

SE  
271

REVILJA ZA ELEKTRONIKO, AVTOMATIKO, RAČUNALNIŠTVO IN TELEKOMUNIKACIJE

# svet ELEKTRONIKE

ISSN 1318-4679



9 771318 467014



letnik XXVI  
februar 2019  
številka 271  
cena:  
**4,50 €**

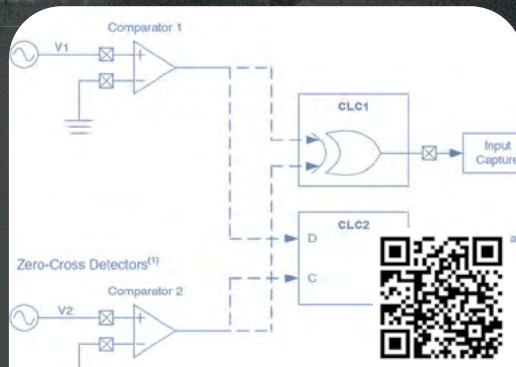


**3D tisk za industrijsko uporabo?**



**Nova baterija pridobiva energijo iz atoma**

**3-D tiskane strukture, ki spremljajo in pomnijo, kako so bile uporabljene**  
**Računalniki na osnovi polprevodnikov**  
**Intervju s predstavnikom podjetja Quectel**  
**Idealna dioda je lahko inženirjev najboljši prijatelj**  
**Tehnologije Interneta stvari**



**Poenostavite življenje z logiko**

# Kakovost, na katero se lahko zanesete

Originalni sestavni deli več kot 750 kakovostnih blagovnih znamk



**BREZPLAČNA  
DOSTAVA**  
PRI NAROČILIH NAD  
50 € ALI 100 \$



**+31 53 484 9584**

**DIGIKEY.SI**

**Digi-Key**  
ELECTRONICS

\*Pri vseh naročilih pod 50,00 € bodo zaračunani stroški pošiljanja v vrednosti 20,00 €. Pri vseh naročilih pod 100,00 USD bodo zaračunani stroški pošiljanja v vrednosti 30,00 USD. Vsa naročila so poslana prek UPS, Federal Express ali DHL in dostavljena v roku 2 do 4 dni (odvisno od končnega cilja). Brez stroškov obdelave. Vse cene so v evrih ali ameriških dolarjih. Digi-Key je pooblaščen distributer za vse partnerske dobavitelje. Dnevno dodajamo nove izdelke. © 2019 Digi-Key Electronics, 701 Brooks Ave. South, Thief River Falls, MN 56701, ZDA

ecia  
MEMBER



Jurij Mikeln

## Zdaj se pa začenja!

Ja, dragi bralci, začenjamo pisati o IoT malo bolj podrobno. Sodelavci Mariborske FERi bodo v seriji člankov predstavili tehnologije interneta stvari. Najprej se boste v seriji člankov lahko podrobno spoznali s tehnologijo, nato pa jo bosta avtorja predstavila tudi na IKTEM konferenci, ki se bo odvijala od 30. do 31. maja na Rogli.

Prav ste prebrali, IKTEM 2019 bo na Rogli. Spletna stran IKTEM je malce prenovljena – dodali smo ji rubriko »Pretekle IKTEM konference« in ji dodati nekaj fotografij iz pretekle konference. Za IKTEM 2019 pripravljamo zanimiv program, zato se občasno le vrnite na IKTEM spletno stran in preverite, kaj je novega.

Veliko pa je novega tudi v tokratni številki revije Svet elektronike. Ste vedeli, da v poplavi 3D tiskalnikov obstajajo tudi takšni, ki so predvideni za uporabo v industriji? Prav ste prebrali, v tokratni številki boste lahko prebrali več o 3D tiskalniku primernem za industrijo predvsem zaradi 10x višje hitrosti tiskanja, kot »klasični« 3D tiskalniki. Omenjen tiskalnik bo predstavljen tudi na IKTEM 2019 konferenci.

Ko pa že pišem o 3D tiskalnikih si preberite zanimiv članek o 3D tiskanju v vesolju. No boste rekli, da to ni nič posebnega – pa vendar je. Na mednarodni vesoljski postaji je gravitacija praktično nič in zato je 3D tiskanje potrebno ustrezno prilagoditi.

Prilagajajo pa se tudi polprevodniki, ki jih bomo uporabljali v prihodnosti. Skupina raziskovalcev v Nemčiji in na Univerzi v Michiganu je pokazala, kako lahko infrardeči laserski impulzi v tanki polprevodniški plošči preklaplajo elektrone med dvema različnima stanjema, kar je klasično 1 in 0 v logičnih vezjih.

No, če se vrnemo na »klasične« polprevodnike, naj omenim tudi nove PIC mikrokontrolerje z vgrajeno periferijo, ki prevzema vedno več nalog, ki jih je prej obdeloval procesor znotraj mikrokontrolerja. Članek je zanimiv tudi zato, ker nakazuje rešitve praktičnih problemov.



Naj vas ob koncu uvodnika še povabim na ogled sejma IFAM 2019, ki se bo odvijal od 12. do 14. februarja na Gospodarskem razstavišču v Ljubljani. Na sejmu bomo tudi mi s prenovljenim razstavnim prostorom. Vljudno vabljeni!

*Jure*

Lep pozdrav!  
Jure

### REVILJA ZA ELEKTRONIKO, AVTOMATIČNO, RAČUNALNIŠTVO IN TELEKOMUNIKACIJE

Ustanovljena leta 1994, izhaja mesečno,  
11 številki letno, julij/avgust ena številka.

Glavni in odgovorni urednik:  
JURIJ MIKELN, dipl.inž.  
Tel.: 01 528 56 88  
E-pošta: stik@svet-el.si

Tehnični urednik:  
Samo Gregorčič  
E-pošta: dtp@svet-el.si

Prodajni servis, naročnine:  
Samo Gregorčič, Suzana Haclar  
E-pošta: prodaja04@svet-el.si

Razvoj:  
Bojan Kovač  
E-pošta: bojan@svet-el.si

Marketing:  
Tel/Fax: 01 528 56 88 in  
GSM: 031 872 580  
E-pošta: stik@svet-el.si

Prototipna tiskana vezja: Luznar d.o.o., Kranj  
Antivirusni program: PANDA security

Založnik in računalniški prelom:  
AX ELEKTRONIKA d.o.o.  
Špruha 33, 1236 Trzin

Direktor:  
JURIJ MIKELN, dipl.inž.

Tisk:  
EVROGRAFIS d.o.o.  
Naklada do: 1.500 izvodov  
ISSN 1318 4679

Spletna revija:  
<https://svet-el.si/category/revija/pretekle-stevilke>

Cena za posamezni izvod je 4,50 EUR, za letno naročnino priznavamo 25% popust za dijake in študente s potrdilom o šolanju, 20% popust ostalim fizičnim osebam ter 10% popust za podjetja. V skladu s 25. členom 7. odstavka Zakona o davku na dodano vrednost se za revijo Svet elektronike plačuje in obračunava 9,5% DDV.

Izid publikacije finančno podprla Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS iz sredstev državnega proračuna iz naslova razpisa za sofinanciranje domačih poljudnoznanstvenih periodičnih publikacij.

Uredništvo ne odgovarja za škodo, ki bi nastala zaradi nestrokovnega sestavljanja in uporabe naprav, ki so opisane v reviji, zaradi napak avtorjev ali napak v tisku. Uredništvo si pridržuje vse pravice do projektov, opisanih v reviji. Dovoljuje se izdelava naprav za lastno uporabo, prepoveduje pa se kakršnakoli reprodukcija projektov ali posameznih delov revije brez pisnega soglasja uredništva.

svet  
**ELEKTRONIKE**

brezplačna vstopnica

vabimo vas  
na IFAM 2019

KAZALO

<u>UVODNIK</u>	
3	Zdaj se pa začnaja!
<u>NOVICE</u>	
5	Raziskovalci razvili 3-D tiskane strukture, ki spremljajo in pomnijo, kako so bile uporabljene <i>www.sciencedaily.com</i>
7	Nova metoda 3D tiska omogoča tisk keramike <i>www.rdmag.com</i>
8	Računalniki na osnovi polprevodnikov bi lahko bili milijon-krat hitrejši <i>www.rdmag.com</i>
11	3D tiskalnik na poti proti mednarodni vesoljski postaji <i>www.nasa.gov</i>
13	3D tisk za industrijsko uporabo? <i>www.cgsplus.si</i>
14	Nova baterija pridobiva energijo iz atoma <i>www.eurekalert.org</i>
16	Topološki material je prvič vklopil in izklopil <i>www.sciencedaily.com</i>
<u>PREDSTAVLJAMO</u>	
18	Poenostavite življenje z logiko Avtor: Manu Venkategowda <i>www.microchip.com</i>
22	Občutiti prihodnost Avtorica: Nastasija Furjan <a href="https://svet-el.si">https://svet-el.si</a>
24	Naslavljanje vrzeli na področju digitalnih veščin z računalniškim razmišljanjem Avtor: Jonathan Smith <i>www.farnell.com/si</i>
27	Mobilne naprave z nizko porabo: NB1 in M1: Mobilna omrežja za internet stvari Avtorica: Sarah Brucker <i>www.rutronik.com</i>
29	Intervju s predstavnikom podjetja Quectel Avtor: Jurij Mikeln <a href="https://svet-el.si">https://svet-el.si</a>
30	Idealna dioda je lahko inženirjev najboljši prijatelj Avtor: Jim Harrison <i>www.analog.com</i>
34	Tehnologije Interneta stvari Avtorja: Grega Močnik in Danilo Zimšek <a href="https://svet-el.si">https://svet-el.si</a>
39	Uporaba filtrov s preklapljajočimi kondenzatorji za prihranek prostora in izboljšanje učinkovitosti Avtor: Rich Miron <i>www.digikey.com</i>
<u>PROGRAMIRANJE</u>	
43	Bascom-AVR knjižnice za Arduino module (13) Avtor: mag. Vladimir Mitrović <a href="https://svet-el.si">https://svet-el.si</a>
51	Digitalni analizator signalov (2. del) Avtor: dr. Simon Vavpotič <a href="https://svet-el.si">https://svet-el.si</a>
<u>STIK</u>	
58	Prodajni servis <a href="https://svet-el.si">https://svet-el.si</a>

## 3D tisk za industrijsko uporabo?

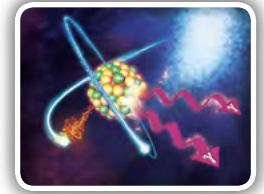
Ponavadi se 3D tisk uporablja v razvojnih podjetjih in laboratorijih, kjer cena tiska 3D izdelka in pa tudi čas tiskanja nista tako zelo pomembna faktorja. V proizvodnji je drugače: izdelki morajo biti narejeni hitro in poceni. In tudi na področju 3D tiska se dogajajo velike spremembe...



Stran: 13

## Nova baterija pridobiva energijo iz atoma

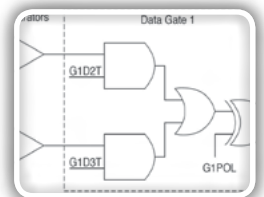
Napori, ki jih podpira ameriška vojska, lahko vodijo v razvoj baterije, ki omogoča nov vir napajanja. Večnacionalna raziskovalna skupina, ki jo vodijo znanstveniki ameriške vojske, je uspešno sprožila nadzorovano sproščanje shranjene izotopske energije z uporabo fizičnega učinka, ki vključuje elektrone v atomu



Stran: 14

## Poenostavite življenje z logiko

Manu Venkategowda iz podjetja Microchip Technology Inc. razlaga, kako lahko konfigurabilna logična celica poenostavi implementacijo kompleksnih funkcij v mikrokontrolerju. Včasih lahko nekaj preprostega prinese velike koristi. Večina ugnezenih inženirjev uporablja različne signale...



Stran: 18

## Naslavljanje vrzeli na področju digitalnih veščin z računalniškim razmišljanjem

Ocene kažejo, da bo 65 % otrok, ki danes obiskujejo osnovno šolo, v odrasli dobi opravljalo povsem nove poklice, ki trenutno še ne obstajajo. Žal se v večini delov sveta v šolah trenutno ne poučujejo veščine, potrebne za preživetje na tem novem trgu dela, saj ima še vedno prednost predmetni sistem poučevanja. Vendar je na področju izobraževanja...



Stran: 24

ANALOG DEVICES	33	SMT	59
AIG'19	23	STROMBOLI D.O.O.	49
DIGY-KEY	02	TZS	10
ICM	57		
MICROCHIP	21		
MIEL	15		

## OGLAŠEVALCI



Naslovnica: [www.fleet.org.au](http://www.fleet.org.au)

# Raziskovalci razvili 3-D tiskane strukture, ki spremljajo in pomnijo, kako so bile uporabljene

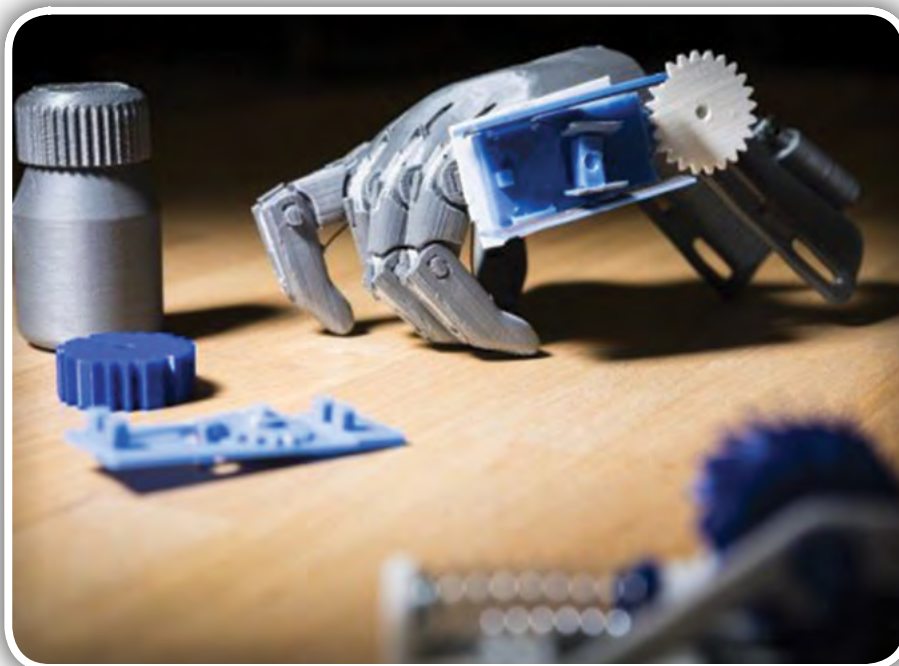
ScienceDaily

*Poceni in prilagodljivi 3-D tiskalniki so odlični za pomoč ljudem, vse od protetike, do "pametnih" škatlic za tablete, ki uporabnika opominjajo, kakšen dnevni odmerek zdravil mora vzeti.*

Ti plastični pripomočki pa nimajo vgrajene elektronike, zato ne morejo spremljati, če jih uporabniki uporabljajo pravilno.

