



Rubrike

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



Prilog

- | Robotski modeli za učenje kroz igru u STEM-nastavi – Fischertechnik (71) |

ABC tehnike

www.hztk.hr

ČASOPIS ZA MODELARSTVO I SAMOGRADNJU

Broj 680 | Prosinac / Decenber 2024. | Godina LXVIII.



U OVOM BROJU

Singapur: grad budućnosti	3
Theia i rođenje mjeseca	6
BBC micro:bit [54].	9
Robotski modeli za učenje kroz igru u STEM nastavi – Fischertechnik (71).	14
Mala škola fotografije	17
Analiza fotografija	20
Pismo za Kambarku	21
FM radioprijemnik (4)	27
Sedamdeset godina industrijskog robota	32
Nacrt u prilogu:	
Robotski modeli za vučenje kroz igru u STEM-nastavi – Fischertechnik (71)	

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 Kočič – ZTK Đakovo

DTP / Layout and design: Zoran Kušan

Lektura i korektura: Morana Kovač

Broj 4 (680), prosinac 2024.

Školska godina 2024./2025.

Naslovna stranica: Sretna nova 2025. godina!

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



**HRVATSKA
ZAJEDNICA
TEHNIČKE
KULTURE**

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

Singapur: grad budućnosti

Na jugu Malajskog poluotoka nalazi se grad budućnosti, Singapur. Nazivaju ga jednim od četiriju "azijskih tigrova" (uz Tajvan, Južnu Koreju i Hong Kong) zbog snažnog rasta gospodarstva između 1960-ih i 1990-ih godina. Singapur je jedna od najrazvijenijih svjetskih država. Unatoč ograničenoj površini i gustoći naseljenosti, ovaj grad država, površinom nešto većom od otoka Krka, ipak uspijeva imati najsuvremeniju tehnologiju i napredne infrastrukture. Singapur prednjači u svijetu ne samo po gospodarskoj razvijenosti nego i po provođenju koncepta takozvanog "pametnog grada" koji Europski parlament (2014.) definira kao šest područja: pametna uprava, pametna ekonomija, pametna mobilnost, pametan okoliš, pametni građani i pametan način života.

Pametan okoliš

Područje pametnog okoliša obuhvaća projekte koji se fokusiraju na održivo upravljanje prirodnim resursima i zaštitu voda, mora, zraka i tla kroz primjenu novih tehnoloških rješenja. Singapur danas slovi za jedno od ekološki najodrživijih urbanih središta na svijetu, stoga zaključuje se da područje pametnog okoliša efikasno provodi navedene projekte. Ravnotežu između urbanizacije i očuvanja okoliša održava pomoću rigoroznih zakona (npr. zabranjeno je žvakati žvakaču gumu i pušiti na ulici, prelaziti cestu



Slika 1. Politička kontrola nazočna je u gotovo svim segmentima društvenog života



Slika 2. Jedan od najstarijih mostova u Singapuru (godina izgradnje 1868.) govori kako je ovaj grad (država) uznapredovao tek zadnjih nekoliko desetljeća

izvan pješačkog prijelaza, bacati papiriće na tlo itd.), zelenih infrastruktura (vertikalni vrtovi, urbane farme, zeleni krovovi) te pomoću održive urbanizacije (recikliranje, korištenje obnovljivih izvora energije, pametno upravljanje vodom). Inovativne tehnologije omogućuju pretvaranje otpada u obnovljiv oblik energije (električna, toplinska). Jedan od pristupa je program "Waste-to-Energy" (WTE), koji spaljivanjem otpada stvara energiju te samim time smanjuje količinu otpada koji završava na odlagalištima. Nadalje, potiče primjenu održivih rješenja za javni prijevoz, poput električnih autobusa i skutera, metroa i bicikala, kako bi reducirao korištenje osobnih automobila. Također se koristi politika visokih cijena registracije vozila i poreza na automobile, što čini javni prijevoz povoljnijim i pristupačnijim rješenjem za većinu stanovnika. Zbog onečišćenja okoliša većini velikih urbanih gradova, pa tako i Singapuru, izazov predstavlja opskrba



Slika 3. Singapurski dolar vrlo je stabilna i snažna valuta u međunarodnom finansijskom svijetu

čistom i pitkom vodom. Mreže rijeka i kanala koje teku Singapuruom povezane su sa specijaliziranim rezervoarima i umjetnim jezerima koja čuvaju kišnicu, te nakon procesa pročišćavanja ova "kišnica" postaje jedan od glavnih izvora pitke vode u državi. Nadalje, osim lokalne akumulacije, Singapur osigurava stanovništvu pitku vodu uvozom vode iz Malezije, desalinizacijom morske vode i recikliranjem vode (NEWater).

Pametna uprava

Iako je ova država postigla visok ekonomski rast i stabilnost, visoka politička kontrola ograničava/kontrolira sve segmente društvenog života. Vlast se suočava s kritikama zbog ograničavanja političkih prava, slobode izražavanja i nadzora nad medijima, uz konzervativni pristup po pitanju demografskog rasta, dopuštajući imigraciju uglavnom pod uvjetom prihvaćanja nižih prihoda. Kako bi vlast regulirala gore navedene zakone, a i druge, robotski psi kojima upravlja umjetna inteligencija patroliraju ulicama i provjeravaju poštuju li se pravila. Budući da je Singapur površinom više od 2 puta manji od Londona te ima 6 milijuna stanovnika, zahtijeva efikasno planiranje urbanizacije. Unazad 30 godina, Singapur je imao upola manje stanovnika nego danas, što je glavni pokazatelj brzog razvoja. Osim povećanja broja stanovnika, dolazi i do proširenja površine samog Singapura za čak 23%. Nakon proglašenja neovisnosti ove države, Singapur počinje koristiti proces nasipavanja zemljišta. Ovaj proces proširio je kopnenu površinu i omogućio ključan razvoj za ekonomski rast te gradnju prepoznatljivih znamenitosti poput Marina Baya, zračne luke Changi i industrijskog kompleksa otoka Jurong. Marina Bay je simbol Singapura XXI. stoljeća zbog svojeg vodećeg finansijskog središta, te također glasi kao središte luksuznih hotela, trgovačkih centara i kao središte ikoničnog "Gardens by the Bay". Ovi vrtovi nisu samo turistička atrakcija, već predstavljaju i simbol Singapura koji uspješno integrira prirodu u suvremeni prostor. Od drveća "Supertree grove" visokih do 50 metara, koji danju daju hlad,



Slika 4. Vladina agencija HDB izgradila je oko milijun stanova u kojima živi oko 80% stanovnika



Slika 5. Singapur je proširio kopnenu površinu kako bi omogućio ekonomski rast te gradnju prepoznatljivih znamenitosti

a noću svjetlosni i zvučni ugođaj, do staklenika “Cloud Forest i Flower Dome” s najvećim zatvorenim vodopadom ovaj vrt predstavlja pravi primjer odgovorne arhitekture.

Pametna mobilnost

Kako bi se osigurao dom svim stanovnicima, tj. kako bi se riješio problem nedostatka stanova brine se vladina agencija HDB (engl. Housing and Development Board). Uz pitanje “što sagraditi” često se postavlja i pitanje “gdje sagraditi”? Poznati klimatski fenomen UTO (efekt urbanih toplinskih otoka) postaje sve veći problem u svijetu. Gradnjom cesta, zgrada i drugih infrastrukturna, prirodna, propusna i vlažna područja zamjenjuju suhe i nepropusne površine. Ovakva urbana gradnja utječe na promjenu smjera i brzine vjetra. Budući da se Singapur nalazi u tropskoj klimi, zgrade i ulice često se projektiraju prema planu koji omogućuje prolazak povjetarca. Ovakva gradnja omogućuje smanjenje potreba za klimatizacijom te smanjenje učinka prekomjernog zagrijavanja. Međutim, zbog pretjerane gradnje Singapur se suočava s izazovima povezanim s emisijama ugljika, gdje zgrade čine preko 20% emisija na nacionalnoj

razini. Kako bi se smanjio utjecaj emisije ugljika, grad se sve više fokusira na ozelenjavanje izgrađenog okoliša. Zgrade s vertikalnim vrtovima ili zelenim krovovima stoga su ključni element strategije za “ublažavanje” klimatskih promjena. Na osnovi toga, razvijen je Singapurski pokret za zelene zgrade (engl. Singapore Green Building Masterplan, SGBMP) kojem je cilj postići da najmanje 80% zgrada bude zeleno do 2030. godine.

Ulaganje u budućnost

Singapur danas više nema ista ograničenja u resursima koja su mu sužavala mogućnosti u 1970-im i 1980-im godinama, stoga ulaže dosta u obrazovanje. Obrazovanje mladih jako je bitno za Singapur kako bi buduće generacije bile dobro pripremljene za moguće nesigurnosti u globaliziranoj ekonomiji. Vjeruje se da je kombiniranje pedagoških metoda, prepoznavanje talenta i poticanje učenika s nižim postignućima pravi put do cilja. Projektima i pokretima (poput Green Plan 2030, WTE, Smart nation) Singapur pokazuje da je pokretač mnogih inicijativa koje će oblikovati njegovu budućnost i postaviti ga kao uzor drugim gradovima diljem svijeta.

Ivo Aščić

Theia i rođenje mjeseca

Prije kojih 4,5 milijardi godina, kada je čitav naš Sunčev sustav još bio mlad, novorođeni planet Zemlja bio je tek još jedan usamljeni planet koji se vrtio oko primordijalnog Sunca bez svog satelita i današnjeg vjernog pratitelja, Mjeseca. No, kao i u slučaju svih ostalih tinejdžera, ovi rani dani mladog planeta Zemlje bili su sve samo ne idilični i mirni! Za to je uvelike odgovorna i Theia, objekt veličine Marsa, koji će uskoro udariti u naš protoplanet – Zemlju – i zauvijek promijeniti oba svijeta. Ovo je priča o najranijoj Zemljinoj povijesti i rađanju mjeseca.

Mlada je Zemlja još uskovitlana sfera elemenata koja zapravo nema pojma što bi to konkretno željela postati kada odraste i u ovoj joj je fazi dostatna tek vrtnja oko same sebe uz pokoju lekciju profesorice Gravitacije. Ok, nije baš da nije bila nimalo svjesna drugog planeta koji joj se nesmiljeno približavao, no bila je suviše zauzeta drugim stvarima oko svoga postanka da bi marila za još kakvu svemirsku pojavu izuzev same sebe. Uostalom, ionako ne bi mogla tek tako promijeniti putanju i jednostavno pobjeći sferom bez obzira! A tada se desilo neminovno. Sraz titana. Još jedan vrlo bučan i nasilan kozmički događaj posljedica kojeg će biti kreacija svijeta kakav danas poznajemo. Pitam se, da nije bilo Theie i njezina silovita uleta, bismo li sada uopće postojali u formi u kakvoj jesmo? No, ostavimo se špekulacija i nastavimo s pri-

čom. Vrućina udara ukapljivala je sve – mladu Zemlju i njezin još vrlo tanak planetarni pokrivač – spajajući dva tijela u jedno. Iz te mase, uslijed siline udara, katapultirana je jedna manja kugla rastaljene stijene koja je sletjela u već dosta stabilnu Zemljinu orbitu, gdje se postupno hladila da bi konačno formirala Mjesec. Nadalje, nova studija sugerira da je tijekom tog silovitog udara Theia ostavila dio svog materijala na tada još mekoj površini Zemlje te da su njene krhotine doslovno potonule u naš planet. Sukladno člancima objavljenima u časopisu *Nature*, studija otkriva da upravo ovaj materijal iz Theie može predstavljati dva ogromna, gusta komada koja se i dan danas nalaze u Zemljinom plaštu. Naime, znanstvenicima je već čitavo desetljeće poznato da mrlje gušćeg materijala veličine kontinenta doista postoje u podnožju Zemljina plašta i blizu su granice s jezgrom. Ova nova studija – koju su, usput rečeno, proveli geofizičar s Caltecha, Qian Yuan i njegovi kolege – koristi simulacije udara Theie i njegova utjecaja pri formiranju Mjeseca te evolucije Zemljine unutrašnjosti, kako bi se ustanovilo gdje bi se to sve ostaci Theie još mogli pronaći te kako su se mijenjali tijekom vremena.

No, prije no što nastavimo dalje, ne bi bilo zgorega da se ukratko osvrnemo i na Zemljinu anatomiju. Unutrašnjost Zemlje sastoji se od slojeva koje si možda najbolje možemo predložiti usporedimo li je s npr. lukom. Međutim, za razliku od ovog povrća, jezgra našeg planeta je vruća, gusta i kemijski uglavnom metalna, sastavljena od vanjskog rotirajućeg rastaljenog sloja koji okružuje gušću kuglu unutarnje jezgre. Konkretno, zemljina jezgra ima gustoću negdje od 9500 do 11 000 kg/m³ i sastavljena je pretežno od željeza s tragovima nikla i silikata, a čine je *vanjska jezgra* široka u promjeru 2900 do 4980



km, *prijelazna zona* promjera od 4980 do 5120 km te *unutarnja jezgra*, promjera cca 5120 do 6371 km. Srednji je dio te naše jezgre zapravo krut, a vanjski tekući. Izvan ovih slojeva Zemljine jezgre nalazi se ogroman *plašt*, koji čini više od 80% volumena našeg planeta. Na vrhu plašta je *Zemljina kora*, odnosno, kruta površina na kojoj i mi obitavamo.

Plašt je pritom mjesto gdje se odvija i najveći dio geološke aktivnosti: kontinentalne ploče se pomiču i sudaraju uzrokujući potrese, dok magma probija svoj put prema površini kroz vulkane. Također, vrlo mu je teško izravno pristupiti zbog enormne dubine pa, kako bi bolje razumjeli plašt, istraživači pribjegavaju i drugim metodama. Tako, primjerice, mjere kako seizmički valovi putuju kroz slojeve Zemljina plašta tijekom potresa. Naime, seizmički valovi prolaze kroz materijale različite gustoće mijenjajući brzinu ili smjer, a sastavljanjem tih dijelova informacija, istraživači u principu mogu mapirati i unutrašnjost našeg planeta. Upravo su ovakve studije tijekom posljednjih nekoliko desetljeća pokazale dvije ogromne mrlje u donjim dijelovima plašta – jednu ispod Južne Afrike te drugu ispod Tihog oceana – koje se po gustoći i sastavu razlikuju od okolnog materijala. Budući da seizmički valovi usporavaju kada prolaze kroz ove mrlje, geoznanstvenici su ih nazvali *velikim provincijama niske brzine pomicanja* (LLSVP), a ove su regije gušće od ostatka plašta i pretpostavlja se da postoje milijardama godina. Međutim, znanstvenici nisu sigurni kako su se ove LLSVP mrlje našle unutar plašta, a nova studija sugerira da su ove nakupine zapravo originalni dijelovi protoplaneta koji je udario u Zemlju – Theie – što je ultimativno dovelo i do formiranja Mjeseca. Svakako, još uvijek postoji pregršt otvorenih pitanja o ovoj teoriji, uključujući i ono zašto ostatke Theie nismo pronašli i ovdje, na površini Zemlje?

Računalni astronom Hongping Deng iz Šangajskog astronomske opservatorija u Kini usredotočio se upravo na simulaciju sudara Theie i proto-Zemlje te pitanja kako bi se njihov materijal miješao (ili "ne-miješao") unutar Zemljinih slojeva. Njegov računalni model uključivao je finije detalje od prethodnih simulacija, otkrivajući da se dio Theina materijala koji se otopio tijekom sudara zadržao u Zemlji. Ovaj model ujedno sugerira da je Thein materijal bio



gušći od gornjeg plašta proto-Zemlje uslijed čega je potonuo u donji plašt, gdje se zadržao kao one već spomenute prepoznatljive mrlje, nikada se ne miješajući sa zemljinim rjeđim komponentama. Nakon svega navedenog, najveće pitanje koje iskrsava pri ovom novom Dengovom modelu jest, pretpostavljate, može li uopće taj Thein materijal, i kako, izbjeći miješanje i homogenizaciju u Zemljinu plaštu tijekom narednih čitavih četiri i pol milijarde godina?!

