

Svjetleće diode (LED - *Light Emitting Diode*) učestalo se upotrebljavaju u vizualnoj signalizaciji smjera vrtnje elektromotora u dječjim igračkama i robotima. One omogućuju bolju vidljivost tijekom rada i očitavaju trenutačnu aktivnost uređaja. Njihova primjena olakšava praćenje rada aktivnih električnih elemenata robota bez uporabe skupih senzora. Svjetleće diode su poluvodički elektronički elementi koji emitiraju svjetlost kada kroz njih teče električna struja u propusnom smjeru. Svjetleća dioda je poluvodički elektronički element koji pretvara električni signal u optičku svjetlost. Propusno polarizirana svjetleća dioda (LED) emitira elektromagnetsko zračenje koje uzrokuju nosioci električnoga naboja (elektroluminiscencija). Elektroni su negativno nabijene čestice koje prelazeći iz vodljivog u valentni pojas oslobađaju energiju u obliku topline i optičkog zračenja. Boja emitiranog svjetla ovisi o poluvodiču, kao i o primjesama u njemu i varira od infracrvenog preko vidljivog do ultraljubičastog dijela spektra. Svjetleće diode iznimno su učinkovite, dugotrajne i energetski štedljive, što ih čini idealnima za primjenu u elektroničkim sustavima malih dimenzija, poput igračaka i robota.

Sustav signalizacije smjera vrtnje prikazuje vizualno smjer vrtnje elektromotora. Ovaj sustav upotrebljava niz svjetlećih (LED) dioda koje se uključuju određenim redosljedom, simulirajući rotacijsko gibanje elektromotora na robotskom sustavu. Postoje dva osnovna načina prikaza smjera vrtnje:

a) Kružna LED indikacija gdje su svjetleće diode postavljene u kružnom rasporedu. Elektronički sklop uključuje svjetleće diode sekvencijalno, stvarajući efekt kružnog gibanja. Smjer uključivanja svjetlećih dioda ovisi o smjeru vrtnje elektromotora:

Smjer kazaljke na satu (CW - *Clockwise*): svjetleće diode uključuju se i isključuju u smjeru kazaljke na satu. Suprotni smjer od kazaljke na satu (CCW - *Counterclockwise*): svjetleće diode uključuju se i isključuju obrnutim redosljedom.

b) Dvobojna LED indikacija upotrebljava dvobojne svjetleće diode koje mogu svijetliti u dvije različite boje (npr. crvena i zelena). Kada se motor vrti u jednom smjeru, svjetleće diode svijetle crveno, a kada se vrti u drugom smjeru, svijetle zeleno. Ova metoda svjetlosne signalizacije omogućuje jednostavnu i učinkovitu vizualnu identifikaciju smjera vrtnje.

Magnetski prekidač upotrebljava se kao glavni prekidač za uključivanje i isključivanje svjetlećih dioda (LED) i elektromotora na automatiziranom modelu. Svjetlosni indikatori aktiviraju se u trenutku kada približimo magnet (magnetska kartica), i tada zatvori strujni krug.

Slika 1. EM

Model je izrađen od osnovnih elemenata i građevnih blokova Fischertechnika različitih dimenzija i prikazuje automatsko upravljanje signalizacijom. Odabir građevnih blokova i električnih elemenata tijekom sastavljanja konstrukcije olakšava izradu funkcionalnog i automatiziranog modela, koji upotrebljavamo za učenje algoritama i računalnog razmišljanja kojima rješavamo programske izazove.

Elektromotor, LED signalizacija – izrada automatiziranog modela

Električni elementi automatiziranog modela povezani su vodičima s ulaznim i izlaznim elementima međusklopa (sučelja). Prije prvog pokretanja nužno je ispitati električne elemente i senzore. Konstrukcija modela elektromotora sa svjetlosnim indikatorima, povezivanje s međusklopom i vodičima, provjera ispravnosti električnih elemenata, magnetski i senzori dodira (izrada programa za upravljanje elektromotorom, sedam LED lampica, dva tipkala i magnetski senzor).

Magnetski prekidač aktivira se kada korisnik približi magnetsku karticu. Zatvoreni strujni krug omogućuje pokretanje automatiziranog modela elektromotora sa svjetlosnom indikacijom koja uključuje LED signalizaciju ovisno o smjeru vrtnje elektromotora. Automatizirano upravljanje svjetlosnom indikacijom smjera vrtnje elektromotora i izradu funkcionalne konstrukcije modela omogućava detaljan opis postupaka spajanja konstrukcijskih elemenata tijekom radnih postupaka uz popis elemenata Fischertechnika s preciznim uputama radnih postupaka.

Slika 2. FT_elementi

Izradite model svjetlosne signalizacije smjera vrtnje elektromotora koji je sastavljen od sedam LED lampica i senzora koji upravljaju električnim sklopom – tipkala (I1 i I2) i magnetski prekidač (I8).

Konstrukcijski izazov pri izradi modela je pozicioniranje elektromotora i svjetlećih dioda raspoređenih kružno oko elektromotora uz pregledno i uredno povezivanje električnih elemenata i upravljačkih senzora vodičima s međusklopom. Aktivacija i rad modela su automatizirano upravljani senzorima.

Faze izrade konstrukcije modela:

- izrada konstrukcije postolja za elektromotor i LED signalizaciju
- postavljanje svjetlosne signalizacije (LED lampice)
- postavljanje električnih elemenata (elektromotor) s pro-pelerom
- postavljanje upravljačkih elemenata (tipkala i magnetski prekidač)
- povezivanje električnih elemenata vodičima, međusklopom i izvorom napajanja
- izrada algoritama i računalnog programa s potprogramima za upravljanje.

Napomena: Duljinu vodiča sa spojnicama izmjerite i prilagodite u odnosu na položaj električnih elemenata i senzora smještenih na udaljenost od međusklopa. Pozicija međusklopa u odnosu na konstrukciju modela i izvor napajanja (baterija U = 9 V) određuje udaljenost ulaznih i izlaznih elemenata od međusklopa.

Izrada konstrukcije automatiziranog modela

Izradit ćemo automatizirani model LED rasvjete pomoću elektromotora (M1) i LED lampica (O3–O8), dodirnih senzora – tipkala (I1, I2) i magnetskog senzora (U8).

Inženjerski izazovi: gradivnim elementima izraditi funkcionalnu konstrukciju postolja za elektromotor i LED signalizaciju, električne elemente povezati vodičima, međusklopom (sučeljem), izvorom napajanja i računalom.

Slika 3. konstrukcijaA

Slika 4. konstrukcijaB

Slika 5. konstrukcijaC

Slika 6. konstrukcijaD

Na desnoj strani postolja rasporedite u krug kutne crvene elemente sa spojnikom od 30° te na njih umetnite postolja sa svjetlećim diodama i zaštitnom kapicom. Umetnite elektromotor u utor najdaljeg crvenog elementa sa spojnikom i pozicionirajte okomito na postolje u deveti red podloge.

Napomena: Veličina postolja definira broj LED lampica na modelu. Popis gradivnih i električnih elemenata olakšava izradu konstrukcije postolja s LED rasvjetom.