Inženirji na Washingtonski univerzi so razvili 3-D tiskane naprave, ki lahko zaznavajo in pomnijo lastno uporabo in to brez baterij ali vgrajene elektronike. Namesto oddajanja lastnih signalov, deli informacije o uporabi preko odboja signala, ki ga ustvari oddaljena antena. Lastnost odbitega signala je odvisna od stanja v katerem se nahaja tiskani objekt. Stanje določa vgrajeno stikalo iz prevodnega filameta, ki stakne ali razklene vgrajeno anteno iz prevodnega filameta, s čimer spreminja obliko odbitega signala.

"Ustvariti hočemo naprave za pomoč ljudem, ki jih je možno tiskati s 3D tiskom, a do sedaj nismo imeli informaciji o njihovi uporabi.", je povedala soavtorica članka, Jennifer Mannkoff. "Zanimalo nas je, če lahko ustvarimo naprave, ki nimajo vezja, bi se jih dalo natisniti na običajne 3D tiskalnike, obenem pa so sposobne zbirati in posredovati informacije o uporabi. V tem članku želimo pokazati, da je to mogoče."



V preteklosti je ekipa ustvarila že popolnoma plastične naprave, ki jih je mogoče tiskati in omogočajo komunikacijo z Wi-Fi omrežjem brez elektronike. Konkretno so to dozirniki za milo, ki zaznajo nizko količino mila, kar sporočijo preko Wi-Fi omrežja in s tem sprožijo postopek za naročanje novega prek spleta.

"Prednost uporabe plastike za takšne namene je, da nam ni treba skrbeti za baterije, ali pa na to, da bi se naprava zmohčila. To odkritje odpira nova vrata na področja, kjer do sedaj elektronika ni bila smiselna," pravi avtor članka Shyam Gollakota. "Če pa hočemo 3D tiskane predmete zares spremeniti v pametne naprave, potrebujemo mehanizme za zaznavo in shranjevanje podatkov."

Raziskovalci so se najprej lotili problema zaznave. Sistem v njihovi prejšnji študiji je spremljal gibanje v eni osi, kar je bilo uporabno za spremljanje količine detergenta, pretoka vode, ali hitrosti vetra. Sedaj



pa so hoteli oblikovati predmete, ki bi zaznavali gibanje v dveh oseh, kot je na primer odpiranje in zapiranje škatlice za tablete.

"Pri prejšnjem projektu smo delali z zobnikom, ki se je vrtil v eno smer. Če je čez mehanizem tekla voda, je poganjala zobnik, ta pa sklepal in razklepal stikalo antene. Tokrat pa smo uporabili dve anteni, eno nad, drugo pa pod stikalom. Stikalo sedaj preklaplja med antenama, ko se zobnik vrti. Zaporedje v katerem sta anteni sklenjeni, pa nam pove, v katero smer se zobnik vrti." je povedal avtor Vikram Iyer, doktorski študent na Washingtonski univerzi.



Naslednji korak projekta je bil reševanje problema razločevanja med antenama. Problem so rešili tako, da so spremenili razmak med zobmi na zobniku tako, da med vrtenjem oddaja značilno zaporedje preklapov, ki pa se obrne, ko se zobnik vrti v nasprotno smer.

Poleg spremljanja uporabe škatlic za tablete, bi se lahko enaka metoda uporabila za spremljanje uporabe protetičnih pripomočkov, kot so 3D tiskane e-NABLE roke. To so mehanične roke, ki se pritrjujejo na zapestje in otrokom z nepravilno razvitimi rokami omogočajo lažje prijemanje predmetov. Deluje tako, da skrčenje zapestja prenese na skrčenje prstov roke. Ekipa je natisnila prototip e-NABLE roke z vgrajenim dvosmernim senzorjem, ki je spremljal krčenje in izteg dlani preko zaznavanja kota skrčenosti zapestja.

Raziskovalci so hoteli izdelati tudi 3D tiskan objekt, ki bi lahko shranil podatke o uporabi, tudi ko je izven dosega oddajnika. Za ta namen so prilagodili inzulinsko pero (injektor za večkratno uporabo v obliki pisala), ki spremlja porabo in poroča, ko zmanjkuje odmerkov.



"Inzulini lahko uporabite kjerkoli, tudi ko v bližini ni dostopne točke. Potrebovali smo mehanizem, ki bi hranil informacijo o številu uporab, ko pa bi se vrnil v območje z internetno povezavo, pa bi se ta informacija posredovala v oblak." je povedal avtor Gollakota.

Ta metoda zahteva nek mehanski gib, kot je pritisk gumba, shranjena pa je s pomočjo zvijanja vzmeti znotraj zaskočnega zobnika, ki se lahko giblje le v eno smer. Vsakič ko uporabnik pritisne na gumb, se vzmet bolj zvije. Odvije pa se lahko šele ko jo uporabnik sprost v bližini oddajnika, ki bo v trenutku sprostitve dobil informacijo prek vklapljanja in izklapljanja antene med vrtenjem zobnika. Vsak obrat ustreza enem pritisku gumba.

"Te naprave so le prototipi, ki prikazujejo možnost uporabe 3D tiskanih predmetov za zaznavo dvosmerne gibanja ter shranjevanje informacij. Naslednji korak pa je miniaturizacija, da bi jih lahko vgradili v prave škatlice za tablete, protetične pripomočke ali inzulinska peresa." je dejal Mankoff.

"Ta sistem nam bo omogočil podrobno spremljanje uporabe omenjenih pripomočkov. Trenutno ne moremo spremljati tega, ali in kako ljudje uporabljajo e-NABLE protetične pripomočke, sčasoma pa bi lahko s pridobljenimi podatki ocenili, ali bodo uporabniki (glede na to, kako ga uporabljajo) uporabo nekega pripomočka čez nekaj časa morda opustili."

#### Povzeto po:

- <https://www.sciencedaily.com/releases/2018/10/181010093601.htm>

[www.sciencedaily.com](http://www.sciencedaily.com)

# Nova metoda 3D tiska omogoča tisk keramike

R&amp;D magazine

*Novo keramično črnilo omogoča tisk kompleksnih 4-dimenzionalnih oblik.*

Raziskovalci mestne univerze v Hong Kongu so izdelali prvo metodo 4D tiskanja keramik, ki so mehansko obstojne, vsebujejo zapletene oblike in imajo visoko talilno temperaturo, zaradi česar jih ni mogoče tiskati na navadnih laserskih in 3D tiskalnikih.

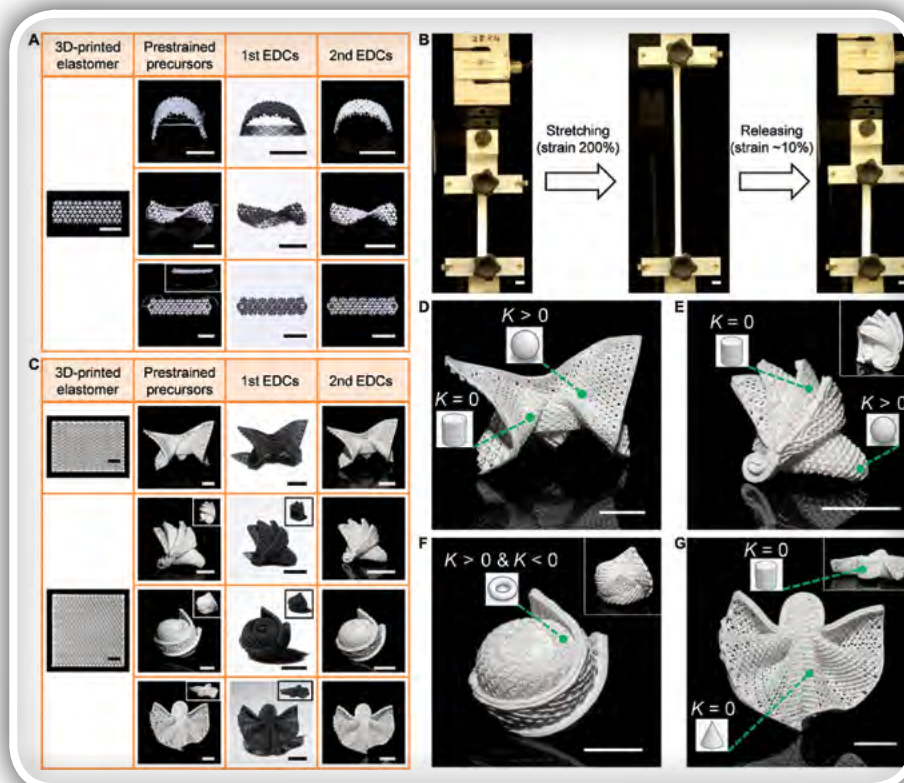
Štiri-dimenzijsko tiskanje združuje običajno 3D tiskanje z elementom časa, ki nastopa kot četrta dimenzija. Pri 4D tiskanju se tiskani objekti v nekem časovnem obdobju preoblikujejo ali samodejno sestavijo pod vplivom mehanskih sil, temperature ali magnetnega polja.

Novo črnilo je mešanica polimerov in keramičnih nanodelcev. Natisnjene 3D strukture (prekurzorji) so mehke in jih je mogoče raztegniti na trikratno dolžino, kar s primerno temperaturno obdelavo omogoča kompleksne objekte, kot so na primer origami strukture.

Raziskovalci so za preoblikovanje struktur izkoristili elastično energijo shranjeno v raztegnjenih prekurzorjih, zato se natisnjene strukture dokončno oblikujejo šele tedaj, ko jih sprostijo. Nato jih obdelajo še toplotno, da se prekurzorji spremenijo v keramike, ki so mehansko vzdržljive, z visokim razmerjem med kompresijsko trdnostjo in gostoto – 547 MPa na 1,6 g cm<sup>-3</sup>.

Novo razvita metoda omogoča visoko trdnost tudi večjim keramičnim produktom.

"Čeprav proces zveni enostaven, je veliko zahtevnejši kot se zdi," je v izjavi povedal profesor Lu Jian, profesor mehničnega inženiringa na univerzi v Hong Kongu. "Od



razvoja črnila za tisk do načrtovanja tiskalnega sistema smo preizkusili veliko različnih metod. Da dobimo želen produkt, moramo uskladiti in nadzirati veliko faktorjev.

Nov način tiskanja bi lahko bil uporaben na področju



proizvodnje električnih naprav, pri katerih keramike izkazujejo boljše lastnosti za prenos signalov, kot kovinski materiali. Zmožnost izdelave kompleksnih keramičnih materialov omogoča porabnikom individualno izdelane keramične zadnje plošče za pametne telefone. Nova tehnologija ima visoke potenciale v letalski industriji.

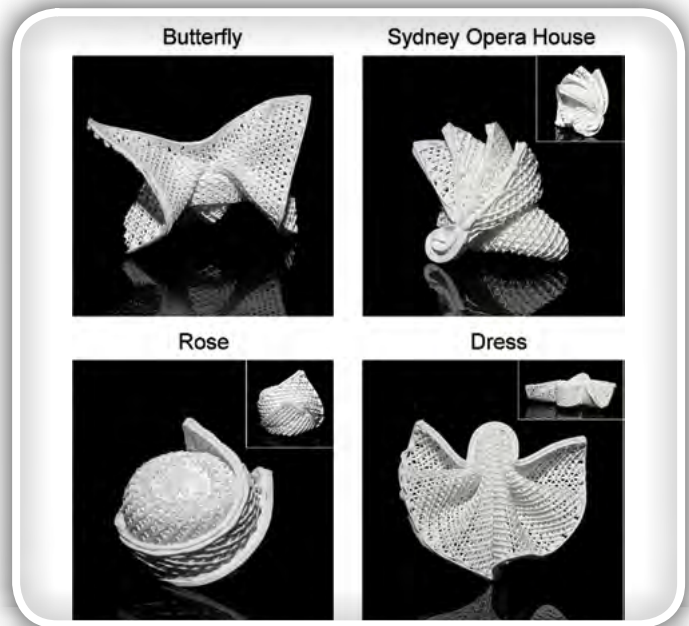
''Ker je keramika mehansko zelo vzdržljiva z visokimi temperaturnimi tolerancami, bi se jo lahko uporabljalo v letalski in raketni industriji za pogone. '' je še povedal Lu.

V prihodnosti bi raziskovalci radi izboljšali mehanske lastnosti materiala, vključno z zmanjševanjem njegove krhkosti.

#### Povzeto po:

- <https://www.rdmag.com/article/2018/08/new-method-enables-4d-printed-ceramics>

[www.rdmag.com](http://www.rdmag.com)



## Računalniki na osnovi polprevodnikov bi lahko bili milijon-krat hitrejši

R&D magazine

*Tehnika manipulacije elektronov s svetlobo bi lahko prinesla kvantno računanje pri sobni temperaturi.*

Skupina raziskovalcev v Nemčiji in na Univerzi v Michiganu je pokazala, kako lahko infrardeči laserski impulzi v tanki polprevodniški plošči preklaplajo elektrone med dvema različnima stanjema, kar je klasično 1 in 0 v logičnih vezjih.

