

Autonomno upravljani roboti svakodnevno obavljaju fizičke poslove umjesto ljudi čisteći velike površine u privatnim domovima i javnim institucijama. Robotima upravljamo mobilnim aplikacijama primjenom senzora i naprednih navigacijskih sustava. Komunikacija je osigurana uporabom bežične veze i primjenom algoritama umjetne inteligencije kako bi ostvarili autonomnost tijekom čišćenja.

Roboti za autonomno čišćenje opremljeni su senzorima koji im omogućuju prepoznavanje okoline: senzori za detektiranje prepreke, infracrveni senzori za detektiranje vrste površine, laserski senzori ili kamere za vizualno prepoznavanje objekata i prepreka. Navigacijski sustavi osiguravaju robotima kreiranje mape prostora u kojem se gibaju. Robot istovremeno određuje svoj položaj u odnosu na okolinu i izrađuje mapu prostora.

Automatizirani roboti opremljeni su modulima za bežično povezivanje (Bluetooth, Wi-Fi) koji omogućuju povezivanje s mobilnim uređajem preko mobilne aplikacije. Mobilna aplikacija osigurava upravljanje, pokretanje, zaustavljanje i mijenjanje načina čišćenja. Korisnik određuje raspored čišćenja, odabire područja koja treba očistiti i konfigurira različite programe čišćenja. Na primjer, možete odabrati da robot usisava i briše podove, ili samo usisava. Nakon postavljanja parametara čišćenja ili pritiskom na gumb preko mobilne aplikacije, robot započinje autonomno čišćenje prostora koristeći senzore za prepoznavanje prepreka i navigacijske sustave kako bi učinkovito očistio površinu kojom se giba. Kapacitet baterije i vrsta čišćenja definira vrijeme rada robota. Smanjenjem kapaciteta, robot automatski detektira količinu energije (napunjenost) u bateriji. Ako baterija ima vrlo malo energije (20%) ili je čišćenje gotovo, robot se vraća na baznu stanicu za punjenje. Svaki korisnik može pratiti trenutno stanje baterije i tijekom punjenja preko mobilne aplikacije.

Mobilna aplikacija omogućuje korisnicima praćenje statusa baterije robota uz pomoć sučelja. Na aplikaciji se prikazuje vizualni indikator ikone baterije ili postotak napunjenosti koji korisnicima jasno pokazuje koliko energije je preostalo. Signalizacija indikatora napona baterije robota za čišćenje je vidljiva na zaslonu u mobilnoj aplikaciji. Senzori napona baterije kontinuirano očitavaju trenutno stanje napona baterije kako bi robot algoritamski mogao procijeniti preostalu količinu energije u bateriji. Senzori prosljeđuju informacije o trenutačnom stanju napona baterije centralnom upravljačkom sustavu robota koji obrađuje informacije i ovisno o rezultatu donosi odluku za aktivaciju signalizacije niskog napona.

Svjetleća dioda (LED – Light Emitting Diode) poluvodički je elektronički element koji pretvara električnu struju u svjetlost. Propusno polarizirana svjetleća dioda (LED) emitira elektromagnetsko zračenje koje uzrokuju nosioci električnoga naboja. 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 vrsti poluvodiča, primjesama i izmjenjuje se od infracrvenog preko vidljivog do ultraljubičastog dijela spektra.

Slika 1. BaterijaRV1

Model je izrađen uporabom osnovnih elemenata, građevnih blokova, električnih elemenata (LED) i senzora Fischertechnik. Odabir građevnih blokova i električnih elemenata tijekom konstrukcije olakšava izradu funkcionalnog i automatiziranog robotskog modela, primjenjivog za učenje jednostavnih i složenih algoritama i programskih izazova.

Indikator napona baterije – izrada automatiziranog modela

Električni elementi automatiziranog modela indikatora napona baterije povezani su vodičima s ulaznim i izlaznim elementima međusklopa (sučelja). Prije prvog pokretanja automatiziranog modela provjeravamo rad električnih

elemenata i spojenih senzora. Spajanje konstrukcije, povezivanje međusklopa s vodičima, provjera ispravnosti rada električnih elemenata, magnetskog i senzora dodira (izrada programa za upravljanje šest LED lampica).

Upravljanje robotom za čišćenje uporabom indikatora napunjenosti baterije i izrada funkcionalne konstrukcije modela omogućavaju upute i postupci spajanja konstrukcijskih elemenata tijekom radnih postupaka i popis elemenata Fischertechnik.

Slika 2. FT_elementi

Izradit ćemo model indikatora napona baterije sa šest svjetlećih dioda (LED, O1–O6). Automatsko upravljanje osiguravaju magnetski senzori (I8) i tri tipkala (I1–I3).

Konstrukcijski izazov pri izradi modela pravilno je pozicioniranje svjetlećih dioda (LED), pregledno i uredno povezivanje LED lampica vodičima s međusklopom.

Faze izrade konstrukcije modela:

- pozicioniranje konstrukcije i elemenata na postolju
- postavljanje signalizacije indikatora svjetlećim diodama (LED)
- postavljanje magnetskog senzora
- postavljanje upravljačkih dodirnih senzora (tipkala)
- povezivanje električnih elemenata vodičima, međusklopom i izvorom napajanja
- izrada algoritama i računalnog programa s potprogramima za upravljanje.