E sad, neki istraživači u to baš i nisu previše uvjereni. Tako primjerice dr. Miki Nakajima sa Sveučilišta Rochester u New Yorku, čije se primarno istraživanje u posljednjih nekoliko godina usredotočilo na to kako se slojevi unutar stjenovitih planeta Sunčevog sustava razvijaju općenito, pak kaže da u njihovim simulacijama plašt Theie i Zemlje pokazuju tendenciju dobre homogenizacije materijala. Primjera u mimoilaženju u mišljenjima ima još na desetke no, da sumiramo, za sada se znanstvenici slažu da ova gusta područja u Zemljinom plaštu zaista postoje već dugo vremena, ali koliko točno i kakve su geneze – još uvijek ostaje predmet budućih rasprava. Naravno, postoji i alternativno objašnjenje za formiranje tih mrlja, koje ukazuje na tezu da je velik dio onoga što je sada čvrst plašt nekoć, u ranoj fazi Zemljine evolucije, bila vruća magma. Pritom se gornji sloj relativno brzo stvrdnuo zračeći višak topline u svemir, dok se donji sloj, međutim, stvrdnjavao daleko sporije i tako zapravo dobio dosta vremena da se diferencira u gušće mrlje i manje gusta područja.

Sljedeći korak u rješavanju ove zagonetke bila bi, dakle, usporedba kemijskih potpisa materijala iz takvih mrlja na Mjesecu, koji je uglavnom sačinjen od Theinih ostataka. A ako se ustanovi da ove mrlje sadržane u Zemljinoj kori i u slojevima Mjeseca imaju isti geokemijski potpis, znači da

bi morale potjecati i od istog planeta, zar ne?

No, prikupljanje ovakvog materijala za usporedbu predstavlja nešto što je u praksi daleko lakše reći nego učiniti! Kao prvo, kako smo već ranije spomenuli, znanstvenici za sada još uvijek ne mogu bušiti dovoljno duboko u Zemljin plašt da bi izravno uzorkovali mrlje. Istovremeno, Mjesečeva je površina bila izložena milijardama godina svemirskih vremenskih utjecaja i mogla bi biti kontaminirana meteoritima, a uzorci kojima znanstvenici za sada raspoložu ipak su uglavnom oni s Mjesečeve površine. Svakako, znanstvenici bi žarko željeli analizirati i materijale iz Mjesečeva plašta, što će vjerojatno ipak morati pričekati do misije istraživanja južne Mjesečeve regije, gdje je plašt izloženiji i pristupačniji.

A kad smo se već dotakli Mjeseca, vratimo se sad opet malo konkretnije i njegovu postanku. Dakle, katapultiran u orbitu iz Zemljine mase uslijed sudara s Theiom kao jedna manja kugla rastaljene stijene, postupno se hladio, da bi se konačno formirao kao satelit kakav danas promatramo na svome nebu. Mjesečeva se unutrašnjost s vremenom stvrdnula u različite slojeve Mjesečeve kore, a novi su se minerali kristalizirali iz taline stijena, da bi jedni od posljednjih koji su se formirali bili *cirkoni*. Ovi su kristali – izuzev što su cijenjeni poludrago kamenje diljem svijeta – još vredniji znanstvenicima jer ujedno bilježe završne faze Mjesečevog učvršćivanja u solidnu stijenu, označavajući početak egzistencije našeg prirodnog satelita kakav poznajemo danas. A svoju popularnost u znanstvenim krugovima cirkoni duguju primarno činjenici da su zaista izdržljivi. Naime, čak i sićušni cirkonski kristali veličine mikrometra mogu izdržati razne rapidne vremenske utjecaje tijekom milijardi godina kako bi sačuvali geokemijske tajne svog rođenja. Ujedno, cirkoni pri svome formiranju hvataju izotope urana iz okoline, koji nam potom služe kao pouzdani mjerači vremena proteklog od trenutka



kristalizacije cirkona. Na koju foru, zapitat ćete se? Stvar se odvija ovako: izotopi spomenutog urana raspadaju se u olovo predvidljivim brzinama tako da znanstvenici, brojanjem atoma olova koji nastaju i preostalih atoma urana, mogu izračunati koliko je vremena prošlo otkako su se cirkoni stvrdnuli od rastaljenog materijala. Tako su, primjerice, autori ove studije za koju sam prvi put čula gledajući National Geographic, ispitali cirkone ugrađene u uzorak Mjesečeve stijene prikupljene tijekom misije Apolla 17 još 1972. godine te konstruirali 3D-kartu atoma. Zbrajanje izotopa olova rezultiralo je starošću od 4,46 milijardi godina, što je ujedno najstarija znanstveno utvrđena vremenska granica za formiranje Mjesečeve kore do sada. Upravo ovakvo određivanje stvrdnjavanja površine Mjeseca daje istraživačima referentnu točku za modeliranje evolucije Mjeseca, dok pravi interes za proučavanje Mjeseca leži zapravo u onome što nam njegova evolucija može otkriti i o samoj Zemlji. Naime, kao nebeski suputnici zajednička podrijetla, Zemlja i Mjesec dijele i međusobno vrlo usko povezanu drevnu kozmičku sudbinu. Međutim, dok geološki aktivna Zemlja pokazuje smjerne tendencije ka zakopavanju i uništavanju dokaza o prošlim događajima, Mjesec je daleko tran-

sparentniji subjekt – jer nedostatak tektonske aktivnosti znači i da geološki zapisi na površini traju eonima!

Ukratko, znanstvenici se danas mogu osloniti na nalaze s Mjeseca kako bi zaključili što se također događalo na Zemlji otprilike u isto vrijeme. Primjerice, u tom sudbonosnom sudaru s Theiom koji je formirao Mjesec, Zemlja je (ukoliko se do tada eventualno pokušavao kreirati kakav organski životonosni spoj) postala definitivno nenastanjiva – ništa nije moglo preživjeti tako katastrofalan događaj – i svaka je molekula vode koju je do tada sadržavala jednostavno proključala i potom isparila. No, ako je već tako, onda je voda morala biti i vraćena na naš planet u nekom trenutku – možda isporučena udarom kakva vodonosna asteroida – što bi također ostavilo tragove i na Mjesecu!

No, iako ova nova studija datira završetak formiranja Mjeseca na najmanje 4,46 milijardi godina, cijeli proces – od sudara planeta do konačnog stvrdnjavanja – odvijao se još tisućljećima prije! A upravo cirkoni predstavljaju posljednje ostatke Mjesečevog oceana magme, odnosno posljednje poglavlje Mjesečevih nasilnih početaka te početak njegove mirnije epohe. Naravno, nije isključeno da će budući istraživači pronaći neki još stariji cirkon koji bi potvrdio veću starost našeg Mjeseca jer ih vjerojatno još podosta čeka da tek bude otkriveno na dijelovima Mjeseca gdje ljudi do sada nisu kročili, zar ne? Štoviše, trenutno je u tijeku nekoliko misija čiji je zadatak upravo uzimanje uzoraka s još neistraženih dijelova Mjeseca pa je tako Kina nedavno pokrenula robotsku misiju sakupljanja uzoraka s udaljene strane Mjeseca, dok NASA-ina misija Artemis III. ima za cilj spustiti ljude na Mjesečev južni pol u prosincu 2025. Svakako, novi geološki nalazi prikupljeni s tih područja zasigurno bi nam pomogli u dodatnom osvjetljavanju priče o podrijetlu Mjeseca i evoluciji Zemlje, a mi, usprkos svom napretku koji smo do sada ostvarili, možemo zaključiti još samo da nam mnogo toga tek valja otkriti! U međuvremenu, dok nestrpljivo čekamo na nove uzbuđujuće spoznaje, svima vam želimo sretne i blagoslovljene božićne i novogodišnje praznike!

*Ivana Janković,
Croatian Wildlife Research
and Conservation Society*

BBC micro:bit [54]

Poštovani čitatelji, nastavljamo seriju kodiranja BBC micro:bita preko jednostavnih primjera u Scratch-Editoru. U ovom ćete nastavku saznati kako iskoristiti neke blokove S-Editora koji se tiču akcelerometra.

Što je to akcelerometar?

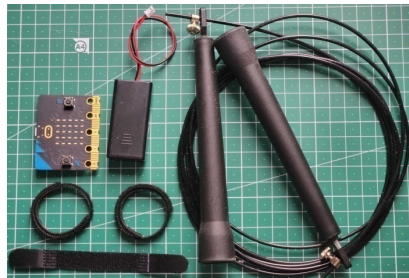
Na pločici BBC micro:bita ugrađeno je osjetilo koje osjeća i mjeri akceleraciju. Akceleracija je ubrzavanje (ili usporavanje) brzine. Akceleraciju možete osjetiti kad se vozite u automobilu. U trenutku kad se pritišće papučica gasa automobil ubrzava, a putnici osjećaju kako ih neka sila “povlači” unazad. Kod kočenja situacija je obrnuta, putnike “baca” prema naprijed. U svakodnevnom životu akcelerometri se koriste u avionima, brodovima, satelitima, raketama gdje se mjere takozvane G-jedinice koje pokazuju koliko je puta ubrzanje veće od ubrzanja Zemljine sile teže (sila teža je sila kojom Zemlja djeluje na tijela), ali koriste se i u mobitelima, fotoaparata, udaraca, padova i drugo. To bi jednostavnim riječima bilo dovoljno objašnjenje, ali radi boljeg razumijevanja prijedimo na nešto određeno.

Vijača za preskakanje

Kako bi uvijek bili u formi mnogi vježbaju s vijačom za preskakanje. Dok preskačete vijaču, u sebi najčešće brojite preskoke, no to možete prepustiti i akcelerometru BBC micro:bita.

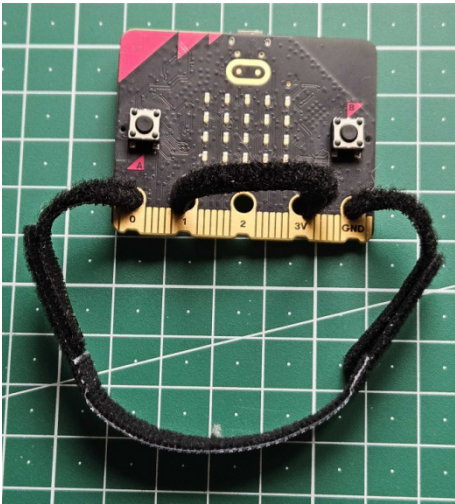
Korak 1. Izrada brojača preskoka

Za izradu brojača preskoka, osim BBC micro:bita i pripadajućih baterija trebate nabaviti nekoliko tekstilnih traka s čičkom, Slika 54.1.



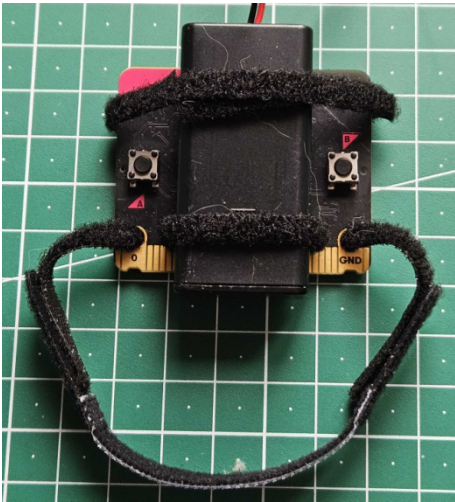
Slika 54.1. Ovo je sve što trebate za izradu brojača preskoka

Trebate dvije užu i jednu širu čičak-traku, svaka dužine oko 17 cm. Jednu užu traku provucite kroz rupice na BBC micro:bitu kako je vidljivo na Slici 54.2.



Slika 54.2. Užu traku provucite kroz rupice, a na njene krajeve “prikačite” širu traku

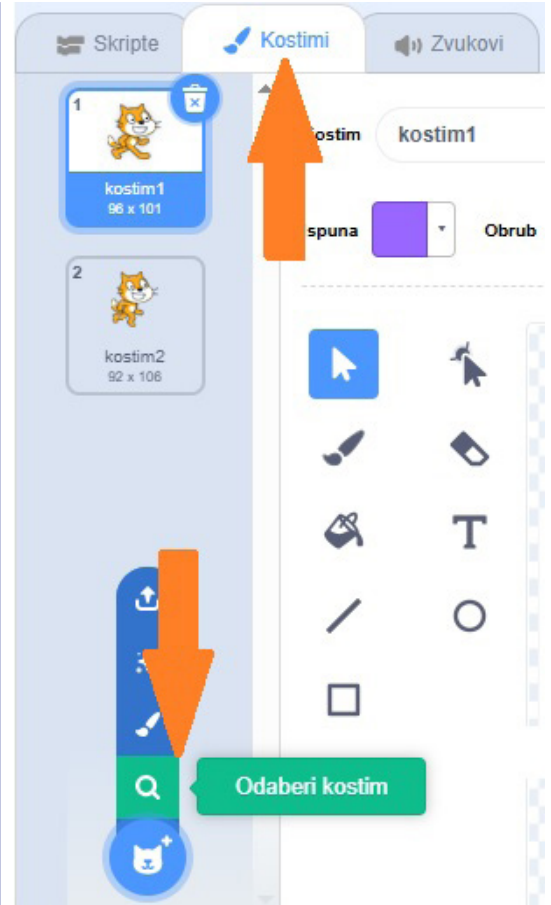
U kutiju za baterije umetnite baterije te s još jednom užom trakom pričvrstite sve na gornjoj strani pločice BBC micro:bita, Slika 54.3.



Slika 54.3. Brojač preskoka je spreman

Korak 2. Kodiranje

Uz osnovni dio koda koji će brojati preskoke naučit ćete kako animirati slike na sučelju S-Editora. Pokrenite S-Editor - *Microbit More*. Kliknite na programsku tipku “Kostimi”, a zatim na “Odaberi kostim”, Slika 54.4.



Slika 54.4. Kad kliknete na programsku tipku “Kostimi”, na sučelju se otvara alat za crtanje

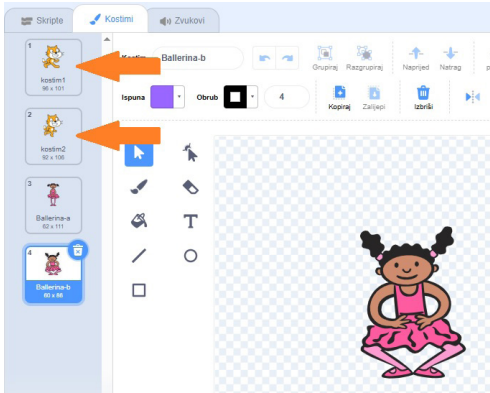
U novom sučelju koje se otvorilo kliknite na programsku tipku “Ples”, Slika 54.5.



Slika 54.5. U izborniku “Ples” pronađite sličice “Ballerina..”

Pronađite sličice balerine te kliknite na “Ballerina-a”. Sačekajte da se učita pa se vratite u izbornik kostima i kliknite na “Ballerina-b”.

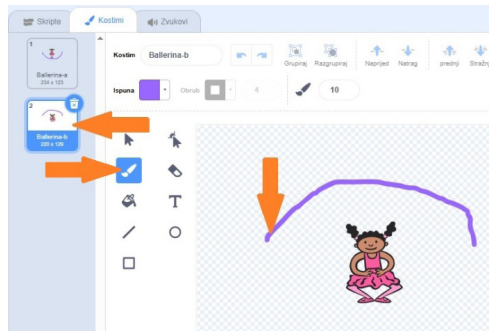
Kako vam trebaju samo sličice balerine, u smeće bacite sličice mačke, “kostim 1” i “kostim 2”, Slika 54.6.