Slika 7. konstrukcijaE

Slika 8. konstrukcijaF

Slika 9. konstrukcijaG

Mali propeler s četiri kraka učvršćen je na osovinu rotora istosmjernog elektromotora s pomoću osovine za propeler s obje strane. Povezivanje elemenata konstrukcije postolja s električnim elementima i postoljem za LED signalizaciju određen je položajem digitalnih ulaza i svjetlosne signalizacije u odnosu na međusklop. Postolja na kojima su umetnute LED lampice pozicionirane su kružno na maloj udaljenosti jedna od drugih zbog ograničenja podloge na koju su smješteni. Mali dvostrani spojni crveni element osigurava stabilnost i optimalnu poziciju upravljačkog električnog sklopa (međusklopa) u odnosu na električne

elemente. Ovime je osigurano jednostavno spajanje međusklopa kao i njegova stabilnost i nepomičnost.

Slika 10. konstrukcijaH

Slika 11. konstrukcijaI

Slika 12. konstrukcijaJ

Slika 13. konstrukcijaK

U posljednjem redu osnovne jedinice (podloge) pozicioniran je mali jednostrani građevni element na koji je pričvršćen izvor napajanja u dodiru s postoljem modela. Njegova uloga je osigurati stabilnost i jednostavnu izmjenu izvora napajanja (baterija napona U = 9 V). Ovime je omogućena jednostavna i brza izmjena u trenutku pražnjenja baterije. Ispred izvora napajanja pozicioniran je međusklop. Ovime je omogućena bolja preglednost pri spajanju baterije i električnih elemenata s međusklopom.

Napomena: Položaj međusklopa definiran je ulaznim i izlaznim spojnim priključcima koji su smješteni na međusklopu te omogućuju povezivanje i komunikaciju između međusklopa, računala s LED signalizacijom, magnetskim i senzorima dodira (dva tipkala).

Slika 14. konstrukcijaL

Slika 15. konstrukcijaM

Slika 16. konstrukcijaN

LED rasvjeta sastavljena je od sedam lampica koje povežemo vodičima sa spojnica na međusklop. Postavljanje LED lampica u poziciju pogodnu za povezivanje spojnica umetnutih u vodiče definira raspored i duljina vodiča. Crvene držače vodiča u obliku potkove (vodilice) postavljamo u sredinu podloge gdje je prazan prostor između elektromotora i svjetlećih dioda. Vodiči su uredno smješteni unutar vodilica čime je olakšano povezivanje elektromotora i LED lampica. Digitalni izlaz (M1) istovremeno daje električni signal elektromotoru i najbližoj LED lampici koji su smješteni u istom stupcu. Ovime je osigurana urednost i bolja preglednost tijekom spajanja električnih elemenata.

Napomena: LED lampice (O3–O8) na modelu imaju jedan zajednički vodič koji je povezan s najbližom lampicom. LED lampica s uzemljenjem serijski je povezana s ostalim LED lampicama. Ovakvim načinom povezivanja LED lampica na zajedničko uzemljenje smanjujemo broj vodiča koji su spojeni na međusklop.

Slika 17. TXT

Na podlogu s lijeve strane međusklopa postavljena su dva tipkala (I1 i I2) koja osiguravaju kontinuirano upravljanje LED rasvjetom. Položaj dodirnih senzora (tipkala) definiran je pozicijom ulaza smještenih na međusklopu. Pozicionirajte u utor međusklopa vodilicu za vodiče i unutar vodilice umetnite magnetski prekidač s prednje strane međusklopa.

Napomena: postavite izvor napajanja (bateriju) i međusklop na podlogu i povežite uredno složenim vodičima. Ulazne i izlazne električne elemente povežite s međusklopom i testirajte alatom u programu RoboPro.

Spajanje elemenata s TXT međusklopom: elektromotor i LED lampicu spajamo vodičima na izlaz (M1)

LED lampice spajamo na (O3–O8) izlaze (**crveno**) i uzemljenje (**–, zeleno**)

tipkala spajamo vodičima na digitalne ulaze (I1 i I2) magnetski senzor spojite na digitalni ulaz (I8).

Povezivanje međusklopa s električnim elementima modela i raspored boja spojnica vodiča osigurava ispravan rad, urednost spajanja vodiča i pravilnu dužinu vodiča između LED lampica na modelu.

Slika 18. EM1

Napomena: sve elektroničke elemente obavezno je povezati vodičima prije spajanja izvora napajanja (baterija U = 9 V).

Provjera rada električnih elemenata provodi se prije izrade algoritma i programa pomoću alata *Test*:

- povezivanje TXT međusklopa s računalom, ulaznim i izlaznim elementima
- provjera ispravnog rada električnih elemenata: elektromotora, LED lampica, magnetskog prekidača i tipkala
- provjera komunikacije TXT sučelja s računalom (USB, Bluetooth, Wi-Fi) i povezivanje s programom RoboPro.

Izrada algoritama i programskih rješenja

Zadatak_1: Izradi algoritam i dijagram tijeka (program) koji omogućava upravljanje, pokretanje i isključivanje elektromotora koji je spojen na jednu LED lampicu i svjetlosne signalizacije (LED) koja pokazuje njegov smjer vrtnje pomoću dva tipkala (I1 i I2). Na početku program provjerava ispravnost rada elektromotora i LED lampica uključivanjem i isključivanjem u vremenskom intervalu od pola sekunde. Nakon što se elektromotor zaustavi i LED lampice isključe, program provjerava stanje na tipkalima (I1, I2). Pritiskom na tipkalo (I1) počinje proces uključivanja elektromotora u smjeru vrtnje kazaljke na satu i jedne LED lampice koja je spojena s elektromotorom na digitalni izlaz (M1). Proces se ponavlja neprekidno i sastoji se od uključivanja i isključivanja LED lampica u periodu od pola sekunde. Prvo se uključuju elektromotor i LED lampice (M1), ostale LED lampice su isključene. Nakon pola sekunde uključi se LED lampica (O3), elektromotor i LED lampica (M1) ostaju uključene dok su ostale LED lampice isključene (O4–O7).

Nakon pola sekunde isključi se O3 i uključi se O4. Nakon pola sekunde isključi se O4 i uključi se O5. Nakon pola sekunde isključi se O5 i uključi se O6. Nakon pola sekunde isključi se O6 i uključi se O7. Nakon pola sekunde isključi se O7 i uključi se O8. Prolaskom perioda od pola sekunde, proces uključivanja i isključivanja LED lampica ponavlja se dok ga ne zaustavimo pritiskom na tipkalo (I1). Lampice se isključe i program čeka pritisak na jedno od tipkala (I1 ili I2).

Pritiskom na tipkalo (I2) proces se ponavlja od početka. Pritiskom na tipkalo (I2) počinje proces uključivanja elektromotora koji se rotira u suprotnom smjeru od vrtnje kazaljke na satu i jedne LED lampice koja je spojena s elektromotorom na digitalni izlaz (M1). Proces se ponavlja neprekidno i sastoji se od uključivanja i isključivanja LED lampica u periodu od pola sekunde (od O8 do O3). Istovremenim pritiskom na tipkalo (I1) i tipkalo (I2) program se zaustavlja i LED lampice se isključuju.

Slika 19. EM1_P

Glavni program sastavljen je od tri potprograma koji se pokreću ovisno o pritisku tipkala (I1 ili I2). Provjera rada lampica izvrši se samo na početku u potprogramu *on_off*. LED lampice uključe se u vremenskom intervalu od 0,5 sekunde i isključe nakon čega slijedi izlazak iz potprograma.