Napomena: Duljinu vodiča sa spojnica potrebno je izmjeriti i prilagoditi duljini u odnosu na električne elemente i senzore koji su smješteni na određenoj udaljenosti od međusklopa. Pozicioniranje međusklopa u odnosu na konstrukciju modela i izvor napajanja (baterija, U = 9 V) određuje udaljenost ulaznih i izlaznih elemenata od međusklopa.

Slika 3. konstrukcijaA

Slika 4. konstrukcijaB

Izradit ćemo automatizirani model indikatora napona baterije robota koristeći LED lampice (O1–O6), dodirne senzore – tipkala (I1–I3) i magnetski senzor (I8).

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

Na desnu stranu postolja u drugi red trećeg stupca umetnite LED lampicu s postoljem. U isti stupac iznad LED lampice umetnite u niz pet LED lampica jednu pored druge sa zaštitnim kapicama zelene i žute boje. Pozicionirajte LED lampicu s crvenom zaštitnom kapicom u četvrti stupac i sedmi red tako da je izdvojena od ostalih LED lampica.

Slika 5. konstrukcijaC

Slika 6. konstrukcijaD

Spajanje elemenata konstrukcije LED lampica definirano je položajem međusklopa i LED lampica koje pokazuju količinu napona baterije robota. Odabir boja i raspored raznobojnih zaštitnih kapica određen je svojstvima napunjenosti baterije. Postolja na kojima su umetnute LED lampice smještena su blizu radi bolje preglednosti i vidljivosti.

Napomena: Žuta zaštitna kapica pokazuje zadnjih 20% napunjenosti baterije i signalizira korisniku i robotu da je vrijeme za odlazak do bazne stanice na punjenje.

Pozicionirajte četiri dvostrane spojnice u sredinu velikog postolja te ih međusobno postavite na dovoljnu udaljenost radi povezivanja s donjim dijelom postolja. Podesite položaj spojnica te ih umetnite u utore međusklopa. Ovime je osigurana stabilnost međusklopa na podlozi automatiziranog modela.

Slika 7. konstrukcijaE

Slika 8. konstrukcijaF

Crvene držače vodiča u obliku potkove (vodilice) pozicionirajte između LED lampica i međusklopa. Vodičima

povežite LED lampice i digitalne izlaze međusklopa (O1–O6) i smjestite ih unutar prostora vodilica.

Napomena: Crvene držače vodiča u obliku potkove upotrebljavamo za uredno i pregledno postavljanje vodiča koje sustavno dovodimo do međusklopa. Urednost i preglednost spojeva vodiča smještenih između električnih elemenata i međusklopa olakšavaju planiranje pozicija LED lampica.

Slika 9. konstrukcijaG

Slika 10. konstrukcijaH

Na podlozi s lijeve strane međusklopa postavljena su tri senzora dodira (tipkala, I1–I3). Ovime je osigurano kontinuirano upravljanje LED lampicama koje pokazuju dinamiku pražnjenja i punjenja baterije robota. Položaj dodirnih senzora (tipkala) definirana je pozicijom digitalnih ulaza međusklopa. Nosače postolja za tipkala izradite tako da ih učvrstite na lijevom prostoru podloge. Nosači su izrađeni od tri crna mala obostrana građevna bloka međusobno razmaknuta na istoj udaljenosti. Umetnite tri tipkala u nosače crnih malih obostranih građevnih blokova i pozicionirajte ih da dodiruju podlogu. Postavite na gornji dio crnog malog obostranog građevnog bloka veliki crveni spojnik blok.

Napomena: Crveni spojnik blok građevni je element koji omogućuje kontinuirani pritisak tipkala i zatvaranje strujnog kruga. Ovime je osigurano uključivanje tipkala sve dok ga ne isključimo pomicanjem u otvoreni položaj.

Postavljanje tri crna mala građevna bloka i tri tipkala na konstrukciju omogućava upravljanje radom automatiziranog robotskog modela i ulaznih elemenata kojima uključujemo i isključujemo izlazne električne elemente (LED lampice). Veliki crveni spojnik blokovi pozicionirani su na vrhu crnih malih obostranih građevnih blokova.

Slika 11. konstrukcijaI

Slika 12. konstrukcijaJ

Slika 13. konstrukcijaK

Bateriju napona (U = 9 V) pozicionirajte na desnu stranu postolja iznad međusklopa. Umetnite dva mala crna jednostrana građevna elementa na postolje te ih pozicionirajte na udaljenost dimenzija baterije. Umetnite izvor napajanja (bateriju) između dva mala crna jednostrana građevna elementa. Ovime je osigurana jednostavna i brza izmjena baterije u trenutku njenog pražnjenja. Pozicija međusklopa i baterije omogućava jednostavno povezivanje baterije i međusklopa s vodičima.

Napomena: Pozicija međusklopa na podlozi određena je priključcima koji omogućavaju povezivanje i komunikaciju između međusklopa, računala, LED lampica i senzora dodira (tipkala).

Slika 14. konstrukcijaL

Slika 15. konstrukcijaM

Magnetski senzor umetnite u vodilicu za vodiče potkovastog oblika i umetnite spojnice na izlaz (I8) međusklopa. Vodilicu za vodiče postavite u utor s donje strane međusklopa.

