



Rubrike

| Kodiranje - BBC micro:bit |
| STEM-radionice |
| Mala škola fotografije |



Izbor

| Sedam svjetskih čuda |
| Stare misterije u novom ruhu, I. |
| Starter kit Geekcreit UNO R3 (4) |
| Roboti u nuklearnim elektranama |

Prilog

| Robotski modeli za učenje kroz igru
u STEM nastavi – Fischertechnik (74) |

ABC **tehnike**

www.hztk.hr

ČASOPIS ZA MODELARSTVO I SAMOGRADNJU

Broj 684 | Travanj / April 2025. | Godina LXIX.

Predstavljen katalog izložbe Utopija i stvarnost

U petak, 16. svibnja 2025. u 18 sati u kino dvorani Tehničkog muzeja "Nikola Tesla" održano je predstavljanje kataloga izložbe "Utopija i stvarnost – 70 godina planiranja i velikih očekivanja". Izložba je bila održana u Tehničkom muzeju "Nikola Tesla" od 28. prosinca 2024. do 23. veljače 2025.



Izložba "Utopija i stvarnost – 70 godina planiranja i velikih očekivanja" bila je usmjerena na razvoj i rad Tehničkog muzeja kroz prizmu prostorne problematike, odnosno problematike njegova smještaja u kompleksu građenom kao privremena gradnja za potrebe Zagrebačkog velesajma u Savskoj.

Osnivanje muzeja protumačeno je u ideološkom kontekstu, kroz društveno-politički projekt tehničkog obrazovanja širokih masa kao važnog preduvjeta izgradnje jugoslavenskog socijalističkog društva. Ideja koja se može sažeti u krilatici "Tehnika narodu!", bila je 1950-ih godina

Nastavak na 27. stranici



**HRVATSKA
ZAJEDNICA
TEHNIČKE
KULTURE**

U OVOM BROJU

Predstavljen katalog izložbe

Utopija i stvarnost.....2

Sedam svjetskih čuda3

Stare misterije u novom ruhu, I.5

BBC micro:bit [58]9

Robotski modeli za učenje

kroz igru u STEM nastavi –

Fischertechnik (74)14

Mala škola fotografije.....17

Analiza fotografija.....20

Zlatne oči21

Starter kit Geekcreit UNO R3 (4).....28

Roboti u nuklearnim elektranama ...32

Osam najčudnijih robota na svijetu ...36

Nakladnik: Hrvatska zajednica tehničke kulture,
Dalmatinska 12, P. p. 149, 10002 Zagreb,
Hrvatska/Croatia

Glavni urednik: Zoran Kušan

Uredništvo: Sanja Kovačević – Društvo
pedagoga tehničke kulture Zagreb, Zoran Kušan
– urednik, HZTK, Danko Kočiš – ZTK Đakovo

DTP / Layout and design: Zoran Kušan

Lektura i korektura: Morana Kovač

Broj 8 (684), travanj 2025.

Školska godina 2024./2025.

Naslovna stranica: Tehnički muzej, AI kreacija

Uredništvo i administracija: Dalmatinska 12, P.p.
149, 10002 Zagreb, Hrvatska
telefon (01) 48 48 762 i faks (01) 48 46 979;
www.hztk.hr; e-pošta: abc-tehnike@hztk.hr
"ABC tehnike" na adresi www.hztk.hr

Izlazi jedanput na mjesec u školskoj godini
(10 brojeva godišnje)

Rukopisi, crteži i fotografije se ne vraćaju
Žiro-račun: Hrvatska zajednica tehničke kulture
HR68 2360 0001 1015 5947 0

Devizni račun: Hrvatska zajednica tehničke
kulture, Zagreb, Dalmatinska 12, Zagrebačka
banka d.d. IBAN: 6823600001101559470 BIC:
ZABAHR2X

Tisak: Alfacommerce d.o.o., Zagreb

Ministarstvo znanosti i obrazovanja preporučilo je uporabu "ABC tehnike"
u osnovnim i srednjim školama

Sedam svjetskih čuda

TEHNIČKE POŠTANSKE MARKE

Još u starom vijeku, baš kao i danas, ljudi su rado obilazili poznata mjesta, osobito ona koja su bila povezana s mitovima, povijesnim osobama i značajnim događajima. U IV. stoljeću prije Krista, grčka osvajanja većeg dijela tada poznatog svijeta otvorila su helenističkim putnicima put prema bogatim civilizacijama Egipćana, Perzijanaca i Babilonaca. Zavidljeni veličanstvenim znamenitostima, putnici su počeli sastavljati popise najdostupnijih prizora onoga što su vidjeli kako bi ih sačuvali u sjećanju. Da je popis bio prvobitno izmišljen kao vodič kroz znamenitosti starog svijeta, potvrđuje i činjenica da su stari Grci umjesto "čuda" govorili "themata", što znači "prizori", odnosno "stvari koje treba vidjeti". Različite verzije popisa čuda varirale su od osobe do



Slika 1. Rodski kolos od pozlaćene bronce podignut je 290. prije Krista, na otoku Rodosu u jugoistočnome dijelu Egejskoga mora

osobe, a prvi sačuvani primjerci potječu iz II. stoljeća prije Krista. Nakon brojnih pokušaja uvrštavanja raznih znamenitosti na različite liste, popis svjetskih čuda ograničen je na broj sedam. Taj je broj odabran zbog svog posebnog simboličkog i magijskog značenja. Broj 7 predstavljao



Slika 2. U Aleksandriji je sagrađen najstariji poznati svjetionik, jedno od sedam čuda antičkoga svijeta

je simbol savršenstva i potpunosti. Nadalje, upitno je koliko je pouzdan naziv "svjetska čuda" jer je popis geografski gledano obuhvaćao samo skulpturalne i arhitektonske spomenike mediteranskog i bliskoistočnog područja, koje je tada za Grke činilo poznati svijet. Stoga mjesta izvan tog područja nisu bila uzeta u obzir u tadašnjim zapisima. Tema ovog članka primarno će se baviti sa sedam svjetskih čuda antičkog doba, dok će sljedeći članak biti posvećen novim, izabranim svjetskim čudima.

Stari vijek

Nemamo puno povijesnih dokaza koji nam govore o proglašenim svjetskim čudima. Međutim, oni koji postoje uglavnom potječu iz pjesmama grčkih pjesnika kao na primjer grčkog epigramatičara Antipatera iz Sidona, napisanih oko 140. godine prije Krista. On je naveo šest od sedam znamenitosti na svojoj listi, izostavljajući svjetionik, dok je prvenstveno hvalio Hram Artemide u Efesu. Iako je Antipater iz Sidona smatrao da su babilonski zidovi dovoljno čudesni da ih proglasi čudom, drugi su bili više impresionirani Farosom (ili Svjetionikom) iz Aleksandrije i nazvali



Slika 3. Od svih građevina, jedino je Keopsova piramida u Gizi preživjela do danas. Ona je ujedno i najveća piramida u Egiptu

ga čudom. Dakle, koje su znamenitosti zapravo proglašene čudima? Određenih sedam čuda antičkog svijeta su redom: Keopsova piramida u Gizi (Egipat), Viseći vrtovi Babilona (Irak), Artemidin hram u Efezu (Turska), Kip Zeusa u Olimpiji (Grčka), Mauzolej u Halikarnasu (Turska), Kolos s Rodosa (Grčka) i Svjetionik na otoku Faru (Egipat). Zanimljivo je da te građevine nisu postojale u isto vrijeme, pa nije bilo moguće da ih jedan čovjek sve obiđe. Među njima jedino je Keopsova piramida u Gizi preživjela do danas. Ta činjenica čini piramidu još fascinantnijom, pogotovo s obzirom na to da je izgrađena između otprilike 2575. i 2465. godine prije Krista, što je čini najstarijim i jednim od najtrajnijih ljudskih dostignuća u povijesti. Nadalje, danas na mjestu Visećih vrtova Babilona u Iraku pronalazimo samo ruševine i kamenje. Prema legendi kralj Nabukodonozor II. dao je sagraditi vrtove kao dar svojoj supruzi Amitis, koja je čeznula za zelenim krajolikom. Kako doznajemo iz izvora sagrađeni su u Babilonu oko 600. godine prije Krista. Iako se točan izgled vrtova može samo nagađati, povijesni izvori i opisi sugeriraju da su se sastojali od više razina terasa, od kojih je svaka predstavljala zaseban vrt. Do danas nisu pronađeni čvrsti arheološki dokazi koji bi potvrdili njihovo postojanje, ali priče o njihovoj ljepoti i složenosti ostale su dio nasljeđa drevnog Babilona. Sličnu

povijest krije i Olimpija, smještena na poluotoku Peloponezu, poznata je kao jedno od najvećih vjerskih središta starih Grka. Tamo su Grci od 776. godine prije Krista počeli održavati sportske igre svake četiri godine u čast bogova, a sportaši su prije natjecanja prinosili žrtvu Zeusu i polagali zakletvu o poštenju. U Olimpiji u hramu se nalazio veličanstveni Zeusov kip visine 12 metara slavnog grčkog kipara Fidije. Od ovog kipa, poznatog kao jedno od sedam svjetskih čuda antičkog svijeta, nije ostalo nikakvih materijalnih tragova. Prema nekim izvorima, kip vladara Olimpije uništen je kada je car Teodozije II. zabranio igre 426. godine i zatvorio hram, dok drugi izvori navode da je kip rastavljen i prevezen u Konstantinopol, gdje je navodno izgorio. Iako je kip uništen, brojni izvori nam omogućuju predočavanje ove figure. Zeusove oči bile su vjerno prikazane obojenim staklom, što je stvaralo dojam da kip oživljava zbog čega su neki ljudi vjerovali da gledaju samog boga. Još jedan veličanstveni kip koji se ubraja u čuda antičkog svijeta je Kolos s Rodosa. Kip boga Helija bio je smješten na ulazu u glavnu luku otoka Rodosa. Kolos visok 32 metra bio je izrađen od željezne konstrukcije prekrivene bronzom, a težina mu je bila povećana kamenjem. Neki od sačuvanih prikaza Kolosa prikazuju ga s krunom



Slika 4. Antički narodi ubrajali su u sedam svjetskih čuda i Semiramidine viseće vrtove Babilonu



Slika 5. Fidijin olimpijski Zeus, 12 m visok kip od zlata i bjelokosti u hramu u Olimpiji (Grčka), izrađen je sredinom V. stoljeća prije Krista

na glavi i s bakljom u desnoj ruci koja je bila signal brodovima da se približavaju luci. Kolos je uništen u potresu 227. godine prije Krista, što znači da je uvršten u popis sedam svjetskih čuda već kad je bio srušen. Neki izvori navode da je srušeni Kolos ostao na mjestu do 654. godine, kada su arapske snage napale Rodos i prodale ostatke kipa (broncu) kao otpad. Idući na popisu svjetskih čuda u antičkom svijetu je Hram božice Artemide podignut 356. godine prije Krista u Efezu, sada zapadnoj Turskoj. Bio je veličanstven zbog

svoje veličine koja se protezala od 110 x 55 metara (otprilike veličina nogometnog igrališta), a sastojao se od čak 127 stupova visokih 18 metara. U unutrašnjosti hrama nalazio se golemi kip božice Artemide koju su u Efezu štovali kao božicu divljih zvijeri. Ipak, nakon što su ga 262. godine uništili Goti, od samog hrama ostalo je vrlo malo sačuvano. Ti ostatci čuvaju se u Britanskome muzeju. Nedaleko od Hrama božice Artemide nalazio se Mauzolej u Halikarnasu koji je bio grobnica Mauzola, kralja Karije. Ova grobnica izgledala je očaravajuće zbog svoje veličine i njezinih više od 300 mramornih kipova, koji su prikazivali portrete Grka. Od ruševina i ostataka ove grobnice sačuvana su samo dva kipa u Britanskome muzeju. Naposljetku, najpoznatiji svjetionik antike, svjetionik na otoku Faru. Izgrađen je II. stoljeću prije Krista kako bi sigurno usmjeravao brodove u Aleksandrijsku luku. Bio je visok 135 metara, a na njegovom vrhu bio je Zeusov kip ispod kojeg je gorjela vatra. Njegova svjetlost vidjela se s udaljenosti od 50-ak kilometara. Naime, urušen je uslijed potresa, što je bila i sudbina većine drugih navedenih znamenitosti.

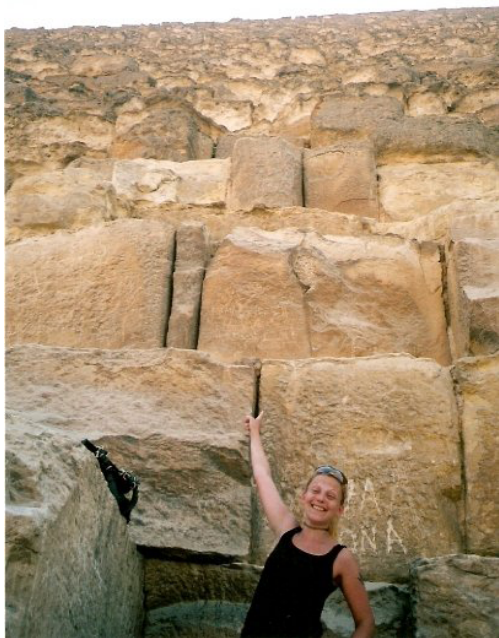
Ivo Aščić

Stare misterije u novom ruhu, I.

DREVNI EGIPAT

Neki dan sam, tražeći zapravo nešto sasvim drugo, prekapala po ormarima i našla jednu veliku, već zaboravljenu kutiju. Pitajući se što sam uopće spremila unutra, izvukoh je van i, praćena znatiželjnim dječjim glasovima, počela raspakiravati. Tu me dočekala hrpa predmeta iz Afrike i Azije koje sam revno dovlačila s putovanja i tovarila na police sve dok nisam dobila djecu i zaključila da je bolje to blago skloniti na sigurno – jer su kristali mojim klicima igrčke. Uostalom, stvarno je teško svako malo skidati prašinu i dlake s raznih geoda, figura i svijetnjaka kad si sam s dvoje male djece i hrpom pasa. Poprillično velika Bastet od malahita smjerno mi je uzvraćala pogled. Tu su se našli i Anubis,





Giza – piramida

kristalna piramida, svijećnjaci iz Aleksandrije i jordanске Petre, žuti preparirani pustinjski škorpioni "Death stalker" i hrpa poludragog kamenja i kristala. Ah, da, Egipat... da se barem mogu vratiti i promotriti piramide u svjetlu novih spoznaja!

Klinci su, naravno, bili oduševljeni otkrićem ovog našeg kućnog blaga, a ja sam pak bila oduševljena novim otkrićima na području egipatske arheologije. "Mama, mama, što je ovo?! A ovo?!" Nisu se dali na spavanje do kasno u noć, a ja sam se, pripovijedajući im o podrijetlu svakog predmeta, u mislima vratila na suhi saharski pijesak, obale Nila, koraljne grebene Crvenog mora, prljave ulice Kaira... kao i u podnožje drevnih piramida. I, zaista, postoji li civilizacija mističnija, magičnija i tajanstvenija od starog Egipta? Tu su, dakle, te naše ponovno aktualizirane piramide u Gizi, velika Sfinga, goleme pustinje, božanski faraoni, bogatstvo Nila i bizarni panteon bogova sa životinjskim glavama. Zatim, tu su zlatne grobnice u kojima se nalaze tisućljeća stare mumije u sarkofazima, hijeroglifi kodirani tajnim znakovima, gotovo mitska imena poput Tutankamona, Ramzesa, Nefertiti ili Kleopatre... čak se i okorjelo racionalni egiptolozi koji su desetljećima proučavali egipatsku povijest s vremena na vrijeme moraju prepustiti njenoj mističnosti!

No unatoč stoljećima intenzivnog arheološkog istraživanja, brojne drevne egipatske misterije još uvijek opstaju – štoviše, čini se da smo upravo otkrili i nove! Naime, revolucionarna skeniranja otkrila su nešto zapanjujuće ispod Kefrenove piramide – pet struktura na više razina, osam dubokih cilindričnih bunara koji poniru 648 metara u dubinu zemlje te dvije masivne komore u obliku kocke koje se protežu preko 2 km ispod visoravni Gize.

Ovo otkriće, do kojeg su došli istraživači sa Sveučilišta u Pisi i Strathclydeu koristeći naprednu tomografiju radara sa sintetičkom aparaturom (SAR), doduše još nije formalno priznato no zasigurno je na dobrom putu da prepravi sve ono što smo dosad mislili da znamo o piramidama. Neke teorije sugeriraju da bi te podzemne strukture mogle biti ostaci zapravo daleko starije i naprednije civilizacije – ili čak dio izgubljene energetske mreže, što je odjek nagađanja Nikole Tesle koji je smatrao da su se piramide koristile kao katalizatori za prirodnu energiju. Može li to biti dokaz da velike piramide nisu bile samo grobnice, već nešto daleko sofisticiranije? I ako je tako... što bi još moglo biti skriveno ispod egipatskog pijeska? Pitanja se roje poput pčela na proljetnoj livadi, a ovdje ćemo pokušati odgovoriti na neka od njih, barem sa stajališta formalnih (dosadašnjih) znanosti. Kako su uopće izgrađene piramide? Kakva je njihova veza s astronomijom? Što je zapravo sfinga? Je li Kleopatra doista pokopana u Aleksandriji, a zatim je njezin grob progutala poplava? Što se dogodilo s Nefertitinim tijelom? Jer, sva ova pitanja predstavljaju neriješene misterije starog Egipta. I kako uopće znamo ono što smo do sada doznali o ovoj tematici? Trebalo je vremena. Malo pomalo, istraživači raznih vrsta i disciplina marljivo su pročešljavali ogromnu hrpu prikupljenih podataka, počevši od najkompliciranijeg koraka: dekodiranja kamena iz Rosette 1822. godine, što im je omogućilo čitanje egipatskog pisma. Od tada su rasvijetlili i mnoge druge misterije, od kojih ćemo ovdje prezentirati one najaktualnije.

