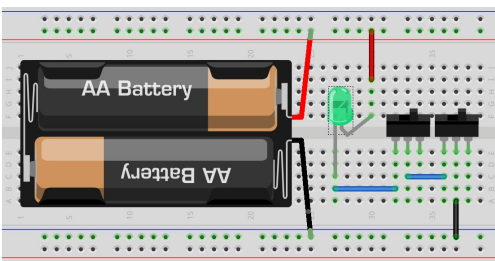
Slika 8.



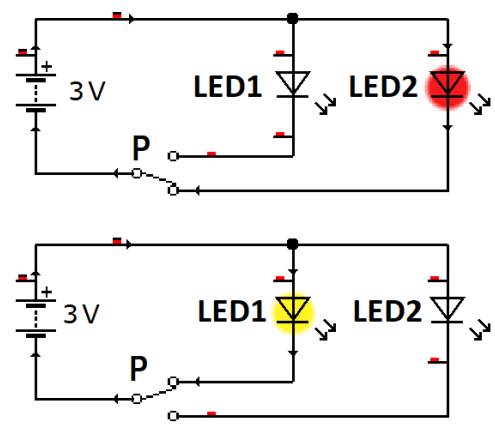
Slika 10.



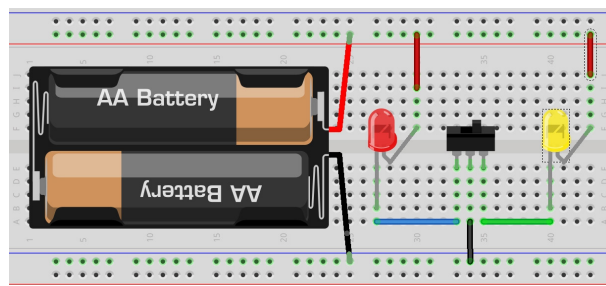
Slika 11.



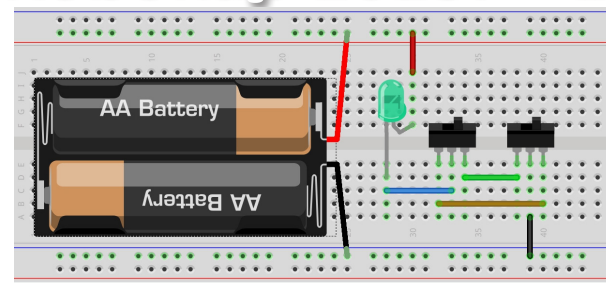
Slika 12.



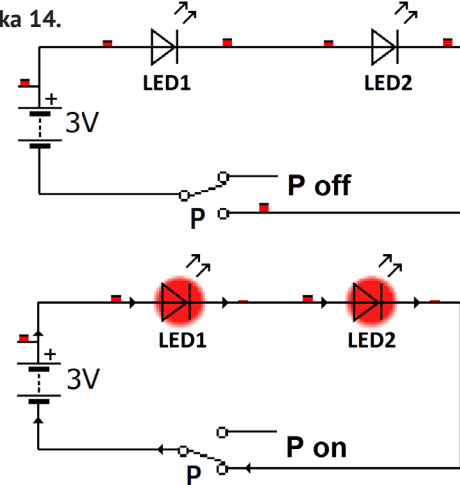
Slika 13.



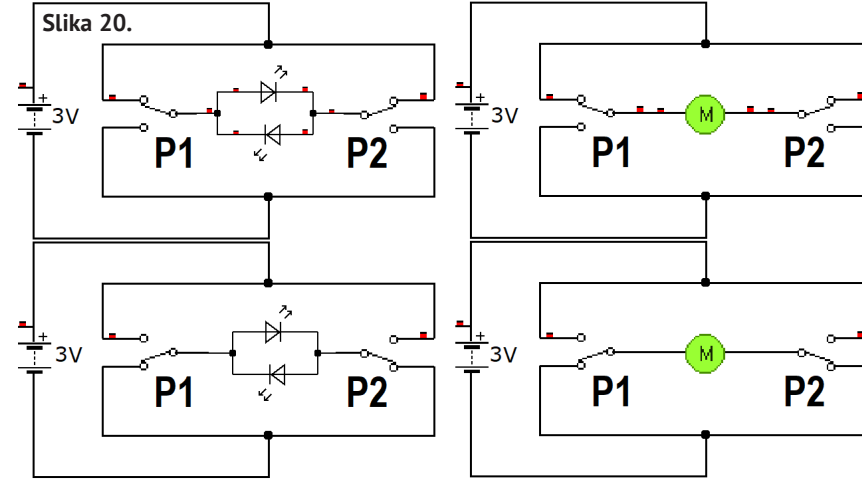
Slika 19.