Slika 54.6. Sličice mačke bacite u smeće jer vam neće trebati

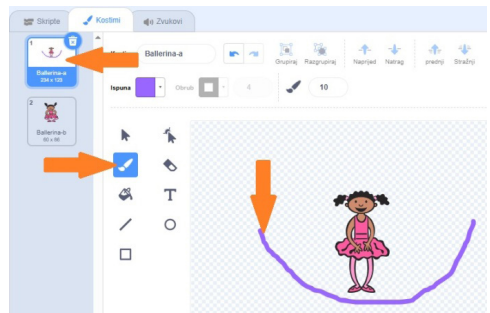
To činite tako što ćete kliknuti po sličici tako da poplavi, a zatim ćete kliknuti na simbol koša za smeće koji se pojavljuje na izabranoj sličici.

Od dviju preostalih sličica izaberite drugu tako da poplavi, "Balerina-b". Zumirajte tu sličicu jedan put u minusu kako biste dobili više mjesta za crtanje. U alatu za crtanje pronađite i izaberite programsku tipku s kistom. Ovim kistom nacrtajte vijaču iznad balerine, Slika 54.7.



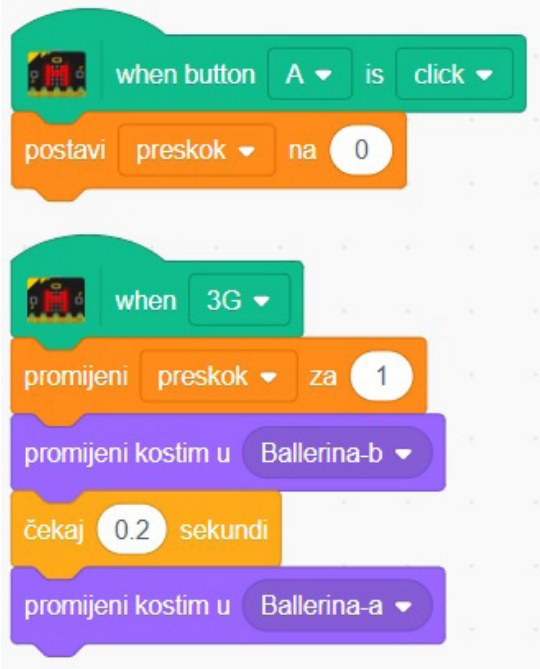
Slika 54.7. Iznad druge balerine nacrtajte vijaču

Sada izaberite prvu sličicu tako da poplavi, "Balerina-a", a potom izaberite kist i nacrtajte vijaču, Slika 54.8.



54.8. Ispod prve balerine nacrtajte vijaču

Kliknite na programsku tipku "Skripte" kako biste došli do prostora za kodiranje. Najprije imenujte novu varijablu, na primjer "preskok" te preprišite programski kôd prema Slici 54.9.



Slika 54.9. Ovo je sve što trebate za brojanje preskoka i animaciju balerine

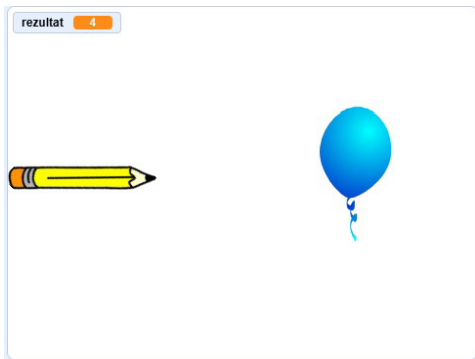
Kako biste s pločice BBC micro:bita očitavali "3G" izvucite blok "when shake" pa iz padajućeg izbornika koji dobivate klikom na mali trokutić izaberite "3G". Ostali blokovi trebali bi biti jasni.

Spremni ste za brojanje preskoka. Uz pomoć šire čičak-trake pričvrstite pločicu BBC micro:bita na zglobov lijeve ili desne šake. Povežite BBC micro:bit sa Scratch Editorom. Na pločici BBC micro:bita pritisnite tipku A te uzмите vijaču i počnite skakati.

Osim dosad navedenog, akcelerometar je u stanju otkriti položaj pločice BBC micro:bita u odnosu na površinu Zemlje. To ćete svojstvo iskoristiti u sljedećem primjeru.

Nemoj probušiti balon

Cilj ove igrice je napraviti što veći rezultat tako da se pomicanjem olovke izbjegne bušenje balona koji joj ide ususret, Slika 54.10.

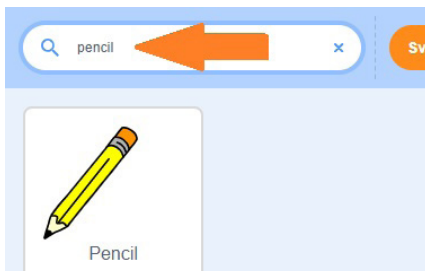


Slika 54.10. Animirana igrica “Nemoj probušiti balon”

Na zaslonu se olovka pomiče uz pomoć BBC micro:bita, a razne putanje balona generiraju se slučajno. Za ovu igricu trebate samo BBC micro:bit i pripadajuće baterije pa krenite kodirati.

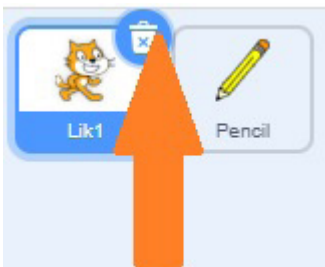
Prvi dio – kodiranje olovke

Kliknite na programsku tipku “Odaberi lik” (nalazi se dolje desno). U tražilici prozora koji se otvorio napišite “pencil”, Slika 54.11.



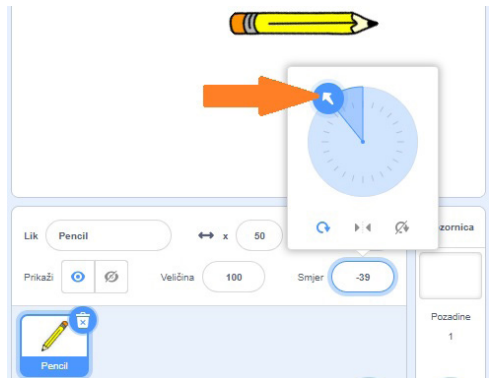
Slika 54.11. Za brži pristup određenom liku ili kostimu koristite tražilicu (simbol povećala)

Kliknite na sličicu olovke kako bi se učitala. Nakon učitavanja obrišite mačku “Lik1”, Slika 54.12.



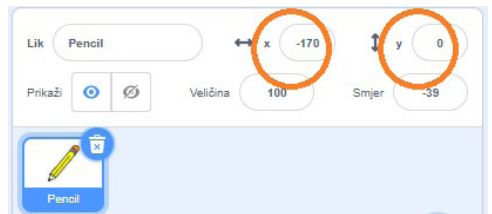
Slika 54.12. Mačku ne trebate pa ju bacite u koš za smeće

Olovku zakrenite tako da njen vrh gleda udesno, Slika 54.13.



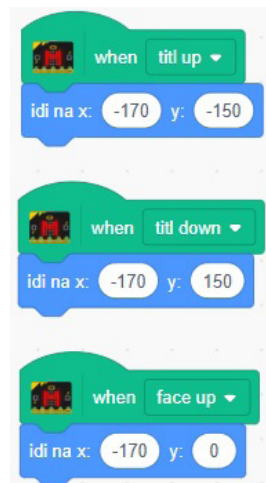
Slika 54.13. Za zakretanje olovke koristite alat do kojega dolazite klikom na “Smjer”. Unutar kruga koji se pojavljuje valja držati klik na plavoj strelici te ukруг pomicati mišem do željenog položaja

Nakon zakretanja ugodite početni položaj olovke, Slika 54.14.



Slika 54.14. Početni položaj olovke ugodite na $x = -170$ i $y = 0$

Izvucite blokove koji će animirati olovku ovisno o položaju pločice BBC micro:bita, Slika 54.15.

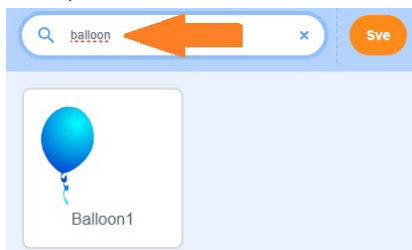


Slika 54.15. Programski kôd koji će pokretati olovku gore-dolje-sredina ovisno o položaju pločice BBC micro:bita

Prvi dio programa je gotov.

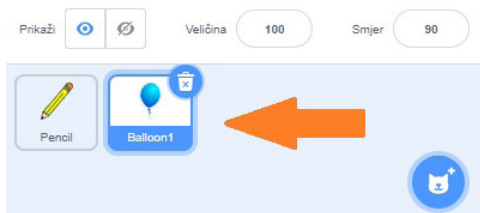
Drugi dio - kodiranje balona

Kliknite na programsku tipku "Odaberi lik" (nalazi se dolje desno). U tražilici prozora koji se otvorio napišite "balloon", Slika 54.16.



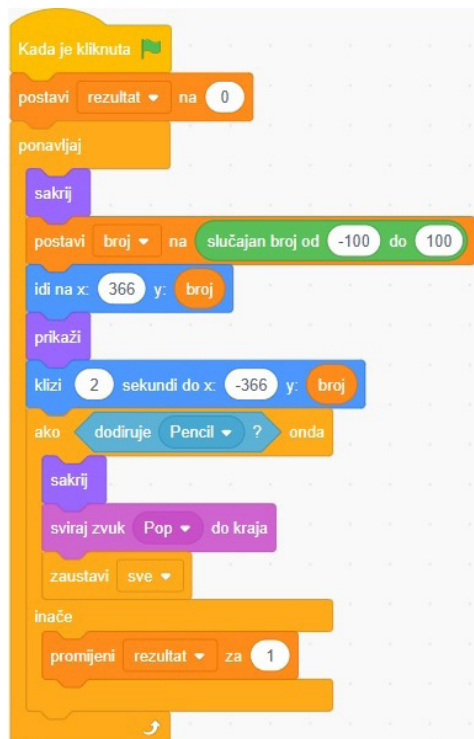
Slika 54.16. U drugom dijelu koda treba vam lik balona

Nakon učitavanja balona najprije imenujte dvije varijable, prvu nazovite "rezultat", a drugu "broj". Potom prije prepisivanja programa provjerite je li skripta za kodiranje balona aktivna, Slika 54.17.



Slika 54.17. Vrlo je važno da drugi dio programa kodirate u skriptu balona. Skripta je aktivna kad je plave boje

Ako je sve kako valja, posložite programske blokove prema Slici 54.18.



Slika 54.18. Programski kôd koji je zadužen za animaciju balona

Kao što možete vidjeti, ovdje se koriste neki blokovi koje dosad niste koristili. Prvi takav je blok koji generira slučajne brojeve. Ti se brojevi koriste za koordinatu y što uzrokuje da balon kod svakog prolaska izviri s drugog mjesta. Drugi zanimljiv novi blok je onaj koji ispituje je li balon dodirnuo olovku, "dodiruje Pencil?" pa ako dodiruje, proizvodi zvuk "sviraj zvuk Pop do kraja", a nakon toga igra završava "zaustavi sve".

Zaigramte! Najprije spojite BBC micro:bit sa Scratchom, a potom kliknite po zelenoj zastavi. Naginjanjem pločice BBC micro:bita naprijed-ravno-natrag upravljajte olovkom kako biste izbjegli balon.

To bi za sada bilo sve. Do sljedećeg nastavka zabavljajte se i učite.

Za ove ste vježbe trebali:

- BBC micro:bit v.1. (ili v.2.)
- baterije za BBC micro:bit
- dvije uže čičak-trake dužine oko 17 cm
- jednu širu čičak-traku dužine oko 17 cm
- vijaču.

Marino Čikeš, prof.

Robotski modeli za učenje kroz igru u STEM nastavi – Fischertechnik (71)

Nacrt u prilogu

Dozvolu ulaska vozila u prostor javnih parkirališta omogućuje pokretna cestovna zapreka (rampa). Pozicioniranjem iz okomitog u vodoravni položaj rampa privremeno sprječava prelazak ljudi i vozila preko željezničkog ili cestovnog prijelaza dok ne prođe vlak, ili prolazak vozila dok se ne obavi njihova identifikacija ili naplata npr. uporabe garaže ili autoceste.

Automatizirane prepreke kao što su rampe, igraju centralnu ulogu u kontrolnom sustavu upravljanja prometom na ulazno-izlaznim prostorima kao što su aerodromi, trgovački centri, autobusni kolodvori. Integracijom naprednih informatičkih digitalnih sustava i suvremene tehnologije, rampe omogućuju ne samo kontrolu ulaska i izlaska vozila već i učinkovitu naplatu usluga parkiranja.

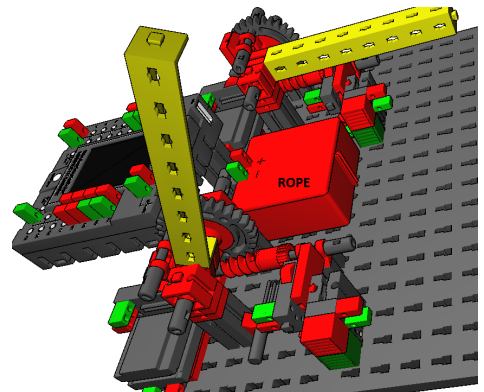
Automatizirani sustavi naplate parkiranja postaju obavezan standardizirani postupak. Na velikim parkirnim prostorima vozila ulaze i izlaze neprekidno, a zahvaljujući automatiziranim rampama, cijeli proces odvija se bez potrebe za prisustvom zaposlenika. Parkirni sustavi opremljeni su sensorima koji očitavaju podatke o vozilima na ulazu i izlazu, omogućujući brzu i pouzdanu naplatu.

Suvremena autonomna vozila opremljena mnoštvom senzora također igraju važnu ulogu u sustavu upravljanja i kontrole parkiranja. Senzori mogu precizno očitati i mapirati okolni prostor, detektirati prepreke i predložiti putanju kretanja vozila tijekom parkiranja što dodatno poboljšava sigurnost putnika i učinkovitost u potrošnji goriva. Računala smještena unutar autonomnih vozila obrađuju informacije prikupljene iz okoline i komuniciraju u stvarnom vremenu s automatiziranim rampama preko sofisticiranih algoritama. Dvosmjerna komunikacija osigurava pravovremeno podizanje i spuštanje rampe omogućavajući nesmetan prolazak vozila.

Suvremene rampe dodatno su opremljene sensorima koji detektiraju promjene u okolini i omogućuju svjetlosnu signalizaciju koja upozorava vozače na vremenski interval potreban za

ulazak ili izlazak s parkirališta. Dodatna funkcionalnost ne samo da povećava sigurnost već i poboljšava korisničko iskustvo, čineći proces parkiranja učinkovitijim, bržim i efikasnijim.

Automatizirano upravljanje i kontrola protoka vozila i naplata usluga parkiranja u urbanim sredinama kroz automatizirane rampe predstavlja naprednu, sigurnu i učinkovitu strategiju suočavanja s izazovima parkiranja u uvjetima rasta broja vozila na prometnicama. Pravilno planiranje i implementacija autonomnih sustava parkiranja mogu značajno doprinijeti poboljšanju kvalitete prometa u urbanim sredinama.



Slika 1. Rampe

Model rampe konstruiran je uporabom osnovnih elemenata i građevnih blokova Fischertechnika različitih dimenzija i prikazuje automatsko upravljanje rampama na izlazu iz parkirnog prostora. Izrada funkcionalne konstrukcije modela omogućena je provođenjem preciznih koraka pri spajanju konstrukcijskih elemenata tijekom radnih postupaka preateći listu elemenata Fischertechnika.

Rampa s prometnicom – izrada automatiziranog modela

Konstrukcija modela s dvije rampe, povezivanje međusklopom, vodičima, provjera ispravnosti elek-

tričnih elemenata, magnetskog i dodirnih senzora (izrada programskog rješenja za pokretanje dva elektromotora, četiri lampice, dva tipkala i magnetskog prekidača).