Kao prvo, kako čitati egipatsko pismo? Danas će nam Google u tri sekunde dati čitave studije o tome kako čitati egipatske hijeroglife. Međutim, hijeroglifi nisu samo slike već svaka slika ujedno predstavlja i određeni suglasnik. Tako je, na primjer, dvostruki list trske simbol za slovo "y".

Naime, kao ni u arapskom pismu, Egipćani nisu zapisivali svoje samoglasnike. Međutim, također nisu pisali niti samo pomoću hijeroglifa. Tu je i tzv. demotsko pismo, vrsta svakodnevnog pisma arapskog izgleda, no u manje ukrašenoj, hijeratskoj formi. Povrh svega toga, neki Egipćani iz dinastije Ptolemeja (oko 323. do 30. pr. n. e.) pisali su grčkim slovima jer su vladajuća elita bili makedonski Grci. Naime, njihov je jezik bio koptski, a upravo je zahvaljujući koptskom francuski laik Jean-François Champollion razotkrio sva ostala egipatska pisma 1822. godine. A Champollionovo otkriće ne samo da je promijenilo povijest već ju je i revidiralo! Zamislite da ste suočeni s tisućama i tisućama papirusa i natpisa drevnog Egipta na hijeratskom, demotskom, hijeroglifskom i koptskom, a ne možete ih pročitati! Tu u igru upada kamen iz Rosette koji je sadržavao dekret izdan za vrijeme kralja Ptolemeja V. Naime, kamen iz Rosette napisan je na demotskom, hijeroglifskom i koptskom pismu kako bi ga govornici različitih dijalekata mogli čitati. Koptski se pritom pokazao kao most između pisama, a misteriji starog Egipta počeli su se konačno razotkrivati.

Još jedno pitanje pobuđuje znatiželju, kako laika, tako i znanstvenika – kako su graditelji piramida došli do materijala?

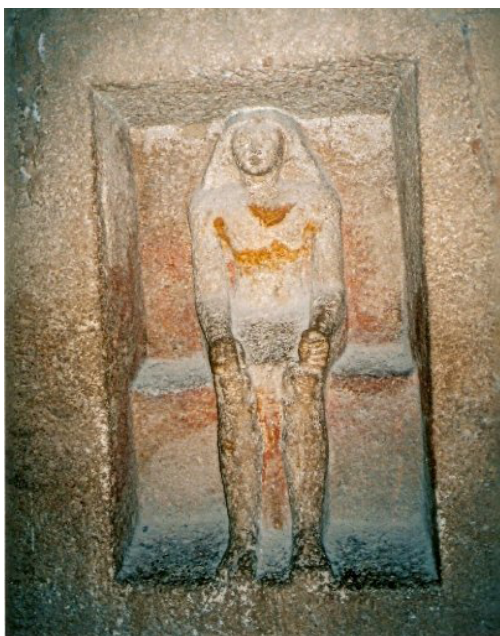
Dok je strahopoštovanje jedan sasvim razuman osjećaj koji nas prožima kada uživo promatramo piramide, zapravo još uvijek ne znamo sa sigurnošću osjećamo li ga prema talentu, snazi volje i znanju drevnih ljudi ili prema nečemu drugome – budući da pored ove teze još uvijek postoji i put za potencijalno fantastična objašnjenja koja će se nužno uvući i u našu daljnju raspravu. Ukratko, da – još uvijek nismo 100%



Sfinga

sigurni kako su drevni Egipćani izgradili piramide.

Tako su 2024. godine naizgled došli korak bliže objašnjenju jer su istraživači najvijestili monumentalno otkriće koje objašnjava kako su graditelji piramida dovukli sve te kamene blokove na svoja gradilišta. Nil pritom predstavlja možda najlogičniji prijedlog za transport ovih materijala, ali rijeka je udaljena četiri milje prema istoku! Ova bi udaljenost mogla još biti i u redu za nekoliko blokova ali, prema *National Geographicu* koji sam nedavno gledala, sama Velika piramida izgrađena je od 2,3 milijuna blokova, od kojih je svaki težio između 2,5 i 15 tona! Međutim, novo istraživanje otkrilo je izgubljeni ogranak Nila koji se proteže točno duž rute na kojoj se nalazi 31 egipatska piramida. Kako je izvijestio Euronews, taj izgubljeni ogranak zvan Ahramat dugačak je 39 milja i davno ga je zatrpala egipatska pustinja. Kažu da je moguće da je upravo Ahramat opskrbljivao graditelje piramida potrebnim materijalom, od piramida Lisht u Gornjem Egiptu pa sve do piramida u Gizi u Donjem Egiptu. Ono što meni pak ostaje misterij koji nije objašnjen u dokumentarcima jest pitanje *kakve bi to splavi trebale biti da dopreme blokove takve mase?! Ne, zbilja... 2,5 do 15 tona po komadu, a da ne potopi i splav i sve na njoj? I onda nam dolazi i ovo zadnje, još nepriznato otkriće, sukladno kojem je vidljivi dio piramida tek vrh ledenog brijega – i to je moment u kojem stvari postaju zaista napete pa nestrpljivo očekujemo daljnja očitovanja znanstvene zajednice koja ću vam vrlo rado prenijeti! No... 'ajmo mi sad malo opet k onome što nam je poznato: što je uzrokovalo faraonovu kletvu? Pretpostavljam da smo svi čuli za faraonovu kletvu, zar ne? Ili prokletstvo mumije, ili prokletstvo kralja Tutankamona. Penn Museum citira natpis koji je navodno pronađen na grobnici: "Prokleti bili oni koji uznemiravaju ostatke faraona. One koji razbiju pečat ovog groba dočekať će smrt od bolesti koju niti jedan liječnik ne može dijagnosticirati."* Bez obzira postoji li ovaj natpis ili ne, istina je da su istraživači koji su zaronili u dubine egipatskih kraljevskih grobnica oboljeli od iznenadnih, smrtonosnih bolesti. Lord Carnarvon, financijer iskopavanja faraona Tutankamona, umro je od trovanja krvi nekoliko mjeseci nakon posjeta grobnici. Prethodno je stradao i njegov kanarinac – od kobre! U roku od daljnjih 10 godina, šest



od 26 ljudi koji su sudjelovali u ovoj ekspediciji je umrlo.

Ali, evo u čemu je stvar: zrak u egipatskim grobnicama bio je zapečaćen tisućljećima, s tijelima unutra koja su se raspadala te komorama u kojima su cvjetale plijesan i bakterije. Naime, kako izvještava *National Geographic*, mumije obično nose dvije vrste opasnih plijesni: *Aspergillus niger* i *Aspergillus flavus*, koje mogu biti poprilično opasne za pojedince kompromitirana imuniteta. Pritom su infekciji posebno izložena pluća. Zrak je također ispunjen tragovima amonijaka, formaldehida i sumporovodika, odnosno spojevima koji također mogu uzrokovati pneumoniju, često i s letalnim ishodom. Ukratko, znanstveno objašnjenje i zaključak ovog slučaja bi bio da je prokletstvo faraona zapravo više prokletstvo kronične neprozračenosti.

A kad smo već kod Tutankamona, kako je dotični uopće umro? Iako je Egipat živio pod svojim faraonima više od 3000 godina, većina nas poznaje samo nekolicinu njih po imenu od kojih je najpoznatiji vjerojatno upravo Tutankamon, "dječak kralj", koji je doživio svega 19 godina te umro 1323 pr.n.e. Većina ljudi čula je za kralja Tutankamona zbog njegove grobnice pune blaga (s jednim bizarnim predmetom koji je zbunio znanstvenike) ili, posebno, zbog njegove zlat-

ne posmrtno maske. Njegova kratka vladavina uglavnom se sastojala od ispravljanja smjera njegovog prethodnika i oca, Ehnatona, koji je potpuno zamijenio tisućljetnu egipatsku religiju novom religijom posvećenom bogu sunca, Atonu. No život kralja Tutankamona bio je sve samo ne bajka; naime, patio je od niza deformiteta i nekroze kostiju te s time povezanih problema što se može zahvaliti prethodnim incestuoznim obiteljskim vezama kako bi se sačuvala čistoća krvi i loze. Kao i sve ostalo u Egiptu, iznenadna smrt kralja Tutankamona isprva se činila misterijem no godine 2010. istraživači su otkrili dokaze o malariji u njegovoj mumiji, koja ga je, u kombinaciji s degenerativnom bolešću kostiju, vrlo vjerojatno ubila. Pa ipak, kako objašnjava *BBC Science Focus*, 2023. godine egiptologinja Sofia Aziz ukazuje na drugačiji uzrok smrti Tutankamona, povezan s prijelomom noge uzrokovan nečim poput sudara kočija pri velikoj brzini. Ova sugestija je u suprotnosti sa zaključkom iz 2010. budući da su prethodna istraživanja zaključila da Tutankamon nije mogao stajati u kočiji zbog svojih deformiranih kukova i nogu. Ipak, Sofia sugerira da je Tutankamon ipak vozio kočiju, a budući da je Tutankamonov imunološki sustav bio sam po sebi slab, otvorena rana i prijelom uzrokovali bi infekciju koja bi ga vrlo brzo usmrtila. Bilo kako bilo, oba su scenarija vrlo vjerojatna i svakako pomažu da se okonča još jedan od misterija drevnog Egipta. Premda bismo ovaj članak mogli završiti bilo kojim od brojnih egipatskih misterija, za kraj smo ostavili jedan koji još uvijek zbunjuje znanstvenike: veza između piramida i zvijezda. Naime, jedna od popularnijih teorija tvrdi da su te monumentalne građevine povezane sa zvijezdom Orion budući da su naše tri glavne velike piramide u Gizi pažljivo poredane kako bi odražavale raspored zvijezda u zvijezdu Orion. Nadalje, proporcije i dimenzije piramida nalikuju relativnoj veličini zvijezda u zvijezdu Orion. E sad, važno je napomenuti da postoje i druga objašnjenja orijentacije i dizajna piramida, pa tako neki znanstvenici smatraju da su te sličnosti rezultat tek slučajnih podudarnosti ili subjektivnih tumačenja. No ako uzmemo da se u egipatskoj kulturi Orion povezivao s bogom Ozirisom, teorije slučajnosti mi baš nimalo ne drže vodu. U svakom slučaju, rasprava na ovu temu ostaje i dalje otvorena a mnogi se drugi, naizgled već riješeni misteriji Egipta



s novim otkrićima otvaraju opet iznova. I zaista, premda nam se često čini da smo odavno iscrpili sva čuda ovoga svijeta, tek

sada, sa znatnim napretkom znanosti, otkrivamo koliko smo u mnogim slučajevima bili u krivu!

Svijet je još uvijek velika enigma, dragi moji, a mi ćemo se svako potruditi izvijestiti vas o svemu novome i uzbudljivome što doznamo! No, budući da sve top misterije drevnog Egipta ne možemo obraditi u jednome članku... *will be continued!*

*Ivana Janković,
Croatian Wildlife Research
and Conservation Society*

KODIRANJE

BBC micro:bit [58]

Poštovani čitatelji, nastavljamo seriju kodiranja BBC micro:bita kroz jednostavne primjere u Scratch-Editoru. U ovom ćete nastavku saznati čemu služe rupice na donjem rubu pločice BBC micro:bita i kako ih koristiti.

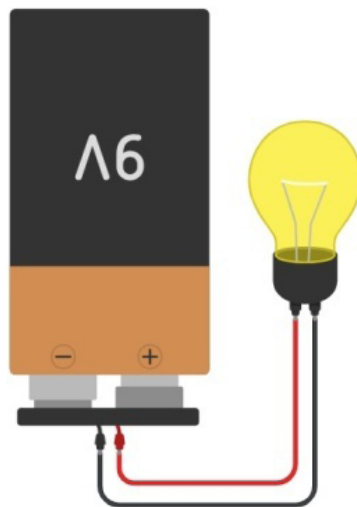
Rubni priključak

Donji dio pločice je ustvari rubni priključak s dvadeset pet izvoda (pinova) u obliku češlja koji služe za spajanje BBC micro:bita s vanjskim svijetom, no mi ćemo se usredotočiti na samo pet izvoda koji su izvedeni u obliku rupica. Te rupice olakšavaju spajanje vanjskih strujnih krugova preko spojnih žica s krokodil-štipaljka. Rupice su imenovane kako slijedi: prva rupica je pin P0 (ili jednostavno 0), druga rupica je pin P1 (1), treća rupica je pin P2 (2). Preko koda koji ćete upisivati u Sretchu možete upravljati s ova tri pina. Slijedi četvrta rupica koja nosi oznaku 3V, a označava napon jer je taj pin spojen s plusom baterija napajanja BBC micro:bita. Peta rupica nosi oznaku GND što je skraćeno od engleske riječi *ground* (to je zajednička masa cijelog sklopa). Taj je pin spojen s minusom baterija napajanja.

U tekstu su spomenuti strujni krugovi, znate li što je to?

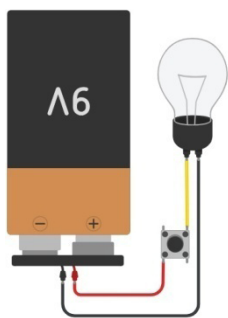
Strujni krugovi

Najjednostavniji strujni krug prikazan je na slici 58.1.

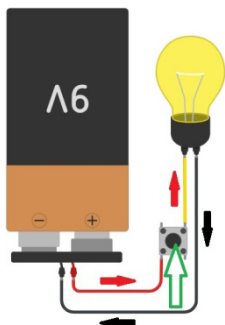


Slika 58.1. Strujni krug s baterijom i žaruljom

Baterija je izvor struje, a žarulja je trošilo. Za električno povezivanje koriste se vodiči od bakrene žice izolirani plastikom u raznim bojama. Ako žarulja svijetli, znači da je strujni krug zatvoren. Ako ne svijetli, znači da je strujni krug otvoren. Ta dva stanja postižu se dodavanjem tipke, slike 58.2 i 58.3.



Slika 58.2. Otvoreni strujni krug, žarulja ne svijetli



Slika 58.3. Strujni krug je zatvoren kada se pritišće i drži tipka (zeleni strelice), žarulja svijetli

Naziva se krug jer struja kruži spojnim žicama s plusa baterije preko tipke i žarulje do minusa baterije (pratite crvene i crne strelice).

Ovdje valja još nešto objasniti. Zašto su elementi strujnog kruga (baterija, tipka i žarulja) spojeni s bakrenim žicama koje su izolirane plastikom? Bakar je kovina (metal), a sve su kovine dobri vodiči struje. Plastika nije vodič, spada u izolatore. Ona ne vodi struju, kao i neki drugi izolatori, na primjer staklo, porculan, suho drvo, papir, karton i slično. Zašto je to važno? Bakreni vodiči izolirani plastikom sprječavaju možebitne spojeve ukratko.

Što je spoj ukratko?

To je okolnost kada se plus baterije kratko spoji s minusom baterije. To je također zatvoreni strujni krug, ali on zaobilazi trošilo pa poteče vrlo jaka struja. Takva struja može izazvati požar pa čak i eksploziju baterije, što može biti vrlo opasno. Radi toga se spojevi ukratko izbjegavaju, a kako ne bi došlo do slučajnih spojeva ukratko spojne žice moraju biti izolirane.

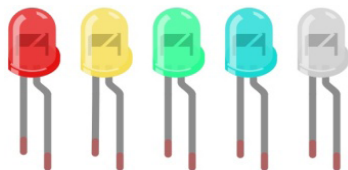
U zadacima koji slijede trebat ćete, osim pločice BBC micro:bita s pripadajućim baterijama i

nekoliko izoliranih žica s krokodil-štikaljkama u raznim bojama i dvije svjetleće diode (LED).

Izabrane su svjetleće diode jer troše znatno manje struje od žarulja pa su pogodnije za rad u sprezi s BBC micro:bitom.

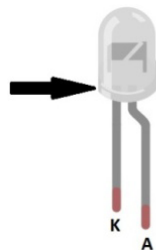
Što su svjetleće diode?

Svjetleća dioda ili LED (od engleskog *Light Emitting Diode*) je elektronički element koji samo u jednom smjeru propušta struju i tada svijetli, a u drugom smjeru ne propušta struju i ne svijetli. Zbog toga svjetleće diode spadaju u polarizirane elemente. Proizvode se u raznim bojama, Slika 58.4.



Slika 58.4. LED-ice raznih boja

Kako je LED-ica polarizirana važno je prepoznati raspored njenih izvoda. Kraći izvod je katoda, a iznad njega tijelo same LED-ice je plosnato. Duži izvod je anoda, a iznad njega tijelo same LED-ice je polukružno, Slika 58.5.