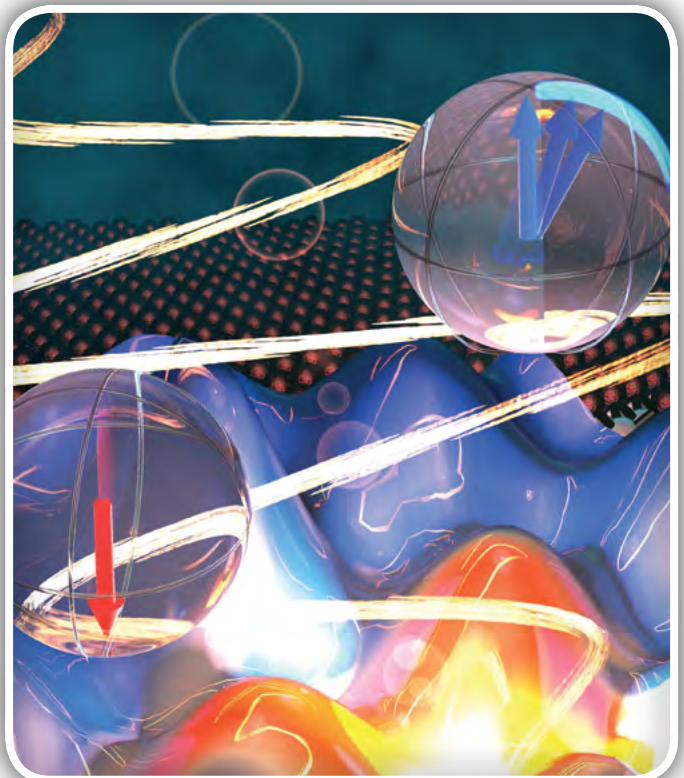
»Navadna elektronika v območju gigahercov omogoča eno milijardo operacij na sekundo. Ta metoda pa je milijonkrat hitrejša,« pravi Mackillo Kira, profesor elektrotehnike in računalništva.

Nova tehnika manipulacije elektronov s svetlobo bi lahko pripeljala do kvantnega računanja pri sobni temperaturi.

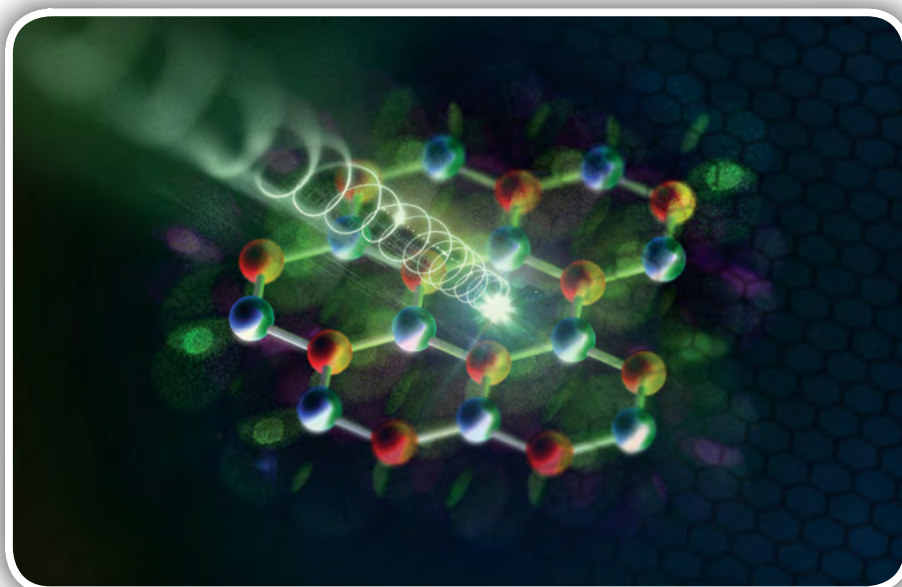
Ekpa raziskovalcev iz Nemčije in univerze v Michiganu je prikazala, da je s pomočjo laserskih pulzov mogoče premikati elektron v tanki plasti polprevodnika med dvema stanji, kar nam omogoča definiranje stanja 0 in 1 in kar bi lahko uporabili kot procesorsko logiko.

Bil je vodja teoretičnega dela študije, ki bo objavljen v zborniku Nature, v sodelovanju z fiziki iz univerze Marburg v Nemčiji. Eksperiment so izvedli na univerzi Regensburg v Nemčiji.

Kvantno računalništvo bi lahko reševalo naloge, ki jih







nizkih temperatur (skoraj  $-200^{\circ}\text{C}$ ), pri katerih se prenehajo trki med elektroni. V teh pogojih atomi vstopijo v deljena kvantna stanja preko kvantnega pojava koherence. To omogoča kvantnim stanjem daljši obstoj.

Z novo metodo pa se problema lotili drugače. Namesto podaljšanja časa obstoja qubita za obdelavo, podatke v qubitu obdelajo izjemno hitro, še preden ta razpade.

"V prihodnosti pričakujemo možnost izdelave naprav, ki delujejo na osnovi qubitov in ki bi izvajale operacije hitreje od ene oscilacije svetlobnega valovanja." pravi Rupert

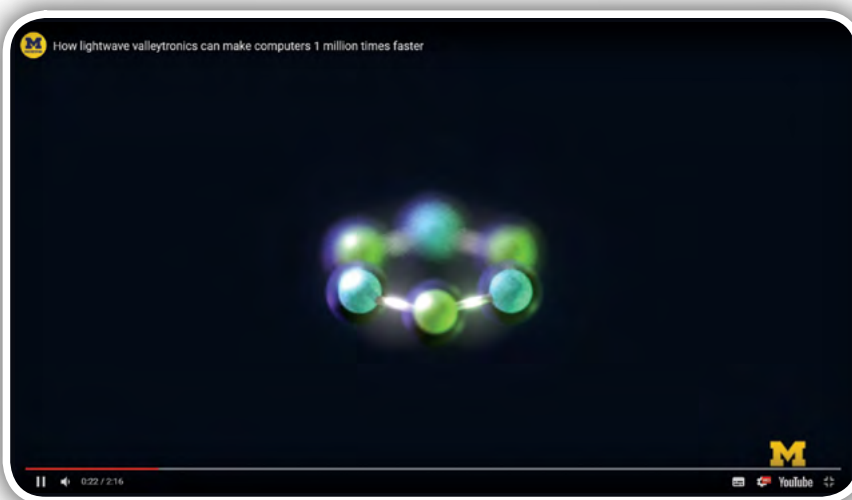
Huber, profesor fizike univerze v Regensburgu, ki je vodil eksperiment. "Uporabljen material na osnovi silicija je enostaven za izdelavo, deluje na sobni temperaturi in ne zahteva vakuumu kot prej omenjeni kvantni računalniki, navadni računalniki rešujejo predolgo. Primeri takšnih nalog so področja umetne inteligence, napovedovanja vremena in načrtovanja zdravil. Glavni atribut kvantnih računalnikov so kvantno-mehanski biti imenovani qubiti, ki ne obstajajo le v dveh stanjih, 0 in 1, temveč kot prepletanje teh stanj, imenovanih superpozicije.

"V navadnih računalnikih mora biti vsaka konfiguracija bitov shranjena in obdelana posamično, qubiti pa lahko v pravih pogojih shranjujejo in obdelujejo vse možne konfiguracije v enem koraku," pravi Kira.

To pomeni, da lahko probleme, pri katerih hočemo preučiti problem z različnimi rešitvami in izbrati najboljšo, s kvantnimi računalniki rešujemo veliko hitreje.

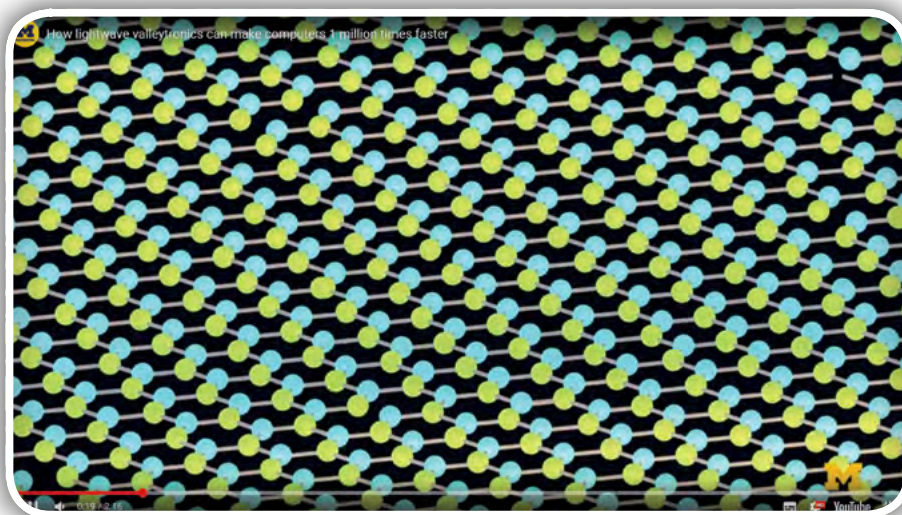
Qubite pa je zelo težko ustvariti, ker so kvantna stanja zelo nestabilna. Trenutno večina podjetij, kot so IBM, Intel, D-Wave in Microsoft, uporablja superprevodna vezja ohlajena do izjemno

debel je le nekaj atomov in je kar se da kompakten."



Ploščica je izdelana iz tungstena in selena v mreži, ki ima obliko satnic. Ta struktura ustvari par elektronskih stanj, imenovanih pseudospina. To stanje ni povezano s spinom elektrona, ki je podobno imenovana nepovezana lastnost elektrona, temveč je sorodno kotni hitrosti. Ta par pseudospinov zakodira logično 0 in 1.

Hubrova ekipa je izzvala ta par stanj s pomočjo hitrih pulzov infrardeče svetlobe, ki so trajali le nekaj femtosekund. Prvi pulz ima določen spin, imenovan krožna polarizacija, ki postavi elektrone v enega od pseudospinskih stanj. Nato lahko



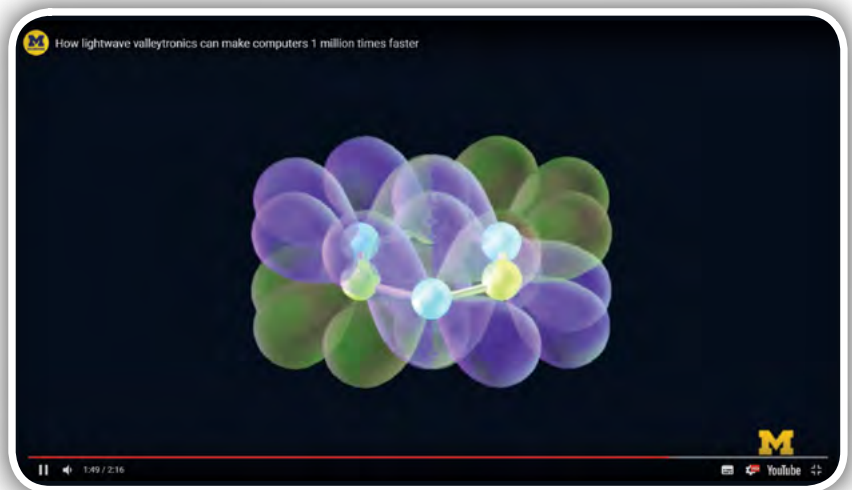
te elektrone premikamo med stanjema s svetlobnimi pulzi, ki nimajo spina.

Z obravnavanjem teh stanj kot logično 0 in 1 bi bilo mogoče ustvariti novo vrsto računalnikov na osnovi svetlobnih valov z milijon-krat hitrejšim ritmom procesiranja. Vendar je prva ovira na tej poti je uporaba zaporedja laserskih pulzov za poljubno menjanje psevdospinskih stanj.

Elektroni pa se lahko prepletajo v superpozicijska stanja tudi med dvema ekstremoma psevdospinov (0 in 1). S hitrim zaporedjem pulzov naj bi jih bilo mogoče obdelati, še preden razpadejo. Ekipa je uspešno zadržala qubit dovolj dolgo, da bi nad njim lahko izvedli določeno zaporedje operacij, torej je proces dovolj hiter, da bi bil lahko uporabljen v kvantnem procesorju.

Dodatna prednost te metode je, da qubiti nenehno oddajajo polarizirano svetlobo, s pomočjo katere jih lahko preberemo brez da bi zmotili njihovo mejno stabilno kvantno stanje. Stanje qubita je določeno prek smeri, v kateri je oddana polarizirana svetloba.

Naslednji korak do uporabe v kvantnih računalnikih bo ustvarjenje dveh qubitov naenkrat, v zadostni bližini, da bosta lahko medsebojno vplivala. To bi lahko dosegli



z nalaganjem plasti polprevodnika eno na drugo ali z ustreznimi nanostrukturami, ki bi izolirale par qubitov na eni sami polprevodniški plošči.

Študijo „Lightwave valleytronics v eni plasti volframovega diselenida“ so financirali Evropski raziskovalni svet in Nemška raziskovalna fundacija.

#### Povzeto po:

- <https://www.rdmag.com/news/2018/05/semiconductor-computers-could-be-million-times-faster>

Vir: Univerza v Michiganu  
[www.rdmag.com](http://www.rdmag.com)



# Leonardo Da Vinci

## V 30 SEKUNDAH

50 njegovih najboljših idej, izumov in umetnin s polminutno razlago.

Ta knjiga je najhitrejša pot do razumevanja, s kako različnimi temami se je ukvarjala misel renesančnega velikana. Vodilni izvedenci za Leonarda so ustvarili hiter in poznavalski vodnik po širokem zajemu in briljantni izpeljavi njegovih najbolj imenitnih izumov. Vsak je predstavljen v samo 30 sekundah – sestavljata ga ena stran besedila in ena sama slika. Knjiga je ilustriрана z domiselno grafiko in obogatena s študijami umetnikovih ključnih slik, tako da bo kar najhitreje potešila vašo radovednost.



**LEONARDO DA VINCI**  
50 njegovih najboljših idej, izumov in umetnin s polminutno razlago  
**V 30 SEKUNDAH**

Prevajatelj: Marina Wallace  
Prevečevalci: Martin Kemp



NOVO!