Izrada funkcionalne konstrukcije modela omogućena je preciznim izvođenjem faza spajanja konstrukcijskih elemenata tijekom radnih postupaka uz detaljan popis elemenata Fischertechnika.

Slika 2. FT_elementi

Izradit ćemo model rampe s prometnicom koji ima dva elektromotora (M1, M2) i četiri LED lampice (O5-O8). Automatsko upravljanje rampama na izlazu iz prostora aerodroma osiguravaju: četiri tipkala (I1-I4) i magnetski prekidač (I8).

Faze izrade konstrukcije modela:

- izrada funkcionalne konstrukcije modela
- postavljanje svjetlosne signalizacije (LED lampica)
- postavljanje električnih elemenata (elektromotora)
- postavljanje prijenosnih mehanizama
- postavljanje upravljačkih elemenata (tipkala i magnetskog prekidača)
- povezivanje električnih elemenata vodičima, međusklopom i izvorom napajanja
- izrada algoritama i računalnog programa za upravljanje rampama.

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

Rampe s prometnicom – izrada konstrukcije

Inženjerski izazovi: gradivnim elementima izradite funkcionalnu konstrukciju dviju rampi na izlazu iz prostora aerodroma s jednosmjernom prometnicom i svjetlosnom signalizacijom. Električne elemente povežite vodičima, međusklopom (sučeljem), izvorom napajanja i računalom.

Slika 3. konstrukcijaA

Slika 4. konstrukcijaB

Slika 5. konstrukcijaC

Osnovnu jedinicu postavite okomito na podlogu. Pozicionirajte s lijeve strane podloge crveni

građevni element $15 \times 30 \times 5\text{ mm}$ s utorom i jednim spojnikom. Umetnite dva građevna elementa s dva spojnika jedan pored drugog tako da su pozicionirani iznad građevnog elementa s utorom. Njihova uloga je osigurati stabilnost elektromotora koji pokreće rampu. Elektromotor umetnite na građevne elemente s dva spojnika. Getribu s prijenosnim mehanizmom pozicionirajte u žlijeb elektromotora i umetnite zupčanik za getribu u krajnji položaj. Prijenosni mehanizam sa zupčanicima vrši prijenos gibanja tijekom vrtnje elektromotora i usporava njegovu rotaciju. Na drugi kraj zupčanika za getribu umetnite spojnik koji omogućuje spajanje osovine s graničnicima i njenu rotaciju

Postupak ponovite za drugu rampu i drugi nosač elektromotora umetanjem istih gradivnih elemenata u dvanaesti red podloge.

Slika 6. konstrukcijaD

Slika 7. konstrukcijaE

Slika 8. konstrukcijaF

Umetnite veliki crni građevni blok u utor crvenog građevnog elementa $15 \times 30 \times 5\text{ mm}$ s utorom i jednim spojnikom koji je pričvršćen za podlogu u produžetku elektromotora okomito na prijenosni mehanizam. Ovime je osigurano smanjenje vibracija pri radu oba elektromotora. Postavljanje nosača u ravnini prijenosnog mehanizma getribe iznad građevnog elementa s utorom i spojnikom pričvršćenog na podlogu omogućuje stabilnost elektromotora s getribom tijekom vrtnje. U produžetak spojnika zupčanika getribe umetnite osovinu 75 mm i spojite osovinu s graničnim elementom.

Pužni vijak provucite i učvrstite na osovinu s dva graničnika koja su pozicionirana u produženom dijelu spojnice na getribi. Pužni vijak učvršćen je za osovinu s pomoću stezne matice stegnute navojem koji je smješten na njemu. Osovina prolazi kroz otvore vanjskog zgloba koji je pričvršćen na građevni blok s jednim spojnikom iza elektromotora. Na drugom kraju osovine s graničnicima je učvršćena spojnikom koji osigurava stabilnost pri rotaciji. Umetnite na podlogu mali crni građevni blok sa spojnikom od 15 mm i pozicionirajte ga u ravninu s osovinom s graničnicima. Na njega umetnite vanjski zglob kroz koji ćete provući osovinu i umetnite spojnik na kraj. Postupak ponovite za izradu konstrukcije druge rampe uporabom istih građevnih elemenata.

Napomena: Usporavanje brzine vrtnje pogonskog dijela ostvarujemo redukcijom broja okretaja pogonskog zupčanika s brojem okretaja gonjenog zupčanika.

Reduktor je strojni element koji mehaničkim prijenosom smanjuje brzinu vrtnje pogonskog vratila uz stalnu brzinu vrtnje elektromotora. Pozicioniran je između elektromotora i pogonskog dijela stroja ili vozila. Njegova uloga je da se tijekom rotacije elektromotora brzina vrtnje, a samim time i broj okretaja, smanjuje, a zakretni moment se povećava.

Slika 9. konstrukcijaG

Slika 10. konstrukcijaH

Slika 11. konstrukcijaI

Slika 12. konstrukcijaJ

Slika 13. konstrukcijaK

Dva velika građevna bloka pozicionirajte jedan nasuprot drugog između pužnog vijka. Na nosive elemente postavite građevne blokove 5 mm s jednim spojnikom i građevne elemente 5 mm s dva spojnika. Iznad njih umetnite građevni blok 15 mm s rupom i dvije spojke. Provcute kroz središte obiju rupa osovinu s dva graničnika 45 mm i na nju provucite zupčanik, pozicionirajte u položaj koji osigurava interakciju zupčanika i pužnog vijka te ga čvrsto stegnite s vijkom leptir-matice. Postupak ponovite uporabom istih građevnih elemenata na pužnom vijku drugog elektromotora.

Umetnite žuti građevni element kutnog profila 120 mm u prednju spojku građevnog bloka 15 mm s rupom i dvije spojke. Ovime je osigurana dovoljna duljina prepreke kraka rampe koja otvara i zatvara prolaz na kolniku koji vodi do parkirališta aerodroma.

Napomena: Krak rampe radi na principu poluge. Potrebno je osigurati interakciju prijenosnih elemenata zupčanika i kraka rampe primjenom spojnih elemenata te povezivanje s osovinom.

Umetnite osovinu 45 mm u provrt zupčanika te ju provucite kroz vanjski zglob. Umetnite na spojnici vanjskog zgloba s rupom crveni građevni element 15 x 30 x 5 mm s utorom i jednim spojnikom. Krajeve osovine osigurajte s graničnicima. Osovina s dvije spojke je pozicionirana između zupčanika i stupa te omogućuje rotaciju osovine s dva graničnika. Postupak ponovite s istim elementima na drugom sklopu mehanizma rampe.

Slika 14. konstrukcijaL

Slika 15. konstrukcijaM

Slika 16. konstrukcijaN

Slika 17. konstrukcijaO

Slika 18. konstrukcijaP

Slika 19. konstrukcijaQ

Slika 20. konstrukcijaR

Slika 21. konstrukcijaS

Pozicionirajte veliki crni građevni blok u ravninu ispred malog crnog građevnog bloka sa spojnikom od 15 mm i umetnite u utor osnovne jedinice. Veliki građevni blok omogućuje izradu stabilnog nosača za svjetlosnu signalizaciju automatizirane konstrukcije rampe. Umetnite na veliki građevni blok LED signalizaciju s postoljem i okrenite ih prema izlazu kolnika prometnice. Postavite na postolje zelene i crvene zaštitne kapice za svjetlo.

Podešavanje pozicije tipkala na stupu omogućava kontrolu krajnjeg položaja tijekom podizanja kraka rampe. Tipkalo umetnite kroz građevni blok s rupom usporedno s krakom rampe i namjestite ga tako da je pritisnuto u krajnjem položaju kada je rampa podignuta. Postupak ponovite s istim elementima na drugoj rampi.

Slika 22. konstrukcijaT

Slika 23. konstrukcijaU

Nosače međusklopa postavite iznad velikog crnog građevnog bloka s jedne strane i na nosač velikog crnog građevnog bloka koji je spojen s dvostranom crvenom spojkom na elektromotor (M2) i na njih postavite međusklop. Magnetski senzor umetnite u vodilicu za vodiče potkova-stog oblika na stup s unutarnje strane ispod kraka rampe. Vodilice za vodiče postavite u utore međusklopa s obje strane i na gradivne elemente konstrukcije. Izvor napajanja (bateriju) umetnite na veliki crni građevni blok pored međusklopa i spojite vodičima optimalne duljine. Ulazne i izlazne električne elemente povežite s međusklopom i testirajte rad programskim alatom u programu RoboPro

LED lampice spojite na izlaze (O5-O8) međusklopa s pomoću unaprijed pripremljenih vodiča sa spojnica. Četiri lampice međusobno spojite u seriju sa zajedničkim vodičem koji je umetnut u uzemljenje (zelena spojnica).

Napomena: Vodič koji povezuje uzemljenje na međusklop s LED lampicama osigurava pravilan rad i potpunu funkcionalnost. Zajednički spoj na uzemljenje smanjuje broj vodiča i osigurava

Nastavak na 24. stranici

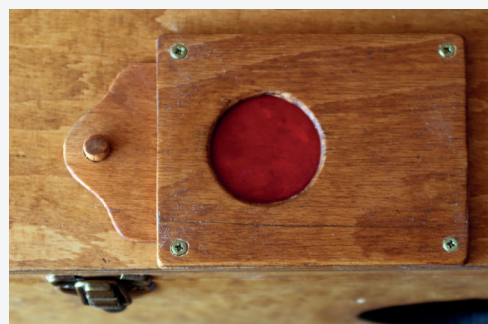


MALA ŠKOLA FOTOGRAFIJE

Piše: Borislav Božić, prof.

RIJEČANKA 1 treći dio

Konstruirajući svoju Riječanku 1, vodio sam računa da svi dijelovi budu izmjenjivi, tj. da ne budu fiksni i time ograničavajući. Dakle, ideja je da po potrebi bude i multifunkcionalna, ne samo u smislu fotoaparata i tamne komore već da se po potrebi može pretvoriti i u cameru obscuru što je meni posebno drag način rada. Iako sam u samoj ideji zabilježio i predvidio sve konstruktivne dijelove, ipak sam tijekom rada, uviđajući prednosti drukčijih rješenja, mijenjao i konstrukciju i dimenzije. Neovisno o tome važno je da kamera bude funkcionalna, da bude upotrebljiva.



U uvodniku sam napisao da su svi dijelovi konstruirani i napravljeni da budu lako zamjenjivi, odnosno da ih je moguće zamijeniti nekim drugim funkcionalnim dijelom. Vizir, kako sam ga nazvao, manji je okrugli otvor smješten na gornjoj strani poklopca Riječanke. Služi za povremeno provirivanje i kontroliranje procesa razvijanja. Ovaj okrugli prozorčić ima pomična klizna vratašca koja se vrlo lako otvore i zatvore. Kad su vratašca zatvorena, u okruglom otvoru je crvena boja, koja u ovom slučaju znači da trebamo

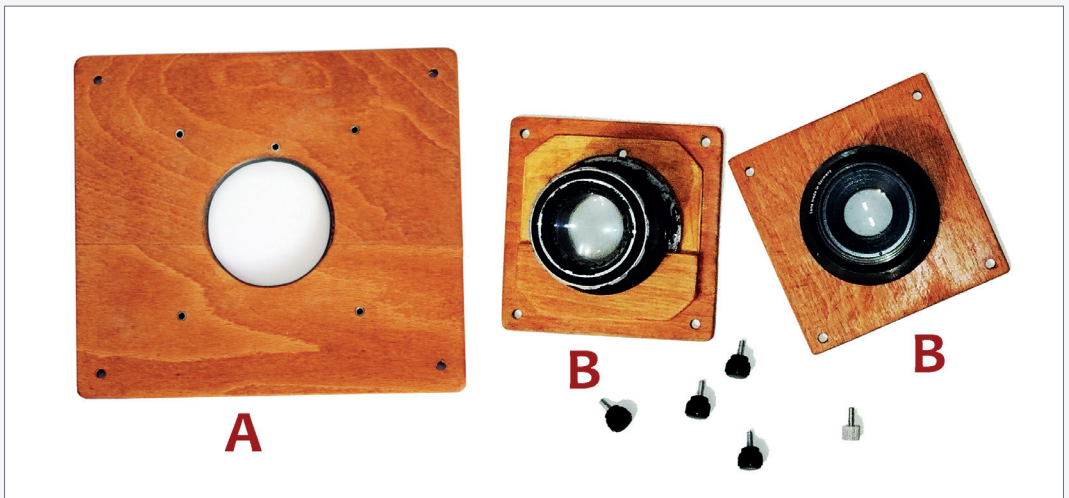
biti pažljivi kad i kako ćemo pomaknuti ova vratašca, tj. osloboditi otvor. Dok provirujemo, moramo paziti da unutra ne uđe svjetlo, što zahtijeva pažljivo prislanjanje oka uz otvor kako bismo ga potpuno zatvorili. Svaka ozbiljna kamera treba imati i libelu, instrument za kontrolu ispravnosti horizontale. Evo jedne praktične libele koju sam montirao na poklopac Riječanke.





Na gornjim slikama prikazana je jedna bočna strana kamere na koju se montira rukav. Rukav je od platna jer kroz njega provlačimo ruku i radimo sve što treba raditi unutar kamere. Obično se učvršćuje fiksno i trajno na kameru, no ja sam osmislio način montiranja koji omogućava da se, po potrebi, lako demontira ili zamijeni. Sve dodatne dijelove koje učvršćujem na kameru konstruirao sam tako da sam u osnovnu plohu kamere uvrnuo ugradne matice u koje se jednostavno uvrću vijci koji drže montirajući element. Na desnoj gornjoj slici vidljiv je konačno

montiran rukav. Na donjoj slici prikazana je osnovna ploča "A" na koju se montiraju ploče s objektivima "B". Ploče na kojima su montirani objektivni su standardne veličine i na istim mjestima imaju otvore za vijke tako da se lako i brzo montiraju na osnovnu ploču A. Konstrukcija kamere mogla je biti i bez ploče A, ali sam je predvidio jer će se po potrebi umjesto nje montirati instrumentarij za kameru obscuru. Zato je bio potreban veći otvor na tijelu kamere i ova ploča kao međuveza objektivna i tijela kamere.





Na gornjoj slici lijevo prikazan je kvadratični otvor na koji se montira osnovna ploča. U stijenkama kamere ugrađene su matice za drvo tako da se jednostavno i brzo s četiri vijka, koji imaju nešto veće nazubljene plastične glave, može prstima montirati i demontirati. Na srednjoj slici prikazana je montirana osnovna ploča na kojoj je točno u sredini okrugli otvor kako bi stražnji dio objektiva bio slobodan i u funkciji. Na desnoj slici gore prikazan je montiran jedan od više objektiva koje imam za Riječanku 1. Pri izradi ploča

nosača objektiva ključno je postići visoku preciznost, jer svaka ploča mora točno odgovarati osnovnoj ploči. To se postiže pažljivim mjerenjem i preciznim bušenjem rupa za vijke, kojima se ploča objektiva učvršćuje na osnovnu ploču. Kako bismo sve ove faze izveli dobro, trebamo imati dosta alata i biti strpljivi, pedantni u radu. Ako nemate dovoljno majstorskih vještina i alata ili radni prostor u kojem možete slobodno raditi, onda je najbolje potražiti pomoć stolara.

Evo je, skoro gotova Riječanka 1. Rekoh skoro, jer je ostalo još nekoliko sitnica. Ladica u kojoj treba biti osnovni alat i još ponešto što može zatrebati u radu s ovom "ljepoticom". Važniji dio nalazi se unutar kamere, gdje je smješteno mutno staklo na kojem se kadrira i izoštrava motiv. Kada je motiv izoštravan i kadriran, postavlja se papir za fotografiranje. Taj dio, kako konstruktivno, tako i izvedbeno, razradit ćemo u sljedećem broju. Posebnu pažnju posvetio sam nazivu i graviranju pločice, kao i rukavima na kojima je također ugravirano ime Riječanka, uz nekoliko važnih i prepoznatljivih motiva Rijeke.