Šest LED lampica povežite vodičima i spojnica prikkladne duljine vodiča s međusklopom. Međusobno ih povežite u seriju sa zajedničkim vodičima sa spojnica i umetnite u uzemljenje (zelena spojnica). Crvene držače vodiča u obliku potkove (vodilice) rasporedite na podlozi i umetnite vodiče unutar njih. Vodiči smješteni unutar vodilica olakšavaju izradu ožičenja i omogućuju urednost i preglednost vodljivih elemenata.

Napomena: LED lampice na modelu imaju jedan zajednički vodič koji je povezan s najbližom lampicom na modelu. LED lampica s uzemljenjem serijski je povezana s ostalim LED lampicama. Ovakvim načinom povezivanja LED lampica na zajedničko uzemljenje smanjujemo broj vodiča na međusklopom. LED lampice spojite na izlaze (O1–O6) međusklopa uporabom vodiča sa spojnica.

Lijevo od međusklopa postavljena su tri tipkala (I1–I3) koja osiguravaju upravljanje LED signalizacijom indikatora napunjenosti baterije. Položaj dodirnih senzora (tipkala) definiran je pozicijom digitalnih ulaza na međusklopom.

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

Slika 16. TXT

- Spajanje električnih elemenata s TXT međusklopom:
- LED lampice (O1–O6) spojite na izlaze (crvena) i uzemljenje (±, zelena)
 - tipkala spojite na digitalne ulaze (I1–I3)
 - magnetski senzor spojite na digitalni ulaz (I8)
 - spojite izvor napajanja (baterija U = 9 V) s TXT međusklopom.

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

Napomena: Pri povezivanju međusklopa s električnim elementima modela pazite na odabir boja spojnica vodiča, urednost spajanja vodiča i dužinu vodiča LED lampica, tipkala. Električne elemente povezujemo prije spajanja izvora napajanja.

Provjera rada električnih elemenata provodi se prije izrade algoritma i programa uporabom alata *Test* u sučelju programa RoboPro:

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

Napomena: Završna kontrola spojeva vodiča obavezna je prije pokretanja alata za test programa. Ovim postupkom provjeravamo ispravnost rada spojenih ulaznih i izlaznih električnih elemenata. Uredno postavljanje vodiča u vodilice osigurava dobru preglednost pri provjeri rada i uštedu vremena pri izradi duljina vodiča između elemenata modela i međusklopa.

Slika 17. BaterijaRV2

Izrada aloritama i programskih rješenja

Zadatak_1: Izradi algoritam i dijagram tijeka (program) koji omogućava upravljanje, pokretanje i isključivanje signalizacije indikatora napona baterije robota LED lampica tipkalom (I1). Pokretanjem programa provjeravamo ispravnost rada LED lampica uključivanjem i isključivanjem u vremenskom intervalu od jedne sekunde. Prolaskom vremena od 1 sekunde LED lampica se isključuje i program provjerava stanje na tipkalu (I1). Pritiskom na tipkalo (I1) počinje proces uključivanja i isključivanja LED lampica koji se ponavlja.

Aktiviranjem (pritiskom) tipkala (I1) uključene su LED lampice (O2–O6), a lampica (O1) isključena je (ne svijetli). Baterija je puna i robot se kreće. Nakon tri sekunde isključuje se LED lampica (O6, ne svijetli), dok ostale uključene LED lampice svijetle. Postotak napona baterije smanjen je za 20% i iznosi 80%. Nakon tri sekunde isključuje se LED lampica (O5, ne svijetli), dok ostale uključene LED lampice svijetle. Nakon tri sekunde isključuje se LED lampica (O4, ne svijetli), dok ostale uključene LED lampice svijetle. Nakon tri sekunde isključuje se LED lampica (O3, ne svijetli), dok ostale uključene LED lampice svijetle. Nakon tri sekunde isključuje se LED lampica (O2, ne svijetli) i istovremeno se uključuje LED lampica (O1) koja signalizira praznu bateriju (0%). LED lampice (O2–O6) su isključene, a LED lampica (O1) je uključena (svijetli). Baterija je prazna i robot se ne kreće.

Aktiviranjem tipkala (I1) počinje brzo punjenje baterije. LED lampice uključuju se obrnutim redoslijedom od

jedne sekunde. Prvo se uključuje LED lampica (O2), istovremeno se isključuje LED lampica (O1). Proces uključivanja ostalih LED lampica (O3, O4, O5 i O6) izvodi se svake sekunde. Nakon jedne sekunde uključuje se LED lampica (O3), zatim LED lampica (O4), zatim LED lampica (O5) i na kraju LED lampica (O6). Ponovnim aktiviranjem tipkala (I1) sve LED lampice se isključuje i robot se isključuje.

Slika 18. P_BaterijaRV1

Slika 19. PP_BaterijaRV

Glavni program sastavljen je od četiri potprograma koji se pokreću aktiviranjem tipkala (I1) u pojedinim fazama izvršavanja.

Provjera rada lampica izvrši se samo jednom na početku u potprogramu *provjera*. LED lampice uključuje se u vremenskom intervalu od jedne sekunde i isključuje nakon čega slijedi izlazak iz potprograma.

Potprogrami koji upravljaju indikatorom napona uključuju i isključuju LED lampice ovisno o periodu punjenja i pražnjenja baterije robota.

Potprogram *Lamp_on* uključuje LED lampice (O2–O6) koje signaliziraju status napunjenosti baterije.