Slika 58.5. LED-ica ima dva izvoda koji se nazivaju katoda (K) i anoda (A). Katodu ćete prepoznati po kraćem izvodu, odnosno po plosnatom dijelu tijela (crna strelica)

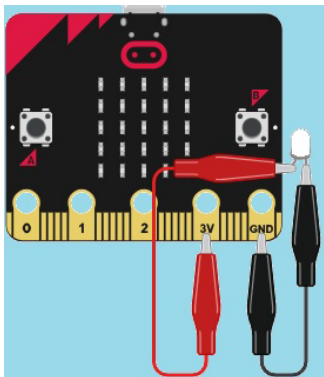
Kako je polarizirana, ako želite da LED-ica u nekom strujnom krugu svijetli, njenu anodu valja spojiti prema plusu napajanja, a katodu prema minusu napajanja.

S obzirom da su razne LED-ice građene za napon od 1,8 V do 2,0 V (napon se izražava u voltima – V) i ne podnose jake struje, treba ih u strujni krug spojiti preko zaštitnog otpornika, inače će pregorjeti. Kako biste u zadacima koji slijede zbog jednostavnosti izvedbe izbjegli te otpornike, a istovremeno zaštitili BBC micro:bit od prejakih struja koje bi mogle povući LED-ice bez otpornika, najbolje je da koristite one LED-

-ice koja podnose napone koji su viši od 3 V, a pritom povlače vrlo malo struje. Dobar izbor je bijela LED-ica visokog sjaja koja podnosi napon od 2,8 V do 4,2 V ili plava LED-ica visokog sjaja koja podnosi napon od 2,5 V do 3,7 V. Lako ćete ih prepoznati jer su njihova tijela prozirna.

Zadatak 1.

Na BBC micro:bit spojite baterije te na njegove pinove spojite bijelu LED-icu prema Slici 58.6.

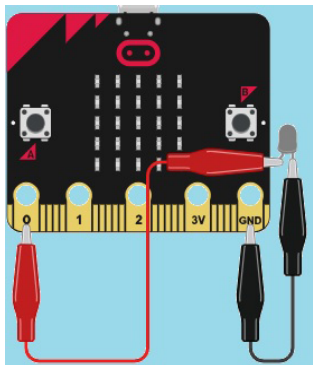


Slika 58.6. Između pina 3V i pina GND spojite bijelu LED-icu

Ovaj strujni krug odgovara onome sa Slike 58.1. Bijela LED-ica je preko pinova BBC micro:bita spojena na baterije. Ako ste preko crvene spojne žice spojili anodu LED-ice na 3V i ako ste preko crne spojne žice spojili katodu LED-ice na GND, onda LED-ica svijetli. Kodiranje nije potrebno.

Zadatak 2.

Prema Slici 58.7 preselite crvenu spojnu žicu na pin 0.



Slika 58.7. Kod ovog spoja potrebno je kodiranje

U Scratchu *Microbit More* prepisite program sa Slike 58.8 koji će paliti bijelu LED-icu svaki put kada se na pločici BBC micro:bita pritišće i drži tipka A.



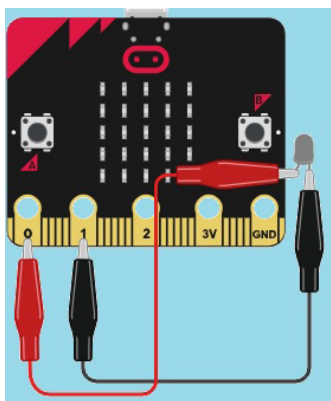
Slika 58.8. Programski kôd za paljenje i gašenje LED-ice

Program pokrenite klikom na zelenu zastavicu. Ako je sve kako valja, LED-ica se pali kad na pločici BBC micro:bita pritišćete i držite tipku A, a gasi se kad tipku otpustite.

U ovaj ste kôd uveli vama novi blok "set P0 digital High", odnosno "set P0 digital Low", a to znači da ste pin 0 pretvorili u digitalni izlaz i zadali mu visoku, odnosno nisku vrijednost. Naime, digitalni izlaz može poprimiti samo dvije vrijednosti, visoku (*High*) vrijednost, odnosno napon od +3 V i nisku (*Low*) vrijednost, odnosno napon od 0 V (kod vrijednosti 0 V prozvani pin automatski se spaja s minusom baterije kako bi se izbjegli možebitni parazitni naponi). Drugim riječima, s *digital High* strujni krug je zatvoren i LED-ica svijetli jer je spojena između plusa baterija i GND-a, a s *digital Low* strujni krug je otvoren i LED-ica ne svijetli jer je spojena između minusa baterija i GND-a (a znate otprije da je GND minus baterije).

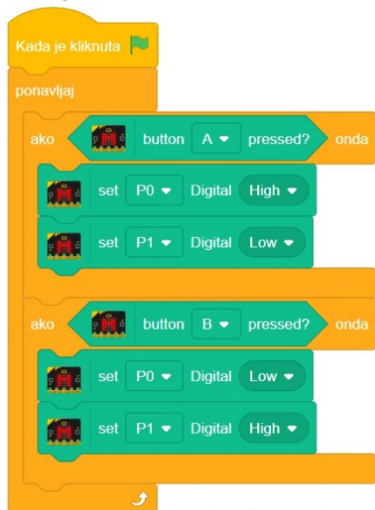
Zadatak 3.

Rečeno je da digitalni izlaz ugođen na *digital Low* ima spoj s minusom baterija. To možete dokazati na ovom primjeru. Najprije spojite bijelu LED-icu s BBC micro:bitom kako je prikazano na Slici 58.9.



Slika 58.9. Crnu spojnu žicu iz prošlog zadatka preselite s GND na pin 1

Prepišite program koji će pritiskom na tipku A BBC micro:bita paliti bijelu LED-icu, a pritiskom na tipku B gasiti, Slika 58.10.

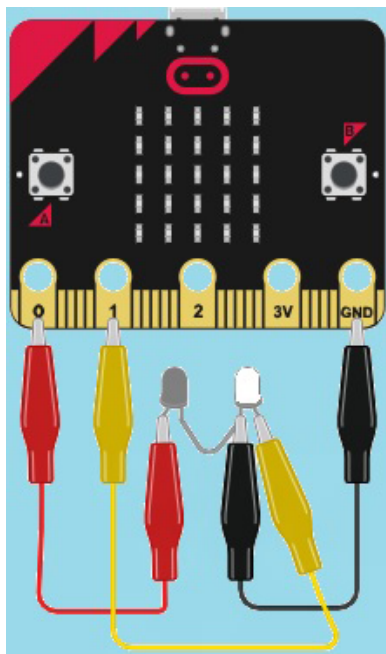


Slika 58.10. Programski kôd koji dokazuje da se s *digital Low* ostvaruje spoj s minusom baterije

Pokrenite program. Pritisnite tipku A. LED-ica se pali. Pritisnite tipku B. LED-ica se gasi. Kad se pritisne tipka A, pin 0 ugađa se kao izlaz pa se dobiva +3 V s baterija, a pin 1 je u spoju s minusom baterija. U tom stanju LED-ica svijetli. Kad se pritisne tipka B, pin 1 se ugađa kao izlaz pa se dobiva +3 V s baterijom, a pin 0 je u spoju s minusom baterija. U tom stanju LED-ica ne svijetli jer je obrnuto polarizirana. Naravno, mogli ste za tipku B ostaviti da pin 1 bude na *digital Low*. Ni tada LED-ica ne bi svijetlila jer bi oba njena pina bila u spoju s minusom baterija.

Zadatak 3.

Prema Slici 58.11 spojite dvije LED-ice. Anodu lijeve LED-ice na pin 0, anodu desne na pin 1, a obje katode na GND.



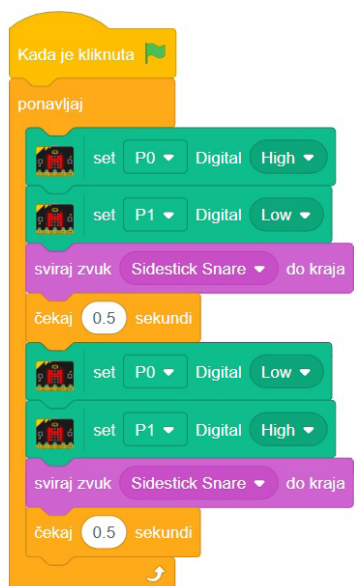
Slika 58.11. Za ovaj zadatak trebate dvije LED-ice i tri spojne žice različitih boja

Spoj između katoda dviju LED-ica izvedite frkanjem njihovih izvoda, Slika 58.12.



Slika 58.12. Kraće izvođe LED-ica međusobno namotajte frkanjem te ih crnom spojnom žicom spojite na GND

Prepišite program koji će naizmjenice paliti i gasiti dvije LED-ice i koji će se kod svake promjene glasiti zvukom "TOK..." Slika 58.13.



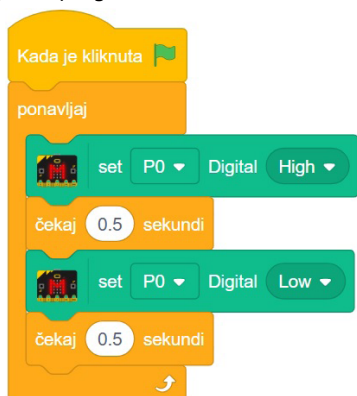
Slika 58.13. Programski kôd koji simulira žmigavce

Pokrenite program. Ako je sve kako valja, LED-ice se pale naizmjenično. Pali se lijeva pa se nakon pola sekunde gasi te se u tom trenutku pali desna koja se nakon pola sekunde gasi i tako dalje. Kod svake se promjene čuje karakterističan zvuk.

Zadatak 4.

Spojite jednu bijelu LED-icu kako je prikazano na Slici 58.7.

Prepišite program sa Slike 58.14.



Slika 58.14. Jednostavan program koji pali i gasi LED-icu jedanput u sekundi

S ovim programom LED-ica svijetli pola sekunde punim sjajem, a pola sekunde ne svi-

jetli. Drugim riječima, LED-ica žmirka u periodu (vremenskom rasponu) od 1 sekunde s takozvanim radnim ciklusom (engleski *duty cycle*) od 50 %. 50 % perioda svijetli, a 50 % perioda ne svijetli. Kad bismo poželjeli da LED-ica žmirka istim radnim ciklusom od 50 %, ali u periodu koji je tisuću puta kraći, tada bi se LED-ica palila i gasila svake tisućinke sekunde i dobili bismo krajnje brzo žmirkanje. Nažalost ovim programom to nije moguće postići. Toga su bili svjesni tvorci dodataka za *Microbit More* pa su smislili blok koji to omogućava.

Prepišite program sa Slike 58.15.



Slika 58.15. Programski blok koji omogućava paljenje i gašenje LED-ice velikom brzinom (vrlo kratak period) s radnim ciklusom 50 %

Pokrenite program i primijetite što se dešava sa sjajem LED-ice.

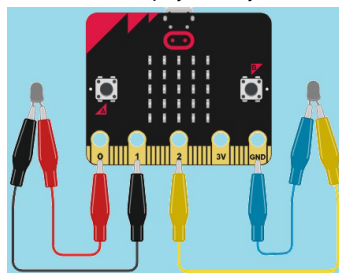
Ako je sve kako valja, nećete vidjeti brzo žmirkanje jer je ljudsko oko tromo pa ne može popratiti tako brze promjene, već ćete vidjeti kako LED-ica svijetli prividno slabijim sjajem.

Iako znamo da u trenutku kad je LED-ica upaljena svijetli punim sjajem, mi to ne vidimo i to nam je dobrodošlo jer na taj način možemo mijenjati jačinu svjetlosti.

Sad kada to znate eksperimentirajte tako da u programu mijenjate postotke. Kod nižih postotaka dobit ćete slabiji sjaj, a kod viših jači sjaj. Kod 0 % LED-ica ne svijetli, a kod 100 % svijetli punim sjajem.

Zadatak 5.

Prema Slici 58.16 spojite dvije LED-ice.



Slika 58.16. Za ovaj zadatak trebate dvije bijele LED-ice i četiri spojne žice različitih boja

Napišite program koji će lijevoj LED-ici smanjivati sjaj od početnih 100 % prema 0 % u skokovima od 10 %, a istovremeno desnoj LED-ici pojačavati sjaj od početnih 0 % prema 100 % u skokovima od 10 %. Nakon toga neka se uloge zamijene tako da se kod lijeve LED-ice pojačava sjaj, a kod desne smanjuje. Neka se cijeli taj ciklus neprekidno ponavlja.

Napomena! Ovdje valja skrenuti pozornost da će lijeva LED-ica svijetliti jedino ako u programu predvidite da na pin 1 dođe minus baterija. To ćete ostvariti ako pin ugodite blokom "set P0

analog 0 %". Drugim riječima i za ovaj blok važi ono što je prije opisano za *digital Low*.

To bi za sada bilo sve. Zabavljajte se i učite.

Za ove ste vježbe trebali:

- BBC micro:bit v.1. ili v.2.
- baterije za BBC micro:bitdviije bijele svjetleće diode visokog sjaja (ili plave visokog sjaja)
- četiri spojne žice s krokodil-štikaljkama raznih boja.

Marino Čikeš, prof.

STEM U NASTAVI

Robotski modeli za učenje kroz igru u STEM nastavi – Fischertechnik (74)

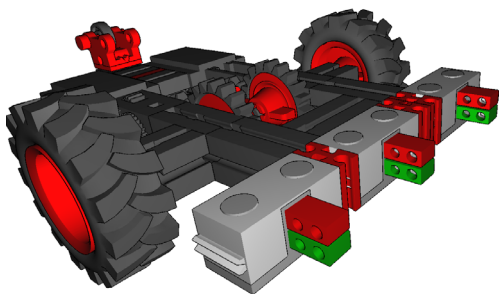
STEM edukacija je kontinuirano prisutna u osnovnoškolskom obrazovnom sustavu kroz nekoliko predmetnih područja tehničkog obrazovanja. Izrada konstrukcije modela robota omogućuje povezivanje teorijskih znanja s praktičnim vještinama. Izazovan način provedbe edukativnih projekata osiguravaju školski modeli robota kojima upravljamo pomoću tipkala, a na koje su ugrađeni elektromagneti. Ovaj tip robota omogućava razumijevanje osnovnih principa konstruktorstva, elektrotehnike i mehanike i razvija logičko razmišljanje, timski rad i potiče kreativnost pri rješavanju programskih izazova. Upravljanje i manipuliranje robotiziranim vozilom omogućuje izrada preciznih algoritamskih rješenja koja osiguravaju izvršavanje programskog koda i njegov rad. Dualni način rada automatiziranog robotskog vozila dozvoljava trenu-

tačno preuzimanje ručnim upravljanjem tijekom razminiravanja minama onečišćenog područja.

Robotsko vozilo za detekciju metala

Model robota sastoji se od osnovne konstrukcije na koju su pričvršćeni električni motori, kotači i elektromagneti. Kretanje robota omogućeno je preko dva DC motora koji su spojeni na napajanje i povezani s upravljačkim sklopom. Tipkala služe za ručno upravljanje kretanjem robota: naprijed, natrag, lijevo i desno. Na prednjem dijelu robota smješten je elektromagnet koji služi za podizanje i prenošenje metalnih predmeta. Elektromagnet se aktivira pritiskom na zasebno tipkalo, čime se kroz njegovu zavojnicu propušta istosmjerna električna struja. Time se stvara magnetsko polje koje privlači metalne predmete, kao što su novčići, podlošci ili vijci. Isključivanjem elektromagneta magnetsko polje nije aktivno i podignuti metalni predmet se ispušta.

Pritiskom na određeno tipkalo, električni signal se šalje prema mikrokontroleru ili jednostavnom sklopu koji pokreće odgovarajući motor. Na isti način funkcionira i uključivanje elektromagneta. Ovakav način upravljanja omogućava izravno komuniciranje s robotom i potpuno razumijevanje elektrotehničkih i fizikalnih principa. Uporaba elektromagneta posebno je korisna



Slika 1. RM

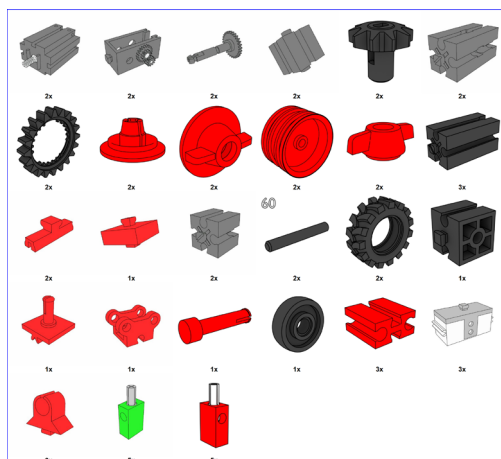
za simulaciju zadataka iz industrije i robotike, poput sortiranja metalnih predmeta ili pomicanje metalnih materijala. Tako učenici stječu uvid u to kako roboti funkcioniraju u stvarnom svijetu, primjerice u automatiziranim skladištima ili tvornicama.

Izrada konstrukcije modela robota u školi ima višestruku edukativnu vrijednost. Učenici kroz projekt:

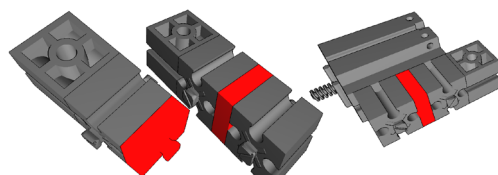
- uče osnove strujnih krugova
- razumiju principe rada elektromagneta i istosmjernih elektromotora
- razvijaju fine motoričke sposobnosti i preciznost
- uče principe analize problemskih zadataka i aktivno pronalaze rješenja.