ANALIZA FOTOGRAFIJA



Maja Šivec

Rođena je 8. travnja 1975. u Slovenj Gradcu. Diplomirala je na Ekonomsko-poslovnom fakultetu u Mariboru, no nakon studija u potpunosti se posvetila kreativnoj fotografiji. Godine 2009., uz rad na Pedagoškom fakultetu u Mariboru, upisala je studij likovnih umjetnosti i 2013. godine stekla zvanje profesorice likovne pedagogije. Od 2013. do 2017. bila je članica Izvršnog odbora Fotografskog saveza Slovenije i Izvršnog odbora Društva za kulturu Maribor. Od 2015. godine predsjednica je kluba Amicus Lumisi. Živi i stvara u Mariboru.

Maja Šivec bavi se ljudskim tijelom u svoj njegovoj datosti. Bavi se iskonskim - onakvim kakvo ono jest. Izvlačeći tijela iz mraka, autorica iz sebe izlučuje esencijalnu misao i osjećaj za tijelo. U tom mraku, u tom ništavilu tijelo je skriveno i ona ga na trenutke diskretno otkriva mudrom upotrebom svjetla. Ovdje je svjetlo osnovni gradbeni element, a tijelo je motiv i poticaj. Svjetlo kao osnovna odrednica ove civilizacije ima i stvarno značenje i funkciju, ali i svoju metaforičku, tj. simboličku vrijednost. Maja znalački oblikuje i dizajnira svjetlo kako bi samo naglasila, nagovijestila tu zagonetku, zagonetku ljudskoga tijela. Ona svoja tijela vrlo pažljivo i diskretno otkriva iz mraka kao kakav kipar koji



iz gromade mramora, klešuci višak, oslobađa tijelo kako je to govorio veliki Michelangelo za skulpture svojih robova. Da, baš tako. Sve je u tom potpunom mraku i Maja nam znalački, suptilno naznačuje i podastire ljepotu, svetost i sve ono što tijelo jest ili misao koja se u tijelu može desiti. Dekontekstualiziranjem prostora oko tijela, kako to autorica radi na ovim fotografija, ona ga na najljepši način uzdiže na pijedestal svetosti.



Pismo za Kambarku

Moni pogleda otpravnika kozje bradice i razbarušene sijede kose, potom adresu na zapečaćenoj omotnici. Mjesni odbor - za tajnika - Kambarka. Gdje je Kambarka, zapita se Moni, pa pođe prema velikoj karti pribodenoj na zid.

“Nema na karti”, zaustavi je otpravnik. “Nije u našem okrugu. Na istoku je. Kad siđeš na postaji Kambarka, čekat će te vodič. Do samog mjesta ima podosta za pješačiti. Vodič se zove Reinhart.”

Moni pročita adresu pošiljatelja. Okružni narodni odbor za upravu. Zar oni nemaju svoje dostavljače? “Reinhart?”, upita umjesto toga. Odluke Narodnog odbora najbolje je ne propitivati. To je lekcija koja se u nemirnim vremenima brzo nauči.

“Ne brini, prepoznat ćeš ga kad ga vidiš”, odvrati otpravnik i pogleda sat na zidu. “Ideš oklopnim vlakom. Kreće s perona 2 za pola sata. Sretno!” Otpravnik se vrati podebeloj hrpi pisama pred sobom, više ne obraćajući pažnju na djevojku. S njom je bio gotov, dobila je zadatak i preostalo joj je još samo da ga izvrši. Moni slegne ramenima, ogrne se grimiznom pelerinom, stavi kapu s mjedenim poštanskim rogom na svoju riđu kosu, pozdravi i iziđe iz ureda. Sat u hodniku pokazivao joj je da ima još dvadeset i pet minuta. Spremi pismo u unutrašnji džep pelerine, zakopča je i onda pohita niz hodnik, stubama dolje u bučno predvorje, u uskovitlanu masu stranaka i službenika, pa kroz velika vrata, koja su čuvali stražari, na ulicu.

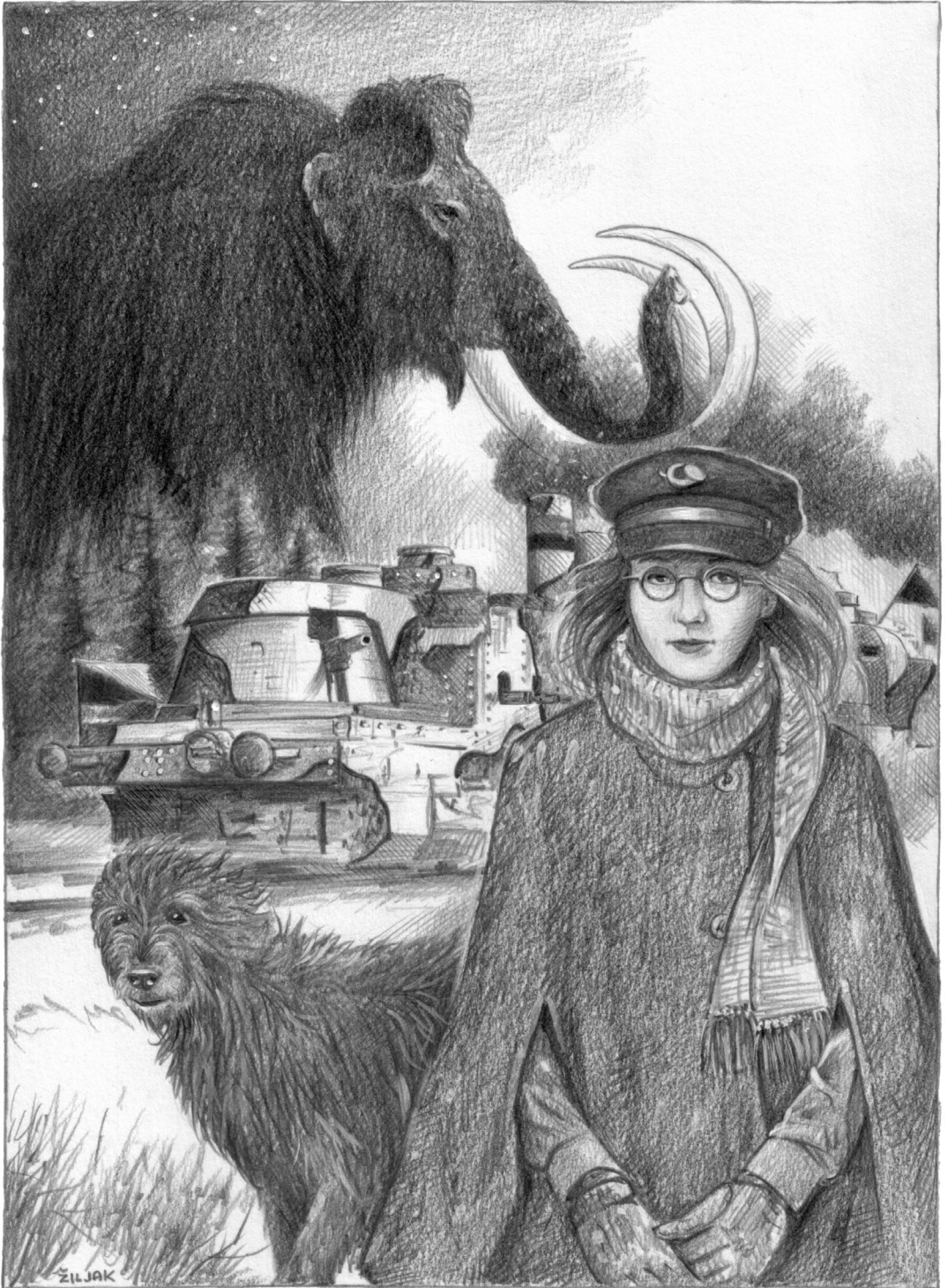
Velika sjena prelazila je preko ulice. Moni pogleda uvis, siva zračna lađa klizila je sunčanim nebom. Ispod ostakljene gondole vijorila se crveno-crna zastava. Lađa je poplašila jato golubova s krova, poletjeli su kao jedan u krug iznad ulice, hitri, neuhvatljivi. Ali, jedan je iznenada stao u letu i pao na pločnik pred Moni, poput kamena. Djevojka ga je gledala kako bespomoćno mlata- ra krilom, nešto je unutra klepetalo, škljocalo, a onda kao da se nešto zaglavilo i krilo se umirilo. Na pločniku je ostalo tek nepomično sivo tijelo.

Moni je sjedila u odjeljku za pismošu, zagrnuta pelerinom, omotana gunjem. Probudila se iz drijemeža, kroz monotono kloparanje kotača odgurnula oklopni zaslon s prozorčića i pogledala van. Navlačila se večer, pozdravio ju je tamni zid tajge. Oklopljena lokomotiva urešena crveno-crnim zastavama, za kojom se poput repa vijorio dim, vukla je oklopljene vagone, načičkane topovskim i mitraljeskim cijevima što su stršale iz kupola. Posada vlaka gledala ju je s podozrenjem kad se u zadnji čas pojavila - onako sićušna, s naočalama, u odori pismošose - na peronu. Vojnici u maslinastim šinjelima, s crveno-crnim trakama oko ruku, kožnim opasačima oko struka i redenicima. Dugačke puške i bajoneti. Gledali su je kao da je došla iz nekog drugog svijeta, u kojem nije bilo pušaka i topova. Ali, zapovjednik vlaka, bez da mu se čak i propisno predstavila, samo ju je uhvatio za ruku, ugurao u vagon, smjestio u odjeljak u kojem se jedva mogla okrenuti i zatvorio za njom vrata. Nekoliko minuta kasnije, lokomotiva je zazviždala, kao da je udahnula pred teški posao koji ju je čekao, a onda je vlak kroz oblak pare krenuo iz postaje.

Putovanje je trajalo već dva dana, hranu joj je u odjeljak donosio vojnik. Dva put ju je obišao zapovjednik, valjda da se uvjeri kako je sve u redu. Otvorio bi vrata, pogledao unutra, kimnuo glavom, zatvorio vrata prije no što bi Moni stigla išta reći, prije no - Odjednom, zapišti iz doglasne cijevi. Moni skoči: “Postaja Kambarka za pet minuta! Požurite sići, odmah idemo dalje!”

Postaja Kambarka bila je tek daščana platforma podignuta na oblicama. Vlak je otišao dalje na istok, u bitke, ostavljajući za sobom dim što se razilazio na večernjem nebu. Na platformi nije bilo nikoga. Samo prijeteća tišina tajge i put što se od platforme gubio u mračnoj šumi.

A onda, skrivenu u polutama, na samom kraju platforme, Moni spazi neku hrpu. Iznenada, hrpa podigne glavu, pogleda djevojku, skoči na noge, protegne se, zijevne i zamljacka. Pas. Bio je



ogroman: krupne glave, snažnih čeljusti, Moni se učinilo da joj je mogao glavu odgristi. U ramenu joj je bio do grudiju, potpuno crne dlake.

Pas sagne glavu, zubima dohvati komad daske i pride Moni. Na daski je kredom, velikim bijelim slovima, bilo napisano "REINHART". Moni protrlja oči. Ludim, pomisli. Ali, pas ju je gledao, i dalje držeći dasku pred djevojkom, da je jasno vidi.

"Ti si Reinhart?", svejedno Moni nije mogla vjerovati. Pas potrči na stazu, okrene se, zastane, gledajući Moni i mašući repom. "Nema nikog drugog", promrmlja djevojka. "Onda mora da si ti stvarno Reinhart", zaključi i krene za psom koji je položio dasku uz jednu oblicu, pod platformu, kao da je tu sprema za neke buduće goste. Zalajao je i pohitao putem, zastajkujući svako malo da ga Moni dostigne.

Moni pogleda zvijezde nad njima. Treptale su, hladne i daleke, poput kakvih nezainteresiranih promatrača. Šuma je bila tiha, crni zid sa svake strane puta. Nije se više čulo ptica: valjda su ih već povukli na zimsko održavanje, pomisli Moni. Reinhart je išao uz nju, ogroman mračni obris u tami kroz koju su gazili. Samo je još medvjed bio veći od njega. I tigar. Djevojka podigne šal preko nosa, za koji dan mogao bi pasti prvi snijeg. Bilo bi mu već vrijeme.

Odjednom se Reinhart ukipi, nakostriješi i tiho zarezži. Moni protrne, zemljom je vladao kontra-revolucionarni metež i posvuda je bilo raznog ološa, dezertera i špijuna. Onda iz šume slijeva začuje stupanje teških nogu. Dolazilo je sve bliže i bliže, a tada se iz crnog zida odvoji crna masa i krene preko puta, ni tridesetak koraka pred njima. Stvorenje je bilo ogromno, dlakavo, nogu poput stupova. I imalo je surlu i dugačke zavijene kljove!

Mamut! Moni nikad u životu nije vidjela mamuta. Iz goleme tjelesine dolazilo je prigušeno šištanje i škljocanje, rad preciznoga mehanizma. Div zastane, nanjušio ih je! Ili ih je vidio, bez obzira na mrak. Crna se masa okrenula prema njima, spremna da ih zgazi, a onda Reinhart zarezži i zalaje i, prije no što ga je Moni stigla zadržati, poleti na mamuta. Mamut zatrubi i ustukne, kao da je bio začuđen žestinom u zvijeri pred sobom, koju bi inače mogao spljeskati u kašu kao od šale. A onda se prapopotni div okrene i zapanjujuće hitro za svoju veličinu zađe među stabla na desnoj strani, gazeći i lomeći sve pred

sobom. Uskoro se nad tajgu opet spustio noćni mir. Reinhart se vrati do Moni, omiriše je, gurne vlažnom njuškom. Ona se trgne, pomiluje psa po čupavoj glavi, iza ušiju, po vratu, a onda nastavi za njime put Kambarke.

U mjesto su stigli pred zoru. Bilo je na obali rijeke, zavijeno maglom. Reinhart je vodio, brvnare su izranjale iz sivila, iza njih obrisi stabala. Stali su pred jednom brvnarom, iznutra je kroz prozorčić dopiralo toplo svjetlo petrolejke. Moni primijeti crveni natpis na daski, pribijenoj iznad vrata. MJESNI ODBOR - KAMBARKA. Pas zastruže pandžama po vratima. Nakon nekoliko trenutaka, ona se uz škripu otškrinu. Reinhart bez poziva nestane unutra. Moni je oklijevala trenutak-dva, a onda i ona uđe, samo da se skloni od vlage i studeni što je probijala do kostiju.

"Koga si nam to doveo?" Tajnik mjesnog odbora mogao je imati pedeset, guste prosijede brade, bujne kose, sivih očiju pod obrvama poput četki. Bio je odjeven kao seljak, ali s crveno-crnom trakom oko lijeve ruke. Reinhart zalaje, mahne repom i onda legne do peći, iz koje je veselo pucketala vatra. "Pismoša, vidim?"

"Ja sam Moni", djevojka ispod pelerine izvuče pismo. "Pretpostavljam da ovo predajem vama, tajniče?"

"Meni, meni, djevojko." Tajnik nestrpljivo razdere omotnicu, izvuče pismo, očima preleti preko njega. Namršti se. "Tako sam i mislio ... Sad da te smjestimo! Ima jedna prazna kuća, baš za tebe. Čak je i nešto veća od ove."

"Kuća?", začuđeno pogleda Moni.

"Da, kuća!", kimne Tajnik. "Kambarka od danas ima pismoša. Nećeš imati puno posla, ali kakvo je to mjesto bez pismoša?"

"Ali ...", djevojka nije shvaćala. "Ali, moram se vratiti!"

"Vratiti?", pogleda je Tajnik kao da je mala djevojčica. "Ali ti se više nećeš vratiti. Zar ti tvoji otpravnik ništa nije rekao? Nama zračna lađa u preletu baca poruku da te dočekamo, a tebi ništa ne kažu!"