Potprogram *prazni* isključuje LED lampice (O6–O2) u vremenskom intervalu od tri sekunde i signalizira proces pražnjenja baterije.

Potprogram *puni* uključuje LED lampice (O2–O6) u vremenskom intervalu od jedne sekunde i signalizira proces punjenja baterije.

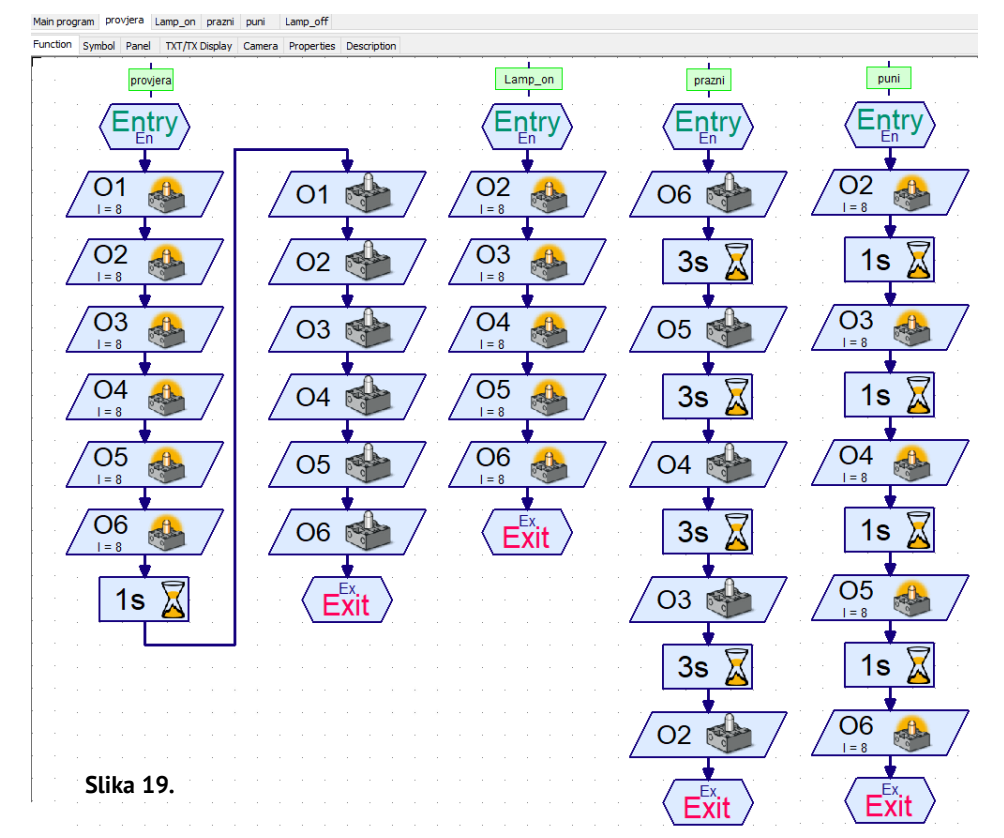
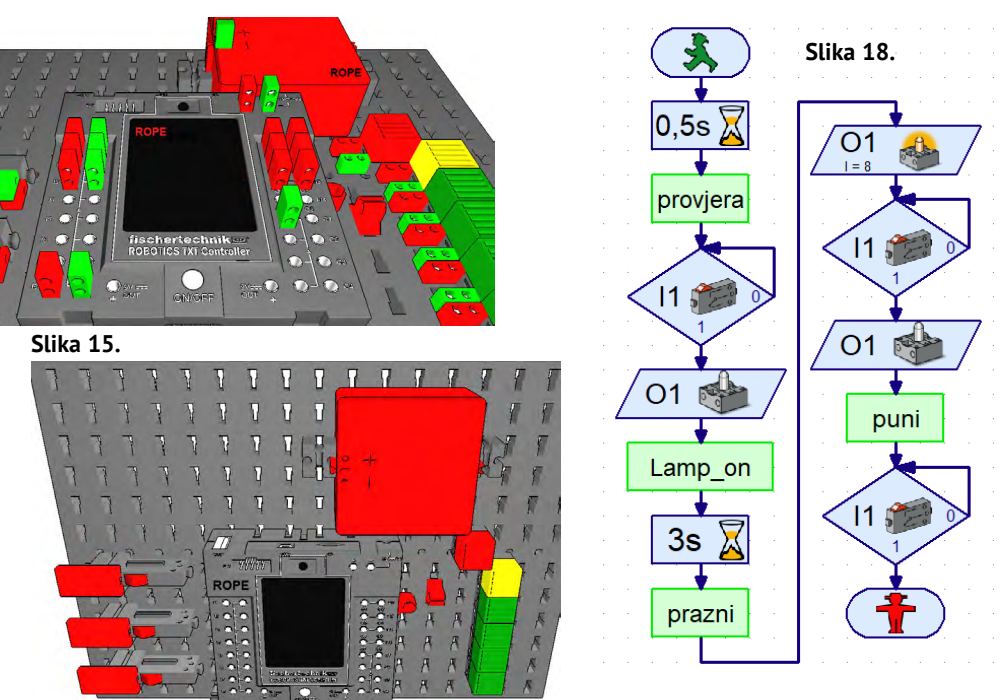
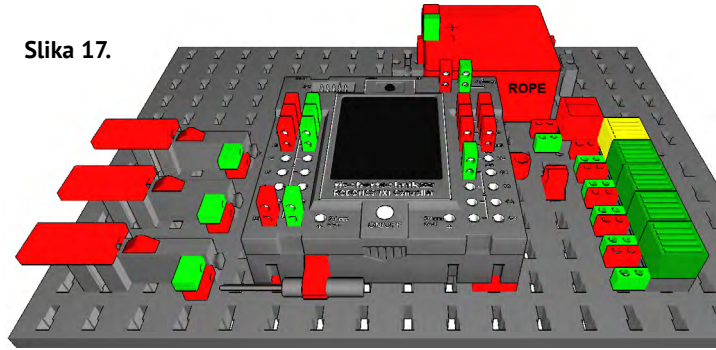
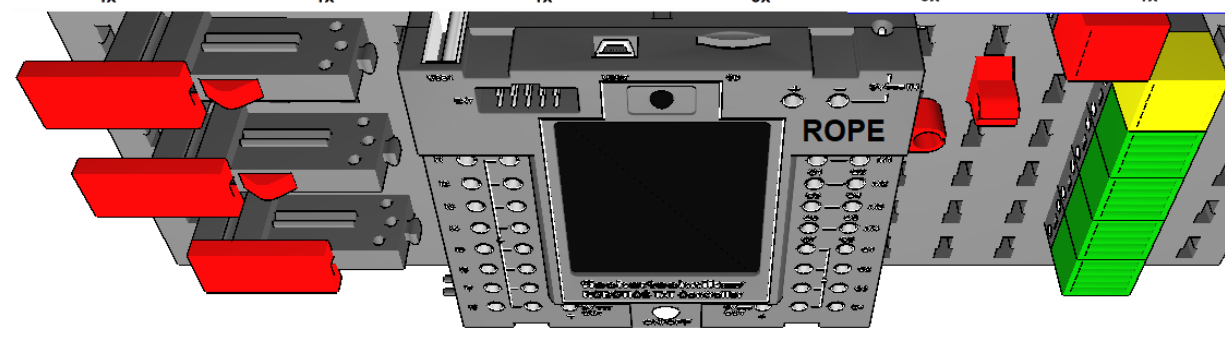
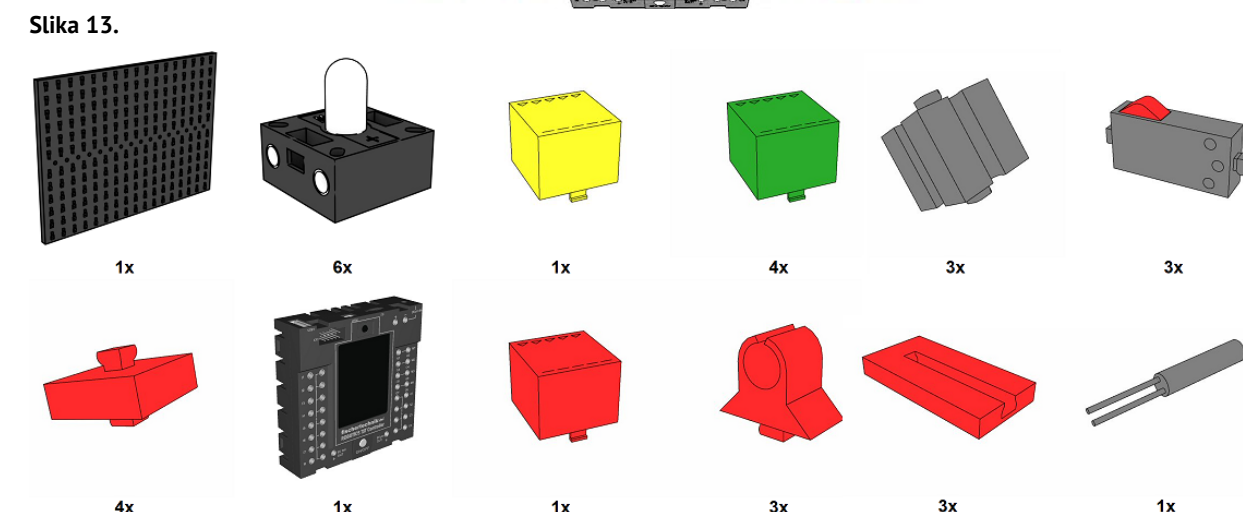