Slika 20. M_LED_on_off

Slika 21. M_LED_cw

Slika 22. M_LED_ccw

Potprogram *timer_0,5* s izvršava zadanu naredbu u svakom trenutku i provjerava pritisak jednog od tipkala (I1 ili I2).

Timer je vremenska varijabla koja pohranjuje brojčanu vrijednost koji mijenjamo uporabom komandi (=, + i -). Timer precizno automatski odbrojava od početnog broja do nule u jednakim vremenskim razmacima. Vremenski razmaci mogu biti određeni u koracima između jedne tisućinke sekunde i jedne minute. Kontrola vremena izvršenja dijela programa jednostavno je riješena elementom vremenske varijable *Timer*. Prolaskom kroz petlju potprograma, varijabla odbrojava 0,5 sekundi i nakon tog perioda isključuje sve lampice i izlazi iz potprograma ako je pritisnuto tipkalo (I2).

Slika 23. M_LED_timer_off

Dva potprograma *M_LED_cw* i *M_LED_ccw* upravljaju vrtnjom elektromotora i LED signalizacijom koja pokazuje smjer vrtnje elektromotora. Potprogram *M_LED_off* isključuje sve uključene lampice i zaustavlja vrtnju elektromotora.

Zadatak_2: Nadogradi postojeći program dodavanjem magnetskog prekidača koji je glavni senzora za aktivaciju i upravljanje procesom vrtnje elektromotora i osigurava sigurnost pri pokretanju i nužnu funkcionalnost.

Aktiviranjem magnetskog prekidača (I8) program provjerava ispravnost rada LED lampica uključivanjem i isključivanjem u periodu od pola sekunde. Nakon što su sve lampice isključene, program provjerava stanje na tipkalu (I1) i tipkalu (I2). Pritiskom na tipkalo (I1) počinje proces uključivanja i isključivanja LED lampica koji se ponavlja. Ako nije pritisnuto tipkalo (I1), provjerava stanje na tipkalu (I2). Ako nije pritisnuto tipkalo (I2), provjerava se ponavlja dok ne pritisnemo jedno od tipkala. Ako pritisnemo tipkalo (I1 ili I2), program pokreće elektromotor i LED signalizacija se uključuje i isključuje pokazujući smjer vrtnje kao u *Zadatku_1*.

Slika 24. M_EM1_P

Glavni program sastavljen je od tri potprograma koji se pokreću ovisno o aktivaciji magnetskog prekidača i pritisku tipkala (I1 ili I2). Provjera rada lampica izvrši se jednom na početku potprogramom *on_off*. LED lampice uključe se na period od pola sekunde i isključe, nakon čega slijedi izlazak iz potprograma.