Tehniška založba Slovenije

[www.tzs.si](http://www.tzs.si)  
[narocila@tzs.si](mailto:narocila@tzs.si)

MODRA ŠTEVILKA  
**080 17 90**

# 3D tiskalnik na poti proti mednarodni vesoljski postaji

National Aeronautics and Space Administration

*Tovorno plovilo Cygnus se približuje mednarodni vesoljski postaji. Njegov tovor so med drugim več ton potrebščine za posadko, znanstvene eksperimente, od 3D tiskanja in recikliranja, do simulacije nastanka nebesnih teles iz zvezdnega prahu.*



## 3D tiskanje in recikliranje

efabricator je prvi 3D tiskalnik in reciklator filameta na vesoljski postaji. Odpadne plastične predmete reciklira v visoko kakovosten filament za 3D tisk, kar je uporabno za trajnostno izdelovanje, popraviljanje in recikliranje plastike na dolgih misijah v vesolju. Sposobnost reciklaže zmanjša potrebo po velikih zalogah filameta. Trenutna izziva takšnega tiskanja sta nadzor kakovosti in dosledna kvaliteta filameta.

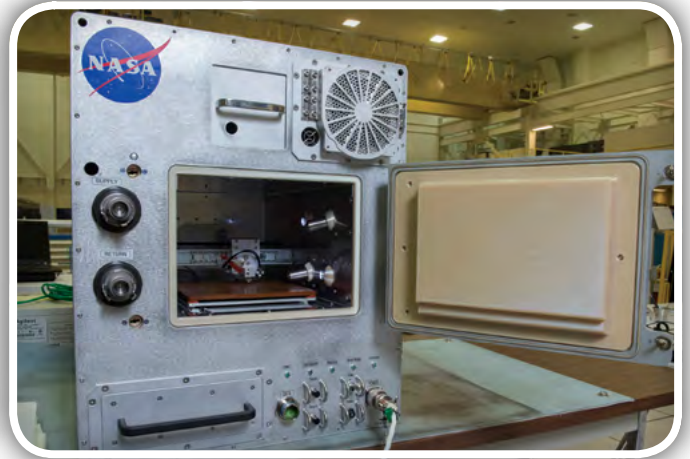
## Čutne zaznave v mikrogravitaciji

V mikrogravitaciji se čutne zaznave spremenijo, kar lahko vodi do napak pri obdelavi čutnih informacij in s tem občutka za orientacijo, hitrost in razdalje. Naprava VECTION preučuje te učinke in kako se astronauti na njih prilagodijo na dolgih misijah, ter kako te prilagoditve vplivajo nanje, ko se vrnejo v zemljino težnost. Z uporabo VR prikazovalnika astronauti ocenjujejo dolžine, oddaljenosti in orientacije objektov v prostoru. Ta test se izvede pred, med in po misiji. Raziskava tega pojava se imenuje po vizualni iluziji premikanja (vection), ko človek miruje, okolica pa se premika.

## Strjevanje cementa v vesolju

Raziskava MVP-Cell 05 uporablja centrifugo za preučevanje kompleksnega procesa strjevanja cementa v mikrogravitaciji. To je korak do morebitne gradnje betonskih struktur v vesolju. Ta raziskava je nadaljevanje že izvedenih študij strjevanja cementa v mikrogravitacijskem polju (MICS). Združeni podatki obeh raziskav bodo inženirjem pomagali razumeti lastnosti in mikrostrukturo cementa za načrtovanje lahkih vesoljskih bivališč in izboljšanja izdelovalnih postopkov za cement na Zemlji.





## Od zvezdnega prahu do osončij

Velik del vesolja je ustvarjen iz zvezdnega prahu, ki se je pod vplivom medsebojne gravitacije združil v srednje velike objekte, ki so se sčasoma združili v planete, satelite in druga vesoljska telesa. Veliko vprašanj na tem področju pa je še neodgovorjenih. Raziskava EXCISS bo iskala odgovore s simuliranjem visoko energetskih in nizko gravitacijskih okoliščin, ki so vladale ob nastajanju sončnega sistema. Znanstveniki nameravajo električno spodbujati namensko ustvarjen prah, da se bo združil v večje delce, nato pa preučiti njihovo obliko in zgradbo.

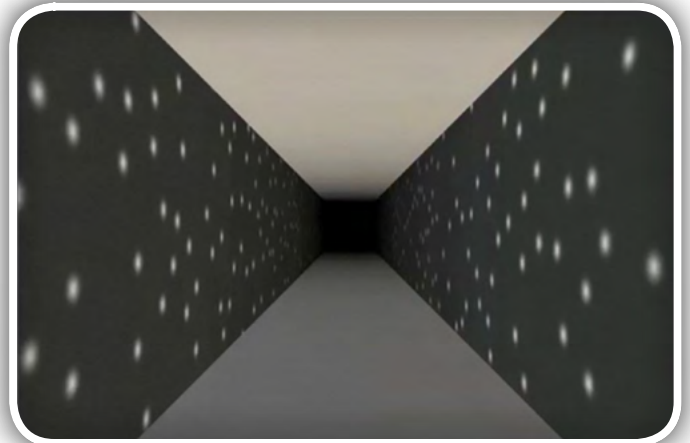
Glavna raziskovalka Tamara Koch pojasnjuje, da je prah izdelan iz forsterita ( $Mg_2SiO_4$ ), minerala, ki pretežno sestavlja večino meteoritov. Mineral je soroden olivinu, poznanem tudi kot dragi kamen Peridot. Premer delcev praha je primerljiv z debelino človeškega lasu.

## Rast kristalov za boj proti Parkinsonovi bolezni

Raziskava CASIS PCG-15 se ukvarja s pomembno beljakovino za rast velikih kristalov, z Levcinom bogate ponavljajoče kinaze 2 (LRRK2) v mikrogravitaciji za kasnejšo analizo na Zemlji. Ta beljakovina sodeluje pri razvoju Parkinsonove bolezni, zato bi lahko analiza njene sestave in oblike znanstvenikom pomagala razumeti mehanizem razvoja te bolezni in razviti zdravila in terapije za zdravljenje. Kristali LRRK2, ki jih je mogoče sintetizirati v zemljini gravitaciji, so namreč preveč stisnjeni in premajhni za analizo, zaradi česar je mikrogravitacija pomemben korak v teh raziskavah.

## Boljše membrane za ločevanje plinov

Membraneso med najcenejšimi in najučinkovitejšimi tehnologijami za ločevanje in odstranjevanje ogljikovega dioksida iz izpušnih plinov, kar bi bilo uporabno za zmanjševanje toplogrednih



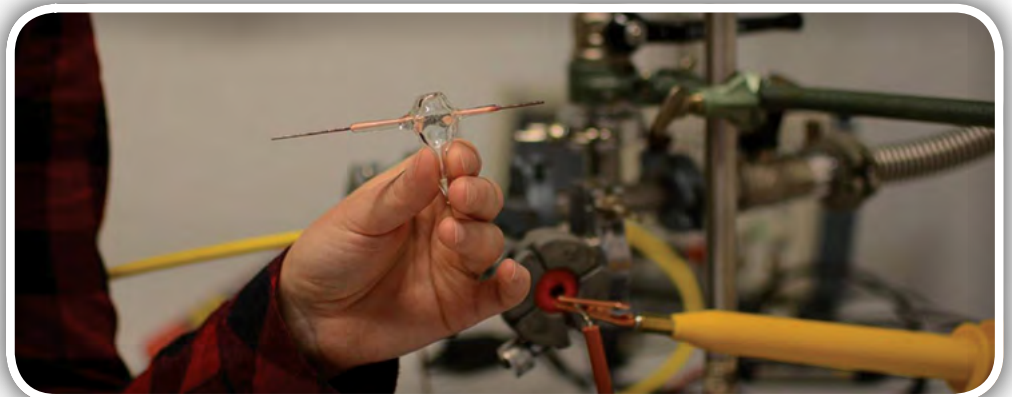
emisij. Raziskava CEMSICA bo testirala membrane narejene iz kalcijevega silikata (C-S) s porami manjšimi od 100 nm. Izdelava teh membran v mikrogravitaciji bi se lahko izognila določenim problemom, ki jih predstavlja zemljina težnost in vodila do izdelave cenejših in bolj vzdržljivih membran, za katere bi porabili manj energije. Tehnologija bi lahko pomagala zmanjšati škodljive emisije ogljikovega dioksida.

To je le nekaj od več sto raziskav, ki se izvajajo na krovu mednarodne vesoljske postaje, laboratorija v Zemljini orbiti.

### Povzeto po:

- [https://www.nasa.gov/mission\\_pages/station/research/news/ng-10\\_research\\_highlights](https://www.nasa.gov/mission_pages/station/research/news/ng-10_research_highlights)

[www.nasa.gov](http://www.nasa.gov)



# 3D tisk za industrijsko uporabo?

CGS plus d.o.o.

*Ponavadi se 3D tisk uporablja v razvojnih podjetjih in laboratorijih, kjer cena tiska 3D izdelka in pa tudi čas tiskanja nista tako zelo pomembna faktorja. V proizvodnji je drugače: izdelki morajo biti narejeni hitro in poceni.*

In tudi na področju 3D tiska se dogajajo velike spremembe. Podjetje HP je s svojo tehnologijo HP Multi Jet Fusion premaknilo meje možnega na neverjeten nivo. S to tehnologijo lahko natisnemo 3D izdelke do 10x hitreje, kot z obstoječimi 3D tiskalniki. To jim je uspelo s tehniko, ki jo poznamo iz InkJet tiskalnikov, ki je pravzaprav HP-jeva tehnologija.

Proces izdelave 3D predmeta se prične z nanosom tankega sloja materiala v obliki prahu na delovno površino, v naslednjem prehodu pa tiskalnik natisne črno barvo tam, kjer na bi bil izdelek. Sočasno z zmogljivimi IR grelniki pogrejejo tista področja materiala, ki so obarvana črno in tam se material sprime ter tvori želeno obliko.



HP-jeva tehnologija omogoča nanašanje 30 milijonov kapljic/sekundo na palec širine ploskve, zaradi česar je tiskalnik izjemno precizen in dimenzijsko natančen. Hkrati tiskalnik tudi natančno meri temperaturo delovne površine na več sto točkah. Ta meritev določa, katera področja potrebujejo več ogrevanja in katera področja so ohlajena.

Rezultat je popoln nadzor nad mehanskimi lastnostmi materiala, dimenzijsko natančnostjo in ponovljivostjo.

Ko je izdelek natisnjen, s sesalnikom odsesajo odvečen prah in ostanejo

samo natisnjeni izdelki. Večino posesanega prahu se uporabi pri izdelavi naslednjih izdelkov. Tako je možno natisniti izdelke, ki jih s klasično 3D tehnologijo ni možno natisniti – recimo kroglo v krogli, ki se nahajata v krogli.

V času potrebnemu za izdelavo 1000 enot po klasičnih 3D tiskalnih metodah, lahko HP Multi Jet Fusion tehnologija natisne več 1000 enot, pri tem pa dosega izjemno kvaliteto in ponovljivost. In prav zato so HP 3D tiskalniki primerni za industrijsko uporabo, saj z njimi lahko natisnemo poljuben izdelek v industrijskih količinah, pri čemer ni potrebna izdelava orodij za brizganje plastike.

Podjetje HP pa se na tej stopnji ni ustavilo, pač pa že pripravlja barvne 3D tiskalnike, ki bodo temeljili na HP Multi Jet Fusion tehnologiji.

HP v Sloveniji zastopa podjetje CGS plus d.o.o. iz Ljubljane. Podjetje ima v svojih prostorih na Brnčičevi ulici tudi Demo center, kjer 3D tiskalnik pokažejo in tudi natisnejo izdelke za svoje stranke.

[www8.hp.com](http://www8.hp.com)  
[www.cgsplus.si](http://www.cgsplus.si)



# Nova baterija pridobiva energijo iz atoma

EurekaAlert!

*Napori, ki jih podpira ameriška vojska, lahko vodijo v razvoj baterije, ki omogoča nov vir napajanja.*

Večnacionalna raziskovalna skupina, ki jo vodijo znanstveniki ameriške vojske, je uspešno sprožila nadzorovano sproščanje shranjene izotopske energije z uporabo fizičnega učinka, ki vključuje elektrone v atomu - idejo, ki je bila predlagana pred več kot 40 leti, vendar nikoli prej eksperimentalno predstavljena.

Znanstveniki so dejali, da ta pomemben znanstveni dosežek pomeni korak v prizadevanju vojske po iskanju in dostopu do alternativnih virov energije za nove vrste baterij, ki presegajo tiste dobljene s kemikalijami. Rezultat je bil objavljen kot pismo v izdaji revije Nature 8. februarja.

"V teku so prizadevanja za razvoj novih orodij za vojsko prihodnosti, bodisi v povečanju sposobnosti razumevanja bitke, boljši zaščiti vojaka ali hitrejšem in učinkovitejšem gibanju," je dejal dr. James Carroll, vodja raziskovalnega laboratorija v Oddelku za elektroenergetske komponente ameriške vojske.

"Vendar pa brez zadostne energije in moči nobena od teh izboljšav ni izvedljiva," je še dodal. "Tako je očitno močna motivacija za razširitev dostopa vojske do energije in novih virov energije.

To na primer spodbuja raziskave v izboljšanih kemičnih baterijah z zmogljivostmi, specifičnimi za vojsko, da se razbremenijo vojake; vendar potekajo tudi raziskave za določitev izvedljivosti dostopa do energije, shranjene z izotopi, pri 100.000-kratni gostoti, kot jo lahko zagotovijo

kemikalije. Lahko bi rekli, da poskušamo preseči "kemično mejo" za povsem nove vrste baterij. "

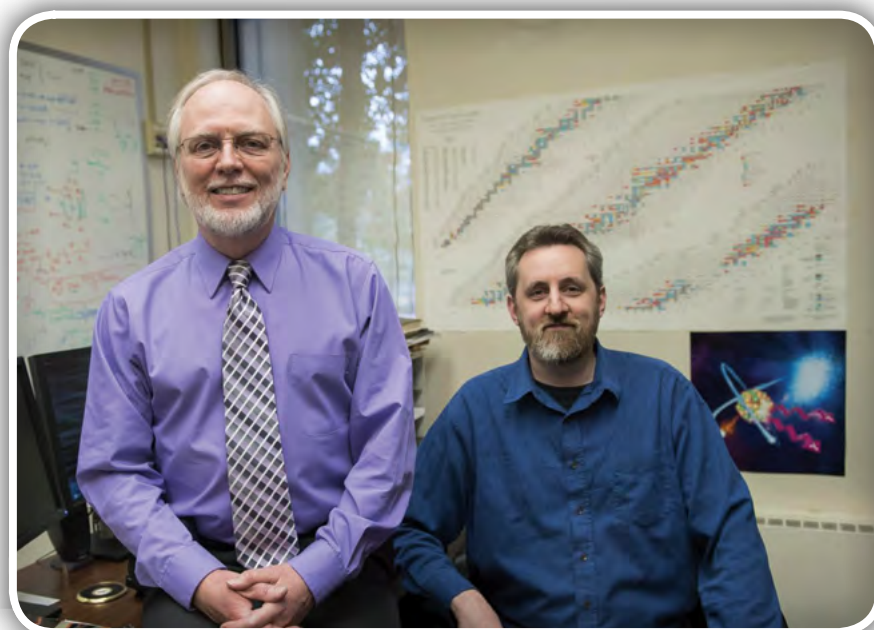
Carroll in ekipa ARL upata, da bosta to dosegla z raziskovanjem nekemičnega razreda materialov, in sicer radioizotopov, ki shranjujejo energijo v materialih, ki niso fizijski. V tem novem rezultatu so v testu specifičnega izotopa molibdena pokazali, da bi se lahko energija shranjevala v vzbujeni obliki tistih jeder, ki trajajo približno sedem ur, in da bi se lahko energija sproščala v veliko krajšem času z novim procesom, ki vključuje atomske lupine okoli tega jedra.