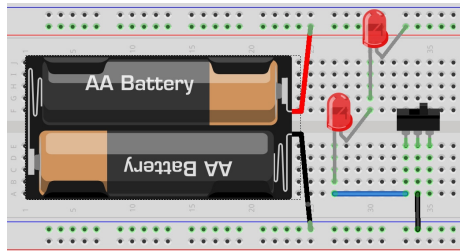
Slika 14.



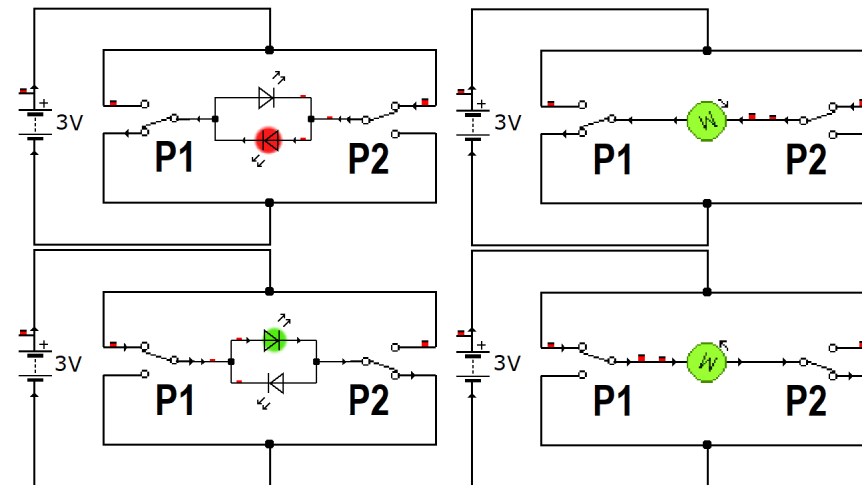
Slika 20.



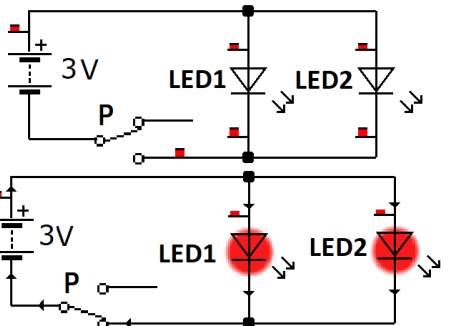
Slika 15.



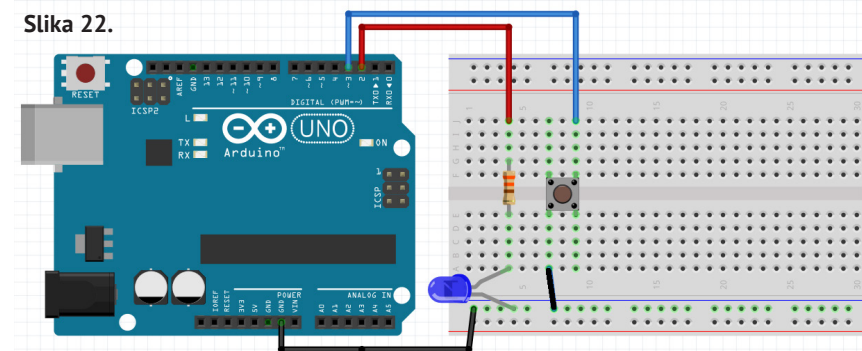
Slika 21.



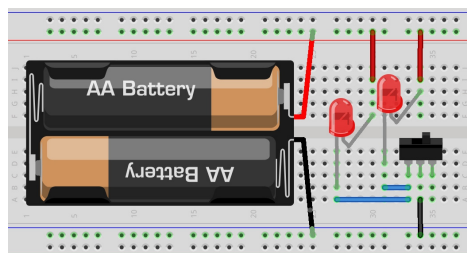
Slika 16.