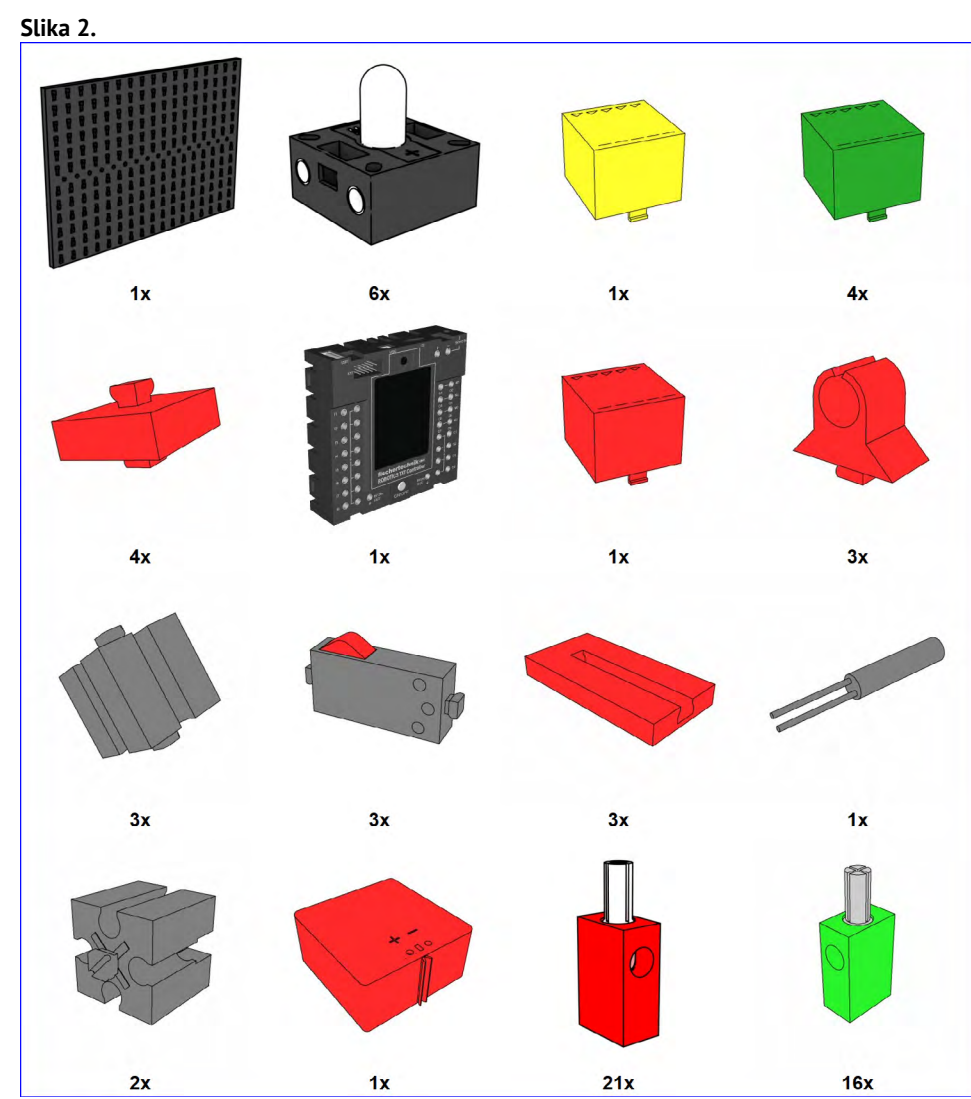
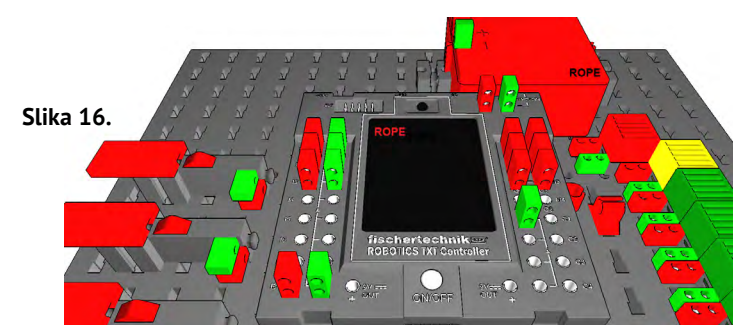
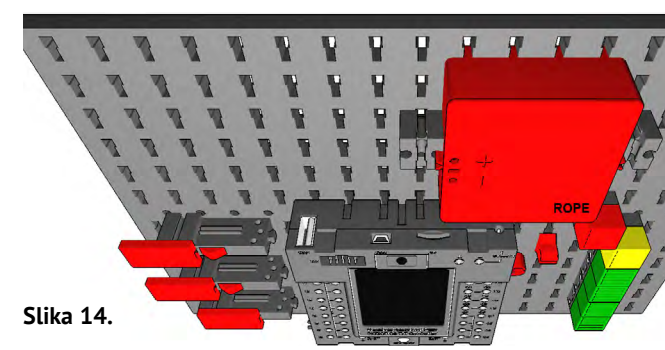
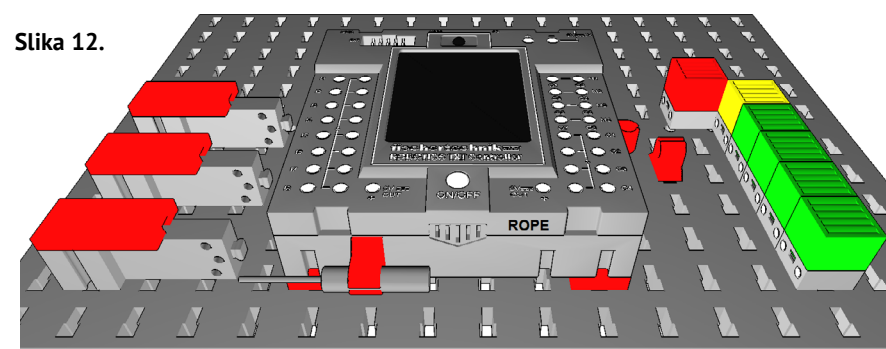
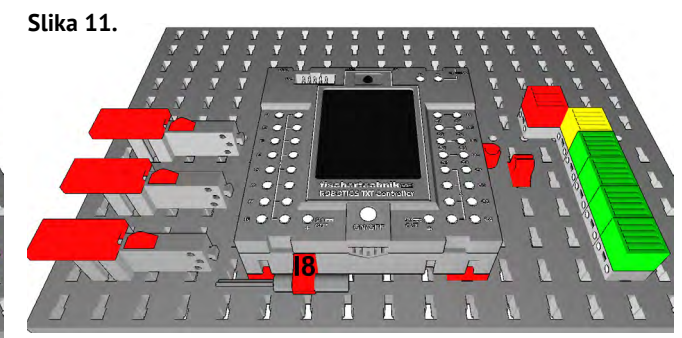
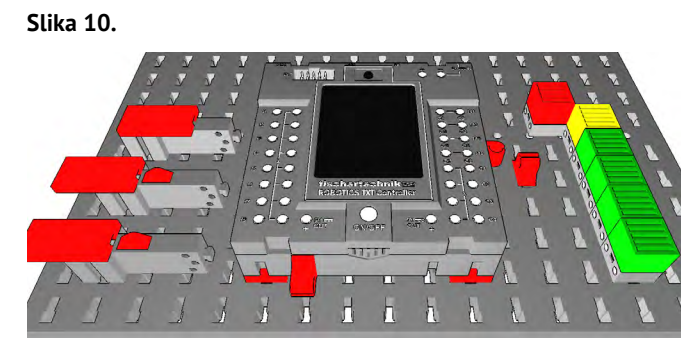
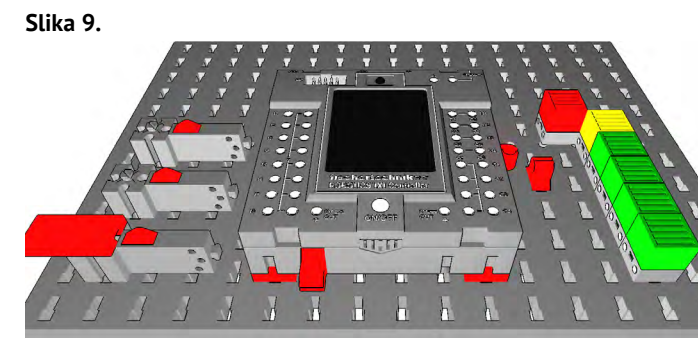
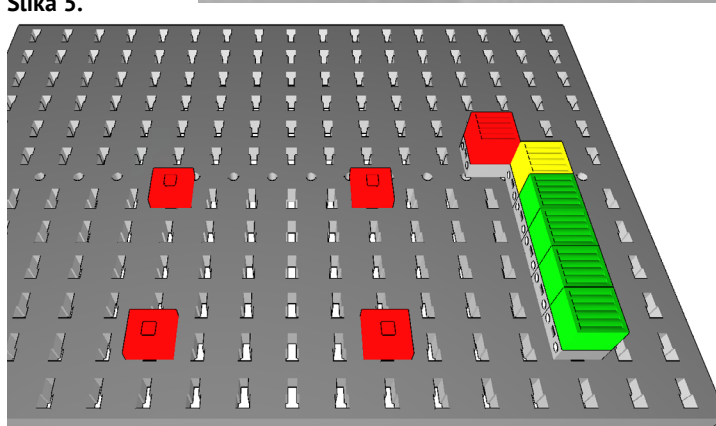
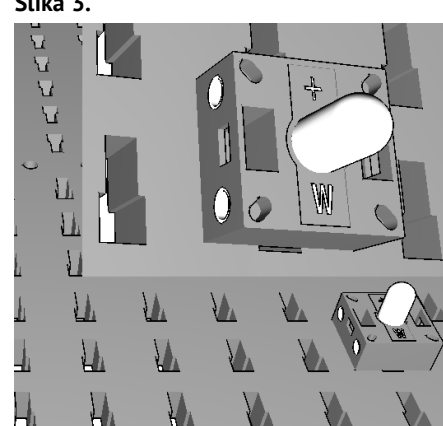
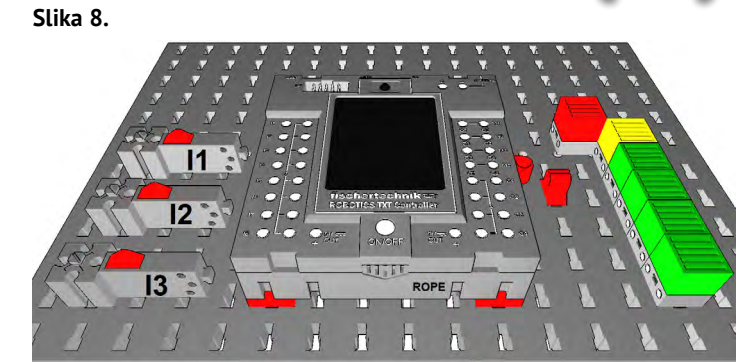
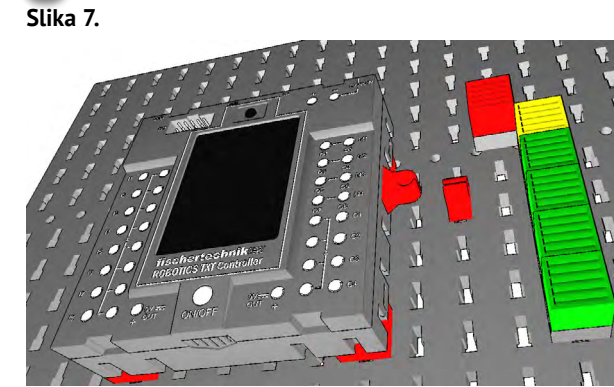
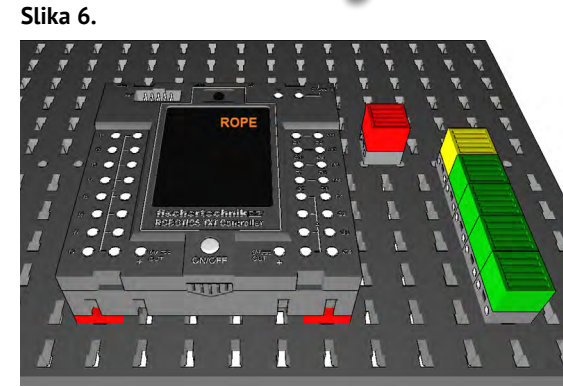