STEM izazovi unutar projekata potiču razmišljanje i kreativnost potičući nadogradnju robotskih modela dodatnim funkcijama, kao što su senzori za izbjegavanje prepreka, automatsko upravljanje ili čak bežična kontrola. Robotsko vozilo građeno je od pogonskog mehanizma (elektromotora), prijenosnog mehanizma (getribe) i gonjenog mehanizma (kotača). Elektromagneti su smješteni na prednjem dijelu robotskog vozila. Učenici koji sudjeluju u projektu aktivno se pripremaju za budućnost u kojoj su tehnologija i automatizacija sveprisutne u različitim granama industrije. Kroz rad na ovakvom modelu učenici ne uče samo kako funkcionira robot već i kako razmišljati kao inženjeri: kreativno, analitički i timski.

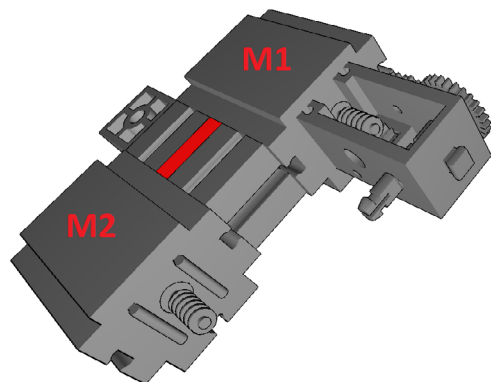
Građevni blok s provrtom ima dva otvora različitih dimenzija (veći i manji) kroz koji pro-



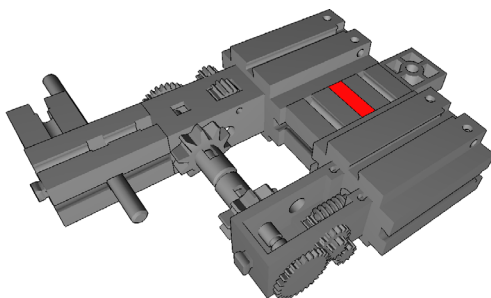
Slika 2. FT_elementi1



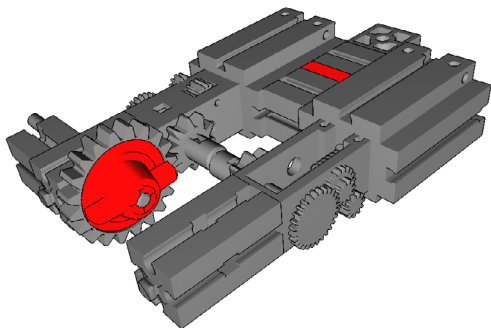
Slika 3. konstrukcijaA



Slika 4. konstrukcijaB

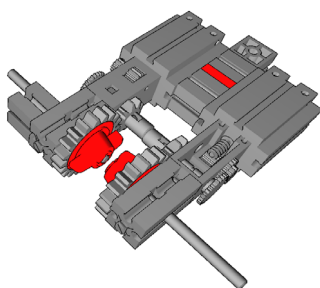


Slika 5. konstrukcijaC

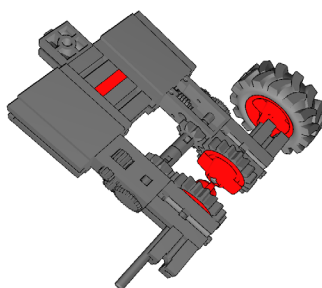


Slika 6. konstrukcijaD

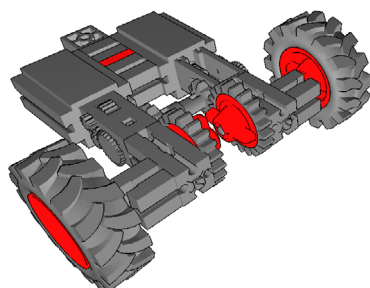
lazi element s osovinom na kojem je smješten treći kotač. Građevni blok s provrtom povezan je građevnim elementom s dva spojnika i s dva



Slika 7. konstrukcijaE



Slika 8. konstrukcijaF



Slika 9. konstrukcijaG

mala crna građevna bloka s dva spojnika. Spojni dvostrani element smješten između dva mala dvostrana građevna bloka omogućuje čvrstu konstrukcijsku vezu oko koje spajamo pogonske mehanizme i elektromotore robotskog vozila.

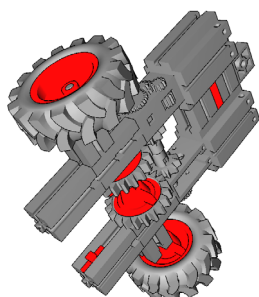
Elektromotori su povezani s prijenosnim mehanizmom koji prenosi vrtnju na pogonski mehanizam (kotače). Srednji kotač slobodno rotira oko osovine kojom je povezan postoljem čime je omogućeno skretanje.

Pokretanje elektromotora osigurava vrtnju pri prolasku struje u oba smjera (cw, ccw). Navoji na osovini dodiruju zupčanik na prijenosnom

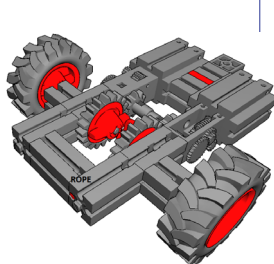
lijevog i desnog kotača koja prolazi kroz vanjski otvor malog građevnog bloka.

Povezivanje kotača i prijenosnog mehanizma nužan je korak koji omogućuje veliki crni građevni blok s provrtom kroz koji osovina prolazi.

Spajanje zupčanika s dijelovima prijenosnog mehanizma odvija se preko osovine, pri čemu dolazi do prijenosa gibanja na kotače vozila. Spajanje oplate kotača s gumom i maticom osigurava povezivanje u funkcionalnu cjelinu pomoću elementa za sastavljanje lijevog i desnog kotača (stezna matica). Prijenos kružnog gibanja (rotacije) elektromotora na prijenosni mehanizam zupčanika ostvaren je neposrednim kontaktom i prolaskom struje iz izvora napajanja.



Slika 10. konstrukcijaH

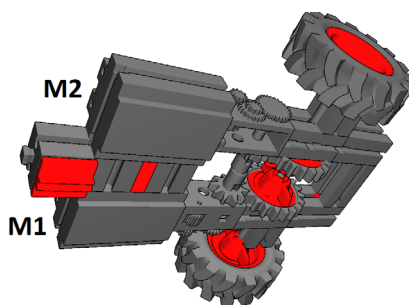


Slika 11. konstrukcijaI

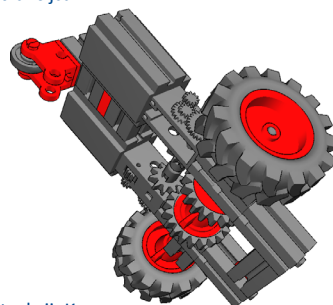
mehanizmu koji su u interakciji i uzrokuju vrtnju zupčanika povezanog s osovinaama lijevog i desnog kotača. Treći kotač upotrebljavamo pri promjeni smjera kretanja robotskog vozila čime je osigurana stabilnost i omogućeno upravljanje robotskog vozila u svim smjerovima (naprijed, nazad, lijevo, desno).

Napomena: Osovinu sa spojnim blokom rotirajućeg kotača pozicioniramo u rupu manjeg otvora.

Postavljanje i podešavanje pozicije malog građevnog bloka na veliki građevni blok s provrtom u sredini osigurava umetanje osovine



Slika 12. konstrukcijaJ



Slika 13. konstrukcijaK

Nastavak na 24. stranici



MALA ŠKOLA FOTOGRAFIJE

Piše: Borislav Božić, prof.

RIJEČANKA 1 snimanje na terenu

U prošlom broju opisao sam prvu probu koju sam napravio na balkonu svoga stana. To sam učinio zato što bih u slučaju pojave problema lakše mogao reagirati – budući da sam kod kuće i sve što mi je potrebno za otklanjanje eventualnih poteškoća nalazi mi se nadohvat ruke. Drugi razlog je taj što se unutar Riječanke 1 sve radi "napamet", odnosno ne možemo vizualno pratiti manipulaciju fotopapirom ni obradu papira u kemikalijama. Sve ovo bilo je potrebno uvježbati kako bih poslije s punim povjerenjem mogao fotografirati na javnom mjestu, daleko od kućnog laboratorija.



Izlazak u grad na Korzo s Riječankom 1 izazvao je radoznalost prolaznika. To je potpuno razumljivo i sasvim očekivano jer se u javnosti vrlo rijetko može vidjeti ovakva retrokamera. Danas gotovo svi imaju iskustva s digitalnim fotografijama, bilo da ih snimaju fotoaparatom ili mobitelom, no kada ugledaju ovakav drveni kofer s imenom i objektivom, u njima se budi i čuđenje i divljenje. Nažalost, malo je onih koji o analognoj fotografiji. Upravo to me potiče da demonstriram vještine i znanja koja polako nestaju i odlaze u zaborav te se danas ponešto od toga jedino može naći u specijaliziranim muzejima. Bilo kako bilo, ključno je razumjeti suštinu fotografske slike, bez obzira na postupak kojim je nastala. Današnji digitalni autori često ne razumiju taj temelj jer savršenost digitalne tehnologije i njen automatizam stvaraju slike. Kada ovo kažem, ne želim ih negirati; naprotiv, želim naglasiti da je potpunost autorstva u sinergiji – u suodnosu između znanja o tehnici i tehnologiji i osjećaja za likovnost slike.

Na prethodnoj stranici Riječanka 1 je na poziciji za snimanje Gradske ure, jednog od ključnih motiva Rijeke. Slika desno prikazuje kako gledam u unutrašnjost kamere - izoštravam motiv. To može biti problem ako nam u unutrašnjost kroz otvorena vrata ulazi previše svjetla, pa je u tom slučaju dobro imati znatno manja vratašca ili veće crno platno kojim ćemo prekriti i glavu i vrata i tako spriječiti ulazak svjetla dok izoštravamo. Nakon što sam izoštrio sliku zatvaram vratašca, stavljam poklopac na objektiv i uvlačim



ruke kroz rukave u kameru kako bih postavio papir u njegovo ležište, slika skroz lijevo i lijevo. Ovo radimo bez vizualne kontrole i zato je važno nekoliko puta probati prije stvarnog snimanja kako bismo uvijek bili i time izbjegli moguće probleme na terenu. Kad sam namjesto papir na mjesto gdje treba biti, pažljivo sam izvukao ruke vodeći računa o tome da pritom ne uđe svjetlo u unutrašnjost i osvijetli fotopapir. S obzirom na to da radim s objektivom koji nema zatvarač, svjetlo propuštam tako da s njega skinem poklopac i vratim ga natrag nakon što prođe vrijeme osvjetljavanja. U ovom slučaju ekspozicija je trajala tri sekunde. Sada je slijedilo ponovo uvlačenje ruku kroz rukave i skidanje papira, razvijanje i fiksiranje. Treba jako paziti gdje ćemo staviti koju tacnu jer radeći "napamet" u mraku ne smijemo pogriješiti redoslijed kemikalija. Slika skroz lijevo je trenutak kad je završilo razvijanje u crvenoj tacni i trebalo je prebaciti sliku u tacnu s fiksirrom. Nakon nekoliko minuta otvaramo gornji poklopac i gledamo rezultat rada.



Fotografija iznad negativ je scene koju sam snimio na riječkom Korzu - Gradska ura, jedan od važnih urbanih orijentira grada. Slika je dovoljno oštra što govori o kvaliteti objektiva, a kadar, odnosno kompozicija, dosta je precizna jer direktno kroz objektiv gledamo motiv pa kameru podešavamo dok na mutnom staklu ne postignemo željeni kompozicijski učinak. S obzirom na prikaz perspektive koji je vrlo sličan perspektivi kako je naše oko percipira, zaključujemo da je objektiv standardne žarišne duljine u odnosu na format negativa. Kada pažljivije analiziramo pozitiv desno od ovoga teksta, uočava se atmosfera koja podsjeća na fotografske slike iz davnih vremena. Na fotografiji nema digitalne preciznosti i minucioznosti u iscrtavanju detalja. Koristio sam fotopapir kojem je rok istekao prije nekoliko godina što je

proizvelo neke efekte na slici koje nemamo u stvarnosti, pa i ta nepredvidivost daje posebnu draž i atmosferu cijeloj snimci. Mnogi procjenjuju sliku po statusu njene tehničke perfektnosti i spremni su dati cijela bogatstva za savršenu digitalnu opremu koja to omogućuje. Ne negiram savršenu digitalnu tehnologiju, već se samo pitam je li dobra fotografska slika koja je besprijeckorno oštra u svim detaljima ili je važna atmosfera i neke druge likovne zakonitosti u interpretaciji stvarnosti koja nas okružuje. Rad s ovom kamerom je zanimljiva i donosi znatnu neizvjesnost u samom procesu rada. U suštini, rad s njom je istraživački proces u kojem se istovremeno ističu i tehničke vještine, i znanja te likovna osjetljivost prema vlastitom okruženju. U sljedećem broju nastavljamo ovu igru.



ANALIZA FOTOGRAFIJA

Anita Antoniazza Bocchina

1907. – 2003.

Rođena je u Rijeci gdje provodi djetinjstvo i završava temeljno obrazovanje. Kako je od rane mladosti pokazivala velik interes za likovnu umjetnost, put ju je odveo na Akademiju u Veneciju gdje je i diplomirala. Još se školovala u Milanu, Salzburgu i Rimu.

Iako je završila slikarstvo, učila je i litografiju, zlatarstvo i psihologiju tako da je njen rad vrlo kompleksan. Fotografija joj je bila posebno draga i na tom je području ostvarila odlične rezultate. Pored klasične fotografije napravljene fotoaparatom, bavila se fotografskim laboratorijskim eksperimentom što pokazuju primjeri koje reproduciramo u ovom prilogu. Slika ispod teksta je klasični jednotonski fotogram, dok slika desno prikazuje isto fotogram, ali višeton-



ski, koji je tehnički zahtjevniji za izradu. Kod prvog primjera, jednostavnog fotograma, naprosto različite predmete posložimo na fotopapir i onda ga osvijetlimo, a kod višetonskog nekoliko puta osvjetljavamo fotopapir, ali tako da između svakog osvjetljavanja neznatno pomičemo predmete. Anita je kroz svoj eksperimentalni rad unaprijedila fotografsku misao u duhu evolucije kreativne emocije.

Što god to bilo, veliko je.

Sustav za uzbunjivanje probudio me u tri u noći, po brodskom vremenu. Trebalo mi je desetak minuta da sjednem u pilotsko sjedalo i da ugledam prilično veliku točku na radarskom zaslonu. U tom je trenutku bila još daleko, i tek pola sata kasnije shvatio sam veličinu objekta. Ima u svemiru i većih brodova, ali ne baš puno.

Na prvi pogled, izdaleka, objekt je ličio na kakav asteroid. Ali kad sam uspio zumirati i izoštriti sliku, shvatio sam da se radi o brodu. Nije čak bio ni jedan od onih brodova koji nastaju bušenjem asteroida i ugradnjom svega što treba, od prostora za boravak, do pogonskih jedinica. Ne, ovo je bilo građeno, bez obzira na kaotično postavljene blokove, što su izgledali kao da se neko dijete igralo kockama. Nisam siguran je li brod tako konstruiran od početka, ili su blokovi i moduli postavljani u hodu, prema potrebi. Mogla je to biti i svemirska postaja, one znaju biti velike, ali postaje su obično vezane uz neki planet ili mjesec oko kojeg kruže.

Ne, osjećao sam da je to brod. Moj brod prema njemu bio je kao zrnce pijeska. Ovako, s modulima što su bili kao kvadrovi, zapravo je podsjećao na neki velegrad, u kojem se ulice gube u ponorima među neboderima.

Isprva, mislio sam da sam lijepo pogodio, kao čorava koka poveliko zrno. Dok sam tražio objekt u bazama svemirskih brodova, nadao sam se dobroj nagradi za spašavanje. Doduše, znao sam da ću morati dijeliti: moj brod ni pod razno nije mogao tegliti grdosiju preda mnom. Ali dobro, ne treba biti pohlepan.

Naravno da u bazama nije bilo ničeg sličnog ovom brodu. Nisam ni očekivao da će biti. Kamera je klizila preko modula, polako, da se vidi svaki detalj. Nije bilo nikakvih oznaka, čak ni onih servisnih, a kamo li identifikacijskih. Pa ipak, kako sam na zaslonu promatrao sliku s kamere, brod mi se činio sve starijim i starijim. Neki moduli bili su probušeni. Udarci meteora. Jedna skupina blokova bila je potpuno razorena: sudar s asteroidom. Ako je netko živio u njima, nije se dobro proveo. I sve kao izbrušeno mnoštvom sitnih svemirskih čestica, o kojima ni ne razmišljamo dok negdje ne zasvira alarm da je trup

probijen i istječe zrak. Razni komadi odvaljeni sudarima plutali su u gravitacijskom polju broda. Komadi oplata modula, dijelovi konstrukcije, kristali smrznutih plinova i tekućina. Usporio sam prilazanje brodu, nije mi trebalo da se sudarim s nečim od tog smeća.

Razmišljao sam koga da pozovem da uzmemo brod u tegljenje. Tko ima dovoljno jak tegljač i da nije velika korporacija: one oderu nalaznike do gole kože. Znao sam nekoliko ljudi, pravio sam raspored po kojem ću ih pozivati. Od onih najpouzdanijih do onih s kojima čovjek ima posla samo ako baš mora.