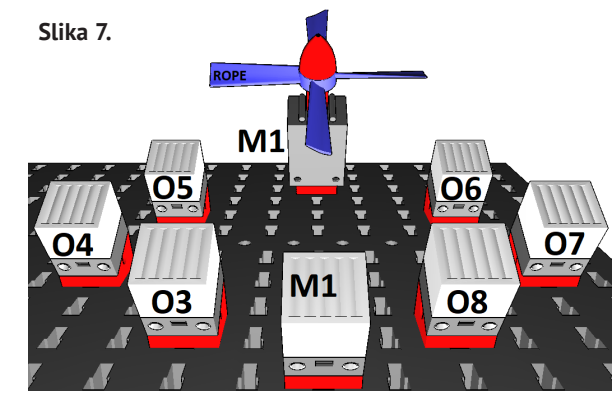
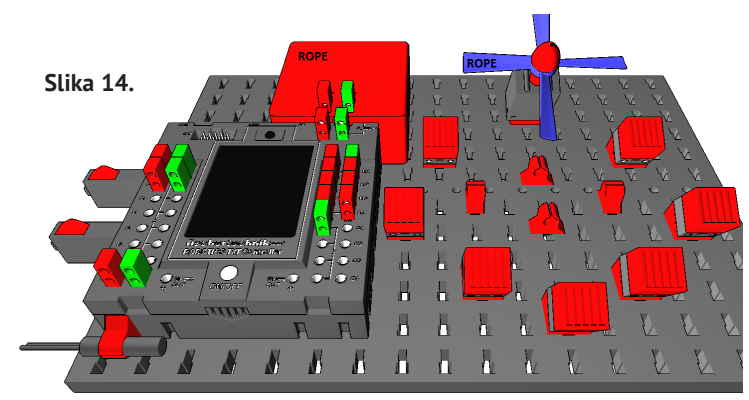
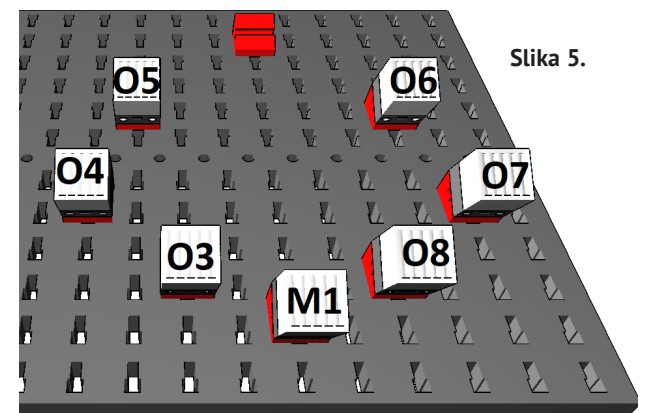
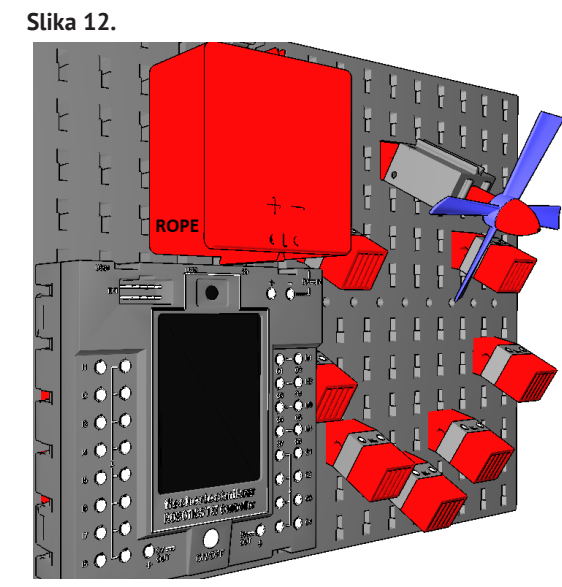
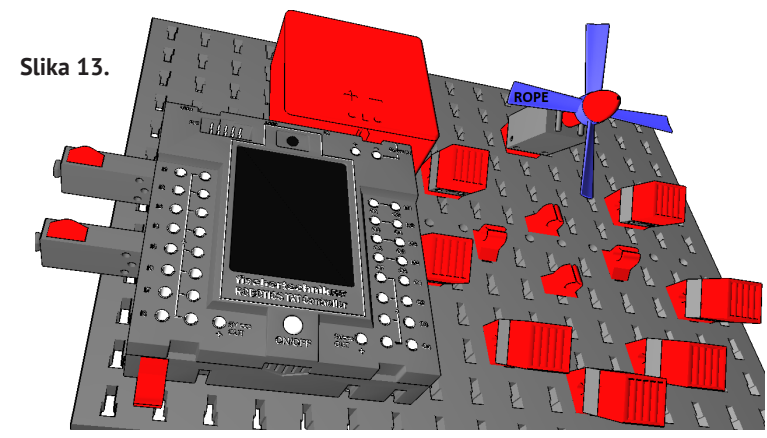
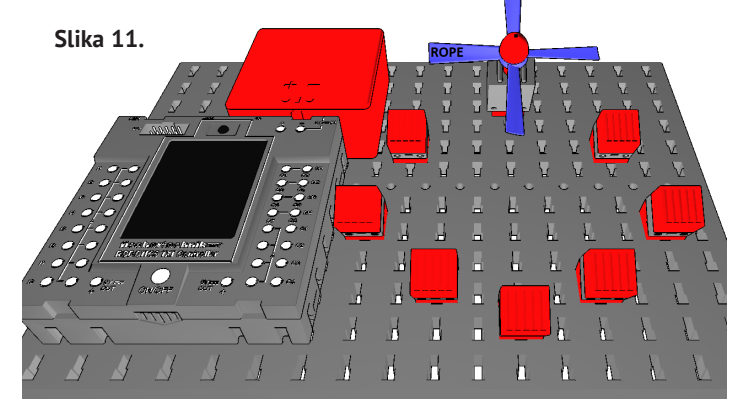
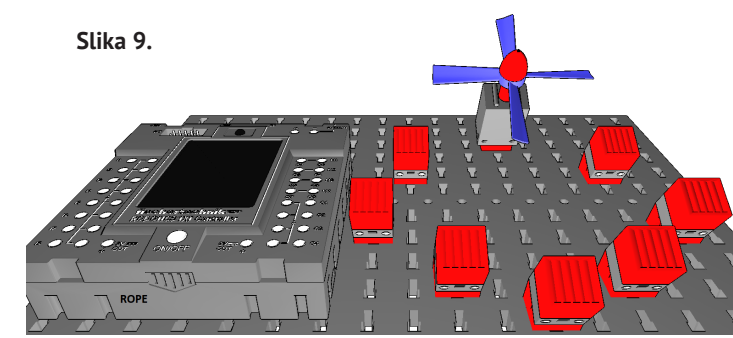
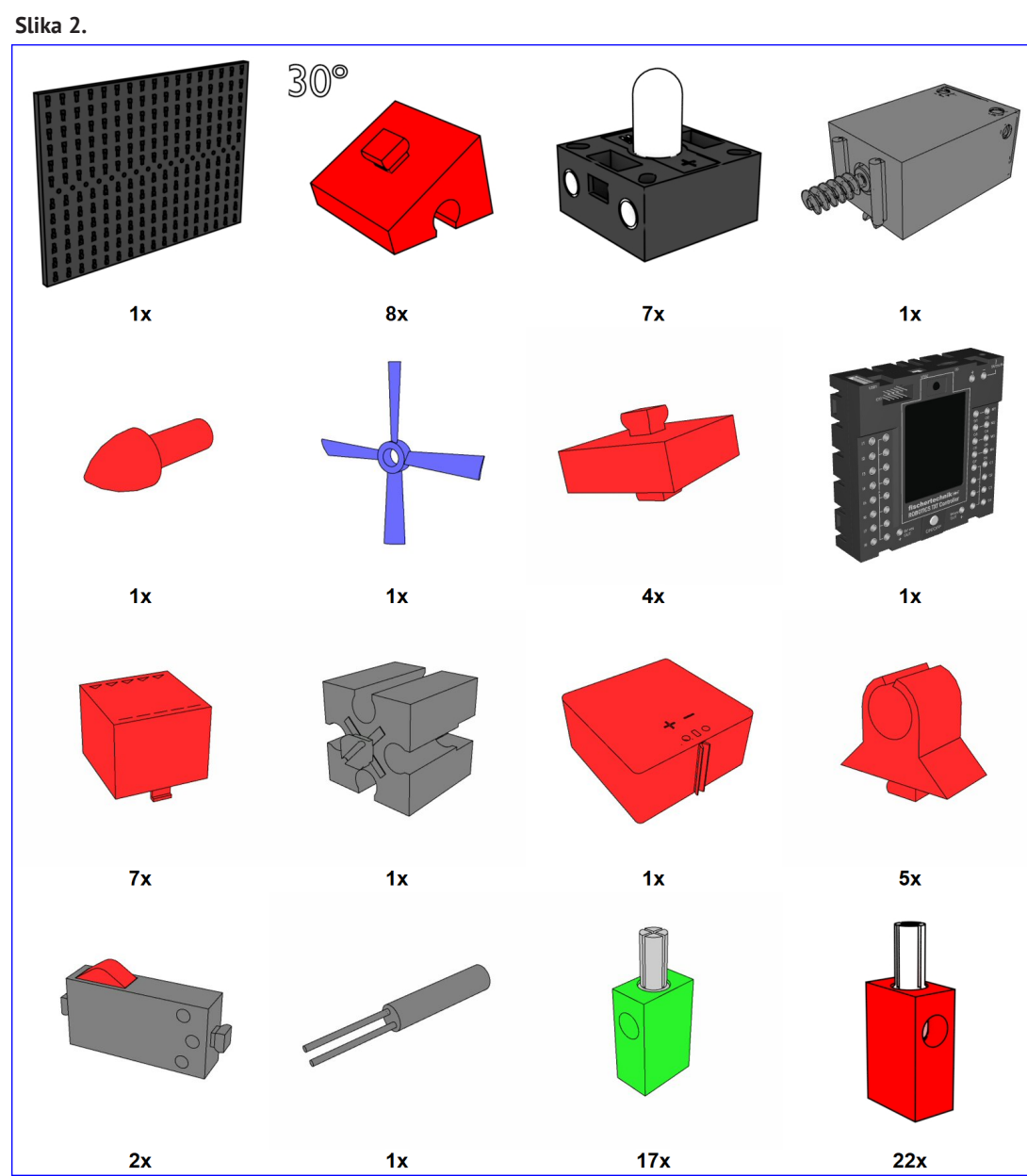
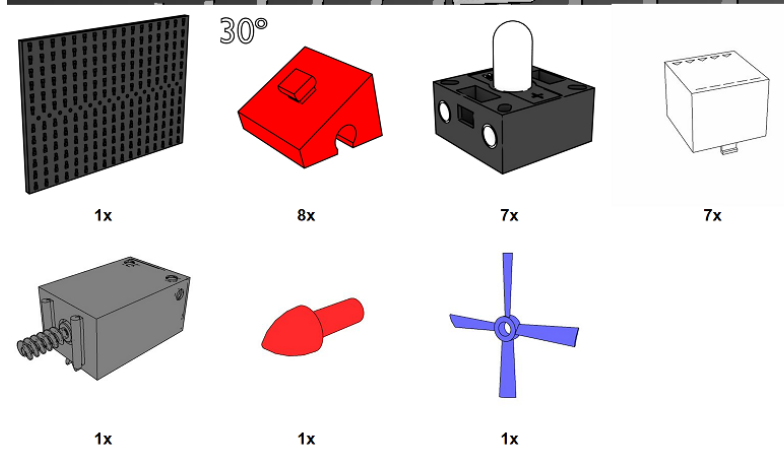
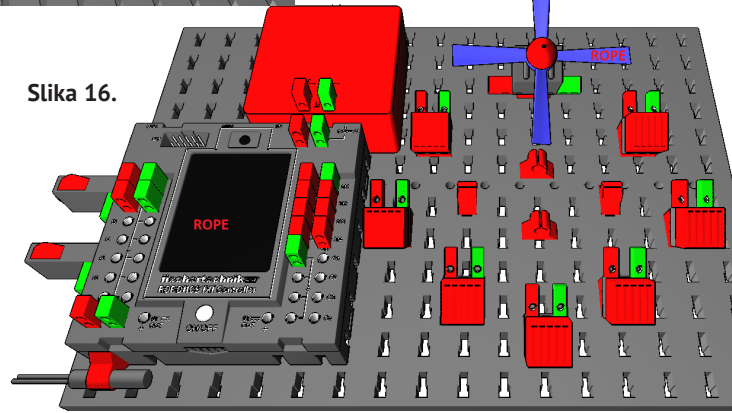
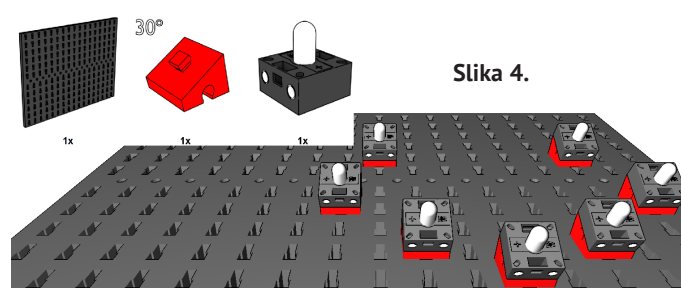
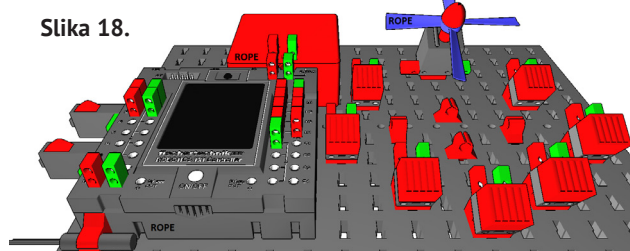
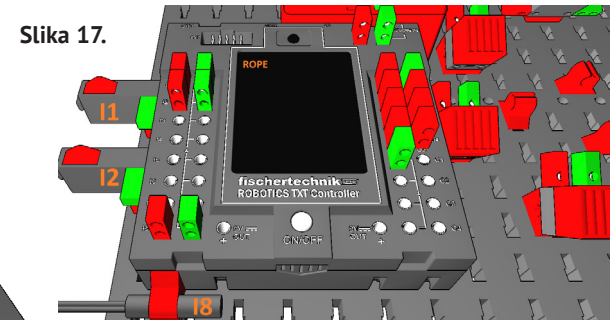