Ustvarjanje "luknje" v atomski lupini, in dodajanje prostega elektron, ki bi padel v to lupino, s čemer bi prenesel samo pravo (majhno) količino energije v jedra in kot stikalo povzročil kontrolirano sproščanje večje shranjene energije. Fascinantna znanost za tem postopkom je pritegnila druge raziskovalce iz ZDA, Evrope in Avstralije, da se pridružijo temu poskusu.

Poudarek skupine na ARL se osredotoča na več učenja o osnovnih mehanizmih za sproščanje energije, ki lahko v prihodnosti podpirajo nove vrste virov energije. Kot del teh prizadevanj je bil elektronsko-jedrski mehanizem prvič prikazan kot primer, kako se osredotočanje ARL navezuje na čisto znanstvene raziskave.

V bližnji prihodnosti je glavni vpliv pri zagotavljanju prvih dokazov za ta učinek, ki jih je mogoče uporabiti za ocenjevanje teoretičnih modelov za razumevanje procesa. Pripravljajo se novi eksperimenti za nadaljnjo opredelitev procesa. Raziskovalci upajo, da bo ta mehanizem dolgoročno zagotovil praktično sredstvo za zagotavljanje novih tipov baterij in virov energije za potrebe vojske. Prvotni koncept, uporabljen v predstavitvi, je leta 2012 objavil Carroll in raziskovalni sodelavec iz ruskega Skupnega inštituta za jedrske raziskave in je leta 2014 predstavljal projektno nagrado prek raziskovalne pobude direktorja ARL.

Delo, da se koncept spremeni v pravi eksperimentalni načrt in izvede potrebne poskuse, se je začelo sredi leta 2014. Predhodni poskus maja 2015 na Avstralski nacionalni univerzi je zagotovil izhodiščni rezultat, dejanski demonstracijski poskus pa je bil izveden decembra 2015 na



objektu ATLAS v nacionalnem laboratoriju Argonne. Analiza več kot 10 terabajtov podatkov se je nadaljevala v začetku leta 2017 pred predložitvijo reviji Nature.

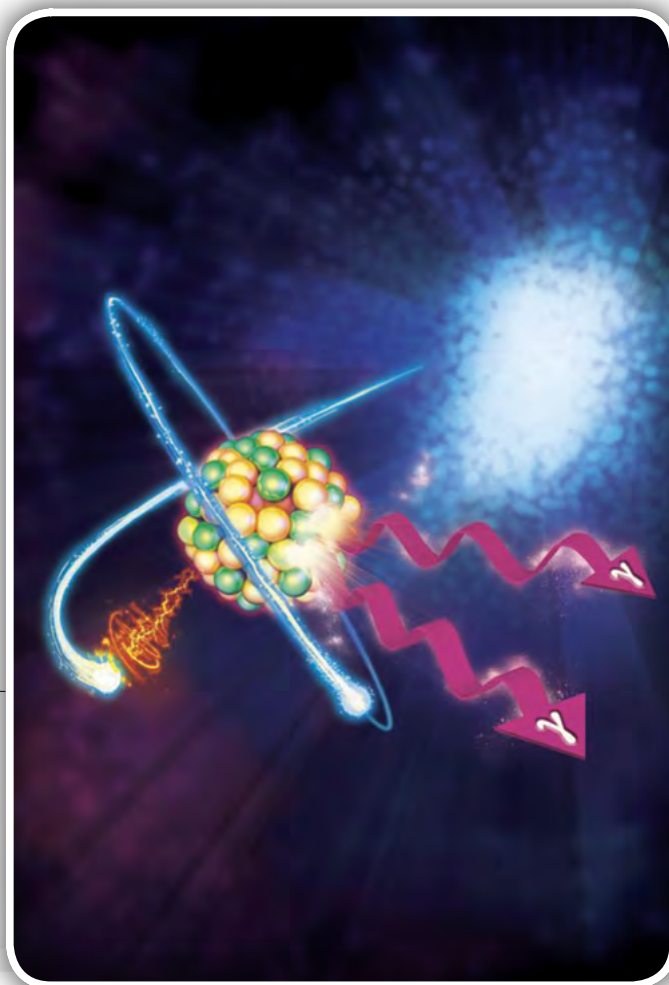
Vodja raziskave je dr. Christopher Chiara (pridružene univerze Oak Ridge / raziskovalna sodelavka ARL) s Carrollom in dr. Jarrodom Marshom iz ARL ter drugi soavtorji z Avstralske nacionalne univerze, nacionalnega laboratorija Argonne (ZDA), ZDA Naval Academy, Ameriška agencija za zmanjševanje obrambne nevarnosti, Univerza Nicolaus Copernicus (Poljska), Nacionalni center za jedrske raziskave (Poljska), Univerza v Rochesterju (ZDA) in JINR.

#### Vir:

- [https://www.eurekalert.org/pub\\_releases/2018-02/uarl-aed020718.php](https://www.eurekalert.org/pub_releases/2018-02/uarl-aed020718.php)
- Slike: Arl's James J. Carroll, William Parks and Eric Proctor

[www.eurekalert.org](http://www.eurekalert.org)

Slika je umetniška predstava procesa jedrskega vzbujanja z zajemom elektronov. Visoko odvzeti ion, prikazan tukaj kot atomsko jedro z enim samim orbitirajočim elektronom, ujame nezaželen elektron v prazno orbito. Pod pravimi pogoji ta zajem prenese majhno količino energije v jedro, ki nato oddaja veliko večjo količino energije v obliki gama žarkov. (Foto: z dovoljenjem Jamesa J. Carrolla, Williama Parksa in Erica Proctorja)



# MIEL®

## Vse za avtomatizacijo proizvodnje

# OMRON

#### Sistemi za avtomatizacijo

- Industrijski računalniki
- Krmilniki za avtomatizacijo strojev
- Programirljivi logični krmilniki (PLC)
- Distribuirane I/O enote
- Vmesniki človek-stroj (HMI)
- Sysmac Studio

#### Stikalne komponente

- Elektromehanski releji
- Polprevodniški releji
- Nizkonapetostni preklopniki
- Stikala in tipke
- Terminalni bloki

#### Varnostna tehnika

- Naprave za zaustavljanje in nadzor v sili
- Varnostna stikala
- Varnostna vrata
- Varnostne preproge - serija UMA
- Varnostni senzorji
- Varnostni logični krmilni sistemi
- Varnostni izhodi

#### Pogonska tehnika

- Krmilniki gibanja
- CNC krmilniki
- Servo sistemi
- Frekvenčni pretvorniki

Za višjo produktivnost. ✓



#### Komponente za nadzor delovanja

- Senzorji in regulatorji temperature
- Napajalniki
- Brezprekinitveno napajanje (UPS)
- Časovniki
- Števci
- Programirljivi releji
- Digitalni prikazovalniki
- Naprave za spremljanje energije

#### Senzorika

- Fotoelektrični senzorji
- Senzorji barve in označb
- Senzorji s svetlobnimi vodniki
- Senzorji za površine
- Optični senzorji in ojačevalniki
- Induktivni senzorji
- Mehanski senzorji in mejna stikala
- Senzorji za procesne veličine

#### Robotika

- Industrijski roboti
- Linearne osi
- Mobilni roboti

#### Nadzor in preverjanje kakovosti

- Identifikacijski sistemi
- Sistemi za kontrolo kvalitete
- Merilni senzorji
- Verifikacijski sistemi
- Vision sistemi in industrijske kamere



MIEL, d.o.o. • Efenkova cesta 61 • SI-3320 Velenje • T +386 (0)3 77 77 000 • F +386 (0)3 77 77 001 • E info@miel.si • S www.miel.si

# Topološki material je prvič vklopil in izklopil

ScienceDaily

*Nova študija predstavlja pomemben napredek v topoloških tranzistorjih in elektronskih napravah zunaj CMOS-a. Prvič se je dogodilo, da se topološko stanje v topološkem izolatorju vklopi in izklopi z uporabo električnega polja. Raziskovalci so dokazali, da je to možno pri sobni temperaturi, ki je potrebna za morebitno nadomestitev CMOS tehnologije pri vsakodnevni aplikacijah.*



V zadnjem desetletju je bilo veliko navdušenja zaradi odkritja, ki ga je Nobelova nagrada za fiziko priznala pred samo dvema letoma, da obstajata dve vrsti izolatorjev: normalni izolatorji, ki ne izvajajo elektrike, in topološki izolatorji - na novo odkriti materiali, ki prevajajo elektriko le na svojih robovih.

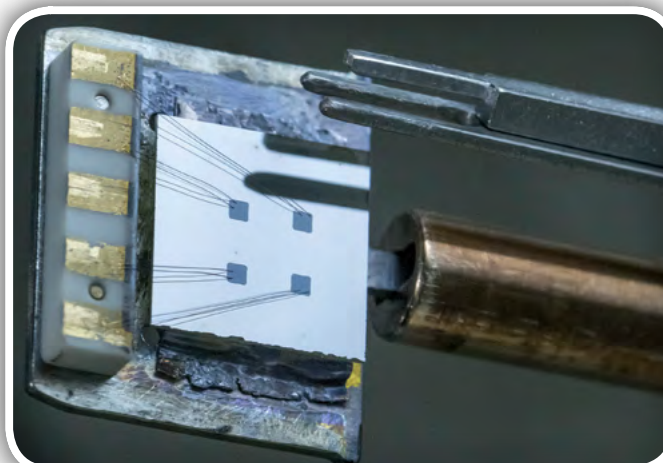
Raziskovalci FLEET na Univerzi Monash v Avstraliji so prvič uspešno uporabili material med tema dvema stanjema snovi z uporabo električnega polja. To je prvi korak pri ustvarjanju delujočega topološkega tranzistorja - predlagane nove generacije elektronskih naprav z izjemno nizko porabo energije. Izjemno nizkoenergijska elektronika, kot so topološki tranzistorji, bi omogočila, da računalništvo še naprej raste, ne da bi bilo omejeno z razpoložljivo energijo, saj smo blizu konca dosegljivih

izboljšav v tradicionalni elektroniki na osnovi silicija (pojav, znan kot konec Moorega zakona).

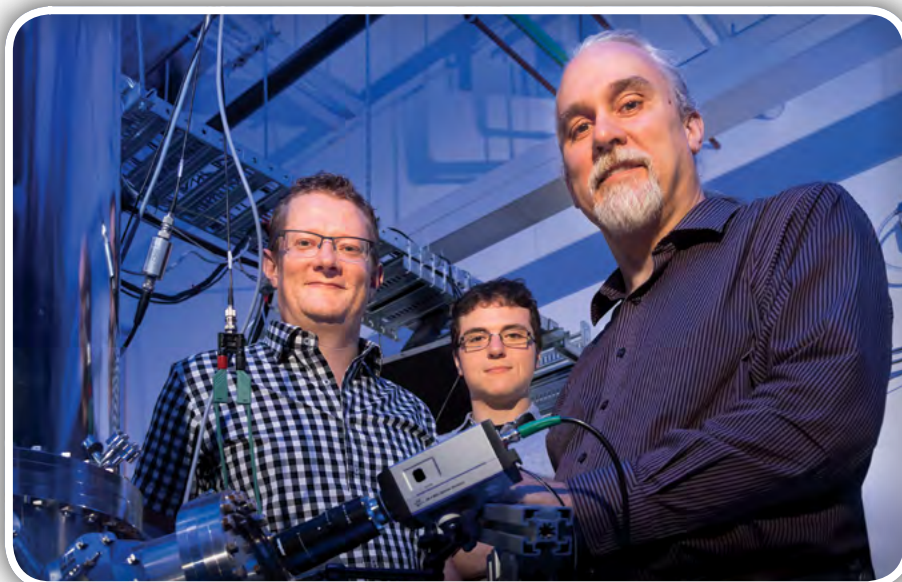
"Topološka elektronika z zelo nizko porabo energije je možen odgovor na vse večji izziv energije, ki jo zapravljamo v sodobnem računalništvu," pojasnjuje avtor študije profesor Michael Fuhrer. "Informacijska in komunikacijska tehnologija (IKT) že porabi 8% svetovne električne energije in to se vsako desetletje podvoji."

Ta nova študija je pomemben napredek v smeri tega cilja delujočega topološkega tranzistorja.

**Energija, porabljena v računanju, predstavlja 8% svetovne porabe električne energije**  
**Poraba energije IKT se vsako desetletje podvoji.**  
**IKT prispeva k podnebnim spremembam toliko, kot letalska industrija**  
**Moorov zakon, ki 50 let poganja IKT, se bo končal v naslednjem desetletju.**







## Kako delujejo: topološki materiali in tranzistorji

Topološki izolatorji so novi materiali, ki se v svoji notranjosti obnašajo kot električni izolatorji, vendar lahko nosijo tok po svojih robovih.

"Na teh robnih poteh lahko elektroni potujejo le v eni smeri," pojasnjuje glavni avtor dr. Mark Edmonds. "In to pomeni, da ne more biti "povratnega sipanja", kar povzroča električno upornost v običajnih električnih vodnikih." Za razliko od običajnih električnih vodnikov, lahko takšne topološke robne poti nosijo električni tok z skoraj ničelno disipacijo energije, kar pomeni, da topološki tranzistorji lahko porabijo manj energije kot konvencionalna elektronika. Lahko bi tudi hitreje preklopili.