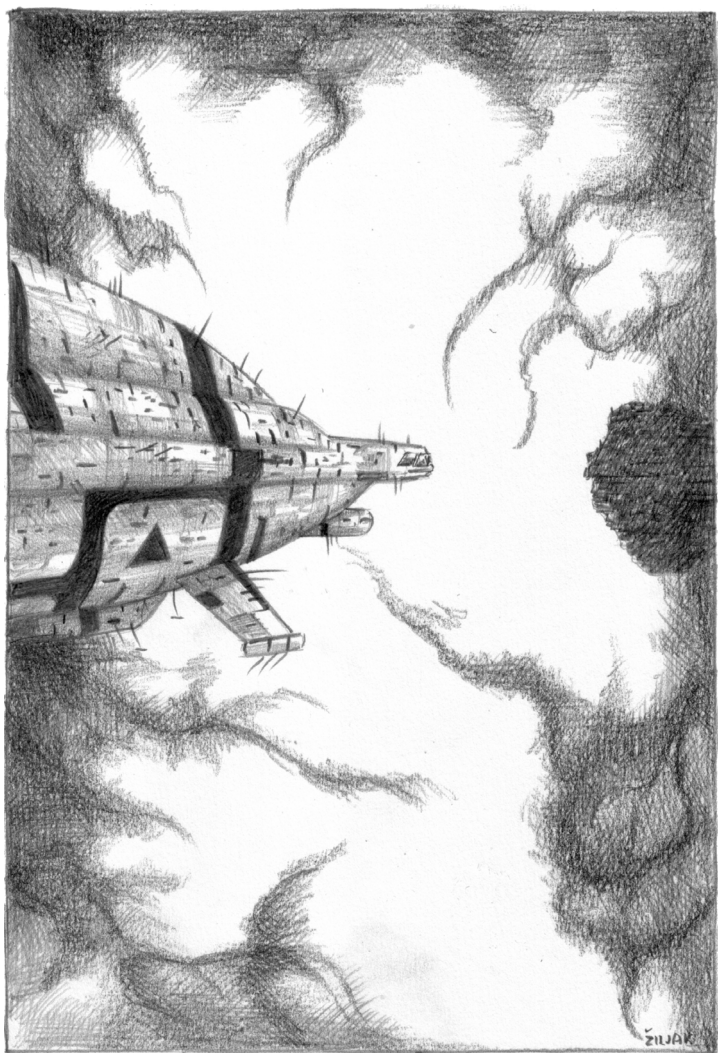
U tom trenutku, kabinu mi je ispunilo pištanje detektora elektromagnetskih valova. Brod je počeo emitirati radijski signal. Snopovi novčanica odjednom su dobili krila, da odlete što dalje od mene. Ako na brodu nekoga ima, nagrada za spašavanje mogla bi sasvim izostati.

S druge strane, ako na brodu nekoga ima, i ako je taj netko u nevolji, spašavanje više nije profitabilni posao. Već dužnost. Nisam mogao samo tako otići. Mislim, mogao sam se napraviti lud, ali mi svemirski putnici imamo neki osjećaj dužnosti. Ima u tome i nešto samoodržanja. Ako se okolo rastrubi da odbijaš pružiti pomoć, nikad ne znaš hoće li netko *tebi* odbiti pomoći kad trebaš.

Snimao sam radijski signal s broda, istovremeno ga propuštajući kroz dekodir. Bilo je vidljivo da se UI muči. Signal nije bio poznat, radilo se o sasvim novom jeziku i bilo je veliko pitanje hoće li ga algoritmi razumjeti.

Je li to emitirao netko na brodu? Ili je emisija počela automatski, kad sam prišao dovoljno blizu? Dao sam kameri naredbu da traži izvore svjetla. Iza njih je mogla biti kakva pilotska kabina, slična mojoj, ili možda čitav brodski most, s kapetanom, poručnicima, operaterima. Plavušom koja ponavlja ono što kaže brodsko računalo. Nasmiješio sam se. Nakon šest standardnih mjeseci, plavuša je zvučala vrlo primamljivo.

UI i dalje nije dekodirao signal. Postalo je, međutim, jasno da se poruka ponavlja. Što je moglo značiti pozdrav. Ili upozorenje. (Smatrao sam da mi ne prijeti. Ovako velik brod mi nema što prijetiti. Otpuste ručnu i mene više nema, čao đaci!)



Pola standardnog dana kasnije, signal nije bio ni blizu dekodiranja. Stalno se ponavljala ista poruka, duljine tri minute i dvanaest sekundi.

Niti je kamera otkrila ikakav izvor svjetla. Locirali smo, doduše, antenu iz koje je dolazio signal. Barem nešto.

Ali, kamera je otkrila nešto drugo: jedan od brojnih potencijalnih ulaza u brod bio je otvoren, kliznih vrata podignutih, mračno okno što je mamilo. Bio sam znatiželjan. A kako poslovice kaže, radoznalost ubija mačke.

Prilazak divovskom brodu i ulazak kroz otvorena vrata bio je skoro rutinski. Morao sam samo

paziti da se ne očešem o pristanišni dok. Nije bilo ničega i nikoga. Snopovi svjetla s mog broda parali su tamu. Iz pristaništa je vodilo više vrata. I sada sam stajao pred jednim od njih, s prstom nad tipkom na zidu. Signal mi je tiho zujao u uhu, Ul nije bio ništa pametniji nego kad sam navukao skafander i izašao iz svog broda.

Nemam što čekati, odlučio sam i pritisnuo tipku. Vrata su me propustila u međukomoru. Zatvorila su se za mnom. Pričekao sam dok se ne otvore unutarnja vrata.

Ušao sam u predvorje, pretpostavljam, osvijetljeno kuglastim svjetlećim gljivama što su se penjale uza zidove i visjele sa stropa. Svjetlost je bila bjeličasta, ne baš jaka, ali dovoljna. Tlo je bilo prekriveno vlažnom zemljom, viticama, opet gljivama. Podivljali sustav za održavanje okoliša?

Među njima, skoro potpuno zarastao, ležao je kostur. Sličan ljudskom, ali nešto viši, proporcionalno duljih nogu, ruku, malo izdužene lubanje. Nisam vidio nikakvu odjeću, vjerojatno je strulila. U predvorju je bilo tropski vruće i vlažno. Sastav atmosfere bio je sličan zemaljskom, ali nisam skidao skafander. Nisam mogao znati

ima li u zraku nečeg zaraznog ili psihoaktivnog.

Iz predvorja se granalo više jednako zaraštenih hodnika. Pošao sam jednim. Dva kostura, jedan do drugog, gdje su umrli. Bio sam skoro siguran da ih nitko nije premještao ili glodao. To je bila dobra vijest: strvinari bi mogli značiti puno oštarih zuba. Nastavio sam hodnikom. Još kostura, pojedinačnih ili u hrpama. Na jednom mjestu dva kostura u zagrljaju, uz njih još pet.

Dobro, pitao sam se, što se ovdje dogodilo?

Niti jedan od kostura nije pokazivao znakove nasilja, polomljene udove, rupe u lubanjama, odrezane glave. Nisu stradali u borbi ili kakvom

pokolju. Da su ih napale neke zvijeri, kosti bi bile razbacane posvuda. Našao bih na njima tragove zuba. Neki tehnički razlog? Nestanak atmosfere? Curenje otrova? Napad bojnim otrovima? Pobjednici bi onda sigurno pokupili tijela i ispućali ih u svemir. Osim toga, bi li onda preživjele sve te gljive i biljke? A među njima sigurno ima i nekih sitnih životinja. Zaraza mi se činila najvjerojatnijom teorijom.

Hodnik prekriven kosturima doveo me do zapovjednog mosta. Veliki zasloni bili su ugašeni, oprema pod gljivama. Mnogo toga još je radilo, brod je plutao pod nadzorom nekakve umjetne inteligencije. Pred nekim od sjedala bili su složeni kosturi, kako su se žrtve slagale na tlo.

Razmišljao sam što da radim. Nisam imao opremu za mikrobiološko istraživanje. Ako se radilo o zarazi opasnoj po ljude ili druge rase, onda sam se našao usred ozbiljnog zdravstvenog problema. Pretpostavljao sam da me širom broda čekaju slični prizori.

Koliko ih je moglo biti na brodu? Zatvorio sam oči, prizvao grdosiju. Milijun? Pet? Možda deset? Činilo mi se da više od deset milijuna nije moglo biti na brodu. Osim ako ih veliki broj nije bio negdje zaleđen, u hibernaciji. Tko zna koliko dugo tako plutaju svemirom?

A onda, kao da je neka sjena prošla rubom mog vidnog polja.

Trgnuo sam se kao opečen.

Što god to bilo, kakav god duh zaostao iz nekih drevnih vremena, nestao je u hodniku. Pohitao sam van, koliko god mi to skafander dopuštao. Nije dolazilo u obzir da ga skinem.

Spazio sam priliku daleko u hodniku. Bez odjeće, građe poput kostura, zelenkaste boje kože, leđa posutih tamnijim pjegama, tamne kose do ramena. Žena. (Ne volim pojam "ženka" za humanoidne rase, kakve god boje kože bili.) Stajala je i gledala me zlatnim očima. Polako sam joj prilazio, nastojeći da je ne preplašim. Nikad nisam vidio takve oči.

Konačno sam stao na tri metra od nje. Gledali smo se, okruženi kosturima. Držao sam obje ruke tako da ih može vidjeti. Nas dvoje živih, sred groblja. Nisam se usudio prići bliže ili dodirnuti je. Jedan dodir mogao je značiti smrt. Za nju ili za mene. Ili za oboje.

Odjednom sam osjetio da nismo sami. Okrenuo sam se. Bilo ih je još troje, svi zlatnih očiju. Jedan je posegnuo dugom rukom za mnom. Odskočio

sam, nisam htio da me dodirne. Smrt, možda čak i kroz skafander. Nasmiješili su se. Osjetio sam poziv na spokoj u sebi. Ne znam kako bih to drugačije opisao. Čitali su me, znali moj strah i otjerali ga smiješkom. Opipavali su mi skafander.

Slike. Um mi je odjednom bio preplavljen slikama iz davne povijesti, dok je još *Homo sapiens* bio više majmun nego čovjek. Ogroman brod, kolonizacijski, sa sedam milijuna na njemu, i svom tehnologijom za istraživanje, automatsko rudarenje asteroida i naseljavanje planeta. Na dva su svijeta ostavili po milijun kolonista.

A onda je došla smrt. Kašalj, vrućica, tresavica. Krv iz nosa. Gušenje i smrt. Prije no što su stigli otkriti uzrok i razviti cjepivo. Najvjerojatnije nešto s drugog naseljenog svijeta, pomislio sam. Što je značilo da je ta kolonija možda mrtva.

Nekoliko tisuća ih je preživjelo. Bili su prirodno imuni. I ostalo ih je premalo da upravljaju brodom. Pogasili su sve što im nije trebalo, predali grad na upravljanje umjetnim inteligencijama. Iskoristili su organizme da im pomognu regulirati okoliš. I sad su plutali, kud ih odvede gravitacija, tisućljećima, u nadi da će jednom naći svijet povoljan po njih.

Gledali su me. Htjeli su moju pomoć. Znali su da sam svemirski lutalica što traži olupine. Pročitali su to, nisam im ja rekao. I htjeli su kaptana, čovjeka koji poznaje svemir. Da ponovno dignemo brod i da nastavimo potragu.

Što sam to ostavio za sobom što bi bilo vrijedno povratka? Nešto dugova, prošlih ljubavi, kojeg prijatelja i podosta neprijatelja. Što me sprečavalo da prihvatim njihovu poruku? Što me držalo?

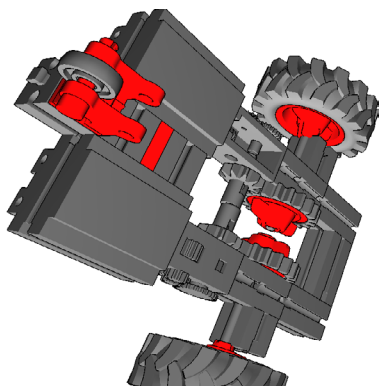
Bolest? Ako su dobro procijenili, poharala je brod i nestala odavno. Hoće li opet buknuti? Tko bi to znao? Jesam li mogao biti siguran da me neka zaraza neće pomesti i na našim svjetovima? Naravno da nisam.

A onda, i taj topli pogled njenih zlatnih očiju.

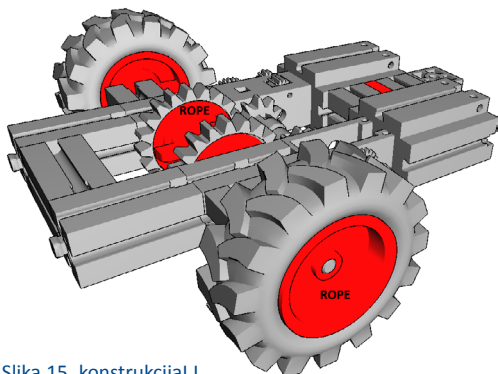
Nisam imao puno za razmišljati. Zlatne oči. Smiješak. Iza mene nije bilo ničeg. Preda mnom je bio još nepoznati svemir, tko zna koliko svjetova, uz nju.

Primili su me za ruke i povelj hodnikom među svoje, preživjele. Koračali smo kroz groblje prema novom životu.

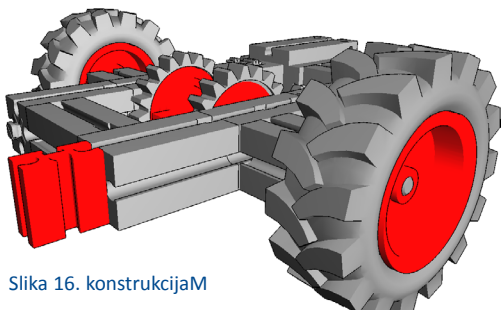
Aleksandar Žiljak



Slika 14. konstrukcijaL



Slika 15. konstrukcijaLJ

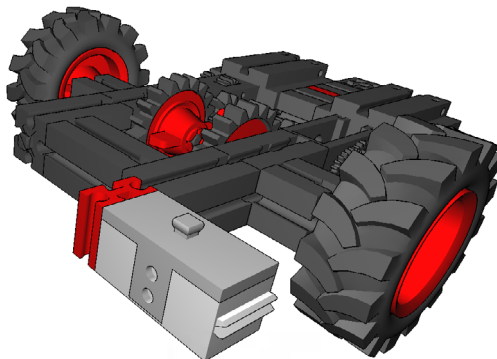


Slika 16. konstrukcijaM

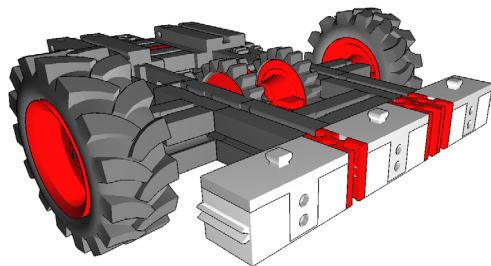
Veliki crni građevni elementi omogućavaju povezivanje modela robotskog vozila u jedinstvenu cjelinu. Podnožje je dio konstrukcije robotskog vozila koje osigurava veću kvalitetu pri izradi konstrukcije i poboljšava čvrstoću robotskog vozila. Poboljšanje pojačanja čvrstoće konstrukcije osigurano je tankim spojnim elementima s obje strane donje površine velikih građevnih blokova. Stezanje velikog zupčanika oko osovine omogućava čvrstoću spoja i vrtnju kotača s osovino. Precizno podešavanje polo-

žaja kotača pričvršćenog za osovinu omogućuje funkcionalnost robotskog vozila.

Dodatni građevni spojni elementi (crveni) postavljeni s gornje lijeve i desne strane vozila povećavaju čvrstoću konstrukcije modela. Osnovica za izradu pomične konstrukcije u podnožju vozila tri su velika građevna bloka koja dodatno učvršćuju model robotskog vozila. Središnji veliki crni građevni blok pomičan je i podešava visinu kojom osiguravamo stabilnost baterije.



Slika 17. konstrukcijaN



Slika 18. konstrukcijaNJ

Veliki tanki građevni spojni elementi (crveni) postavljeni su na prednju i stražnju stranu vozila čime je povećana čvrstoća i cjelovitost konstrukcije robotskog vozila. Umetanje baterije osigurava dodatnu stabilnost robotskog vozila kojem je velika masa ravnomjerno raspoređena na stražnji dio konstrukcije između elektromotora i trećeg pomoćnog kotača.

Crveni spojni elementi postavljeni na prednjoj strani osiguravaju dodatnu stabilnost robotskog vozila tijekom vožnje po neravninama i preprekama. Pojačanje konstrukcije omogućeno je dugačkim crvenim tankim spojnim elementima koji sprečavaju pomicanje građevnih blokova na postolju robotskog vozila.

Nosivi crveni spojni element postavljen na prednjoj strani osnovne konstrukcije omogućuje lakše podešavanje visine električnih elemenata (elektromagneta) postavljenih na nosač.

Elektromagnet privlači metalne predmete ako kroz njega protječe struja i ima magnetska svojstva kao trajni magnet.

Cijelom površinom prednjeg dijela pričvršćeni su na konstrukciju robotskog vozila elektromagneti. Spojne dodirne površine između elektromagneta olakšavaju njihovu montažu i demontažu. Položaj elektromagneta na crvenom nosaču je na udaljenosti 3 milimetra od podloge.