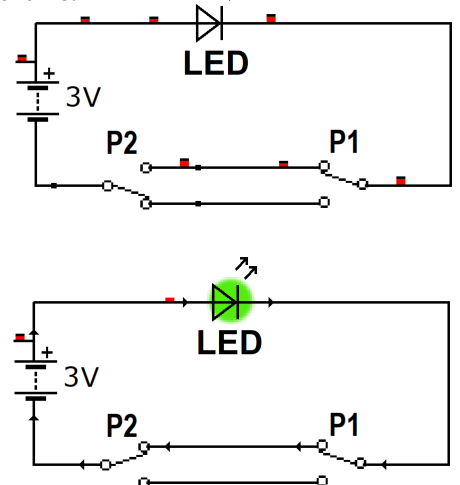
Slika 22.



Slika 17.



Slika 18.



```
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);
  }
}
```

Slika 23.

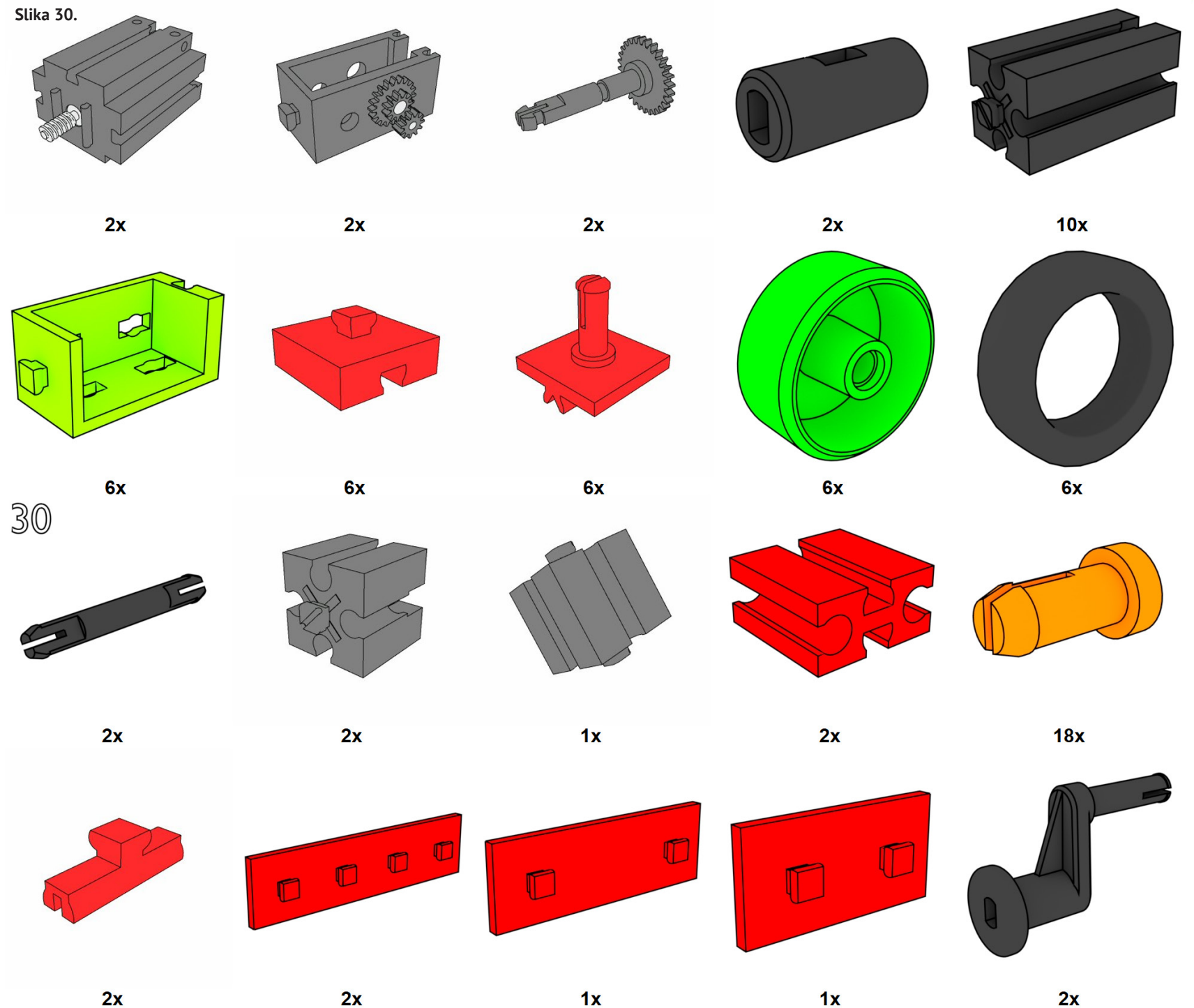
```
int led = 2;
int t1 = 3;
int t2 = 4;
```

```
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);
  }
}
```