"Rekao? Što mi je trebao reći?"

"O, čort da ih nosi! Mislio sam da znaš! Evo, djevojko, sjedni!" Tajnik uzme mali stolac, gotovo pa gurne Moni da sjedne na njega. Zatim iz kredenca izvuče bocu i čašicu. "Malo votke, da te ugrije. Vidiš, djevojko, ti si... ako bih to rekao... E pa, mrtva!"

Moni ništa ne reče. Pod njom kao da se otvorila duboka rupa u zemlji. Samo je razrogačenih očiju gledala Tajnika, u očitoj neprilici dok je tražio kako bi joj najkraće i, nadao se, najbezbolnije objasnio. "Vidiš, ti si mrtva! I ja sam mrtav. I svi smo ovdje u Kambarki mrtvi. Ne znam jedino za Reinharta, moguće je da je on sasvim živ."

"Ali kako mogu biti mrtva!?", skoči Moni na noge.

"Tako ovdje piše", pokaže joj Tajnik pismo. "Srušila si se na ulici prije tjedan dana. Na poslu. Raznosila si pisma. Crpka stala, piše da je tako rekao mehaničar."

"Ne sjećam se... Ne sjećam se smrti."

"I bolje. Kažu da to boli."

"Ali, kako mogu biti... mrtva? Pa tu sam! Gledajte me, očito sam popravljena!" Oči su joj se punile suzama, osjećala se iznevjerenom, odbačenom. Gurnutom u zabit usred tajge, nekoliko brvnara uz rijeku, u društvo mamuta i medvjeda i tigrova, da oko nje zavijaju vukovi, da nikome ne smeta.

"Jesi. Narodni odbor za zdravstvo zaključio je da te se da popraviti. Šteta je očito bila malena, osim što se ne sjećaš kad si umrla. Ne piše, ali pretpostavljam da je zamjena crpke bila dovoljna. A onda, kad su te popravili, Narodni odbor za upravu te rasporedio. Prema potrebi službe! Kambarka nije imala pismošu i evo te! Ne žalosti se, djevojko, znaš kakva su vremena. Kontrarevolucija je."

Reinhart se podigne od peći, priđe Moni, lizne je po ruci i legne uz stolac na kojem je sjedila.

"Evo, i Reinhartu se sviđaš! A on je podzriv prema pridošlicama. Ne brini, čak imamo i mehaničara, nije loš momak. Da, i on je mrtav. Svejedno, nema da ti nešto uzmanjka."

"Ali", pobuni se Moni. Nitko joj nije rekao, čak ni otpravnik. A sad se više ne smije vratiti... "Ja bih ipak natrag, kući. Ako je ikako moguće... Mislim, mogu i dalje biti među živima. Tko može reći da sam popravljena? Nitko ne bi znao!"

Tajnik žalosno odmahne glavom. Izgledao je kao da mu nije bilo prvi put što vodi ovakav razgovor. "Ne može, djevojko. Mora biti kako te Odbor rasporedio. Ne mogu se živu i mrtvu miješati. Nije prirodno. Nekog reda ipak mora biti!"

Aleksandar Žiljak

Nastavak sa 16. stranice

njihovu bolju preglednost istih tijekom provjere ispravnosti.

Slika 24. TXT

Shema spajanja elemenata s TXT međusklopom:

- elektromotore spojite na izlaze (M1, M2)
- LED lampice spojite na (O5-O8) izlaze (**crvena**) i zajedničko uzemljenje (-, **zeleno**)
- tipkala spojite na digitalne ulaze (I1 - I4)
- magnetski prekidač spojite na digitalni ulaz (I8)
- spojite izvor napajanja (baterija U = 9 V) s TXT međusklopom.

Napomena: Trošilo povežite prije spajanja izvora napajanja (baterija).

Rad spojenih trošila provjeravamo prije izrade algoritma i programa:

- povezivanje TXT međusklopa s računalom, ulazim i izlaznim elementima
- provjera ispravnosti rada električnih elemenata: četiri tipkala, magnetskog prekidača, dva elektromotora i četiri LED lampice
- provjera komunikacije između TXT međusklopa i programa RoboPro.

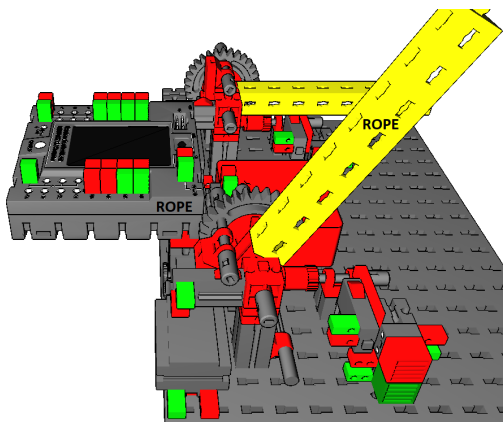
Napomena: Pri povezivanju međusklopa s električnim elementima modela pazite na odabir boja spojnice vodiča, uredan raspored spajanja i optimalnu dužinu vodiča LED lampica, magnetskog prekidača i tipkala. Upravljanje modelom omogućuju magnetski prekidač (magnetska kartica) i senzori dodira (tipkala) koji kontroliraju podizanje i spuštanje obiju rampi i svjetlosnu signalizaciju.

Napomena: Završna kontrola spojeva vodiča je obavezna prije pokretanja alata za test rada programa. Ovime provjeravamo ispravnost rada ulaznih i izlaznih električnih elemenata. Uredno postavljanje vodiča u vodilice osigurava bolju preglednost pri provjeri rada u slučaju kvara pojedinih trošila.

Izrada algoritama i programskih rješenja

Zadatak 1: Napiši algoritam i dijagram tijekom (program) koji omogućuje upravljanje automatiziranim sustavom dviju rampi na izlazu iz parkirališta aerodroma. Pokretanjem programa kontinuirano se provjerava očitavanje ulaznog signala magnetske kartice (I8).

Kada magnetska kartica nije očitana obje rampe su spuštene i elektromotori (M1, M2 = stop) miruju, crvene signalne LED lampice su isključene (O5, O7 = off). Kada magnetski pre-



Slika 25. Rampe1

kidač očitava magnetsku karticu i kada ju maknemo od magnetskog prekidača, započinje proces podizanja rampe1. Rampa1 se otvara vrtnjom elektromotora ($M1 = cw$) koji diže rampu do krajnjeg položaja. Aktivacijom (pritiskom) tipkala ($I1 = 1$) elektromotor se zaustavi ($M1 = stop$), crvena signalna LED lampica ($O5$) se isključuje i zelena ($O6$) se uključuje.

Nakon perioda od pet sekundi elektromotor započinje vrtnju u suprotnom smjeru ($M1 = ccw$) i rampa1 se spušta do donjeg krajnjeg položaja usporedno s osnovnom podlogom. Aktivacijom (pritiskom) tipkala ($I3 = 1$) elektromotor se zaustavi ($M1 = stop$), crvena signalna LED lampica ($O5$) se uključuje i zelena ($O6$) se isključuje.

Nakon perioda od jedne sekunde započinje postupak otvaranja rampe2. Rampa2 se otvara vrtnjom elektromotora ($M2 = cw$) koji diže rampu do krajnjeg položaja. Aktivacijom (pritiskom) tipkala ($I2 = 1$) elektromotor se zaustavi ($M2 = stop$), crvena signalna LED lampica ($O7$) se isključuje i zelena ($O8$) se uključuje.

Nakon perioda od pet sekundi elektromotor započinje vrtnju u suprotnom smjeru ($M2 = ccw$) i rampa2 se spušta do donjeg krajnjeg položaja usporedno s osnovnom podlogom. Aktivacijom (pritiskom) tipkala ($I4 = 1$) elektromotor se zaustavi ($M2 = stop$), crvena signalna LED lampica ($O7$) se uključuje i zelena ($O8$) se isključuje. Program se neprekidno izvršava i provjerava dolazak sljedećeg vozila i očitavanje njegove magnetske kartice.

Slika 26. Rampe_P

Glavni program izrađen je od četiri dijela koji se istovremeno pokreću i upravljaju s pomoću ulaznih senzora izlaznim električnim elementima modela rampe1 i rampe2. Pokretanjem pro-

grama program neprekidno provjerava očitavanje magnetskih senzora na ulazu ($I1=1$) aerodromskog parkirališta. Kada magnetski prekidač očitava signal i odmaknemo ga izvršava se potprogram $R1_open$ na ulazu parkirališta.

Slika 27. Rampe_PP

Potprogrami $R1_open$ i $R2_open$ otvaraju rampe pokretanjem elektromotora ($M1, M2 = cw$). Krak rampe se zaustavi očitavanjem tipkala1 ili tipkala2 u krajnjem položaju (podignuta rampa). Tipkalima ($I1, I2$) kontroliramo krajnji gornji položaj podignute rampe. Rampe su podignute u periodu od pet sekundi.

Kada prođe pet sekundi izvršavaju se potprogrami $R1_close$ i $R2_close$ koji spuštaju krak rampe vrtnjom elektromotora u suprotnom smjeru ($M1, M2 = ccw$). Krak rampe se zaustavi očitavanjem tipkala3 ili tipkala4 u krajnjem položaju (spuštena rampa). Tipkalima ($I3, I4$) kontroliramo krajnji donji položaj spuštene rampe. Izlaskom iz potprograma elektromotori se zaustave ($M1, M2 = stop$), rampe su spuštene i program provjerava signal magnetskih senzora na ulazu i izlazu parkirališta.

Izazov_1: Napiši algoritam i dijagram tijekom (program) koji omogućuje upravljanje automatiziranim sustavom dviju rampi na izlazu iz parkirališta aerodroma. Pokretanjem programa kontinuirano se provjerava očitavanje ulaznog signala magnetske kartice ($I8$) pojedinačno za svako vozilo. Program na početku radi isto kao u zadatku 1. Ugradite dva svjetlosna senzora (fototranzistora) i spojite na digitalne ulaze ($I5, I6$). Osigurajte poziciju i dotok kontinuirane svjetlosti na oba fototranzistora spajajući direktno LED lampice na izvor napajanja (baterija). Izlaskom vozila s parkirališta spušta se krak rampe2 i tek onda je moguća detekcija magnetske kartice sljedećeg vozila. Proces se neprekidno ponavlja dok ne zaustavimo izvršenje programa.

Napomena: Proširenjem konstrukcije i dodavanjem dva fototranzistora ($I5, I6$) nadogradite sustav upravljanja izlaznom rampom parkirališta na aerodromu. Ovime je osigurana detekcija prolaska vozila ispod rampe1 u prostor između dviju rampi i detekcija izlaska s parkirališta prolaskom ispod rampe2.

Petar Dobrić, prof.

FM radioprijemnik (4)

(samo za one koji uvijek žele znati više)

Radom radioprijemnika upravlja program upisan u mikroupravljač ATmega328P modula Arduino Nano. Taj program sadrži detaljne upute mikroupravljaču kako očitavati elemente upravljačkog sklopa i kako ih pretočiti u naredbe za pojedine sastavne dijelove prijemnika. Vrlo važan dio programa je i interaktivna komunikacija s korisnikom, koja se ostvaruje ispisom odgovarajućih poruka na alfanumeričkom displeju.

Na internetskim stranicama preko kojih korisnici platforme Arduino razmjenjuju informacije lako možete pronaći upute kako napisati program koji upravlja radom FM modula s integriranim krugom RDA5807M, pa čak i biblioteke i gotove programe Arduino takve namjene. Takvi programi mogu poslužiti kao idejno rješenje, ali nisu direktno primjenjivi za upravljanje radom našeg radioprijemnika: on ima puno više funkcija koje treba programski obraditi.

Program FM radioprijemnika

Radom našeg radioprijemnika upravlja program *FM_radio_RDS_2024_HZTK.bas*, napisan u programskom jeziku Bascom-AVR. Program je presložen da bismo ga ovdje detaljno analizirali; ipak, za one koji uvijek žele znati više, u ovom ćemo nastavku opisati njegovu strukturu i ilustrirati kako su riješeni pojedini postupci. Za potpunije razumijevanje potrebno je pogledati čitav program, koji se besplatno može preuzeti s internetskih stranica časopisa ili na zahtjev dobiti od autora.

Na samom početku programa definiramo kako je mikroupravljač povezan s alfanumeričkim displejom,

```
Config Lcdbus = 4
Config Lcd = 16 * 2
Config Lcdpin = Pin , Db7 = Pind.7 , ...
```

sklopom za uključivanje i isključivanje prijemnika,

```
Sklopka_s1 Alias Pinc.1
Config Sklopka_s1 = Input
Sklopka_s1 = 1
```

crnim tipkalom,

```
Tipkalo_S3 Alias Pinc.2
```

```
Config Tipkalo_S3 = Input
```

tranzistorskim sklopkama,10

```
U_tda2822 Alias Portb.0
```

```
Config U_tda2822 = Output
```

```
U_display Alias Portb.4
```

```
Config U_display = Output
```

kao i koje ćemo priključke koristiti za I2C komunikaciju:

```
Config Scl = Portc.4
```

```
Config Sda = Portc.5
```

Primijetite ovdje kako su pojedinim priključcima dana alternativna imena (npr., PINC.2, na koji je spojeno crno tipkalo S3, nazvali smo *Tipkalo_S3*), kako bismo ih kasnije u programu mogli zvati u skladu s njihovom oznakom na shemi.

U programu ćemo također koristiti kratku animaciju s notama i slovo "ž"; ti znakovi nisu sastavni dio karakter seta koji poznaje alfanumerički displej, pa ćemo ih morati sami definirati:

```
Deflcdchar 0 , 32 , ... ' nota 1
```

```
Deflcdchar 1 , 4 , ... ' nota 2
```

```
Deflcdchar 2 , 32 , ... ' nota 3
```

```
Deflcdchar 3 , 10 , ... ' ž
```

```
Cls
```

Kako se neki važni podaci ne bi izbrisali kada potpuno isključimo napajanje radioprijemnika (broj i frekvencije memoriranih radiostanica, posljednja slušana stanica i sl.), program ih pohranjuje u tablici u EEPROM-u mikroupravljača. Ta tablica ima strogo zadanu strukturu i program će pri pokretanju provjeriti njenu ispravnost. Uoči li kakvu nepravilnost, program će je obnoviti i radio će se resetirati:

**FM RDS radio 🎵🎵
Radio resetiran!**

Time si program osigurava normalan nastavak rada, ali inicijalizacija za korisnika ujedno znači i da će svi memorirani podaci biti izbrisani. Isti efekt postići ćemo ako u trenutku kada uključujemo prijemnik držimo pritisnutim crno tipkalo na upravljačkoj konzoli.

Nakon uvodnog dijela, program ulazi u glavnu petlju *Do...Loop* u kojoj opetovano ispituje položaj sklopke S1, je li pritisnuto neko od tipkala S2-S4, koliki je napon na klizaču potenciometra povezanog s okretnim gumbom te je li promijenjen položaj kratkospojnika na konektoru J10 na tiskanoj pločici. Određene aktivnosti se poduzimaju samo ako je detektirana promjena u odnosu na prethodno očitano stanje. Pogledajmo detaljnije te aktivnosti!