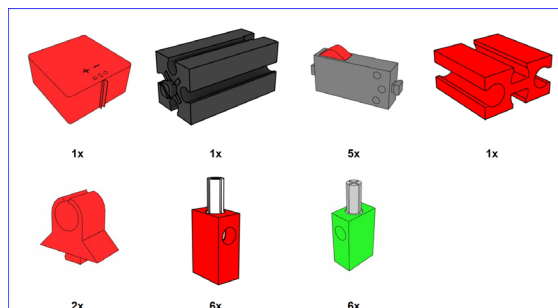
Ožičenje vodičima sa spojnica osigurava kontinuirani rad svih spojenih električnih elemenata i elektromagneta.

Visina i pozicija elektromagneta u odnosu na udaljenost od površine kojom se robotsko vozilo giba definirana je jačinom magnetskog polja koje se stvara oko elektromagneta kad protječe struj. Umetanjem malog crvenog spojnog elementa omogućujemo dodavanje drugog elektromagneta čime povećavamo površinu detekcije metalnih predmeta i omogućujemo veću učinkovitost robotskog vozila.

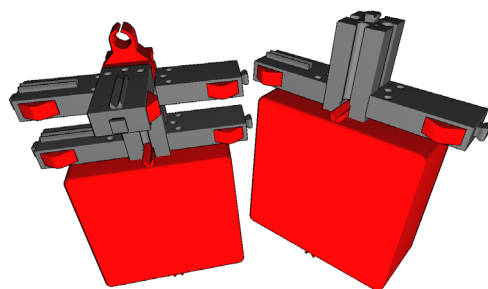
Crvene držače vodicu u obliku potkove postavljamo radi preglednosti i urednog provlačenja vodiča čime je osigurana funkcionalnost modela robotskog vozila.

Napomena: Mjesta pozicioniranja vodicu definirana su pozicijom elektromagneta i električnih elemenata u odnosu na položaj međusklopa.

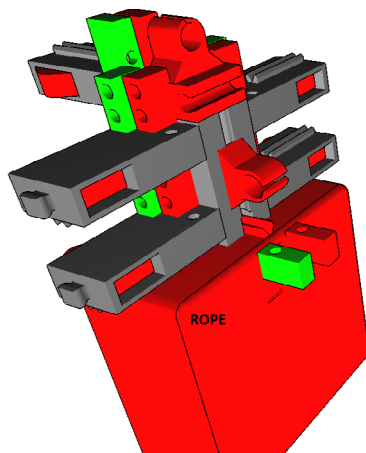
Ožičenje elektrotehničkih elemenata (elektromotora M1, M2) započinje s lijeve strane robotskog vozila okrenutog naprijed. Povezivanje vodiča na ovaj način olakšava rad prilikom provjere i izrade algoritama programa.



Slika 19. Y_FT_elementi2



Slika 20. Y1



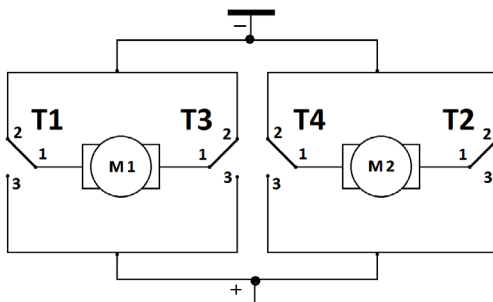
Slika 21. Y2

Popis elemenata olakšava odabir konstrukcijskih blokova i elektrotehničkih elemenata pri izradi konstrukcije modela robotskog vozila.

Izrada upravljačkog sklopa, povezivanje i ručno upravljanje

Ručnim upravljanjem želimo kontrolirati robota pauka kojeg pokreću dva elektromotora uz pomoć četiri izmjenična tipkala (I1 – I4).

Postupak spajanja i način rada strujnih krugova upoznali smo u prijašnjim vježbama i



Slika 22. H_shema

problemским 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 gornja tipkala (T1, T2) na oba elektromotora (EM1, EM2) i dva tipkala (T3, T4). Na konstrukciju upravljačkog sklopa (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.

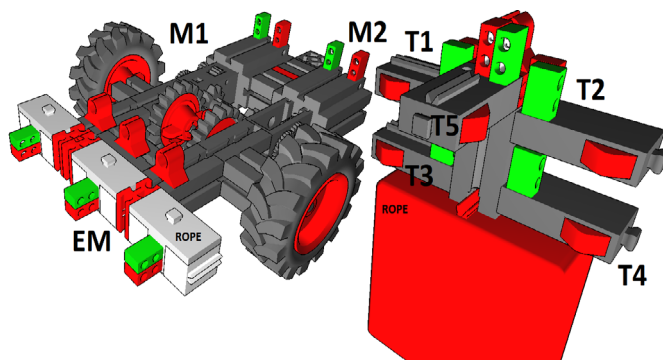
Dodavanjem dviju spojnica upravljački sklop je funkcionalan za upravljanje robotskim vozilom.

Princip rada je jednostavan:

- kada su pritisnuta dva gornja tipkala (T1 i T2), RV se giba prema naprijed
- pritisnemo li dva unutarnja tipkala (T3 i T4), RV se giba prema natrag
- želimo li skrenuti u lijevu stranu potrebno je pritisnuti gornje desno tipkalo (T2)
- želimo li skrenuti u desnu stranu potrebno je pritisnuti gornje lijevo tipkalo (T1).

Tablica istine ulaznih/izlaznih elemenata

TIPKALA				MOTORI	
T1	T2	T3	T4	M1 (lijevi)	M2 (desni)
1	1	0	0	cw (naprijed)	cw (naprijed)
0	0	1	1	ccw (natrag)	cw (natrag)
1	0	0	0	cw (naprijed)	stop
0	1	0	0	stop	cw (naprijed)



Slika 23. RM_Y

Napomena: Tipkalo (T5) uključuje elektromagnete.

Elektromagnet je bakrena žica namotana oko metalne jezgre. Kada kroz nju prolazi struja, oko žice se stvara magnetsko polje koje privlači metalne predmete.

Jačina elektromagneta ovisi o nekoliko parametara: broju namotaja žice, jačini struje koja prolazi kroz njega i vrsti metalne jezgre.

Provjera kontrole rada robotskog vozila:

- vizualno ispitati i ispraviti nedostatke na robotskom vozilu i vodičima
- ispitati i provjeriti rad elektrotehničkih elemenata i senzora (tipkala, elektromotora i elektromagneta).

Primjer 1:

Prikupljanje metalnih novčića

Izradi robotsko vozilo kojim upravljaš pomoću upravljačkog sklopa s pet tipkala i tri elektromagneta. Robot prikuplja metalne novčiće koji su raspoređeni po poligonu i odvozi ih u spremnik za metal.

Potrebna oprema: robotsko vozilo s tri elektromagneta, pet tipkala za upravljanje i aktivaciju elektromagneta (naprijed, nazad, lijevo, desno, elektromagnet UKLJUČI/ISKLUČI), poligon (površina s nekoliko postavljenih metalnih novčića) i spremnik u koji robot donosi novčiće. Zadatak je pokupiti što više novčića u 3 minute i smjestiti ih u spremnik. Svaki novčić pohranjen u spremnik vrijedi 1 bod.

Izazov_1. Izradi autonomni model robotskog vozila na koji ćeš ugraditi međusklop i izvor napajanja. Napiši algoritam i programsko rje-

šenje koje osigurava sakupljanje metalnih novčića i odlaganje pored poligona. Izradi program koji omogućava robotskom vozilu autonomno kretanje i svladavanje staze koja je dugačka 150 cm i široka 50 cm. Staza je omeđena crnim trakama (crtama) na udaljenosti od 30 cm između rubova poligona. Razmisli koji senzor možeš upotrijebiti za detekciju rubova staze?

Robotsko vozilo kreće se naprijed (M1, M2 = cw) i IR senzor (I1) neprekidno provjerava prostor i nailaskom

na crnu crtu detektira crne. Robotsko vozilo mora samostalno proći cijelu stazu pazeći da sakupi sve novčić. Elektromagneti koji sakupljaju rasute novčiće konstantno su uključeni.

Spajanje elemenata s TXT sučeljem:

- elektromotori (M1 – lijevi, M2 – desni)
- elektromagneti (O5, O6, O7, **crveno**) i uzemljenje ($\perp$, **zeleno**)
- tipkala (I1 – I5)
- IR senzor (I8) i **+** (napajanje)
- baterija (U = 9 V).

Napomena: infracrveni senzor ima četiri vodiča. Umetnemo plavi vodič u žuto/plavi vodič i spojimo na digitalni ulaz (I8). Zeleni vodič spajamo u uzemljenje ($\perp$) i crveni u istosmjerni izlaz (+) koji osigurava dodatno napajanje (U = 9 V) za rad senzor.

Napomena: Obavezno podesiti duljine vodiča na prikladnu udaljenost radi preglednosti spojeva vodiča između elektromotora, elektromagneta, tipkala, IR senzora, baterije i sučelja s vodičima. Pregledno i uredno složene vodiče potrebno je grupirati radi izbjegavanja uplitanja s pokretnim rotirajućim dijelovima robotskog vozila (zupčanicima i kotačima).

Provjera kontrole rada robotskog vozila:

- vizualno ispitati i ispraviti nedostatak na robotskom vozilu i vodičima povezanim s TXT
- povezati TXT s računalom (USB, Bluetooth) i izvorom napajanja (U = 9 V)
- ispitati i provjeriti rad elektrotehničkih elemenata i senzora (tipkala, elektromotora, IR senzora i elektromagneta) s programom RoboPro.

Petar Dobrić, prof.



Predstavljen katalog izložbe Utopija i stvarnost



podloga za uspostavu mreže tehničkih ustanova i institucija, čiji je sastavni dio bio Tehnički muzej, ali i za, iz današnje perspektive, utopijske megaprojekte poput "Grada tehnike" Marijana Haberlea, ujedno projektanta privremene velesajamske gradnje i prvog projekta muzejskog prostora. Nimalo slučajan plan smještaja muzejskih izložbenih dvorana (srži "Grada tehnike") u velesajamske zgrade u Savskoj, koje arhitektonskim rješenjem i svrhom odgovaraju izlaganju masivnih strojeva, nikada nije u cijelosti realiziran. Dodjela tek manjeg, zapadnog dijela velesajamskog kompleksa Muzeju 1959. godine od početka je bila problematična jer postojeće hale nisu mogle zadovoljiti njegove potrebe i ambicije. Slabljenjem te u konačnici urušavanjem ideološke potke, urušavaju se i ambiciozni planovi prostornog razvoja Muzeja i njegova proširenja na okolne parcele.

Kompleks koji sam autor Marijan Haberle 1970-ih planira zamijeniti trajnim, zidanim građevinama prilagođenima muzejskoj funkciji danas je zaštićeni spomenik kulture RH, a njegova prostorna nedostatnost i neadekvatnost u smislu čuvanja i izlaganja muzejske građe sve više dolazi do izražaja. Posljednja izložbena cjelina posvećena je stoga aktualnom projektu uređenja i modernizacije postojećeg muzejskog kompleksa, kojim bi se riješili nužni preduvjeti opstanka Muzeja na istoj lokaciji te osigurala zaštita i očuvanje vrijedne građevinske baštine.

Starter kit Geekcreit UNO R3 (4)

U ovom ćemo nastavku pokazati kako 2. zadatak možemo riješiti u programskom jeziku Bascom-AVR, a zatim ćemo analizirati probleme koji mogu nastati kada očitavamo stanja mehaničkih tipkala.

Shemu semafora sa Slike 13, uz koji je vezan 2. programski zadatak, analizirali smo u prethodnom nastavku; ponavljamo je kako bismo lakše pratili tekst koji slijedi.

Koncepcija rješenja 2. programskog zadatka u programskom jeziku Bascom-AVR donekle će se razlikovati od Arduino rješenja, predstavljenog u prethodnom nastavku.

Program Geekcreit_2.bas (Bascom-AVR)

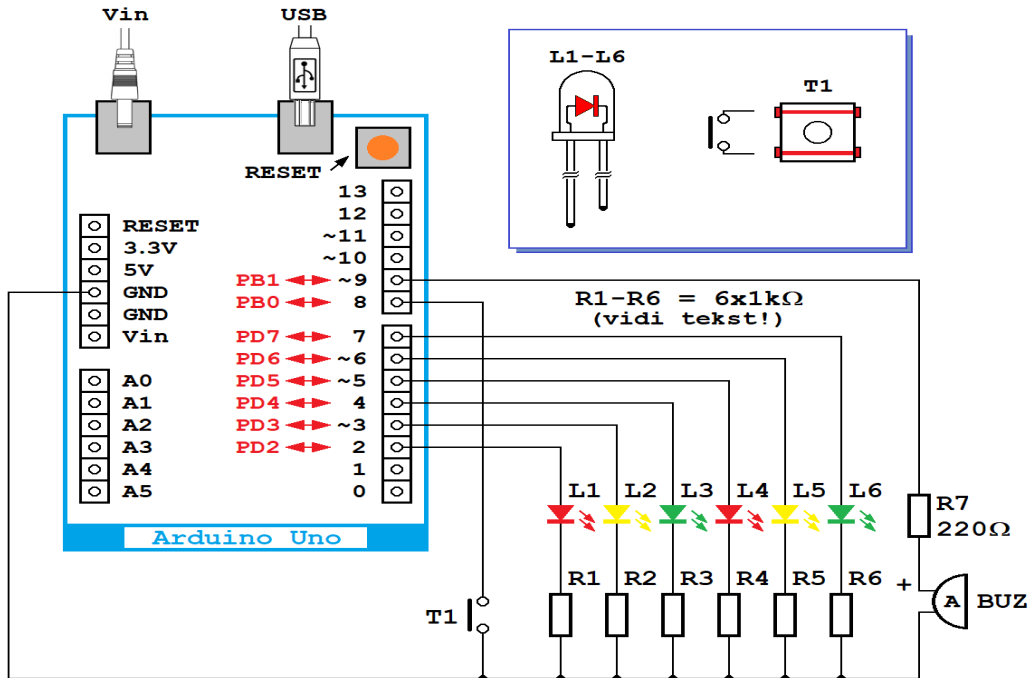
Nakon uvodnih konfiguracijskih naredbi, koje možemo kopirati iz prvog programa, konfigurirat ćemo pinove mikroupravljača na koje su spojene komponente sa Slike 13 i pridijeliti im odgovarajuće simboličke nazive. Zujalica BUZ spojena je na pin PB1:

```
Buz Alias Portb.1
Config Buz = Output
Buz = 0
```

Zadnjom naredbom osigurali smo da je zujalica inicijalno isključena. Tipkalo T1 spojeno je na pin PB0; stoga ćemo taj pin konfigurirati kao ulazni,

```
Config Portb.0 = Input
```

uključiti njegov *pull-up* otpornik (zašto je to potrebno, objasnili smo u prethodnom nastavku)



Slika 13. Shema sklopa koji ćemo "oživjeti" programima iz ovog nastavka

```
Portb.0 = 1
```

i pridruži mu simboličko ime T1:

```
T1 Alias Pinb.0
```

Ovdje moramo primijetiti kako Bascom-AVR upotrebljava drukčije nazive pojedinih pinova mikroupravljača koristi li ih kao ulaze (Pinb.0 u našem primjeru) ili kada taj isti pin konfigurira ili bi ga koristio kao izlazni (tada bi ga nazvao Portb.0). Ovo ima podlogu u arhitekturi samog mikroupravljača, što ovdje ne bismo detaljnije obrazlagali; pravila treba prihvatiti takvima kakva jesu (programeri koji koriste Arduino IDE ne moraju voditi računa o takvim detaljima).

Pinove PD2, PD3 i PB4, na koje su spojene svjetleće diode L1, L2 i L3, konfigurirat ćemo kao izlazne i odmah im pridijeliti prikladne alternativne nazive:

```
L1_crvena Alias Portd.2
```

```
Config L1_crvena = Output
```

```
L2_zuta Alias Portd.3
```

```
Config L2_zuta = Output
```

```
L3_zelena Alias Portd.4
```

```
Config L3_zelena = Output
```

Inicijalno, svi pinovi su u stanju "0", pa će i sve diode biti ugašene. Sada je konfiguracijski dio programa napisan, pa možemo ući u glavnu programsku petlju i pokrenuti naš semafor. U skladu s postavljenim zadatkom, najprije ćemo upaliti crveno svjetlo i čekati da se pritisne tipkalo T1:

```
Do
```

```
  L1_crvena = 1
```

```
  Gosub Cekaj_t1
```

Ovo čekanje da se pritisne tipkalo T1 potrebno nam je na dva mjesta u programu, pa smo ga smjestili u potprogram *Cekaj_t1* koji pozivamo naredbom *Gosub*; kako on izgleda objasnit ćemo malo kasnije. Nakon što je pritisnuto tipkalo T1, nastavlja se izvršenje programa u glavnoj petlji tako da palimo i žuto svjetlo

```
  L2_zuta = 1
```

```
  Wait 2
```

a nakon 2 sekunde gasimo crveno i žuto, palimo zeleno svjetlo i čekamo da se ponovo pritisne tipkalo T1:

```
  L1_crvena = 0
```

```
  L2_zuta = 0
```

```
  L3_zelena = 1
```

```
  Gosub Cekaj_t1
```

Pritiskom na T1 započinje drugi ciklus, u kojem će se najprije zeleno svjetlo četiri puta ugaziti i ponovo upaliti. To smo osigurali u petlji

For...Next, koja se ponavlja četiri puta. Petlja koristi brojač, varijablu *i*, i nju smo prethodno morali definirati:

```
Dim I As Byte
```

```
...
```

```
For I = 1 To 4
```

```
  L3_zelena = 0
```

```
  Waitms 250
```

```
  L3_zelena = 1
```

```
  Waitms 250
```

```
Next
```

Kada zeleno svjetlo "odžmirka", ugasi ćemo ga, upaliti žuto u trajanju od 2 s, i naredbom *Loop* završiti petlju:

```
  L3_zelena = 0
```

```
  L2_zuta = 1
```

```
  Wait 2
```

```
  L2_zuta = 0
```

```
Loop
```

Izvršenje programa nastavlja se od početka glavne programske petlje, pa se ciklusi rada semafora neprestano ponavljaju. Nama je još preostalo pojasniti potprogram *Cekaj_t1*. U njemu najprije nailazimo na uvjetnu petlju *While...Wend*, u kojoj će se program završiti dokle god tipkalo T1 nije pritisnuto (tj., dokle god *T1 = 1*):

```
Cekaj_t1:
```

```
  While T1 = 1
```

```
  Wend
```

U trenutku kada pritisnemo tipkalo T1, ovaj uvjet više neće biti zadovoljen i program će krenuti dalje. Tu ćemo u trajanju od 250 ms uključiti zujalicu, a zatim se naredbom *Return* vratiti iz potprograma u glavni program:

```
  Buz = 1
```

```
  Waitms 250
```

```
  Buz = 0
```

```
Return
```

Što smo postigli smjestivši očitavanje tipkala T1 u potprogram? Ovaj postupak se u glavnom programu ponavlja na dva mjesta pa smo, korištenjem potprograma, izbjegli ponavljanje istog seta programskih naredbi i time čitav program učinili kraćim i preglednijim!