Slika 25.

Slika 30.



Slika 29.

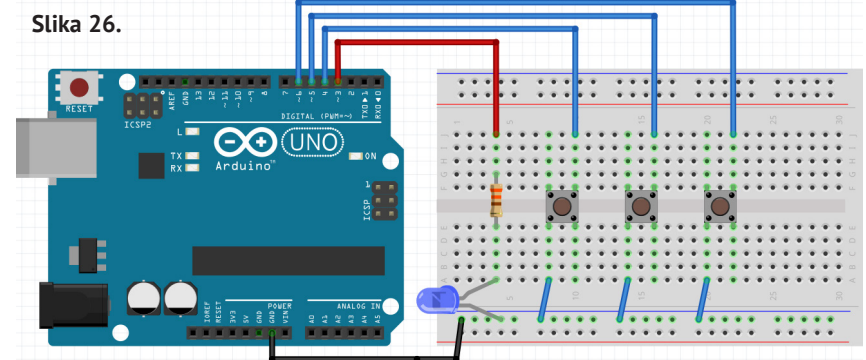
```
#include <NewPing.h>

#define TRIGGER_PIN 7
#define ECHO_PIN 6
#define MAX_UDALJENOST 400

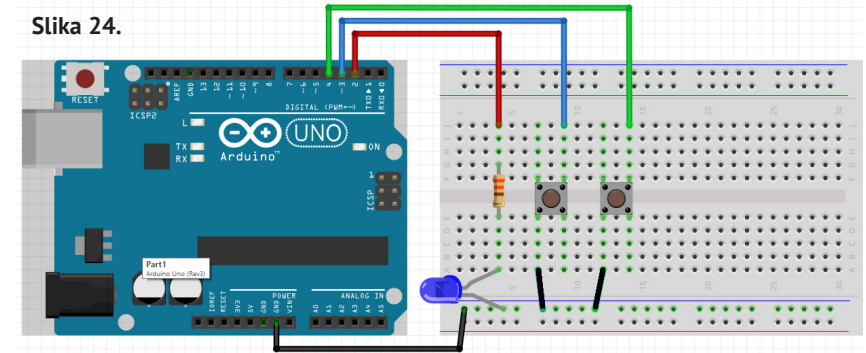
NewPing sonar(TRIGGER_PIN, ECHO_PIN, MAX_UDALJENOST);
void setup() {
  Serial.begin(9600);
}

void loop() {
  delay(50);
  int udaljenost = sonar.ping_cm();
  Serial.print("Udaljenost: ");
  Serial.print(udaljenost);
  Serial.println("cm");
}
```

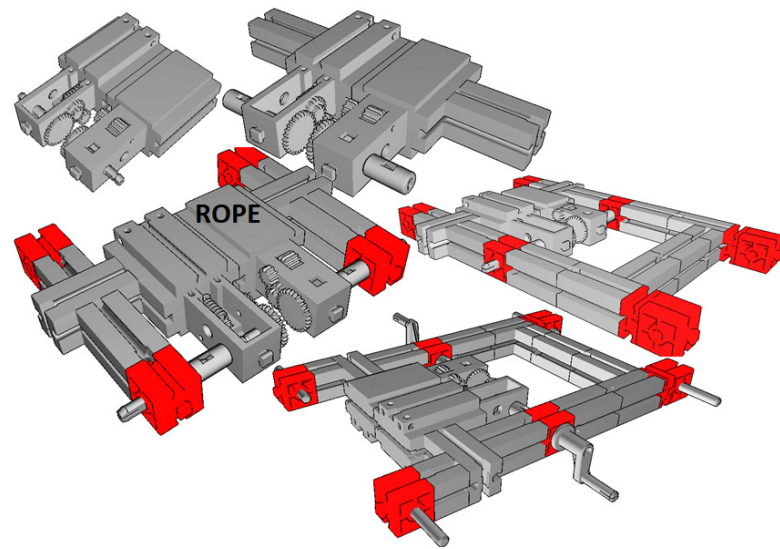
Slika 26.