Topološki materiali bi tvorili tranzistorjevo aktivno, "kanalsko" komponento, s čimer bi dosegli binarno operacijo, ki se uporablja pri računanju, preklapljanje med odprtim (0) in zaprtim (1). "To novo stikalo deluje na bistveno drugačnem principu kot tranzistorji v današnjih računalnikih," pojasnjuje dr. Edmonds. "Za takšna stikala predvidevamo, da omogočajo popolnoma novo računalniško tehnologijo, ki uporablja nižjo energijo." Električno polje inducira kvantni prehod iz 'topološkega' izolatorja v konvencionalni izolator.

Topološki tranzistorji morajo biti izvedljiva alternativa trenutni tehnologiji, ki temelji na siliciju (CMOS):

- delujejo pri sobni temperaturi (brez potrebe po dragem superhlajenju),
- morajo "preklopiti" med prevajanjem (1) in neprevajanjem (0) in
- morajo omogočiti zelo hitro preklop z uporabo električnega polja. "

Medtem ko so bili v teoriji predlagani preklopni topološki izolatorji, je to prvič, da je eksperiment dokazal, da material lahko preklopi pri sobni temperaturi, kar je ključnega pomena za katero koli nadomestno tehnologijo.

V tej študiji so bili eksperimenti opravljeni pri kriogenih temperaturah, vendar velika izmerjena vrzel potrjuje, da bo material pri sobni temperaturi pravilno preklopil.

Poraba energije IKT, konec Moorovega zakona in rešitve »po CMOS« Najpomembnejši izziv za delo je naraščajoča količina energije, ki se uporablja v informacijski in komunikacijski tehnologiji (IKT), od katere velik del povzroča preklapljanje.

Vsakič, ko tranzistor preklopi, se porabi majhna količina energije in s trilijoni tranzistorjev, ki preklaplajo milijarde krat na sekundo, se ta energija poveča.

Že vrsto let so energetske potrebe eksponentno naraščajočega števila računskih operacij postajale vedno bolj učinkovite z vedno bolj kompaktnimi mikročipi CMOS (na osnovi silicija) - to je učinek, povezan z znanim 'Moorovim zakonom'. Toda s približevanjem temeljnih mej fizike se Moorov zakon konča in v prihodnosti bo mogoče najti le omejeno učinkovitost.

"Revolucija informacijske tehnologije je izboljšala naša življenja in želimo, da se nadaljuje," pravi prof. Michael Fuhrer. "Da bi računanje še naprej raslo, da bi sledili spreminjajočim se zahtevam, potrebujemo bolj učinkovito elektroniko." "Potrebujemo nov tip tranzistorja, ki porabi manj energije, ko preklopi." "To odkritje je korak v smeri topoloških tranzistorjev, ki lahko spremenijo svet računanja."

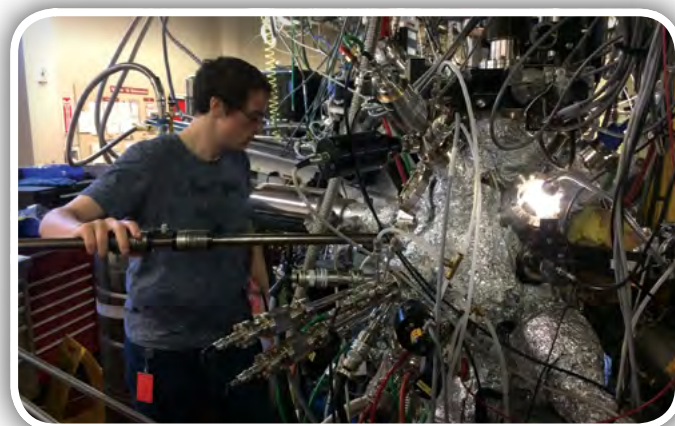
### Avtor fotografij:

- FLEET, <http://www.fleet.org.au/blog/topological-material-switched-off-and-on-for-the-first-time-key-advance-for-future-topological-transistors/>

### Povzeto po:

- <https://www.sciencedaily.com/releases/2018/12/181210142050.htm>

[www.sciencedaily.com](http://www.sciencedaily.com)



# Poenostavite življenje z logiko

Microchip Technology Inc  
Avtor: Manu Venkategowda

**Manu Venkategowda iz podjetja Microchip Technology Inc. razlaga, kako lahko konfigurabilna logična celica poenostavi implementacijo kompleksnih funkcij v mikrokontrolerju.**

Včasih lahko nekaj preprostega prinese velike koristi. Večina ugnezenih inženirjev uporablja različne signale ali logiko za obravnavanje potreb končnih aplikacij. Za reševanje teh potreb se zatekajo k oblikovanju kompleksne logike. Kaj pa, če bi obstajal preprost način, da bi naredili nekaj bolj zapletenega? Nekateri mikrokontrolerji imajo prilagodljive periferne enote za izvajanje funkcij, potrebne za kompleksne aplikacije.

To je tisto, kjer pride na vrsto konfigurabilna logična celica (Configurable Logic Cell CLC). CLC periferija je bila dodana v nabor perifernih naprav za Microchip PIC<sup>®</sup> mikrokontrolerjev (MCUs) in omogoča uporabnikom, da oblikujejo preprosto funkcijo, ki lahko služi kot vmesnik za MCU. Ta CLC periferia napravniku omogoča, da določi kombinacije signalov kot vhodne podatke za logično funkcijo in uporabi logični izhod za nadzor drugih perifernih naprav in IO priključki, kar uporabnikom omogoča prilagodljivost pri oblikovanju funkcije po svoji izbiri.

Da bi bile stvari enostavne, je CLC podprt v konfiguratorju kode MPLAB<sup>®</sup> (MCC) podjetja Microchip. To razvijalcu omogoča, da enostavno povleče in spusti logična vrata, da poveže vhode in izhode v obliki GUI, in s klikom na gumb ustvari kodo C, kar močno poenostavi izvajanje CLC modulov.

Od jedra neodvisna periferija (Core Independent Peripherals CIP) opravlja svoje naloge brez dodatne kode ali nadzora CPU, da bi ohranila njihovo delovanje. CLC je takšen CIP, ki poenostavlja izvajanje zapletenih nadzornih sistemov in hkrati omogoča razvijalcem veliko fleksibilnosti pri načrtovanju, tako da se CPU obremeni in tako izboljša zmogljivost mikrokontrolerja. Nadaljujte z branjem, da boste izvedeli, kako se lahko CLC uporablja za zaznavanje faz signala, komplementarno generiranje signalnih oblik ali za spremljanje več parametrov v aplikaciji. S široko paleto vhodov, sprožilcev in izhodov so možnosti pri CLC neskončne.

## Pregled

CLC je uporabniško nastavljen periferi sistem, podoben programabilni logični napravi (PLD), vendar integriran v mikrokontroler. Notranji in zunanji vhodi se lahko izberejo kot vhodni podatki za CLC. CLC prejme vhode iz drugih perifernih naprav ali iz vhoda. Nato izvede predvideno logično operacijo in zagotavlja izhod, ki se lahko uporablja za krmiljenje drugih zunanjih naprav ali drugega IO priključka.

CLC lahko sprejema signale, kot je notranji takti signal,

izhod druge periferije in perifernega dogodka, kot je časovni vhod. Izbrani vhodni signali se lahko usmerijo na željeno logično funkcijo skozi stopnjo signalizacije.

CLC podpira različne logične funkcije, kot so AND, OR, NOT, XOR, NAND, NOR in XNOR. V CLC so izhodi faze odčitavanja podatkov vhodi v fazo izbire logičnih funkcij. Stopnja izhodne polaritete je zadnja stopnja v CLC in lahko izberete željeno polariteto.

CLC se lahko uporablja kot samostojna periferna enota pri izvajanju sekvenčnih in kombinacijskih logičnih funkcij, s čimer se omogočajo hitri sprožilci dogodkov in odzivi. Uporablja se lahko tudi z drugimi perifernimi napravami, da pomaga razširiti njihove zmožnosti, z omogočanjem izvajanja kompleksnih funkcionalnosti po želji v strojni opremi.

Ker je CLC neodvisna periferna enota, CLC učinkovito zmanjša zahtevo za pasovno širino CPU za aplikacijo, tako da prenaša veliko preprostih in logičnih odzivov dogodkov iz CPU na periferno. Prav tako zmanjšuje zahteve za Flash in RAM, saj programski algoritmi niso potrebni.

Logične funkcije, ki se izvajajo v strojni opremi, imajo hitrejši odziv dogodka v primerjavi z logičnimi funkcijami, ki se izvajajo v programski opremi. Poleg tega CLC podpira višjo stopnjo integracije brez zunanjih komponent, kar zmanjšuje celotno velikost tiskanega vezja.

## Fazni detektor

Vsestranske funkcije in preprostost CLC razširjajo zmožnosti oblikovanja PIC MCU. Dober primer, ki dokazuje zmožnosti CLC, je v faznem detektorju. Fazni detektor se lahko uporablja za številne aplikacije, vključno z merjenjem razdalj. Deluje po načelu, da ko je neprekinjen VF val oddan proti cilju, je razdalja do cilja sorazmerna s faznim premikom med oddanimi in prejetimi valovi. CLC se lahko uporablja za merjenje faze razlike med dvema signaloma iste frekvence. Oddani in prejeti valovi se uporabljajo kot vhodni podatki za CLC in fazna razlika med dvema signaloma na izhodu CLC se lahko uporabi za izračun razdalje med virom in tarčo.

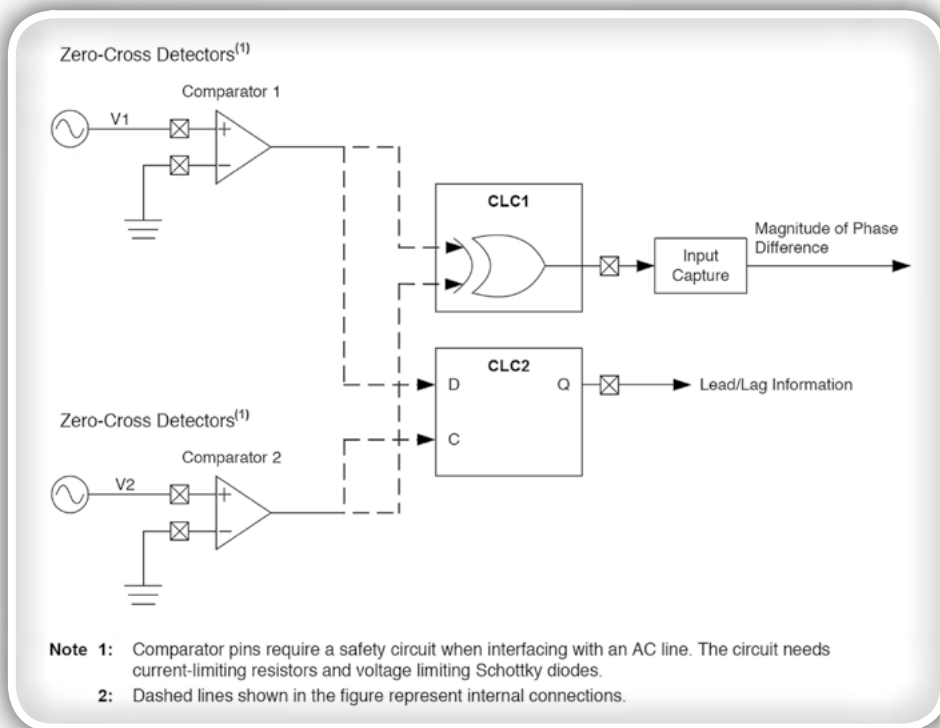
Pri izvedbi faznega detektorja z uporabo CLC se lahko logična funkcija IN-ALI v CLC uporabi za izvajanje funkcije XOR za merjenje velikosti faze razlike in logična funkcija D-Flip Flop (D-FF) pomaga pri pridobivanju informacije o prehitevanju in zamiku signalov. Poleg kvadratnih signalov je mogoče meriti fazo med drugimi tipi analognih signalov, kot so sinusni signali. Slika 1

digitalnimi energetskimi sistemi, komunikacijskimi in medicinskimi instrumenti.

## Komplementarni generator signalov

Drugi način uporabe CLC je v komplementarnem generatorju signalov (complementary waveform generator CWG). CWG proizvaja dopolnilno signalno obliko s krmiljenjem mrtvega pasu iz vhodnega vira. Med dvema signaloma se vstavi časovno mrtvo območje, da se prepreči pretočni tok v različnih aplikacijah napajanja.

Ta aplikacija ponazarja uporabo zaznavanja robov CLC-a in zmožnosti prekinitve pri ustvarjanju komplementarnih signalnih oblik z enim samim zajemi / primerjaj /



Slika 1: Fazni detektor

prikazuje konfiguracijo faznega detektorja z uporabo CLC.

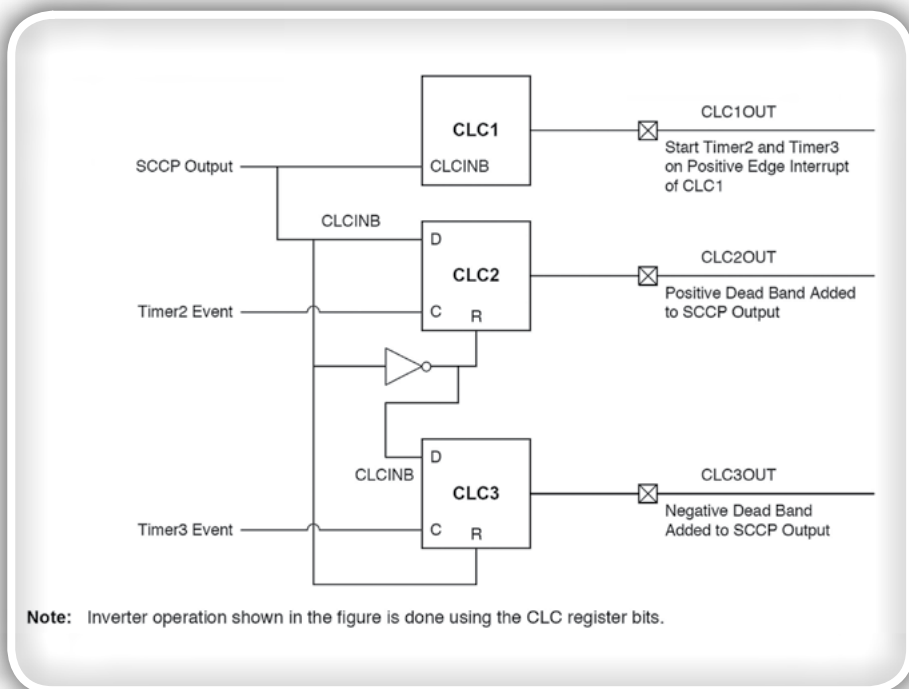
Signala vira, katerih fazno razliko je treba izmeriti, se dovajata na vhoda v dva komparatorja, ki sta konfigurirana kot detektorja prehoda preko ničle (zero-cross detectors ZCD). ZCD pretvorijo vhodne analogne signale v kvadratne signale enake frekvence. Če so izvorni signali kvadratni signali, potem ZCD niso potrebni. Kvadratni signali so interno preusmerjeni kot vhodi v več modulov CLC.