3. programski zadatak

Za sklop prema slikama 13 i 14 napisati program prema sljedećim uputama:

- na početku izvršenja programa upaljena je LE dioda L1, a sve ostale su ugašene
- pritiskom na tipkalo T1, gasi se L1 i pali L2

- svakim novim pritiskom na tipkalo T1 pali se sljedeća LE dioda u nizu
- nakon što se ugasi L6, ponovo se pali L1 i proces počinje od početka.

Program Geekcreit_3.ino (Arduino IDE)

Rješavanju ovog zadatka pristupit ćemo malo drugačije! Imamo šest LED-ica s pinovima u nizu; zbog toga nećemo za svaku LED-icu definirati vlastitu varijablu, nego ćemo definirati varijablu u koju spremamo pin trenutno uključene LED-ice i nazvat ćemo ju `ACTIVE_LED`. Početna vrijednost varijable `ACTIVE_LED` bit će broj pina na koji je LED-ica L1 spojena. Također definiramo varijablu za tipkalo T1.

```
byte T1 = 8;
byte ACTIVE_LED = 2;
```

Kako su pinovi u nizu, u funkciji `setup()` možemo konfigurirati pinove LED-ica pomoću petlje `for`. Pin na kojem je spojeno tipkalo T1 je ulazni, s uključenim *pull-up* otpornikom. Nakon toga uključimo trenutno aktivnu LED-icu:

```
void setup() {
  for (int i = 2; i < 8; i++){
    pinMode(i, OUTPUT);
  }
  pinMode(T1, INPUT_PULLUP);
  digitalWrite(ACTIVE_LED, HIGH);
}
```

U funkciji `loop()` provjeravamo je li tipkalo T1 pritisnuto i ako je, isključujemo aktivnu LED-icu:

```
void loop() {
  if (digitalRead(T1) == 0){
    digitalWrite(ACTIVE_LED, LOW);
```

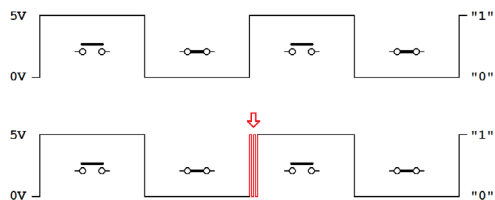
Zatim povećavamo vrijednost u varijabli `ACTIVE_LED` za jedan, kako bi sljedeća LED-ica u nizu postala aktivna. Iznimka je ako je aktivna LED-ica bila ona na pinu 7; u tom slučaju, sljedeća aktivna LED-ica bit će ona na pinu 2:

```
    if (ACTIVE_LED == 7) {
      ACTIVE_LED = 2;
    } else {
      ACTIVE_LED++;
    }
}
```

Sada možemo uključiti novu aktivnu LED-icu i pomoću prazne petlje `while()` pričekati dok se tipkalo otpusti:

```
    digitalWrite(ACTIVE_LED, HIGH);
    while (digitalRead(T1) == 0){
    }
}
```

Zbog nesavršenosti mehaničkih tipkala i sklopki, zatvaranje i otvaranje kontakta nije uvijek idealno: elastično pero ponekad zatitra pri promjeni položaja. Pojava se zove *bouncing* i ilustrirana je crtežom na Slici 17. Ova nestabilnost traje tek koju milisekundu, ali i mikroupravljač je brz pa će, umjesto jednog, registrirati još jedno ili više “lažnih” zatvaranja kontakata. Zbog toga redosljed paljenja LED-ica neće biti idealan, nego će se prividno ponekad “preskočiti” neka od njih. Koliko će se često ovo događati ovisi o istrošenosti kontakata, jačini pritiska na tipkalo i brzini tipkanja. Pokažimo kako programski doskočiti opisanom problemu!



Slika 17. Titranje sklopke (*bouncing*)

Program Geekcreit_3a.ino (Arduino IDE)

Koristit ćemo programsko rješenje u kojem u funkciji `loop()`, umjesto jedne, koristimo dvije provjere je li tipkalo pritisnuto. Prvom `if` naredbom provjeravamo je li tipkalo T1 pritisnuto; ukoliko je pritisnuto, nakon 25 ms provjerit ćemo to još jednom. Naredbe kojima palimo sljedeću LED-icu izvršit će se samo ako je tipkalo bilo pritisnuto u obje provjere:

```
void loop() {
  if (digitalRead(T1) == 0){
    delay(25);
    if (digitalRead(T1) == 0){
      digitalWrite(ACTIVE_LED, LOW);
      if (ACTIVE_LED == 7) {
        ACTIVE_LED = 2;
      } else {
        ACTIVE_LED++;
      }
      digitalWrite(ACTIVE_LED, HIGH);
      while (digitalRead(T1) == 0){
      }
    }
  }
}
```

Program Geekcreit_3.bas (Bascom-AVR)

Bascom-AVR ima elegantno rješenje za probleme uzrokovane titranjem sklopke, a to je naredba *Debounce*. Prije njene primjene, konfigurirat ćemo pin PB0 kao ulazni, kako bismo mogli očitavati stanje tipkala T1,

```
Config Portb.0 = Input
```

```
Portb.0 = 1
```

```
T1 Alias Pinb.0
```

a zatim i pinove PD2–PD7, na koje su spojene svjetleće diode L1–L6, kao izlazne:

```
Config Portd = &B11111100
```

```
Portd = &B00000100
```

Ovaj put smo sve pinove porta D konfigurirali jednom naredbom: najljeviji bit u binarnom nizu *Config Portd = &B11111100* odgovara pinu PD7, sljedeći pinu PD6 itd.; "1" konfigurira bit kao izlazni, a "0" kao ulazni. Primijetite i kako smo naredbom *Portd = &B00000100* upalili diodu L1, spojene na pin PD2, i istovremeno pogasili sve ostale! Pinovima na koje su spojene svjetleće diode nismo davali alternativne nazive, jer im u ovom programu nećemo pojedinačno pristupati.

Sada ulazimo u glavnu petlju koja sadrži samo jednu naredbu, *Debounce*:

```
Do
```

```
Debounce T1 , 0 , Pomakni_ledice , Sub
```

```
Loop
```

Debounce provjerava je li tipkalo T1 pritisnuto ($T1 = 0$) i, kada se to dogodi, pričekat će 25 ms i ponoviti provjeru. Samo ako su obje provjere pozitivne, *Debounce* će pozvati na izvršenje potprogram *Pomakni_ledice* – tako se ignoriraju "lažni" pritisci uzrokovani mehaničkim nesavršenostima tipkala i sklopke. Kako se naredba *Debounce* nalazi u petlji, učestalo će vršiti provjeru stanja tipkala; međutim, kada jednom pozove pridruženi potprogram, neće ga ponovo pozivati dokle god ne ustanovi da je tipkalo bilo otpušteno i zatim ponovo pritisnuto. Tako će se za svaki pritisak na tipkalo potprogram *Pomakni_ledice* izvršiti samo jednom!

Bascom-AVR ima naredbu *Rotate* kojom može pomaknuti sadržaj neke varijable ili registra mikroupravljača jedan korak udesno ili ulijevo. Pomoću nje pomaknut ćemo sve bite porta Portd jedno mjesto ulijevo:

```
Pomakni_ledice:
```

```
Rotate Portd , Left
```

Tako će se, u skladu s postavljenim zadatkom, uključiti sljedeća svjetleća dioda u nizu (uspore-

dite li program i shemu sa Slike 13, uočit ćete da pomak jedinice ulijevo rezultira pomakom svjetla udesno). Problem će nastati kada se jedinica nakon &B10000000 pomakne na &B00000001, jer na pin PD0 nije spojena niti jedna svjetleća dioda. Ovo stanje detektirat ćemo i "ručno" uključiti prvu diodu u nizu, L1:

```
If Portd = &B00000001 Then
```

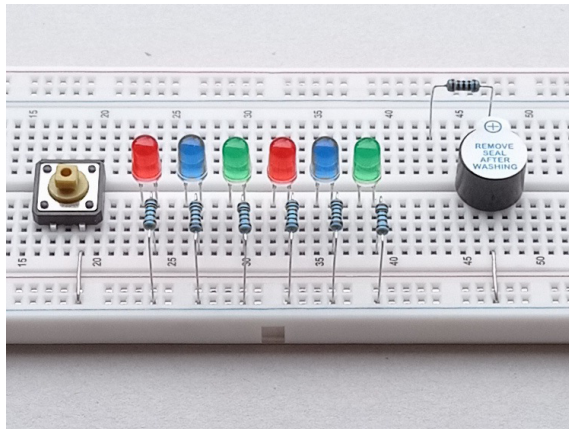
```
Portd = &B00000100
```

```
End If
```

```
Return
```

```
***
```

Možda ste pri izvršenju nekog od ovih programa uočili kako zelena LE dioda svijetli slabijim intenzitetom od LE dioda crvene, plave ili žute boje; barem je tako bilo s diodama iz našeg kompleta Geekcreit. Ovom problemu možemo doskočiti tako da smanjimo vrijednost otpornika koji određuje struju kroz neku od dioda. Konkretno, kada smo otpor otpornika R3 i R6 smanjili na 220 Ω , sve tri boje su svijetlile podjednakim intenzitetom. Primijetite kako je s ovom modifikacijom struja zelenih dioda postala 4,5 puta veća od struja koje teku crvenim i plavim diodama!



Slika 18. Fotografija sklopa sa slika 13 i 14 na testnoj pločici

Napomene: Članak je izvorno objavljen u slovenskom časopisu *Svet elektronike*. Za objavljivanje u časopisu *ABC Tehnike* prilagodili autori. Programe *Geekcreit_3.ino*, *Geekcreit_3a.ino*, *Geekcreit_2.bas* i *Geekcreit_3.bas* možete besplatno dobiti od uredništva časopisa *ABC tehnike*.

Vladimir Mitrović i Robert Sedak

Roboti u nuklearnim elektranama

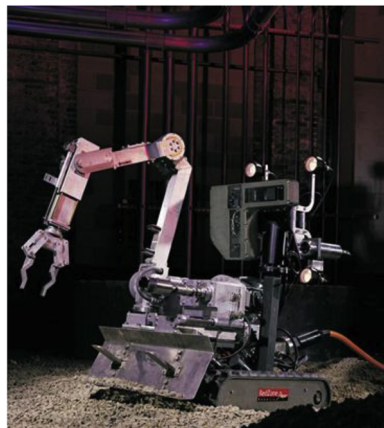
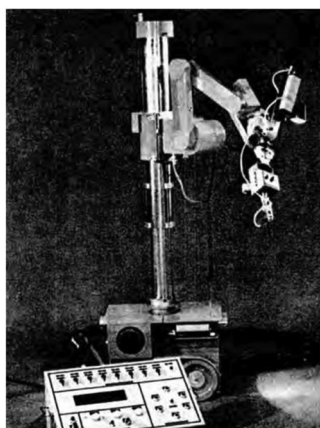
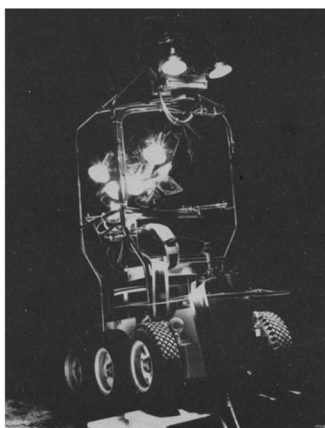
Ako bi trebalo izabrati najpogubnije radne uvjete ili okolinu za robote, na prvom mjestu po brzini onesposobljavanja za rad bila bi radijacijom zagađena područja velikih nuklearnih akidenata. Upravo zbog toga su robotski teleoperatori postali danas neizostavan dio ne samo održavanja i nadzora već i spašavanja i razgradnje nuklearnih energana (NE).

U drugoj polovini XX. stoljeća započelo se s mirnodopskim korištenjem nuklearne lančane reakcije u proizvodnji električne energije. Gorivo za dobivanje nuklearne energije ima visoku gustoću energije što rezultira u relativno malim potrebama za gorivom tijekom životnog vijeka NE.

Prva NE počela je s radom 1953. godine, a danas u svijetu radi 440 nuklearnih energetske postrojenja. Već u prvim elektranama korišteni su statički manipulatori za rukovanje gorivim šipkama visoke radijacije. Ti prvi mehanički *master-slave* uređaji imali su izravni utjecaj na dizajn i konstrukciju industrijskih robotskih ruku.

ROBOTI U NUKLEARNIM ELEKTRANAMA KORISTE SE ZA:

- temeljito čišćenje dijelova i opreme nuklearne infrastrukture
- podvodno čišćenje (čišćenje sedimenta rashladnog bazena)
- podvodnu inspekciju i nadzor
- daljinsko upravljanje i održavanje (praćenje ispravnosti komponenti za njihova životnog vijeka)
- površinsku dekontaminacija
- zbrinjavanje i razgradnju otpada
- općeposlove rada i održavanja (pregledavanje i podrška popravku opreme)
- unaprijed programiranu inspekciju (mapiranje infrastrukture kontroliranih područja zračenja)



TRI NUKLEARNA AKCIDENTA I ROBOTIKA: Tijekom XX. i XXI. st. dogodila su se tri velika akcidenta u nuklearnim energanama na različitim kontinentima. Svojim posljedicama utjecali su na svjetski trend odustajanja od korištenja nuklearne energetike. U svakom od tih akcidenta sudjelovali su generacijski različiti roboti. Godine 1979. dogodilo se topljenje reaktora u Jedinici 2 elektrane na Three Mile Islandu u SAD-u. Tada su prvi put za dobivanje uvida u stanje postrojenja uvedeni mobilni sustavi daljinskog upravljanja s videokamerama (slika lijevo) dok je prvi robot za istraživanje zračenja raspoređen je u podrumu havariranog reaktora (slika u sredini). Katastrofalna havarija u Černobilu iz 1986. pojačala je interes za koncept korištenja mobilnih robota umjesto ljudi u nuklearnim akcidentima (slika desno).



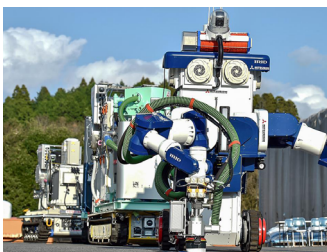
RADIJACIJSKI "HEROJI FUKUSHIME". Odmah po havariji američka tvrtka IRobot donirala je Japanu četiri robota, dva PackBota i dva snažnija i veća Warriora, poznata po radu na uklanjanju eksploziva u Iraku i Afganistanu. Dana 17. travnja 2011. objavljena je u novinama slika koja prikazuje robota PackBot (slika lijevo) kako ulazi u uništenu zgradu Reaktora 1 nuklearne elektrane Fukushima Daiichi. PackBot je vojni robot koji je razvila američka tvrtka I Robot poznatija po robotu usisavaču Rumba. Robotom su daljinski upravljali japanski radnici tvrtke TEPCO koja je vlasnik NE. PackBot je ušao u turbine zgrade, otvorio dvostruka vrata i ušao u zgradu reaktora. Na povratku je izmjerio razinu zračenja, temperaturu, vlažnost i koncentraciju kisika. Roboti su se pokazali izvrsnima čak i nakon učestalih poslova u okruženjima s visokim zračenjem. Ali u početku je zračenje bilo malo u odnosu na ono što će uslijediti u narednim godinama. Međunarodni istraživački institut za nuklearnu razgradnju (IRID), organizacija za istraživanje i razvoj tehnologija potrebnih za razgradnju integracijom znanja u zemlji i inozemstvu, postavio je za glavni cilj razgradnju nuklearne elektrane Fukushima Daiichi. Jedan od zadataka bio je mjerenje razine nuklearnog zračenja pa je iniciran razvoj crvolike sonde koja se kreće kroz cijevi u blizini reaktora i čisti prolaz kako bi se omogućilo daljnje robotsko istraživanje. Otkrila je neočekivano visoke razine zračenja.