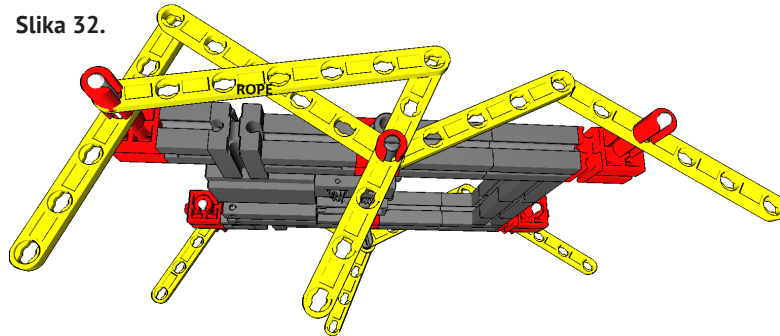
Slika 24.



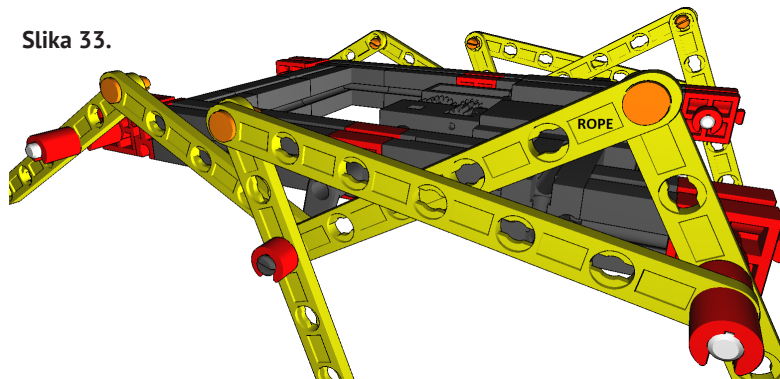
Slika 31.



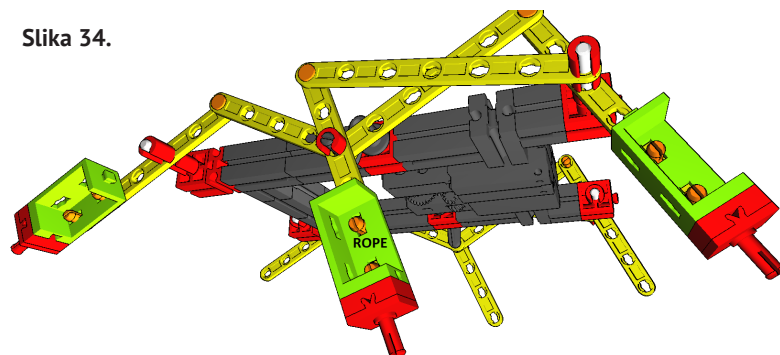
Slika 32.



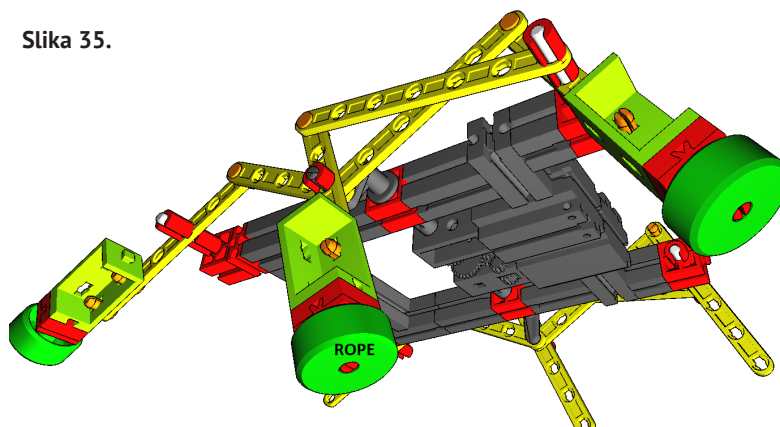
Slika 33.