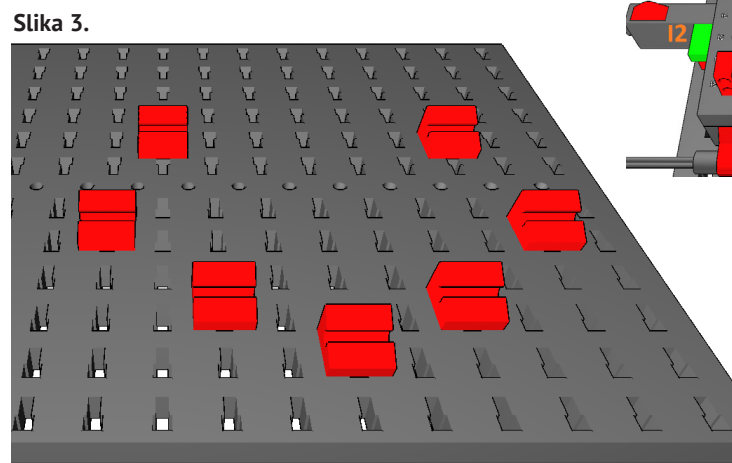
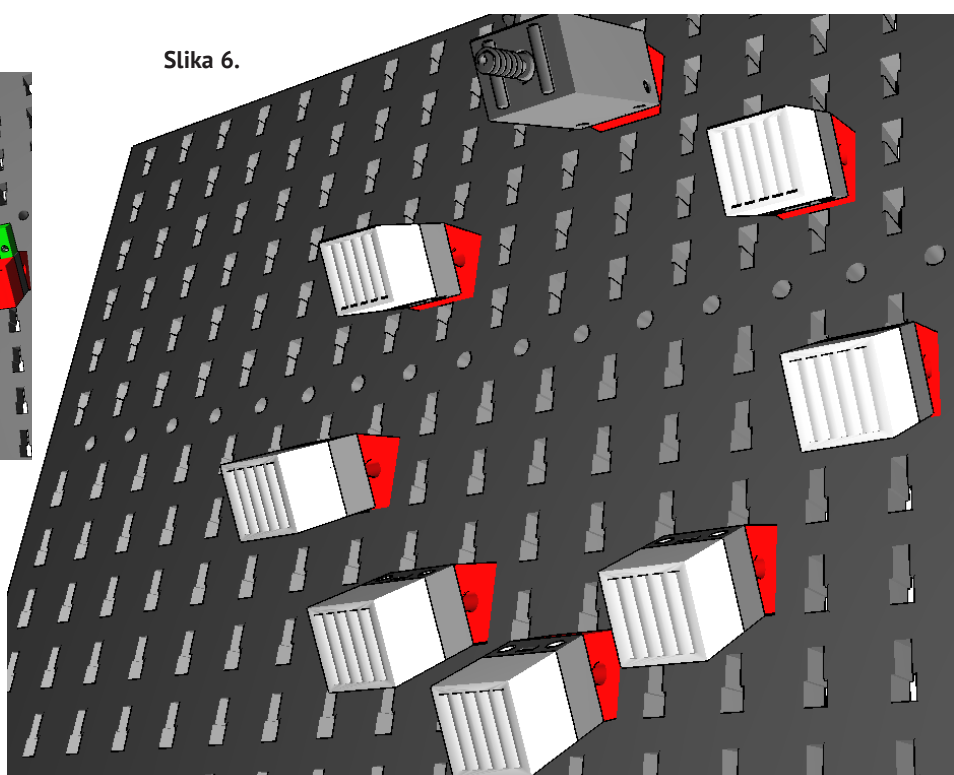
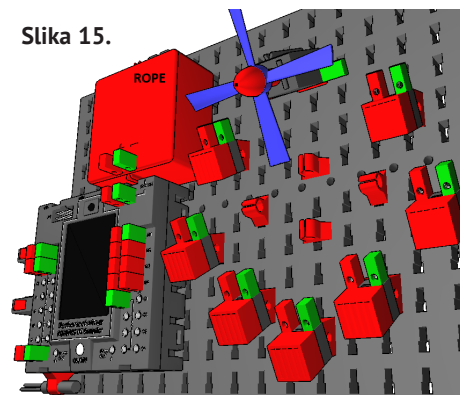
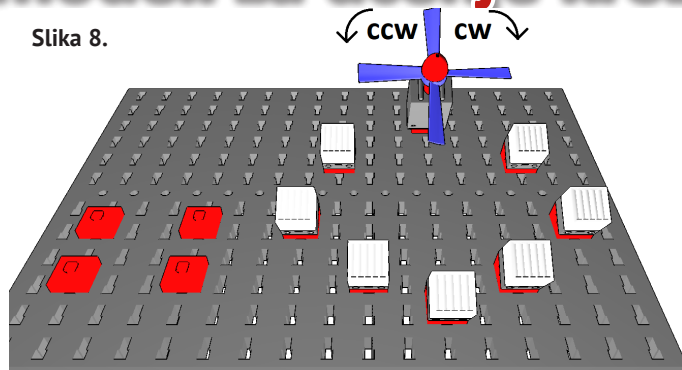
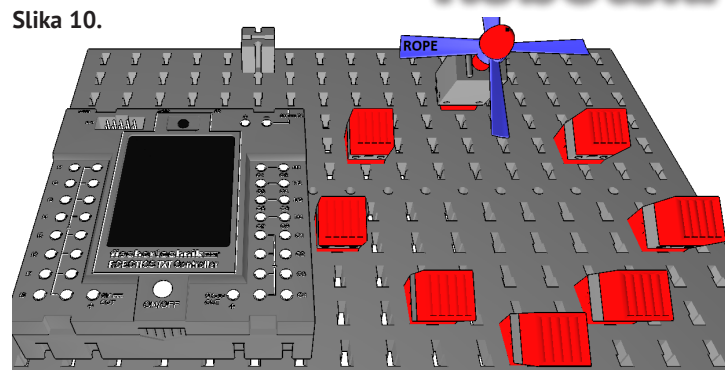
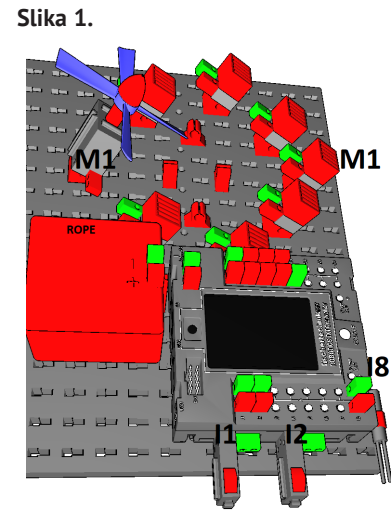
Pritiskom tipkala (I2) izvršava se potprogram *M_LED_ccw* koji uključuje elektromotor i LED lampicu i drži ih u stanju uključeno sve dok istovremeno ne pritisnemo oba tipkala (I1 i I2). U tom trenutku izvršava se potprogram *M_LED_off* koji isključi elektromotor i LED signalizaciju.