Do sada se dogodio mali broj velikih akcidenta u nuklearkama što je mali postotak u odnosu na ukupan broj postrojenja, no razmjeri šteta i dugotrajnost ekoloških katastrofa takvi su da je koncem XX. st. prevladavao stav o prestanku građenja nuklearnih energana i gašenju postojećih. No potreba za energijom ponovno je uvela NE u razvojne planove. Danas su u te planove obavezno uključeni i roboti kao standardni dio opreme za nadzor, održavanje i spašavanje.

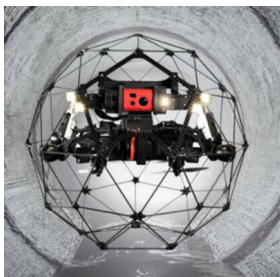
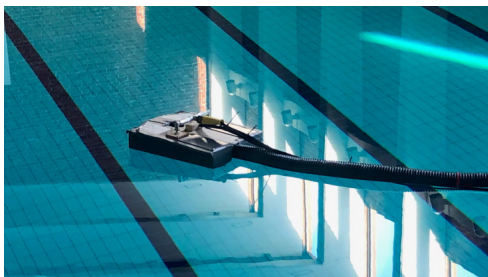
Akcident u NE Fukushima Daiichi (FD) dogodio se 2011. godine. Da bi se shvatilo razmjere te nuklearne katastrofe potrebno je znati slijedeće zastrašujuće podatke: početkom 2017. izmjerena

radijacija u Reaktoru 2 elektrane dosegla je 530 Sv na sa. Sv - sivert je jedinica za ocjenu utjecaja ionizirajućeg zračenja na zdravlje. Jedan sivert znači da kod ozračene osobe postoji 5,5% vjerojatnosti od dobivanja raka. Od trenutka trostrukog topljenja jezgri reaktora 2011. godine bila je to najviša radijacija na kojoj čak i roboti dizajnirani za rad pri iznimno visokoj radijaciji prestanu raditi nakon dva sata. 530 Sv višestruko nadmašuje rekord od 73 Sv na sat iz 2012. godine. Novoizmjerene vrhunce radijacije nazvali su "nezamislivim". Zašto?

Japanski Nacionalni institut za radiološke znanosti u svom izvješčaju navodi da medicinski



JAPANSKI ROBOTI ZA NE. Nakon nesreće u NE Fukushima Daiichi mnoge japanske tvrtke radile su na robotima spremnima za prvi odziv pri havariji. Pokazalo se da se za čišćenje ne mogu koristiti previše sofisticirani strojevi, ali i da sustavi moraju biti ili preuređeni ili projektirani za trenutno okruženje. To je bio složen zadatak koji neće donijeti rezultate preko noći. Posebno se po aktivnostima ističe tvrtka Mitsubishi. Jedan od prvih glomaznih robota prikazan je na slici lijevo. No 2014. uslijedili su iskoristiviji manji modeli nalik na američke PackBote. Model Sacura djelovao je poprilično krhko no model Exrover Ascent iz 2022. kompaktan je stroj za prikupljanje podataka u sredinama s eksplozivnim atmosferama. Tvrtaka Toshiba izradila je robota na daljinsko upravljanje za uklanjanje sklopova gorivih šipki iz bazena istrošenog goriva u zgradi Reaktora 3 elektrane (slika desno). Južno od Fukushime, Japanska agencija za atomsku energiju osnovala je Naraha centar za tehnologiju daljinskog upravljanja, najsuvremeniju ustanovu namijenjenu poticanju nove generacije teleoperacijskih robota za NE.



TRI PRIMJERA PRIMJENE ROBOTA U INSPEKCIJI NE. Ponekad su rješenja razvoja za određeni slučaj najbolje rješenje. Primjer je oprema za pregled i čišćenje NE u Finskoj. Generator pare premalen je da bi u njega ulazili ljudi. Na kraju su razvili robotsku splav koja nosi opremu potrebnu za pregled i održavanje (slika lijevo). Složena struktura mjesta inspekcije i vrlo visoki sigurnosni zahtjevi povećavaju složenost svakog projekta održavanja NE. Jedno od mogućih rješenja zamjene ljudi u pregledima posuda pod pritiskom je dron. Tvrtka Flyability razvila je bespilotne letjelice sigurne od sudara, koje se mogu uspješno koristiti kod takvih zadataka. Pokusno ispitivanje organizirala je 2020. poznata tvrtka Chevron. Dronom su upravljale dvije osobe: jedna je upravljala dronom, a druga je vodila videoprijenos uživo. Slika u sredini).

U početku je identificirano šest potencijalnih primjena u NE za četveronožnog robota Spota: očitavanje različitih mjerila, otkrivanje curenja tekućina i buke, toplinska inspekcija, detekcija plina i daljinska inspekcija prostora. Spot snima i izvještava o podacima preko kamere, mikrofona ili drugih perifernih uređaja, oslobađajući zaposlenike za druge zadatke. Kvaliteta snimanja podataka koje snima Spot ujednačenja je nego kod ljudskih radnika.

stručnjaci nikada nisu ni razmišljali o tome da će se u svom radu baviti takvom razinom zračenja. Čovjek u jednoj godini prosječno prima dozu od oko 620 milirema (rem - jedinica za niske razine zračenja) ionizirajućeg zračenja iz prirode, od kozmičkog zračenja, plina radona ili iz drugih izvora. 620 milirema jednako je 0,0062 Sv. Razine zračenja u Reaktoru 2 trenutno su tolike da bi ulazak u područje na samo jednu minutu značio gotovo sigurnu smrt. Doza zračenja od jednog Sv izazove radijacijsku bolest i mučninu, 5 Sv ubije u roku od mjesec dana polovicu izloženih, a jedna doza od 10 Sv je smrtonosna u roku od nekoliko tjedana.

No prema procjenama radijacija od 530 Sv na sat nije najgore što brine voditelje razgradnje. TEPCO (Tokyo Electric Power Company) je izvijestio da bi razina površinskog zračenja unutar tlačnih posuda elektrane mogla doseći i nekoliko tisuća (Sv) na sat što bi razgradnju učinilo neizvedivom. Službene procijene troškova čišćenja FD popele su se na ogromnih 200 milijardi dolara, a čišćenje bi moglo trajati čak stoljeće.

Različite vrste mobilnih manipulatora počelo se u NE koristiti šezdesetih godina XX. st. Sredinom sedamdesetih godina korištenje mikroprocesora omogućilo je modernizaciju prvih robotiziranih uređaja koji su zamjenjivali ljude na poslovima inspekcije, održavanja i popravaka u radijacijskim okruženjima. Godine 1979. potreba za naprednim robotskim sposob-

nostima postala je imperativ jer su topljenja reaktora stvarala uvjete nedostupne ljudima.

Japance je razočaralo to da na početku nesreće u Fukushima nije korišten niti jedan japanski robot. Zašto se Japan i njegova industrija robotike pokazao nespremnim za teške nuklearne nesreće i koliko su vlada i nuklearna industrija bili krivci za neuspješne pripreme? Nekoliko je razloga. Roboti za nuklearne nesreće moraju biti otporni na zračenje pa se umjesto standardnih elektroničkih komponenti osjetljivih na zračenje koristi vojna ili svemirska elektronika kojima se japanska industrija nakon II. sv. rata nije bavila pa Japanci nisu imali iskustva s elektronikom očvrslom na zračenje. Visoke razine gama zračenja ometaju gibanje elektrona unutar poluvodiča kontrolera robota, uništavajući elektroniku i oštećujući sklopove. Zbog istog razloga su u Černobilu trebali toliko ljudi čistača, a ni u FD nije bilo ništa bolje.

Danas su roboti standardni dio uređaja i opreme za nadzor i održavanje nuklearnih energetskih postrojenja. Posebice su važni mobilni profesionalni servisni roboti za havarije kada služe za prikupljanje podataka i čišćenje prostora. Ljudi uopće ne bi trebali sudjelovati u takvim, za zdravlje visokorizičnim, poslovima.

Isto tako, robote je potrebno dugo ispitivati i poboljšavati u stvarnim životnim situacijama prije nego se počnu koristiti. Ali za robote u NE teško je pronaći odgovarajuće okruženje za ponovljeno testiranje bez stvarnog odlaska na mjesta katastrofe. Zbog toga se nastoje iznaći nove metode ispitivanja. Jedna je korištenjem tzv. "digitalnih blizanaca" koja se temelji na stvaranju virtualnih kopija postrojenja u kojima se vježba s digitalnim robotima. No takve metode ne mogu po detaljima nadomjestiti stvarnost.

No najvažniji razlog bio je da se japanska vlada prije akcidenta u Fukushima čvrsto držala "mita o nuklearnoj sigurnosti NE" pa nije provodila pripreme za pomoć u katastrofama. Ipak pod dojmom havarije u Černobilu u siječnju 2000. Ministarstvo gospodarstva, trgovine i industrije usmjerilo je 3 milijarde jena za razvoj "sustava za pomoć u nuklearnim katastrofama". Na javni poziv Centra za znanost i tehnologiju javili su se Mitsubishi, Hitachi, Toshiba i francuska tvrtka Cybernetics. One su započele razvoj četiri različite vrste robota i ukupno šest jedinica. Širok je raspon zadataka u rješavanju nesreća u NE. Nijedan robot ne može obavljati sve zadatke kao što su rezanje cijevi i ispuštanje vode, otvaranje--zatvaranje ventila, uzimanje ozračenih uzoraka i sl. Zbog toga je dizajnirano više vrsta robota i započeo razvoj u skladu s inženjerskim snagama pojedinih tvrtki. Imena prvih japanskih robota otpornih na zračenje bili su: The Smart Mars Swan i Menhir Hitachijev Swan obavljao je poslove otvaranja ili zatvaranja ventila i prikupljanja uzoraka rashladne vode reaktora. Mitsubishijev Mars bio je robotski sustav od dva međusobno funkcijski povezana dijela. Mogao je otvarati vrata ili penjati se i spuštati stepenicama noseći terete teške do 50 kg. Menhir je imao najveću otpornost na zračenje, a s dvije ruke mogao je pomicati teške prepreke i rezati cijevi. Pametni robot koji je razvila Toshiba sastojao se od dvije jedinice, malog robota na većem robotu nosaču, namijenjenom prvom ulasku na lokaciju i prikupljanju informacija. No vladina agencija na kraju nije te robote odobrila za uporabu u Japanu.

Danas se robote smatra sastavnim dijelom održavanja NE. Posebno je pregled i čišćenje generatora pare iznimno rizičan posao što znači da je to pravi posao za robote. Unutar generatora visoke su razine zračenja, temperature i vlage.

Kako bi se smanjila razina zračenja prostor generatora pare se tijekom pregleda i čišćenja puni vodom. Glavni zadatak robota bili su pregledi i čišćenje dna generatora. Vrlo često za te poslove pokreće se poseban razvoj u svakoj elektrani. Tako je za NE u Finskoj osmišljena mala splav koja nosi kameru i svjetla za inspekciju iznad i ispod razine vode sa izvanjskim sustavom upravljanja. Prostor iznad razine vode zbog velike širine pogleda snima se kamerom ribljeg oka. Za inspekcije ispod razine vode koristi se endoskop koji visi na splavi. Pokretanje splavi ostvaruje se vodenim mlazovima. Pontoni splavi izrađeni su od vrlo tankog aluminija, a gornja ploča od karbonskih vlakana. Kvaliteta videa i fotografija iznad vodostaja bila je izvrsna te su uspješno snimljeni za kasniju upotrebu. Do dna generatora pare uspješno su spuštani endoskop i crijevo za usisavanje.

Jedno od mogućih rješenja za zamjenu ljudskih radnika u inspekcijama posuda pod pritiskom je dron. Tvrtka Flyability razvila je bespilotne letjelice sigurne od sudara, koje se mogu uspješno koristiti u inspekcijama posuda pod tlakom. Tvrtka Chevron specijalizirana za NE izvela je 2020. godine pokus s dronom i dva operatera za upravljačkim pultom. Jedan je upravljao dronom, a drugi prilagođavao video prijenos uživo. Bespilotna letjelica može uspješno pregledati horizontalne i vertikalne stijenke tlačne posude. Dron je jednostavan za rukovanje, a rezultati snimanja pohranjeni su za kasniju analizu. Pripreme su bile jednostavne, a radnici nisu morali ulaziti u generator pare.

Iz navedenih pokusa, ali prije svega iz prakse uporabe robota, izvode se iskustveni zaključci o svojstvima robota za NE. Roboti moraju biti snažni i pouzdani, okretni i kompaktni za manevre na stubama ili drugim uskim prostorima. Operateri robota imaju poteškoće pri rukovanju dok nose više pari rukavica i gledaju korisničko sučelje kroz glomazne maske pa kontrolne jedinice i sučelja moraju biti lagani za rukovanje. Roboti za hitne intervencije ne bi trebali biti samostalni strojevi. Najbolje rezultate postižu pri radu para robota tako da jedan robot radi kao bežična bazna stanica omogućujući drugoj jedinici da putuje dalje ili joj pomaže ako zapne. Ako se radijski signali ne prenose dobro, koristi se kombinacija bežične i žične veze.

Igor Ratković

Osam najčudnijih robota na svijetu

[Video Atlas](#)

Opis: Sljedeća generacija humanoidnih robota – potpuno električni robot Atlas dizajniran za primjenu u stvarnom svijetu. Novi Atlas temelji se na desetljećima istraživanja i unapređuje popis najposobnijih, najkorisnijih mobilnih robota koji rješavaju najteže izazove u današnjoj industriji: sa Spotom, sa Stretchom, a sada i s Atlasom.

Ameca

Nazvana "najnaprednijim robotom na svijetu", druga generacija Amece sada ima mogućnost prikazivanja posebno realističnih izraza lica na temelju odgovora na upite.

Savitljivi materijal koji prekriva Amecino lice, u kombinaciji s generativnom umjetnom inteligencijom, omogućuje ovom robotu da odgovori na sve vrste upita, a zatim izvodi pokrete ruku i izraze lica kako bi nadopunio svoje odgovore. Ti su pokreti lica nevjerovatno slični ljudskim, za razliku od ostalih dijelova robota koji koriste skeletni okvir s vidljivom hidraulikom i izgledaju vrlo umjetno. Dok Ameca tek treba biti upotrijebljena u komercijalnom okruženju, njeni tvorci iz Engineering Artsa predviđaju budućnost humanoidnog robota kao pomagača u socijalnoj skrbi ili kao recepcionara uz prave ljude.

[Video Ameca](#)

Torso tvrtke Clone Robotics

Robot koji pokreće sustav vodenih pumpi i ventila na baterije ne zvuči čudno, ali Torso je pomalo uznemirujući. To je zato što koristi ovaj sustav za pomicanje niza umjetnih kostiju i mišića, replicirajući ljudski torzo od zdjelice prema gore – sve prekriveno sablasno bijelom kožom. Unatoč ovom ljudskom okviru, pokreti torza prilično su rascjepkani, iako se radi na tome da se kreće na prirodniji način.

Clone Robotics, tvrtka koja stoji iza ovog robota, nada se da će se ova tehnologija s vremenom koristiti u humanoidnim robotima koji rade na pokretnim trakama, obavljaju kućanske poslove ili čak pomažu u tele-zdravstvenoj isporuci.

[Video Torso](#)

mCLARI

Pauci su dugo inspirirali robote u znanstvenoj fantastici, ali mCLARI zapravo postoji. Dug samo 2 centimetra, mCLARI je maleni "bot pauk" koji koristi module s četiri noge koji se mogu kretati u dvije različite dimenzije, što znači da robot može učinkovito promijeniti oblik kako bi prošao kroz uske prostore i zaobišao prepreke.

Iako robot nema nikakvu naprednu obradu UI i treba ga kontrolirati na daljinu, njegov prilagodljiv oblik mogao bi otvoriti put robotima koji bi mogli puzati među ruševinama srušene zgrade u potrazi za preživjelima u područjima do kojih je teško doći.

[Video mCLari](#)

Bočna popustljivost tijela omogućuje kretanje na ograničenom terenu u mekanom robotu poput ljuske kukca.

(IROS nagrada za najbolji rad o sigurnosti i spasilačkoj robotici)

Desdemona

Desdemona je humanoidni robot koji je razvio Hanson Robotics, tvrtka koja stoji iza Sophie the Robot koja je postala svjetski "robot građanin svijeta (točnije Saudijske Arabije) 2017. godine".

Desdemona koristi model velikog jezika (LLM) za svoj mozak i ima sintetičku kožu koja može replicirati realistične izraze lica. Ali za razliku od sličnih humanoidnih robota, Desdemona nije samo tehnološka demonstracija već je i robotska glazbena zvijezda koja se postavlja kao kulturna figura sa svojim vlastitim stilom i "jezgrom osobnosti". Ima bazu podataka ispunjenu osobinama i sjećanjima koja mogu formirati Desdemonine buduće interakcije. Kad se govori o Desdemoni, manje je riječ o tehnologiji, a više o viziji kako roboti mogu postati društvene i kulturne figure poput svojih ljudskih pandana.

[Video Desdemona](#)

Srce i duša nastupa benda Jam Galaxy nedvojbeno je bila Desdemona the Robot, sestra svjetski poznate, Global Robot Ambassador, Sophie the Robot.