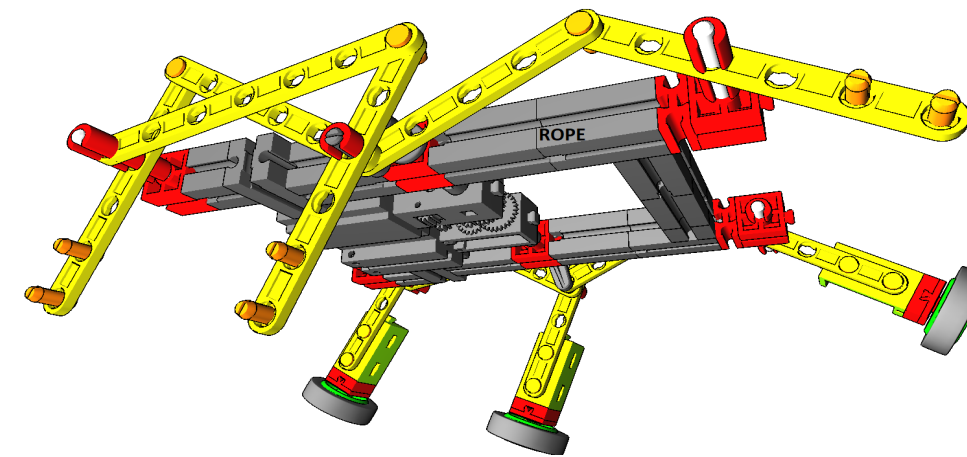
Slika 34.



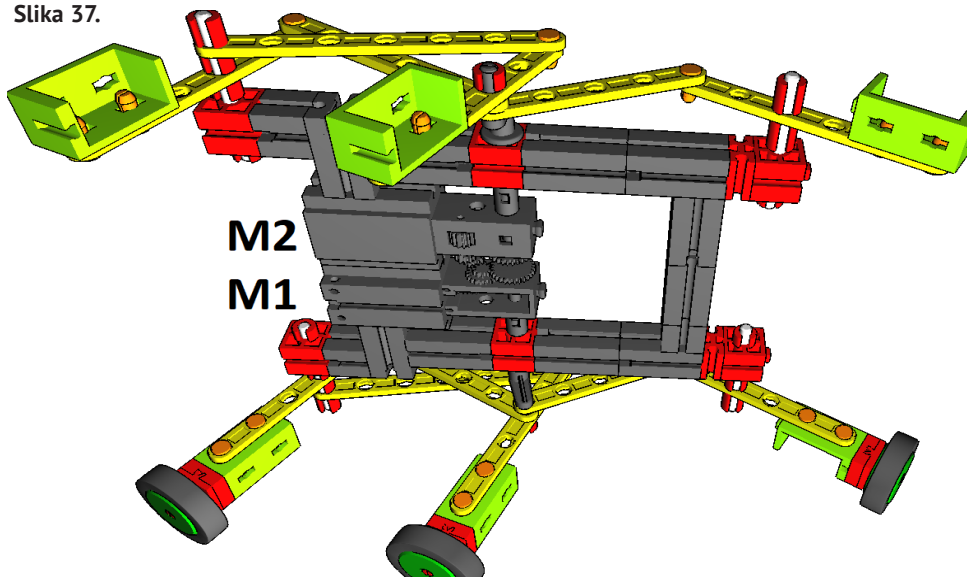
Slika 35.