Izazov_1: Nadogradi postojeću konstrukciju tako da dodaš još jedan elektromotor koji ćeš povezati u seriju s LED lampicom (M2). Dva tipkala spoji na izlaze (I3, I4).

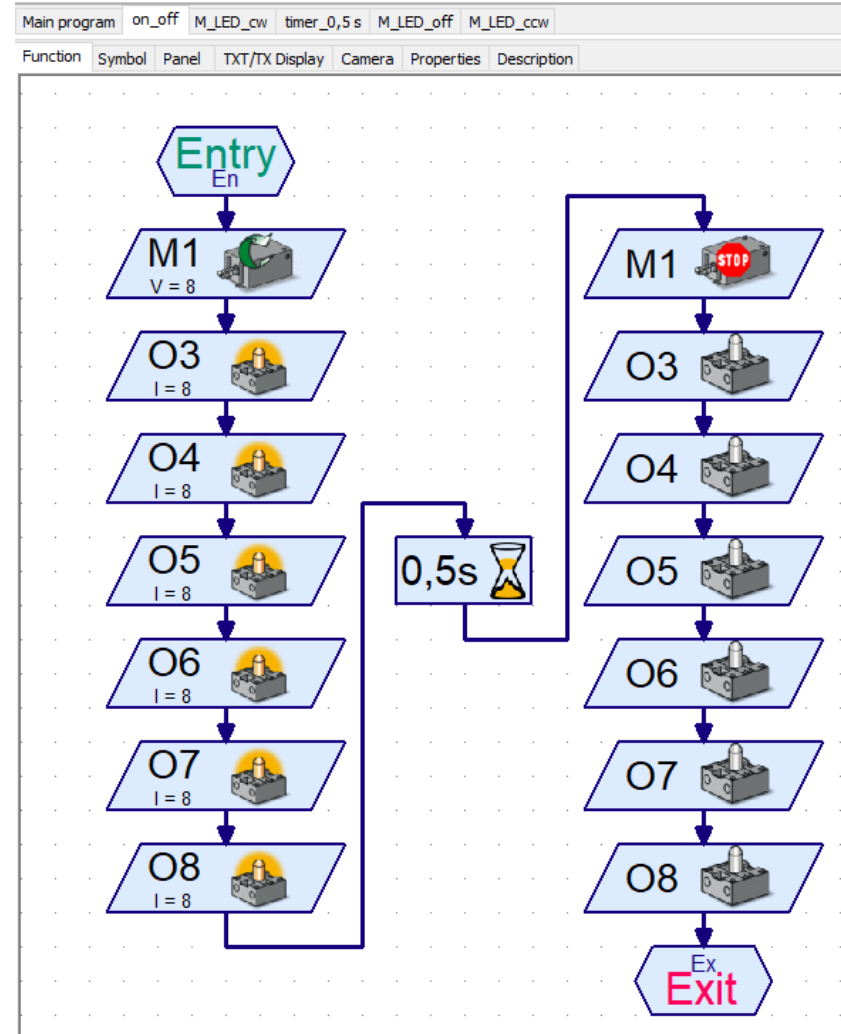
Izradi algoritam i dijagram tijeka (program) koji omogućava upravljanje, pokretanje i isključivanje oba elektromotora i LED signalizacije s četiri tipkala (I1–I4). Na početku program provjerava ispravnost električnih elemenata (elektromotora i LED lampica) kada uključimo magnetski prekidač. Ako je aktiviran magnetski prekidač, LED lampice uključe se i isključe u periodu od 0,5 sekundi. Lampice se isključe i program provjerava stanje na tipkalima (I1–I4). Pritiskom tipkala (I1) počinje proces uključivanja i isključivanja elektromotora (M1) i LED lampica koji se kontinuirano ponavlja. Prvo se uključuju lampice (od O4 do O8) koje se nakon 0,3 sekunde isključe. Nakon pauze od 0,3 sekunde ostale LED lampice ne svijetle, osim O5 uključuju se u periodu od 0,3 sekunde LED lampice O6 do O8. Nakon pauze od 0,3 sekunde uključuju se LED lampice, O4–O8 na 0,3 sekunde. Prolaskom vremenskog intervala od 0,3 sekunde, proces uključivanja i isključivanja LED lampica ponavlja se dok ga ne zaustavimo pritiskom na tipkalo (I1). Lampice se isključe i program čeka pritisak na tipkalo (I1–I4). Pritiskom na tipkalo (I2) proces se ponavlja od početka, elektromotor (M1) vrti se u suprotnom smjeru kao i LED signalizacija (O8–O4).

Pritiskom tipkala (I3) počinje proces uključivanja i isključivanja elektromotora (M2) i LED lampica koji se kontinuirano ponavlja. Prvo se uključuju lampice (O4–O8) koje se nakon 0,3 sekunde isključe. Nakon pauze od 0,3 sekunde ostale LED lampice ne svijetle, osim O5, uključuju se u periodu od 0,3 sekunde LED lampice O6 do O8. Nakon pauze od 0,3 sekunde uključuju se LED lampice, (O4–O8) na 0,3 sekunde. Prolaskom vremenskog intervala od 0,3 sekunde, proces uključivanja i isključivanja LED lampica ponavlja se dok ga ne zaustavimo pritiskom na tipkalo (I3). Lampice se isključe i program čeka pritisak na tipkalo (I1–I4). Pritiskom na tipkalo (I4) proces se ponavlja od početka, elektromotor (M2) se vrti u suprotnom smjeru kao i LED signalizacija (O8–O4). Proces se kontinuirano ponavlja dok ne isključimo program.