Provjera položaja sklopke S1

Položaj sklopke S1, povezane s okretnim gumbom, provjeravamo naredbom *Debounce*:

```
Debounce Sklopka_s1 , 1 , Radio_off , Sub
```

Ustanovi li da je sklopka otvorena, radio treba prijeći u stanje pripreme. To se odrađuje u potprogramu *Radio_off*: najprije se smanjuje glasnoća na minimum i isključuje napajanje izlaznog pojačala,

```
Radio_off:
```

```
Volume = 0
```

```
Gosub Pt2257_set_volume
```

```
U_tda2822 = 0
```

ispisuje se oproštajna poruka na displeju,

FM RDS radio 🎵🎵🎵
Odmorimo se...

nakon čega se gasi pozadinsko osvjetljenje displeja, FM tjuner prevodi u stanje pripreme i isključuje analogno-digitalni pretvarač mikroupravljača:

```
U_display = 0
```

```
Rda5807m$standby
```

```
Stop Adc
```

Konačno, mikroupravljač se uspori 256 puta i zavrti u petlji *While...Wend* u kojoj očekuje da se sklopka na okretnom gumbu ponovo zatvori:

```
Config Clockdiv = 256
```

```
While Sklopka_s1 = 1
```

```
Wend
```

Svi navedeni postupci služe kako bi se minimizirala potrošnja mikroupravljača i ostalih "rastrošnijih" komponenti radioprijemnika. Kada se sklopka S1 ponovo zatvori, mikroupravljač se ubrza na maksimalnu brzinu i zatim provjerava je li možda pritisnuto crno tipkalo ili je EEPROM u neredu:

```
Radio_on:
```

```
Config Clockdiv = 1
```

```
If Tipkalo_s3 = 0 Or Reset_flag_eram <> 0
```

```
Then
```

```
Gosub Reset_radio
```

```
End If
```

Ako je ijedna od tih provjera pozitivna, izvršit će se potprogram *Reset_radio* koji će memoriju postaviti u inicijalno stanje i zatim nastaviti s uključivanjem radioprijemnika. Ako radio nije bilo potrebno resetirati, program će samo nastaviti s postupkom uključivanja: najprije će se uključiti pozadinsko osvjetljenje displeja, kako bi se mogla ispisati pozdravna poruka,

FM RDS radio 🎵🎵🎵
Zasvirajmo!!!

nakon čega se "razbude" sve uspavane komponente i, konačno, vraća napajanje izlaznom pojačalu:

```
Rda5807m$power_up
```

```
Start Adc
```

```
Gosub Init_radio
```

```
Tccr1b = &B00010010
```

```
U_tda2822 = 1
```

```
Return
```

Provjera stanja tipkala S3 (crno tipkalo)

Izvršenje programa nastavlja se u glavnoj petlji, gdje će se sada provjeriti je li pritisnuto crno tipkalo (S3):

```
Debounce Tipkalo_s3 , 0 , Tipkalo_s3_sub , Sub
```

Ustanovi li da je crno tipkalo pritisnuto, program će izvršavati radnje koje ovise o tome u kojem načinu rada se trenutno nalazi i koliko je dugo tipkalo pritisnuto.

Kratki pritisak prebacuje radioprijemnik između njegova dva načina rada: onog u kojem se biraju prije memorirane stanice (normalni mod)

<P0> 88.7 MHz
Vol=12 Sig=15 ST

i onog u kojem je moguće odabrati i memorirati novu radiostanicu (mod za ugađanje):

```

P0          <88.7>MHz
Vol=12 Sig=15 ST

```

Prilikom povratka u normalni mod, duži pritisak na tipkalo S3 znači da želimo zapamtiti novu radiostanicu, kraći da ne želimo. Ove postupke nećemo detaljnije analizirati, osim jednog detalja – pokazat ćemo kako možemo izmjeriti koliko dugo je tipkalo bilo pritisnuto. Ovo mjerimo jednostavnom petljom:

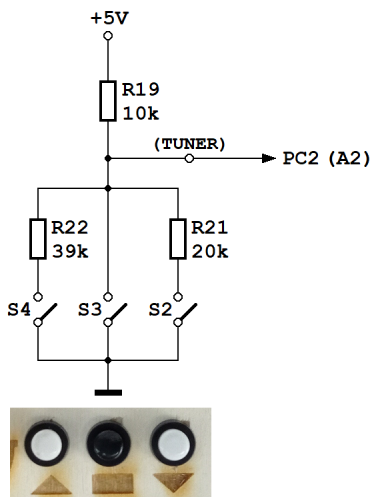
```

For Tipkalo_pritisnuto = 0 To 20
Waitms 50
If Tipkalo_S3 = 1 Then Exit For
Next

```

Petlja *For...Next* napisana je tako da se izvrši 21 put, što će trajati malo više od jedne sekunde. Ako je tipkalo bilo pritisnuto kraće od 1 s, program će "iskočiti" iz *For...Next* petlje, a vrijednost varijable *Tipkalo_pritisnuto* bit će 0–20. Ako je tipkalo pritisnuto duže od 1 s, petlja će se izvršiti do kraja pa će vrijednost varijable *Tipkalo_pritisnuto* biti 21. Tako po vrijednosti upisanoj u *Tipkalo_pritisnuto* program "zna" koliko je dugo tipkalo S3 bilo pritisnuto i u skladu s tim će poduzeti odgovarajuće korake.

Provjera stanja tipkala S2 i S4 (bijela tipkala)



Slika 18. Ovako su tipkala S2, S3 i S4 povezana s mikroupravljačem

Sljedeći postupak u glavnoj petlji provjera je stanja bijelih tipkala S2 i S4. Ovome postupku posvetit ćemo malo više pažnje jer je neuobičajen. Kako Slika 18 prikazuje, oba bijela tipkala (S4 i S2) i crno tipkalo (S3), povezani su na isti pin mikroupravljača, PC2 (odnosno, A2 u notaciji Arduino). Kada su sva tri tipkala otvorena, napon pina PC2 bit će 5 V (logička jedinica), a zatvoreno tipkalo S3 srušit će napon pina PC2 na 0 V (logička nula). Kako smo prije pokazali, ovaj signal u programu zovemo *Tipkalo_S3*, očitavamo ga naredbom *Debounce* i on nam omogućuje provjeru stanja crnog tipkala S3.

Zatvaranje bijelih tipkala S2 i S4 uključit će otpornike R21 i R22 prema masi. Njihove vrijednosti tako su odabrane da, zajedno s otpornikom R19, sruše napon na pinu PC2 na oko 3,3 V (S2), odnosno na 4 V (S4). Ove napone mikroupravljač još uvijek prepoznaje kao logičku jedinicu, pa tipkala S2 i S4 nemaju utjecaja na signal *Tipkalo_s3*. Provjeru stanja bijelih tipkala stoga obavljamo mjereći napon pina PC2 pomoću A/D pretvarača mikroupravljača:

```

Read Tipkala_s2s4:
ADC_value = Getadc(2)
...

```

Pritisnuto tipkalo S2 dat će *ADC_value* ≈ 683, a pritisnuto tipkalo S4 dat će *ADC_value* ≈ 819; ostale vrijednosti ignoriramo. Program će provjeriti vrijednosti varijable *ADC_value* i pridijeliti varijabli *Tipkala_s2s4* vrijednosti 0 (ako je pritisnuto tipkalo S2), 4 (ako je pritisnuto tipkalo S4) ili 2, ako nije pritisnuto niti jedno od tih tipkala. Kasnijom analizom u programu provjeravamo vrijednost varijable *Tipkala_s2s4* kako bismo saznali, je li bilo pritisnuto neko od bijelih tipkala i koliko dugo je bilo pritisnuto. Što će se dogoditi, ovisi o modu u kojem se prijemnik nalazi:

- ako je prijemnik u normalnom modu, tipkala S2 i S4 će odabrati jednu od susjednih programskih pozicija i ugoditi tjuner na njihovu frekvenciju (potprogram *Change_preset*);
- ako je prijemnik u modu za ugađanje, kratki pritisci na tipkala S2 i S4 smanjit će ili povećati prijemnu frekvenciju za 100 kHz (ručno traženje, potprogram *Tune*);
- ako je prijemnik u modu za ugađanje, duži pritisak na tipkala S2 i S4 aktivirat će automatsko traženje najbliže radiostanice u smjeru prema nižim ili prema višim frekvencijama (potprogram *Seek*).

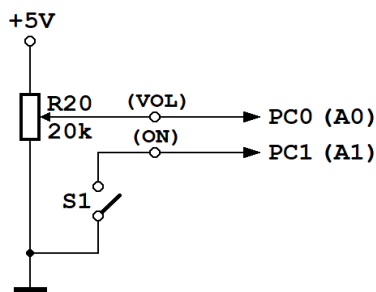
Spomenute potprograme pogledajte u cjelovitom ispisu programa *FM_radio_RDS_2024_HZTK.bas*. Svaka od navedenih aktivnosti povezana je s promjenom prijemne frekvencije, pa će program dohvatiti iz FM modula podatke o novoj frekvenciji, jačini signala i vrsti prijema (mono ili stereo) i ispisati ih na displeju:

```
Rda5807m$read_info
```

```
Gosub Disp_info
```

```
<P2>      100.1 MHz
Vol=12 Sig=8 ST
```

Promjena glasnoće



Slika 19. Ovako su potencijometar za regulaciju glasnoće R20 i njegova sklopka S1 povezani s mikroupravljačem

Glasnoća reprodukcije određuje se zakretanjem okretnog gumba, povezanog s osovinom potencijometra R20 (Slika 19). S gumbom je povezana i sklopka S1, čiju smo funkciju ranije pojasnili. Program u glavnoj petlji opetovano poziva potprogram *Read_vol*, koji očitava napon na klizaču potencijometra R2. Dobivenu vrijednost 0–1023 dijelimo s faktorom 41, kako bismo je postavili u raspon 0–24:

```
Read_vol:
```

```
  Adc_value = Getadc(0)
```

```
  Adc_value = Adc_value / 41 '0-24
```

```
  Volume = Adc_value
```

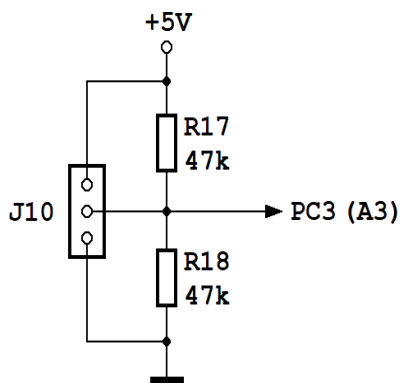
```
Return
```

Tako dobijemo 25 različitih vrijednosti koje su indeks za tablicu *Pt2257_volume_table*. U tablici

su upisane vrijednosti za 25 različitih nivoa glasnoće, koje mikroupravljač preko I2C sabirnice prosljeđuje regulatoru glasnoće, integriranom krugu PT2257. Na displeju se istovremeno ispisuje vrijednost novoizabrane glasnoće:

```
<P2>      100.1 MHz
Vol=24 Sig=8 ST
```

Osjetljivost RDS signala



Slika 20. Ovako je konektor J10 povezan s mikroupravljačem

Posljednji postupak u glavnoj petlji je provjera kratkospojnika J10, kojim određujemo nivo signala kod kojeg će radioprijemnik na displeju ispisivati naziv radiostanice umjesto njene frekvencije. Ovisno o njegovom položaju, napon na pinu PC3 mikroupravljača bit će 5 V (kratkospojnik spaja dva gornja pina), 2,5 V (kratkospojnik nije postavljen) ili 0 V (kratkospojnik spaja dva donja pina). Mjereći napon analognog ulaza A3, mikroupravljač će saznati položaj kratkospojnika pa će program moći "odlučiti" od kojeg nivoa prijemnog signala treba početi prikazivati naziv radiostanice:

```
Read_opt:
```

```
  Adc_value = Getadc(3)
```

```
  Adc_value = Adc_value / 342 '0-2
```

```
Option = Adc_value
```

```
Return
```

Zašto je to potrebno? Ako je u signalu prisutan RDS, FM modul će ga dekodirati i spremati u svoju memoriju neovisno o kvaliteti prijemnog signala. Program čita sadržaj te memorije čim je FM modul popuni, no on kod slabijih prijemnih signala može biti više ili manje oštećen. Ovisno o položaju kratkospojnika J10, *Adc_value* će biti 0, 1 ili 2, a to će u programu postaviti granične vrijednosti jačine signala (4, 6 ili 8) od kojih će program početi ispisivati naziv radiostanice:

```
If Option = 0 Then
```

```
Signal_level = 4
```

```
Elseif Option = 1 Then
```

```
Signal_level = 6
```

```
Else
```

```
Signal_level = 8
```

```
End If
```

Ako je signal radiostanice dovoljno jak, umjesto prijemne frekvencije ispisat će se njen naziv:

```
<P2>      Otvoreni  
Vol=12 Sig=8  ST
```

Provjera statusa prijema

Provjera statusa prijema posljednja je provjera u glavnoj programskoj petlji:

```
Rda5807m$read_info
```

```
Rda5807m$read_rds_0a
```

```
Gosub Disp_info
```

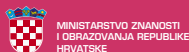
```
Loop
```

Pomoću naredbe *Rda5807m\$read_info* program dohvaća iz FM modula informaciju o prijemnoj frekvenciji, radi li se o mono- ili o stereoprijemu te o trenutnoj jačini prijemnog signala, a pomoću naredbe *Rda5807m\$read_rds_0a* program dohvaća naziv radiostanice, i zatim te informacije prikazuje na alfanumeričkom displeju. Glavna petlja se "izvrsti" više desetaka puta u sekundi, pa je prikazana informacija uvijek ažurna.

Naredba *Rda5807m\$read_info* i ostale naredbe iz programa čiji nazivi počinju s *Rda5807m\$*, nalaze se u biblioteci *RDA5807M\$SE.sub*, koju također možete besplatno preuzeti s internet-skih stranica časopisa ili na zahtjev dobiti od autora.

mr.sc. Vladimir Mitrović

18. ROBOKUP



MINISTARSTVO ZNANOSTI
I OBRAZOVANJA REPUBLIKE
HRVATSKE



HRVATSKA
ZAJEDNICA
TEHNIČKE
KULTURE



HRVATSKI ROBOTIČKI
SAVEZ

ekipno natjecanje učenika viših razreda osnovnih škola
iz elementarne robotike, koje će se održati

25. - 27. 04. 2025.

Hotel Plavi, Poreč



Sedamdeset godina industrijskog robota

U Muzeju Ford smještenom u Greenfield Villageu (SAD) izložena je robotska ruka Unimate pod proizvođačkim brojem 001. Njen nastanak započinje dokumentom patentnog zahtjeva iz 1954. godine i taj događaj od prije sedamdeset godina smatra se početkom industrijske robotike.

Povodom sedamdesete obljetnice nastanka koncepta industrijskog robota prisjećamo se okolnosti, posebice ljudi i njihovih djela, koji su kroz razdoblje od tri desetljeća stvorili jedinstvenu industrijsku praksu i potom snažno utjecali na njezino širenje i razvoj po svijetu.

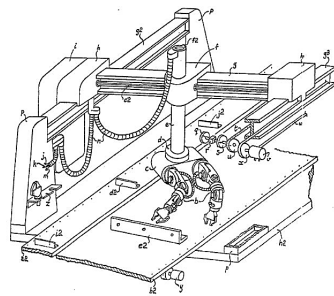
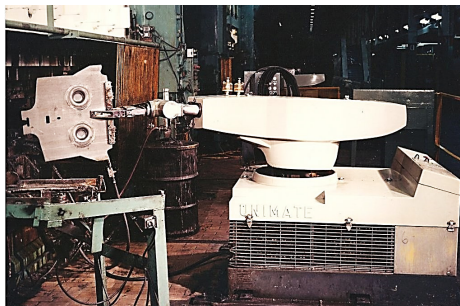
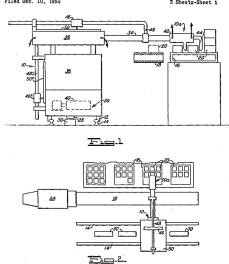
U početku pojedinac, izumitelj George Devol, ima zamisao koju za slučajnog susreta podijeli s entuzijastičnim i upornim menadžerom Josephom Engelbergerom. Patent podnesen 1954. godine opisivao je univerzalni uređaj za rukovanje različitim predmetima i alatima. Urbana legenda o susretu na jednoj koktel-zabavi obično navodi da je četiri godine prije podnošenja spomenutog patenta (1950.) Isaac Asimov objavio zbirku priča *Ja, robot* u kojima se spominju i tri zakona robotike. Danas, prema statistici, u 2024. godini broj operativnih industrijskih robota u svijetu veći je od četiri milijuna. Prije 70 godina postojala je samo ideja ili koncept radnog stroja s rudimentarnim osobinama ljudske ruke. Kako je izgledao industrijski robot s rednim brojem 001?