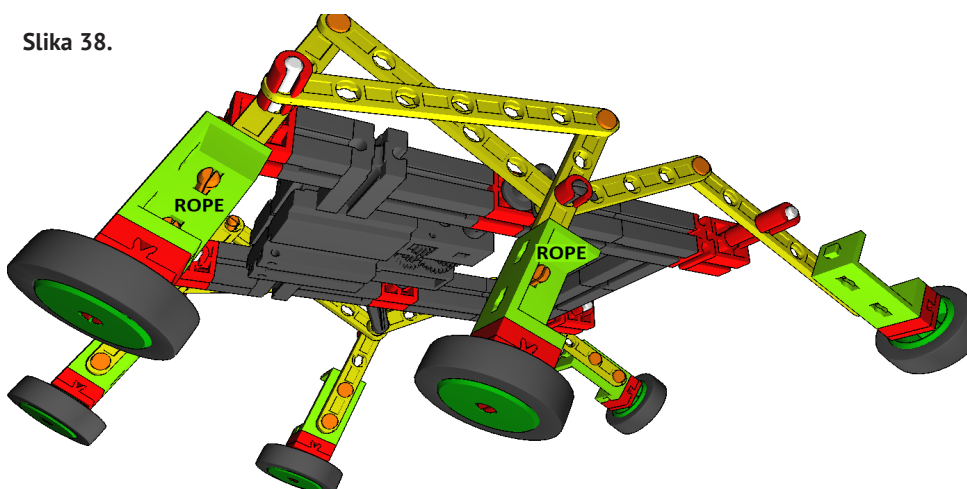
Slika 36.



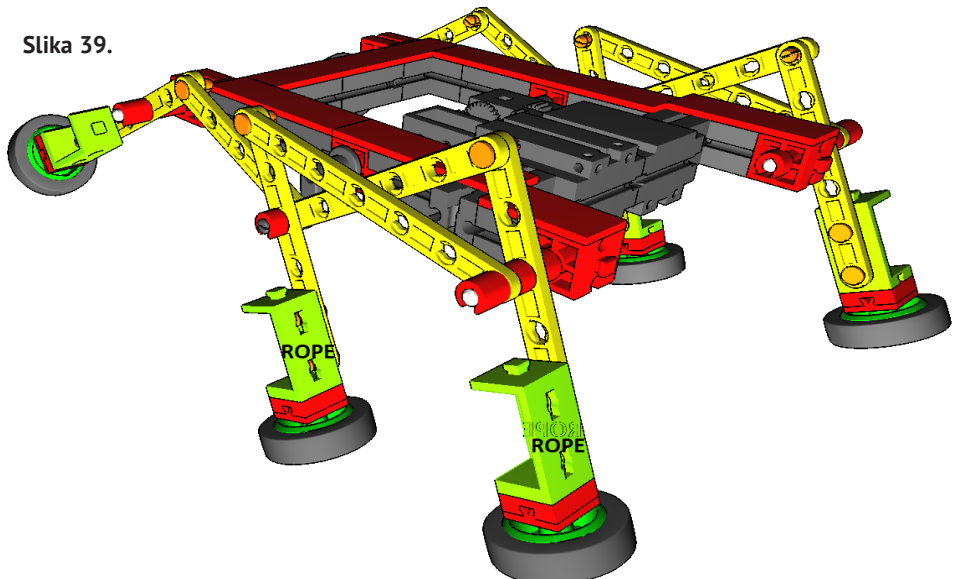
Slika 37.



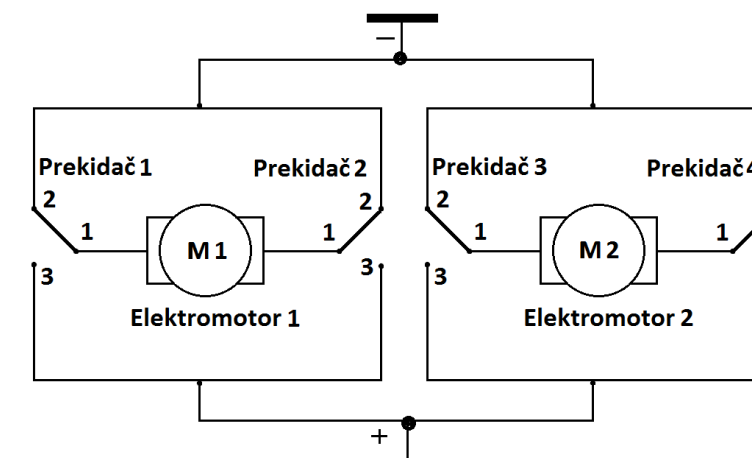
Slika 38.