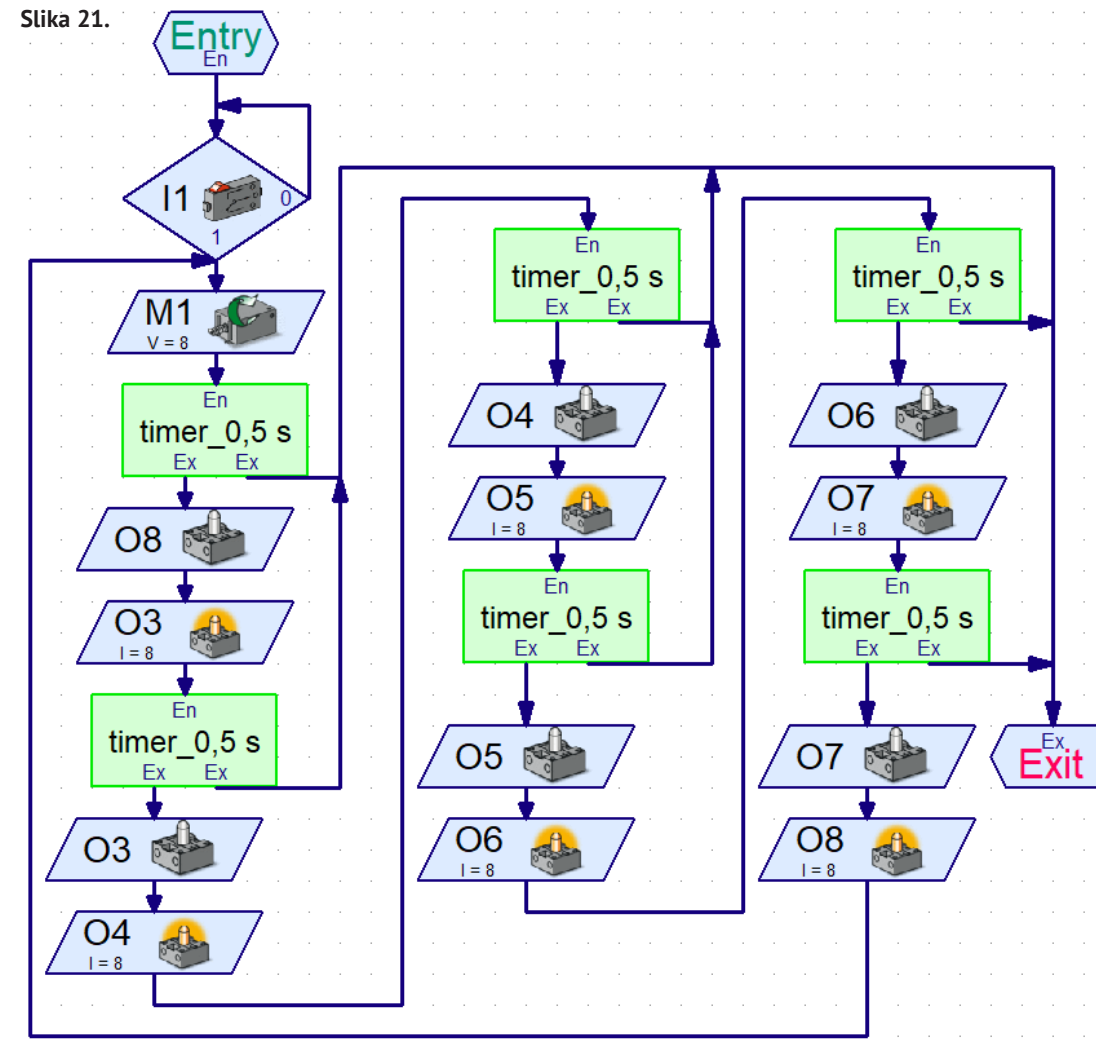
Petar Dobrić, prof.



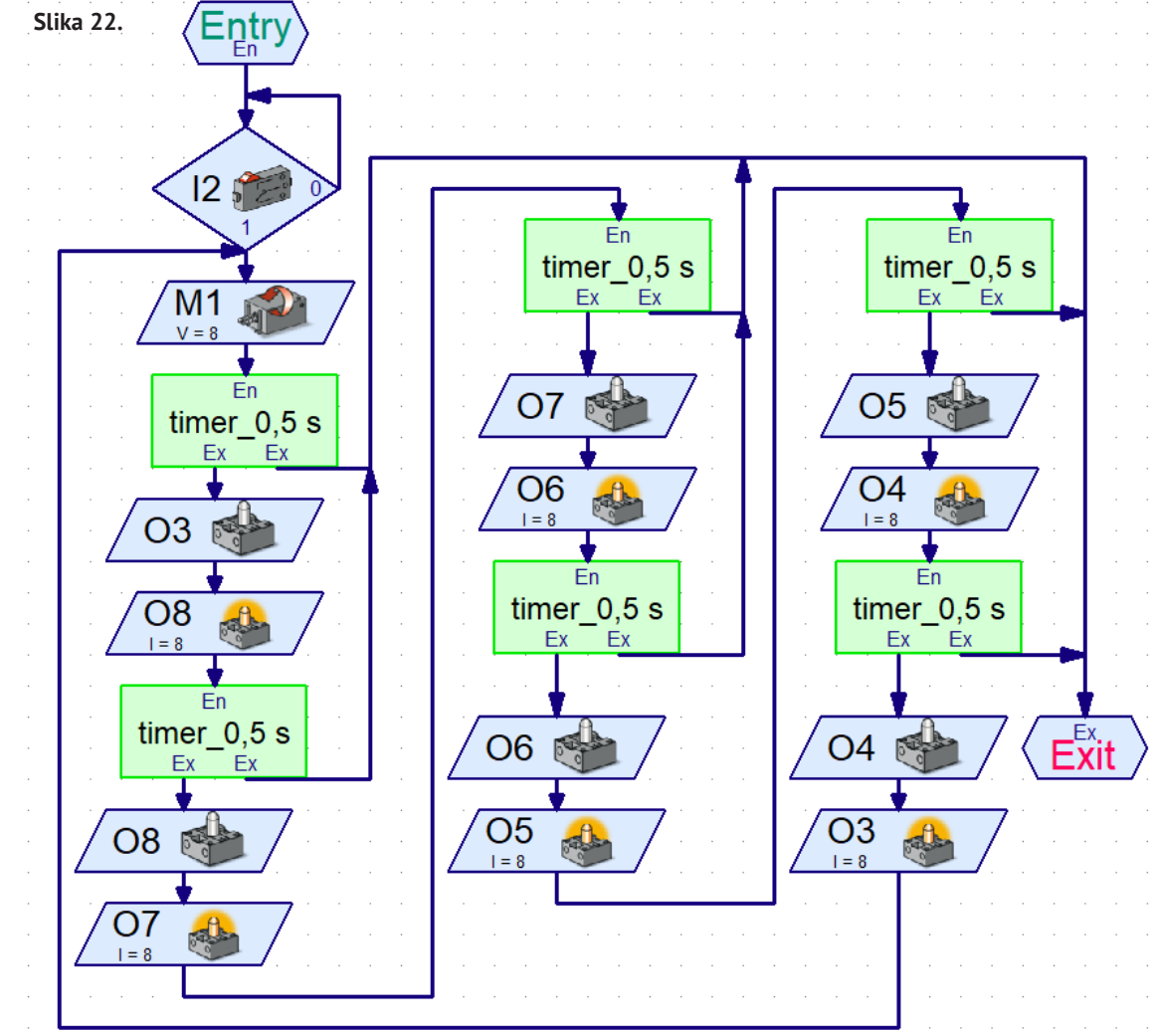
Slika 20.