CLC1 in periferni vhodni zajem (IC) se uporabljata za določanje velikosti fazne razlike. CLC1 je konfiguriran v logični funkciji IN-ALI, iz katere je izpeljana XOR-funkcija. XORiran izhod CLC1 je zunanje povezan kot vir signala na IC. Širina impulza XOR izhoda daje velikost fazne razlike med obema signaloma in jo meri IC. Če izhod CLC1 ne proizvaja signala, so izvorni signali v fazi.

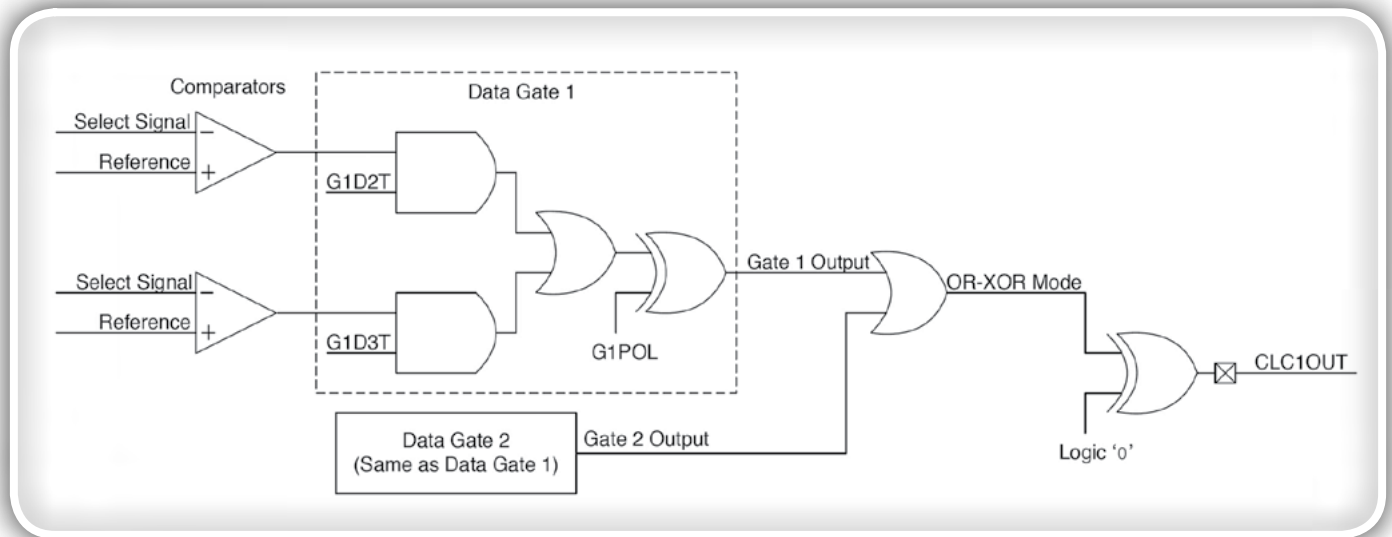
Za določitev informacij o fazi prehitevanja in zamaknjenege signala dveh vhodnih signalnih oblik je CLC konfiguriran v načinu D-FF z enim kvadratnim signalom in uporabljenim D vhodom, drugi pa je uporabljen kot takt. Izhod CLC2, ki je visok ali nizek, bo določil, ali D vhod vodi ali zaostaja v fazi glede na takti vhod. Merjenje faznega kota med dvema signaloma iste frekvence je koristno pri številnih aplikacijah, vključno z merjenjem,

PWM (SCCP) modulom kot vhodnim virom.

Pogosto aplikacije, kot je nadzor motorja, zahtevajo več generatorjev oblik signalov, ki nadzorujejo njihovo delovanje. Modul za večkratno zajemanje / primerjavo / PWM (MCCP) lahko proizvaja komplementarne oblike signalov z neprekrivajočimi se signali s krmiljenjem mrtvega pasu na svojem izhodu. Če pa aplikacija zahteva več primerkov MCCP od tistih, ki so na voljo v napravi, se lahko uporabi SCCP v kombinaciji s CLC.



Slika 2: Komplementarni generator oblik signalov v načinu s poravnanim robom z uporabo CLC



Slika 3: Spremljanje večjega števila parametrov z uporabo CLC

Periferne enote CLC z SCCP se lahko uporabijo za generiranje komplementarne oblike signala z zahtevanim mrtvim pasom, saj sam SCCP ne more ustvariti signalov, ki se ne prekrivajo.

Mrtvi pas se lahko doda tako za robno poravnan, kot za centriran SCCP izhod. Slika 2 prikazuje konfiguracijo CLC1, CLC2 in CLC3 za nadzor mrtvega pasu SCCP izhoda v načinu, ki je usklajen z robom.

Na primer, vezje pogona motorja s polnim mostičem lahko krmilimo z uporabo periferne enote MCCP z izhodom, ki proizvaja komplementarno obliko signala. Če pa je treba poganjati več takih vezij krmilnikov motorja polnim mostičem in če je na napravi na voljo dovolj število perifernih MCCP naprav, je mogoče uporabiti SCCP v kombinaciji s CLC.

## Spremljanje večjega števila parametrov

Pogosto aplikacije zahtevajo hkratno spremljanje različnih parametrov, kot so temperatura, tlak in vlažnost. Če bi ti parametri začeli prehajati zgornje ali spodnje meje, je treba sprejeti potrebne ukrepe za preprečitev katastrofalnih rezultatov.

Na voljo je več komparatorjev kot vhodni vir za CLC. V mikrokontrolerju se lahko komparator uporablja za spremljanje samo enega parametra. Izhod večjega števila komparatorjev se lahko kombinira z uporabo CLC, za nadzor večjega števila parametrov.

Potrebno je ukrepanje, kadar kateri koli ali vsi spremljani parametri presegajo določeno mejo. Slika 3 prikazuje konfiguracijo CLC za spremljanje dveh različnih parametrov.

V praksi ta aplikacija najde svojo uporabo pri spremljanju temperature in tlaka v industrijskem obratu, tako da je

mogoče obrat ustaviti, če katerikoli od parametrov preseže vnaprej določen prag. Lahko se uporablja tudi za spremljanje napetostnih nivojev v načinu brezprekinitvenega napajanja brez povezave.

## Zaključek

Dodajanje konfiguracijske logične celice v nabor perifernih naprav omogoča uporabnikom, da integrirajo enostavne logične zasnove v PIC mikrokontrolerju. Združevanje rezultatov različnih perifernih naprav povečuje zmogljivosti obstoječih zunanjih naprav in s tem širi obzorje aplikacij, ki jih lahko dosežejo periferne naprave.

Ker imajo logične funkcije, ki se izvajajo v strojni opremi, hitrejši odziv na dogodek v primerjavi z logičnimi funkcijami, ki se izvajajo v programski opremi, CLC pomaga izboljšati hitrost celotnega sistema. Zagotavlja tudi višjo stopnjo integracije brez potrebe po zunanjih logičnih vratih za izvajanje logičnih funkcij, s čimer se zmanjša število potrebnih delov in celotna velikost tiskanega vezja. CLC prav tako pomaga pri kombiniranju različnih signalov vhodnega vira z uporabo različnih logičnih vrat za izdelavo popolnoma različnih signalov.

Vse te prilagodljive vhode in izhode ter logične funkcije je preprosto izvajati z orodjem na osnovi uporabniškega vmesnika, ki se imenuje konfigurator kode MPLAB (MCC), ki bo ustvaril lahko berljivo C kodo za vašo aplikacijo.

### Dodatni viri:

- Extending PIC MCU Capabilities Using CLC Application Note:
  - ♦ <http://ww1.microchip.com/downloads/en/AppNotes/00002133a.pdf>

*Opomba: Ime in logotip Microchip sta registrirani blagovni znamki podjetja Microchip Technology Incorporated v ZDA in drugih državah. Vse druge blagovne znamke, ki so morda tu omenjene, so last njihovih podjetij.*

[www.microchip.com](http://www.microchip.com)



# Pospešite vaš design s našim celovitim ekosistemom

Mi imamo, kar potrebujete, kadar potrebujete

Ali iščete najhitrejšo, najbolj enostavno in najmanj tvegano pot od prototipa do proizvodnje? Microchip vam ponuja popolno podporo pri načrtovanju za vsako stopnjo vašega projekta z našim celovitim razvojnim ekosistemom.

- Napravite prototipe hitro z intuitivnim načrtovanjem in v razhroščevalnem okolju
- Preskočite začetek v vašem projektu z referenčnimi vezji in z aplikacijsko specifičnim hardverom
- Znižajte vaše tveganje s preverjenimi orodji in profesionalno testiranim softverom

Ne glede na to, kakšne so vaše potrebe, lahko ponudimo celovito podporo pri načrtovanju na vsaki stopnji vašega projekta



Pričnite razvijati zdaj na  
[www.microchip.com/Ecosystem](http://www.microchip.com/Ecosystem)

# Občutiti prihodnost

Avtorica: Nastasija Furjan

*Digitalni dogodek leta 2018, sejem Feel the future, je v Celju svoja vrata odprl že drugič, vendar tokrat z bogatejšim spremljajočim programom. Novost je predstavljal festival videoiger, ki je požel navdušenje med mladimi in tudi tistimi, ki so to ostali po srcu. Umetna inteligenca, varnost podatkov, digitalizacija javne uprave in e-izobraževanja so sklopi, ki so predstavljali glavni fokus celotnega sejemskega dogajanja.*

Tridnevni sejem predstavlja nadgraditev nekdanjega informacijskega sejma, ki ga na naših tleh ni zadnjih 14 let, zato ga je strokovna javnost sprejela z odobravanjem. »Tako jaz kot kolegi na ministrstvu za javno upravo, ki je odgovorno za področje digitalizacije, smo zelo zadovoljni, da imamo ponovno sejmsko prireditev, ki združuje sodobno tehnologijo in znanja, saj smo jo dolga leta pogrešali,« je izpostavil minister za javno upravo Boris Koprivnikar. Ker je to edini takšen sejem v JV Evropi, predstavlja izjemen potencial. »Postane lahko naša izložba in okno v svet, ki bo še dodatno pripomogel k širjenju in utrjevanju zavesti, da je Slovenija postala ena izmed vodilnih držav na tem področju,« je v uvodnem govoru poudaril direktor družbe Celjski sejem mag. Robert Otorespec.

Po mnenju strokovnjakov smo na pragu vstopa v četrto industrijsko revolucijo, ki vodi v napredno digitalno gospodarstvo, dodaten, še hitrejši razvoj robotike in umetne inteligence. Slednjo uporabljajo že skorajda vsa podjetja v različnih industrijah, denimo v marketingu za ugotavljanje verjetnosti nakupa in izdelavo prilagojenih ponudb potrošnika. Mark Torr, Microsoftov strokovnjak za



analitiko in internet stvari, je prepričan, da bodo umetno inteligenco v roku petih letih uporabljala že vsa podjetja. Kako se bo to zgodilo, pa »bo odvisno predvsem od industrije v kateri delujejo. Na primer v industriji predvsem za predvidevanje kje in kdaj bodo stroji odpovedali, za preverjanje kvalitete s kamerami, v bančništvu za odkrivanje prevar in vse to bo vodilo v informacijsko bolj podprto sprejemanje odločitev v podjetništvu« je prepričan Torr. Njegovo predavanje je bilo posneto s 360° kamero, zaradi česar so si ga lahko tudi naslednje dni obiskovalci ogledali z VR očali.

Poleg petdesetih razstavnih prostorov in celotnega spektra strokovnih predavanj in predstavitev o umetni inteligenci kot podpore odločanju, informacijski varnosti, digitalni transformaciji podjetij in blockchain tehnologiji, je na sejmu potekal tudi natečaj I feel start-up. Strokovna komisija je v okviru tega izmed desetih najbolj obetavnih start-up podjetij izbrala tri, ki so prejela denarne nagrade. Lesketala pa se niso samo priznanja, temveč tudi otroške oči, ko so mladi dobili vpogled v prihodnost učenja, ki je zaradi inovativne tehnologije predstavljena kot zabava. Inovativna pedagogika namreč predstavlja mnogo možnosti za izboljšanje učnega procesa.



Tako imenovana učilnica na ključ predstavlja fleksibilen učni prostor, ki omogoča poučevanje v različnih fazah in raznolike spremembe učnega okolja. Programska oprema omogoča vključevanje učencev v delovne prostore in aktivnosti, pri čemer lahko učitelj njihov napredek preverja sproti in tudi poda povratne informacije. O digitalizaciji skupaj z mladimi navadno slišimo negativne konotacije, saj naj bi se otroci zaradi vseh novih digitalnih platform gibali manj. Da to ne drži popolnoma, so se obiskovalci lahko prepričali s kolesarskim stimulatorjem, katerega osnovni namen je spodbujanje gibanja skozi igro. Sodobna multimedijška rešitev temelji na »exergaming« konceptu, ki pomeni vadbo in igro skupaj. Uporabnik tako z lastno aktivnostjo in kolesarjenjem po virtualnih pokrajinah nadzoruje potek same igre. Primarno je namenjena aktivnosti v šolah, četudi jo poskušajo uvesti v domačo uporabo, prav tako pa tudi v fitnes centre.