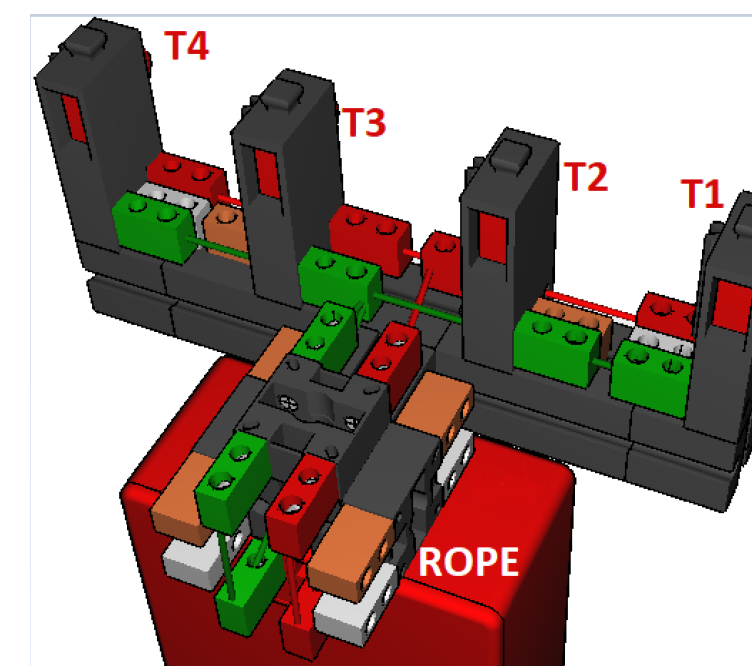
Slika 39.



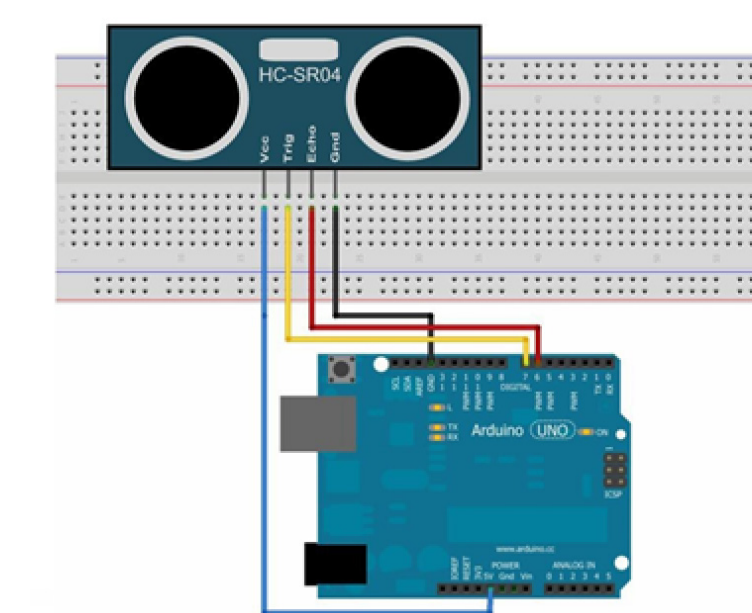
Slika 40.



Slika 41.



Slika 28.



Slika 27.

```
int led1 = 3;
int t1 = 4;
int t2 = 5;
int t3 = 6;
int svjetlost;

void setup() {
  pinMode(led1, OUTPUT);
  pinMode(t1, INPUT_PULLUP);
  pinMode(t2, INPUT_PULLUP);
  pinMode(t3, INPUT_PULLUP);
  digitalWrite(led1, LOW);
}

void loop() {
  if(digitalRead(t1)==LOW){
    svjetlost=svjetlost+5;
    if (svjetlost>255){
      svjetlost=255;
    }
  }
  if(digitalRead(t2)==LOW){
    if (svjetlost>=5){
      svjetlost=svjetlost-5;
    }
  }
  if(digitalRead(t3)==LOW){
    svjetlost=0;
  }
  analogWrite(led1, svjetlost);
  delay(100);
}
```