Prosječna cijena industrijskih robota stalno je padala tijekom desetljeća. U 2010. iznosila je 46 000 američkih dolara da bi u 2017. pala na 27 000 američkih dolara. Prema prognozama očekuje se da će se do 2025. godine smanjiti na 11 000 dolara.

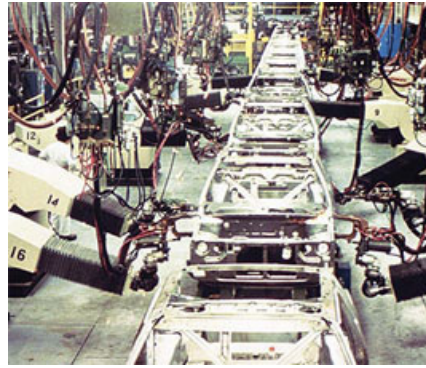
Robot Unimate bio je prvi proizvod prve tvrtke za industrijsku robotiku Unimation koja će u razdoblju od osnivanja 1956. do 1988., kada je prodana švicarskoj tvrtki Staubli, znatno utjecati na razvoj svjetske robotike.

Rad na prototipu započeo je 1957., prije nego što je 1961. patent ispitan i odobren, devet godina nakon prijave. Na razvoju je radio Devol i sedam inženjera otpuštenih iz zatvorene tvornice zrakoplova nakon završetka korejskog rata u kojoj je šef bio Engelberger. Razvojna grupa odlučila se za polarnu strukturu kao konfiguraciju s najvećom fleksibilnosti za predviđene primjene. Zbog sniženja troškova smanjili su broj stupnjeva slobode gibanja ruke na pet. Pogon je bio hidraulički jer je osiguravao dovoljno snage, izostanak reduktora i manje greške pozicioniranja od elektromotora. Razvojni zadaci koje su morali izvesti bili su brojni jer ničega nije bilo: digitalno upravljanje temeljeno na binarnom sustavu, memorijski sustav, optički digitalni

June 13, 1961 G. C. DEVOL, JR. 2,989,237
PROGRAMMED ARTICULATED ROBOT



PATENTI I OSTVARENJA. Prvi dojam pri pregledu slike američke patentne prijave (slika lijevo) je da ono što je tamo prikazano malo nalikuje robotskoj ruci kakvu poznajemo, a jako se razlikuje i od izvedbe prototipa (slika u sredini) koja, kako bi oponašala rame, lakat i šaku biološke ruke ima polarnu strukturu. Hidraulički pogon osiguravao je veliku snagu toga stroja mase 1360 kilograma pa je mogao rukovati odljevcima mase i do 45 kg. Unimate je bio visok 1,6 metara, širok 1,2 metra i dugačak 1,5 metara. Trebalo je izumiti mnogo sklopova za njegovu izvedbu koji nisu postojali: upravljačku jedinicu i način programiranja, sustav memorije, senzore za određivanje položaja osovine itd. Engleski patent (slika desno) koji je prijavljen iste godine kao i američki mnogo je suvremeniji po zamisli, ali nikada nije bio realiziran.

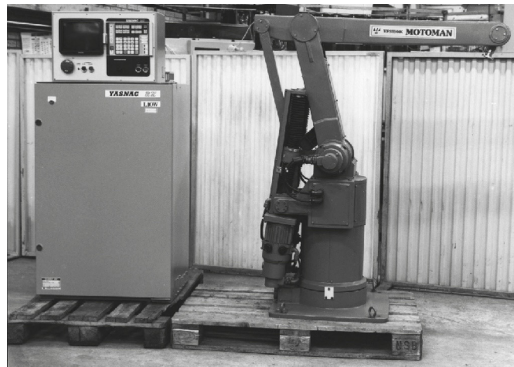


UNIMATION U SAD-u I JAPANU. Prvi robot uvezen u Japan nije bio Unimate već Versatran, (svestrani prenositelj), s cilindričnom kinematičkom strukturom koji je razvila MF Corporation i 1962. godine instalirala u tvornici Ford. Taj robot (slika lijevo) uvezen je u Japan 1967. godine. No tvrtka Kawasaki već je 1968. godine potpisala ugovor o tehničkoj licenci s Unimationom, a 1969. dovršen je prvi industrijski robot proizveden u Japanu (slika desno). Tako počinje povijest tvrtke Kawasaki Robots čiji su inženjeri učili u Unimtionu i s uvezenim strojevima vraćali se u Japan. To će dovesti do japanske proizvodnje Unimatea (slika desno). General Motors je u Lordstownu (slika u sredini) 1969. godine masovno koristeći robote Unimate, uveo robotsko točkasto zavarivanje karoserija automobila. Japanci će slijediti tu novost i postati u 80-im godinama prvi po proizvodnji robota i automobila.

enkoderni položaja osovine za velike brzine, digitalni servokontroler za dinamičko upravljanje širokim rasponom korisnih tereta, hidraulički servoventili visokih performansi, samostalna električna i hidraulička napajanja.

Engelberger je postao direktor Unimationa pa je ispitivao tržište i tražio kupce za novi posve nepoznat stroj. Posjetio je 15 tvornica automobila i 20 drugih proizvođača, ali je zanimanje bilo

Prema Međunarodnoj federaciji za robotiku tvornice diljem svijeta nastavljaju usvajati sve više robota. Nova globalna prosječna gustoća robota dosegla je u 2023. rekordne 162 jedinice na 10 000 zaposlenika, što je više nego dvostruko u odnosu na prosjek od 74 jedinice izmjeren prije samo sedam godina.



UNIMATE U EUROPI. Prvi robot Unimate u Europi instalirala je 1967. švedska tvrtka Svenska Metallverken na jednostavnim i ponavljajućim poslovima. No već 1974. ASEA (sada ABB) razvila je prvi potpuno električni industrijski robot IRB-6 (slika lijevo), upravljani mikroprocesorom i sa sposobnošću kontinuiranog vođenja pogodan za poslove elektrolučnog zavarivanja ili strojnu obradu. Roboti poznate narančaste boje proizvodili su se više od 20 godina. Po uzoru na taj robot tvrtka Yaskawa razvila je MOTOMAN-L10 (slika u sredini). Od 1977. godine kada je prodan prvi MOTOMAN-L10 počinje poslovanje tvrtke Yaskawa s robotikom. Tvrtka je 2002. godine ostvarila svoj plan da postane "svjetski broj 1" po količini prodaje proizvođači tisuću robota mjesečno. Prvi robot SCARA (slika desno) nastao je kao revolucionarni prototip 1978. godine na Sveučilištu Yamanashi u Japanu. Ima jedinstvenu sposobnost podizanja industrijskih komponenti s jednog mjesta i postavljanja ili umećanja na drugo, s preciznošću, brzinom i glatkim kretanjem.



UNIMATE I AKADEMIJA. Godine 1978. Unimation zajedno s General Motorsom predstavio je svoj novi robot nazvan PUMA (slike desno i lijevo). PUMA (akronim za programabilni univerzalni stroj za poslove montaže) godinama je smatran modernim predloškom antropomorfnih ruku s električnim pogonom čija kinematika se izučavala širom svijeta po prvim robotičkim odjelima na fakultetima. Zbog toga je nazvan "bijelim laboratorijskim mišem robotike". Njegov razvoj povezan je sa Stanfordskom rukom iz 1969. (slika u sredini) na kojoj su se stvarali visokoškolski obrazovni programi. Bio je to prvi potpuno električni manipulator, kojim je upravljalo miniračunalo PDP-6. Osoba koja povezuje ta dva robota njihov je konstruktor Victor Scheinmen (na slici lijevo s crvenom mašnom za vrijeme predaje malog razvojnog primjerka PUMA-e u muzej Smithsonian) koji ih je razvio kao student na MIT-ju i Stanfordu. Na slici desno je nositelj patenta prvog robota George Devol snimljen s robotom PUMA u pozadini.

slabo. No iznenada se pojavio General Motors (GM) pa je 1961. inovativan stroj testiran u njegovoj tvornici za tlačni lijev u Trentonu. Robotska ruka preuzela je prljav, zamoran i opasan posao izvlačenja gotovih odljevaka iz preše za tlačno lijevanje. Znatiželjni radnici mislili su da je to pokus osuđen na neuspjeh, no rukovanje vrućim odljercima bilo je opasno za ljude pa je na kraju oko 450 robota Unimate bilo zaposleno u GM-u na tom poslu. Sve dok se krajem 60-ih nisu pojavili roboti za točkasto zavarivanje karoserija automobila, niti jedna druga industrija nije iskazivala zanimanje za industrijske robote.

GM je za prvi Unimate s popustom platio oko 180 000 dolara što je bilo pola od njegove procijenjene vrijednosti. Engelberger je snizio cijenu računajući da će GM tek postati važan klijent. Desetak godina kasnije, početkom sedamdesetih Unimate je vrijedio samo 35 000 dolara, a Unimation nije ostvarila dobit sve do 1975. godine, dvadeset godina nakon patenta uređaja i 19 godina nakon osnivanja tvrtke.

Prve robote za točkasto zavarivanje karoserija automobila proizveo je i instalirao Unimation u tvornicama GM-a. Obnovljena tvornica automobila u Ohiju 1969. postala je najrobotiziranija tvornica automobila na svijetu. Proizvodila je 110 automobila na sat, dvostruko više od konkurencije.

Japanci su ugrožavali američku automobilsku industriju pa je tvornica bila odgovor na japanski izazov. Proizvodila je visokokvalitetan mali automobil koji će zadovoljiti američku javnost po konkurentnoj cijeni vraćajući tako GM na vrh. Taj proizvodni eksperiment osigurao je vodeće mjesto primjene industrijskih robota u automobilskoj industriji koje se zadržalo i danas. Mnoge vodeće tvrtke okrenule su se robotici. Tako je robotizacija s robotima Unimate u Fiatu, Volvu, Mercedes Benz u ili BMW-u oživjela i europsku automobilsku proizvodnju pa su europski sindikati pozdravili uvođenje robota koji obavljaju opasne poslove. Danas svaki proizvođač automobila na svijetu ima robotske ruke u svojim tvornicama, a najveća gustoća robota (broj robota u odnosu na broj radnika) je upravo u automobilskoj industriji gdje doseže i više od

Prema podacima Međunarodne federacije za robotiku tvornice diljem svijeta nastavljaju usvajati sve više robota. Nova globalna prosječna gustoća robota dosegla je u 2023. rekordne 162 jedinice na 10 000 zaposlenika, što je više nego dvostruko u odnosu na prosjek od 74 jedinice izmjeren prije samo sedam godina.

2000 robota na 10 000 radnika. U jednoj smjeni prosječna tvornica mogla je sastaviti više od 200 automobila, a više od 600 ako se tjedno radilo 24 sata što su roboti omogućavali.

Šezdesetih godina Japan je ekonomski napredovao, ali je imao manjak radne snage. Stoga su 1967. godine pozvali Engelbergera da održi predavanje u Tokiju skupini od 700 inženjera. Rezultat je bio ugovor s tvrtkom Kawasaki Heavy Industries iz 1969. o proizvodnji i prodaji robota Unimate na azijskom tržištu. Tvrtka je poslala svoje inženjere u Unimate i oni su se u početku s uvezenim strojevima vraćali u Japan radeći na razvoju koji će dovesti do japanske proizvodnje Unimatea. Ta suradnja potrajat će petnaest godina pa je do 1983. isporučeno više od 2400 robota Kawasaki Unimate japanske proizvodnje. Tvrtka Kawasaki Robotics posluje i danas.

No postupno je prolazilo vrijeme hidraulike, sve više su se tražili roboti za lučno zavarivanje ili brzi montažni roboti. Unimate nije mogao biti korišten na poslovima lučnog zavarivanja. Victor Scheinman, poznat u akademskim krugovima Stanforda i MIT-a, u svojoj tvrtki Vicarm razvio je malu antropomorfnu ruku čiji je kontroler bio prenosiv. Donio ju je u Unimation i postavio na Engelbergerov stol, demonstrirajući kontrolu kontinuiranog gibanja po putanji koju Unimation nije mogao postići. Ruku je donio i na izložbu robota Sveučilišta Illinois, ali mu je rečeno da je "to igračka i da ne može biti na izložbi". Izložio ju je stoga na ulaznim stepenicama privlačeći mnoge istraživače koji su razumjeli njezinu prednost programibilnosti. Engelberger ga je tada pozvao da postavi robot na štand Unimationa. GM je želio razviti veću verziju te ruke za poslove montaže sklopova poput autopumpi. Scheinmanu je preporučeno da pronađe snažnijeg partnera jer su mislili da njegova mala tvrtka ne može odraditi tako velik posao. Zbog toga je Scheinman 1977. svoj dizajn zajedno s tvrtkom Vicarm prodao Unimationu, koji je dalje, uz podršku GM-a, razvijao ideju programibilnog univerzalnog stroja za montažu (PUMA). Nekoliko godina kasnije postao je generalni direktor tvrtke Unimation West za zapadnu obalu.

Značajnije poslovanje po Europi i Skandinaviji Unimation je ostvario nakon osnivanja europske podružnice Unimation Ltd. u Engleskoj. Zatim je 1966. licencirao finsku tvrtku Nokia za prodaju robota u Skandinaviji i istočnoj Europi. Prvi

Prema izvještaju World Robotics za 2024. broj industrijskih robota 2023. povećan je za 541 302 nove jedinice, čime je ukupan broj porastao na oko četiri i pol milijuna jedinica.

roboti u Europi instalirani su 1967. godine u Svenska Metallverken u Švedskoj. U Europi su se prvi roboti za zavarivanje pojavili u Fiatovim tvornicama u Torinu 1972. godine.

Osamdesete godine bile su razdoblje velikog procvata industrijske robotike. Važna prekretnica u povijesti industrijskih robota dogodila se 1978. kada je Hiroshi Makino sa Sveučilišta Yamanashi razvio robot SCARA (akronim od Selective Compliance Assembly Robot Arm) s inovativnom kinematičkom strukturom prikladnom za sastavljanje malih dijelova. Jednostavnost kinematike učinila je upravljanje lakim i vrlo brzim, a trošak proizvodnje bio je znatno niži u usporedbi s drugim vrstama manipulatora. Primjena robota SCARA potaknula je proizvodnju elektroničke robe široke potrošnje sastavljaju ovim robotima. To je učinilo japansku industriju robotike vodećom u svijetu. Japan je 1980. godine postao najveći svjetski proizvođač robota, a do kraja desetljeća imao je oko 40 proizvođača robota koji su dominirali globalnim tržištem.

Kronološka kategorizacija industrijskih robota obično se sagledava kroz "generacije" strojeva. Prema funkcionalnim osobinama razlikuju se četiri generacije i razdoblja u kojima prevladavaju. Prva generacija je u razdoblju od 1950. do 1967., druga generacija od 1968. do 1977., treća od 1978. do 1999. i četvrta od početka novog tisućljeća do danas. Propast i nestanak tvrtke Unimation dogodio se sredinom razdoblja u kojem prevladava treća generacija robota, ali i na samom vrhuncu zanimanja za industrijsku robotiku. Tada već na scenu stupa servisna robotika.

Propasti Unimationa presudilo je razvojno zaostajanje i tvrdoglavo inzistiranje Engelbergera na hidrauličkim pogonima u vrijeme kada električni pogoni odnose prevlast u montaži. Čak je i robot PUMA bio prespor za jednostavne i vrlo brze robote za montažu SCARA. Većina od 40 japanskih tvrtki nastala pod utjecajem Unimationa i danas postoji, a Yascawa je svjetski lider.

Igor Ratković