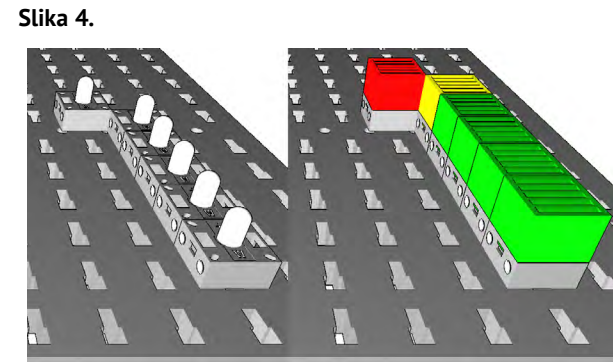
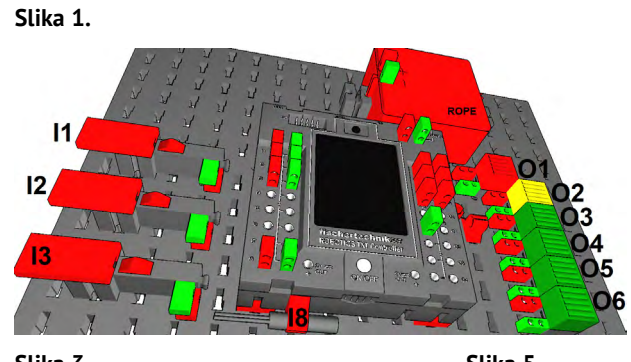
Izazov_1: Nadogradi konstrukciju drugim tipkalom (I2) i poveži ga s međusklopom na digitalni ulaz. Izradi algoritam i dijagram tijeka (program) koji omogućava upravljanje, pokretanje i isključivanje signalizacije indikatora napona baterije robota LED lampica tipkalom (I1). Pokretanjem programa provjeravamo ispravnost rada LED lampica uključivanjem i isključivanjem u vremenskom intervalu od jedne sekunde. Prolaskom vremena od 1 sekunde LED lampice se isključuje i program provjerava stanje na tipkalima (I1 i I2). Pritiskom na tipkalo (I1) počinje proces uključivanja i isključivanja LED lampica koji se ponavlja kao u *Zadatku_1*. Izmijeni u *Zadatku_1* vremenski interval pražnjenja i punjenja baterije na pet sekundi. Pritiskom na tipkalo (I2) robot nastavlja rad dok ne aktiviramo tipkalo (I1). Aktiviranjem tipkala (I1) sve LED lampice se isključuje i robot se ne kreće.