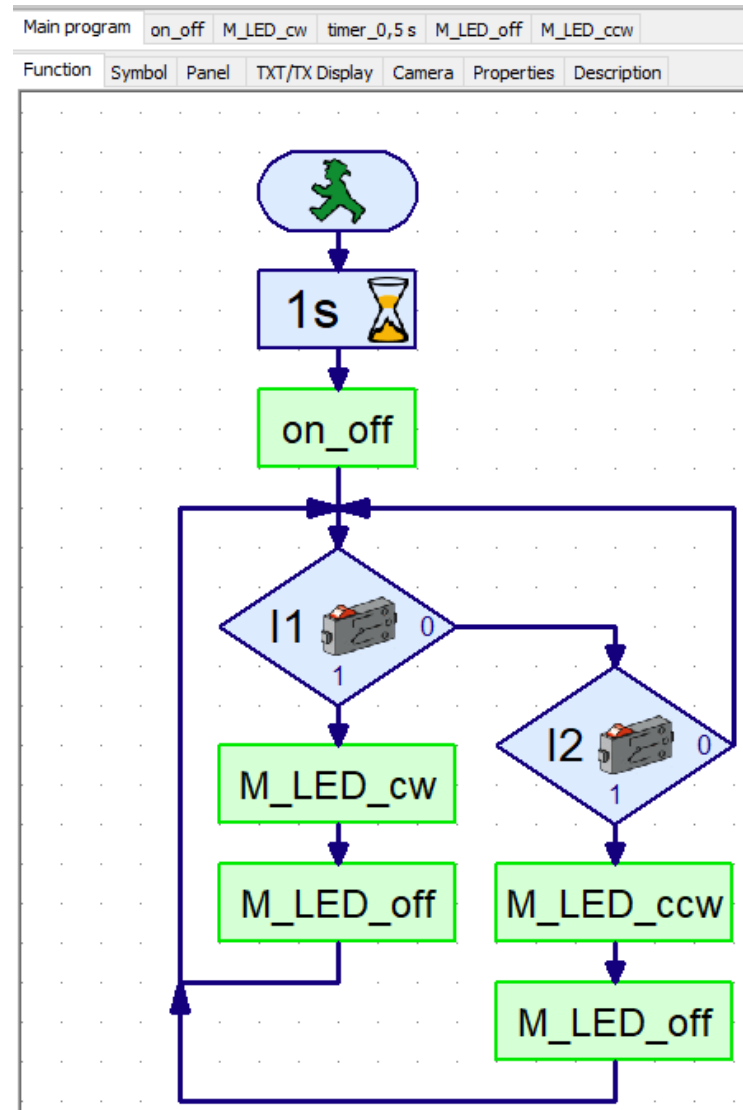
Slika 21.



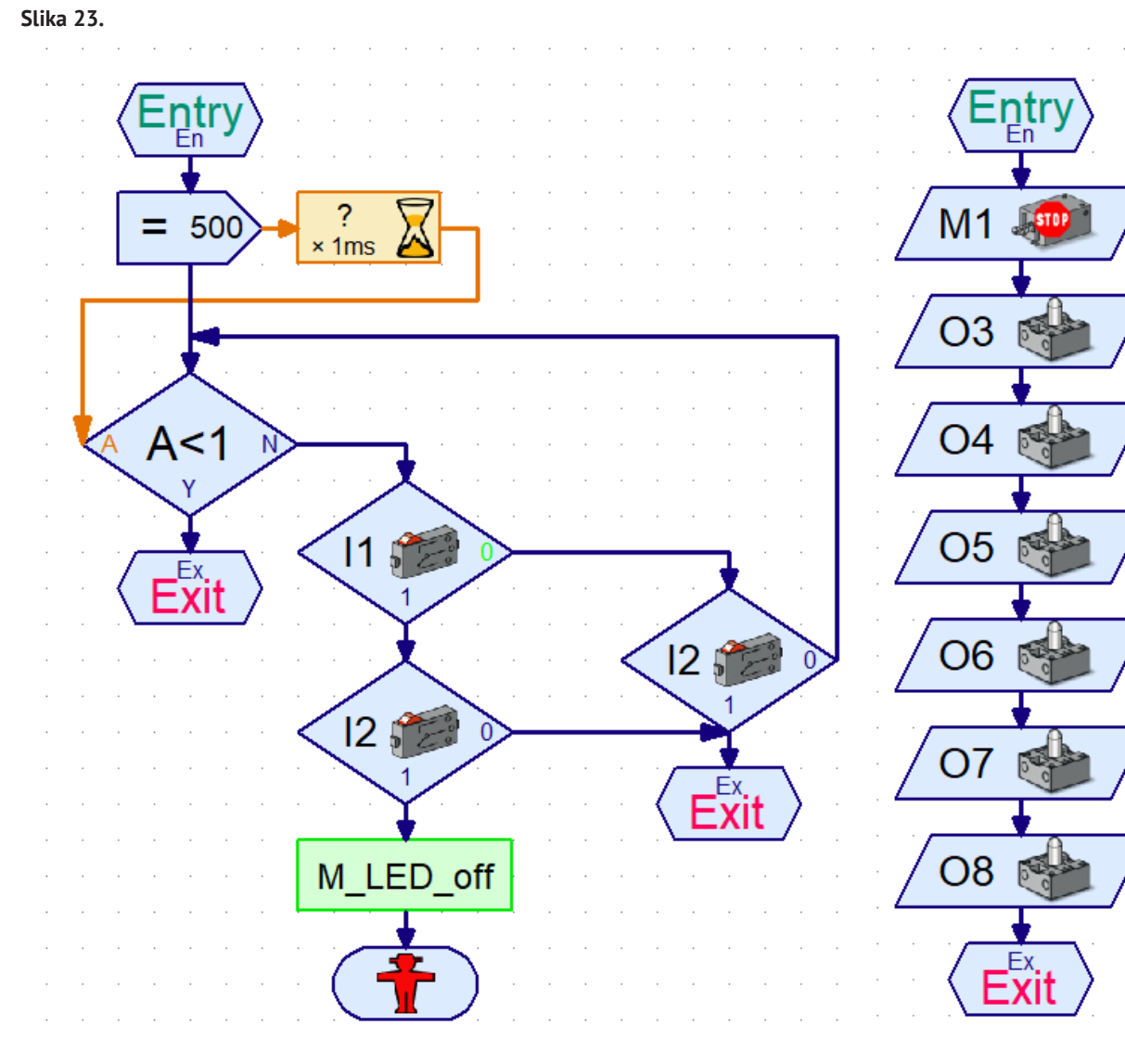
Slika 22.



Slika 19.



Slika 23.



Slika 24.