Izazov_2: Nadogradi konstrukciju trećim tipkalom (I3) i magnetskim senzorem (I8) i poveži ih s međusklopom na digitalne ulaze. Izradi algoritam i dijagram tijeka (program) koji omogućava upravljanje, pokretanje i isključivanje signalizacije indikatora napona baterije robota LED lampica tipkalom (I1). Pritiskom na tipkalo (I1) program provjerava ispravnost rada LED lampica uključivanjem i isključivanjem u vremenskom intervalu od jedne sekunde. Prolaskom vremena od jedne sekunde LED lampice se isključuje i program provjerava stanje na magnetskoj kartici (I8). Aktiviranjem magnetske kartice (I8) robot započinje gibanje. Pritiskom na tipkalo (I2) počinje proces uključivanja i isključivanja LED lampica koji se neprekidno ponavlja kao u *Zadatku_2*. Aktiviranjem tipkala (I3) robot ubrzava kretanje i vremenski interval pražnjenja i punjenja baterije smanjuje se na dvije sekunde. Ponovnim pritiskom tipkala (I2) robot nastavlja rad kao u *Zadatku_2* dok ne aktiviramo tipkalo (I1). Aktiviranjem tipkala (I1) sve se LED lampice isključuje i robot se ne kreće.

Izazov_3: Nadogradi konstrukciju tako da dodaš još jednu LED lampicu (O7) s plavom zaštitnom kapicom i poveži s međusklopom na digitalni izlaz. Izradi programsko rješenje koje prikazuje uključenu LED lampicu tijekom perioda punjenja kao u *Izazovu_2*. LED lampica se isključuje u trenutku kada je proces punjenja gotov i prestane svijetliti.

Petar Dobrić, prof.

PRILOG ČASOPISA "ABC tehnike" BR. 6 (672), ŠK. GOD. 2023./2024.



Slika 19.