Obiskovalci, kot tudi razstavljalci in njihovi poslovni partnerji so bili po končnih anketah vidno zadovoljni. Tako je sejem z dobrim odzivom prinesel tudi vpogled v prihodnost naše države. Tako so v zaključek odmevale



besede ministra Koprivnikarja: »Slovenska vlada daje zavezo, da bo spodbujala gospodarstvo, da se povezuje in naredi na svetovnem trgu večje prebojne zgodbe - te ne bodo le nišne, saj smo sicer Slovenci v nekaterih delih že izjemno uspešni, ampak, da postanemo na nek način tudi ponudnik celovitih informacijskih, sodobnih digitalnih rešitev.«

*Slike: Celjski sejem  
<https://svet-el.si>*

## Vabilo na konferenco

# AIG'19

9. in 10. april 2019, Hotel City Maribor

### **Avtomatizacija v industriji in gospodarstvu**

Organizator: Društvo avtomatikov Slovenije in Univerza v Mariboru, FERI

### **Izvedba konference:**

Vabljeni predavanja, predstavitve člankov, študentska sekcija, podelitev nagrad Tehnološke mreže, razstava pokroviteljev in borza kadrov. Teme predavanj bodo osredotočene na avtomatizacijo industrijskih obratov, avtomatizacijo v logistiki in prometu, avtomatizacijo v energetiki, pametna mesta in skupnosti, pametne stavbe in dom, krožno gospodarstvo, trajnostna pridelava hrane, tovarne prihodnosti in mobilnost.

### **Osrednja tema konference:**

Umetna inteligenca v industriji

### **Časovni mejniki:**

Prijava prispevkov (naslov članka in povzetek): 1.2.2019

Prijavo pošljite na: [konferenca@aig.si](mailto:konferenca@aig.si)

Prijava razstavljalcev: 1.2.2019

Obvestilo o izboru: 15.2.2019

Oddaja člankov: 1.3.2019

Prijava udeležbe: do začetka konference

### **Cenik konference**

Kotizacija za udeležence: 220 EUR.

Vključuje predavanja, ogled razstave, kosilo, večerjo in zbornik referatov.

### **Za informacije smo vam na voljo:**

• [konferenca@aig.si](mailto:konferenca@aig.si), tel. 02 220 7162

• <http://www.aig.si/>

# Naslavljanje vrzeli na področju digitalnih veščin z računalniškim razmišljanjem

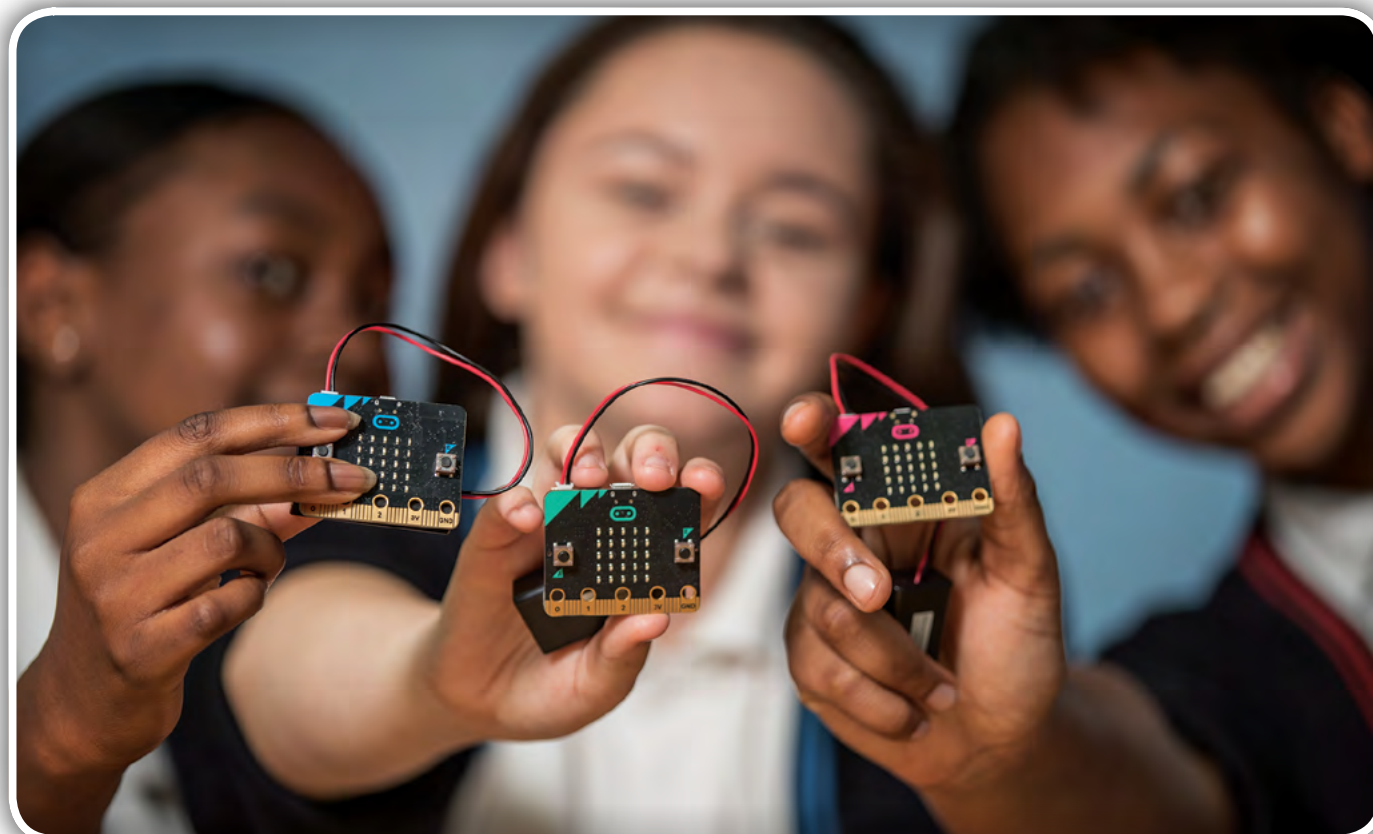
Farnell

Avtor: Jonathan Smith

*Ocene kažejo, da bo 65 % otrok, ki danes obiskujejo osnovno šolo, v odrasli dobi opravljalo povsem nove poklice, ki trenutno še ne obstajajo. Žal se v večini delov sveta v šolah trenutno ne poučujejo veščine, potrebne za preživetje na tem novem trgu dela, saj ima še vedno prednost predmetni sistem poučevanja. Vendar je na področju izobraževanja opaziti vedno več zavedanja o potrebi po spremembi trenutnega urnika, da se mlade opremi z ustrežnejšimi veščinami za prihodnost. To je privedlo do novih usmeritev glede učnih vsebin in pristopov pri poučevanju.*

Dokazi, ki potrjujejo to spremembo, so že tu – poročilo "Prihodnost poklicev", ki ga je leta 2018 objavil Svetovni gospodarski forum, navaja, da se potrebne veščine tistih, ki so zaključili šolanje in vstopajo na trg delovne sile, že znatno spreminjajo, in da se bo do leta 2020 spremenilo 35 % veščin, ki so bile cenjene v 2005. Povpraševanje po ustvarjalnih veščinah, veščinah kritičnega mišljenja in reševanja kompleksnih težav vedno bolj presega povpraševanje po tradicionalnih predmetnih znanjih. To se odraža v drugačnih vrstah poklicev, ki se že pojavljajo na trgu dela in katerih gonilna sila je hiter razvoj pametnih stavb, pametnih mest ter interneta stvari, ki ustvarjajo nove družbene vloge in delovna mesta za tiste, ki trenutno zaključujejo šolanje, in tiste, ki ga bodo zaključili v prihodnosti.

Jeannette Wing, vodja oddelka za računalništvo na univerzi Carnegie Mellon v ZDA, pravi, da je ključ v računalniškem razmišljanju. Jeanette meni, da bi se moralo računalniško razmišljanje vsakemu otroku privzgojiti kot del njegovih analitičnih sposobnosti, saj bi mu to omogočilo prepoznavanje in reševanje problemov, oblikovanje sistemov in razumevanje človeškega delovanja na podlagi temeljnih konceptov računalniške znanosti. Ta vidik je bil priznan v Združenem kraljestvu, kjer je Služba za izobraževanje odločila, da se določena mera računalniškega mišljenja poučuje na vseh stopnjah, od predšolske vzgoje do višjih šol, ter se tako vsakega učenca izpostavi računalniškim konceptom, prek česar za učence to postane običajen pristop, ki ga lahko v nadaljnjem šolanju uporabljajo tudi na ostalih področjih.





Udejanjanje potrebne spremembe je ključno poslanstvo. Računalniško razmišljanje je ključen del naslavljanja te rastoče vrzeli v digitalnih veščinah, ki je prisotna po vsem svetu. Mnogi gospodarstveniki, poslovneži, politiki in druge vplivne osebnosti poudarjajo, da organizacije že spreminjajo postopke za odkrivanje talentov in razvoj prihodnje delovne sile. Izziv dandanašnjih učiteljev je, kako učence pripraviti na novo gospodarstvo na trgu dela ter obenem pri prihodnji delovni sili preprečiti preveliko vrzel na področju veščin.

V določenih delih sveta, na primer na Finskem, se učitelji oddaljujejo od podajanja znanja po predmetnem sistemu in se vedno bolj posvečajo poučevanju in razvoju veščin, povezanih z logičnim razmišljanjem, reševanjem problemov in računalniškim razmišljanjem. Otroke in mlade se spodbuja k temu, da sodelujejo, prepoznajo problem, ga razčlenijo na obvladljive dele in najdejo izvedljive in učinkovite rešitve, uporabne v scenarijih iz resničnega sveta.

Seveda pa na vrzel na področju veščin ni smotrno gledati izključno z vidika digitalnega gospodarstva. Na globalni ravni je vrzel na področju digitalnih veščin dosegla velike številke; v zadnjih letih je bilo posvečene več pozornosti splošnemu problemu razvoja veščin za reševanje problemov in ustvarjalnosti v okviru celotne delovne sile in ne zgolj tistih, ki želijo opravljati poklice v tehnološkem sektorju.

Ironično bi lahko rekli, da sta večja dostopnost in sprejemljivost napredne tehnologije ustvarili generacijo, ki ne zna samostojno reševati problemov. Zanašanje na pametne telefone, iskalnik Google, glasovne pomočnike in "aplikacije za vse" je ustvarilo generacijo, ki se znajde le s pomočjo teh že pripravljenih pripomočkov. Treba je ukrepati.

## Vloga fizičnega računalništva

Kot distributer izdelkov za razvoj si Premier Farnell



prizadeva za razvoj naslednje generacije inženirstva in s tem prihodnosti industrije, vendar menimo, da to terja mnogo več kot le vzgojiti naslednjo generacijo programerjev. Verjamemo, da je ključen del v sestavljanju računalniškega razmišljanja fizično računalništvo, ki prek programiranja omogoča interakcijo s sistemi ali predmeti iz fizičnega sveta. Želimo si, da v roke učencev v že najzgodnejših letih pridejo učinkovita in za uporabo preprosta orodja, z uporabo katerih bodo razvili ključne veščine in si odprli številne poklicne priložnosti, ne samo na področju elektronike, temveč na najrazličnejših področjih prihodnosti, in tako zagotoviti, da so tisti, ki zaključujejo šolanje, opremljeni z naborom digitalnih veščin, ki jim bodo zagotovile preživetje v sodobnem svetu.

Izkušnje kažejo, da fizično računalništvo ustvarja povezavo z "resničnim svetom" in krepi relevantnost poučevanja. "Čarovnija" fizičnega računalništva postane vidna, ko se skupinam učencev dodeli naloga reševanja problema. Kombinacija ustvarjanja nečesa resničnega v skupinah in izvedba učnega procesa ob uporabi fizičnega računalništva privede do osupljivih rezultatov ne le v smislu učinkovitega učenja, temveč tudi razvoja veščin. Ko se ta filozofija uporabi skupaj s fizičnimi računalniškimi platformami, kot so BBC micro:bit, Raspberry Pi in Arduino, to učencem omogoči razvijanje teh kompetenc na izrazito ustvarjalen in sodelovalen način. Na kratko, fizično računalništvo otrokom in učencem omogoča, da se v resnični svet podajo z veščinami reševanja kompleksnih problemov, osnovanih na tehnologiji, kar prekine začaran krog "že pripravljenih tehnoloških rešitev" in jih iz vloge golih potrošnikov tehnologije postavi v vlogo ustvarjalnih mislecev, ki so sposobni razviti povsem nove dinamične rešitve. Pri fizičnem računalništvu se učenci soočijo s tem, da niso vse rešitve za probleme že na voljo in da morajo in znajo sami ustvariti nekaj edinstvenega. Fizično računalništvo je eden od koščkov sestavljanke reševanja problemov – drugi koščki te sestavljanke bi lahko bili fizično ustvarjanje delujočega modela ali ustvarjanje poslovnega modela za določeno rešitev – vendar je fizično računalništvo tisti ključ, ki otrokom omogoča reševanje težav, ki so relevantne za njihovo lastno okolje. Po drugi strani učiteljem omogoči, da učence vključijo v iskanje rešitev za izzive resničnega sveta, kar krepi še cel niz drugih veščin.

Postopek uporabe osnovnega izobraževalnega "računalnika" za ustvarjanje nečesa novega učencem omogoči, da se učijo o fizični strojni opremi, so v interakciji s programsko opremo in spoznavajo, kako lahko vplivajo na lastno okolje, namesto da bi ga samo opazovali. Učenci lahko delajo na elementih, ki tvorijo osnovo interneta stvari, povezujejo lahko naprave in opravljajo pomembne analize; izkušnje pa kažejo, da se

običajno resnično navdušijo nad nečim, kar so sami ustvarili in kar je uporabno v resničnem svetu. Bistven in pomemben izid tega učnega procesa je razvoj veččin računalniškega razmišljanja, ki jih gradijo prek pristopa do problema, ki ga morajo rešiti. Učenci morajo razmisliti: Kaj je problem? Kako se ga lahko reši? Kako je mogoče rešitev izvesti? In še najpomembnejše vprašanje: kaj je šlo narobe in kako lahko to izboljšamo? S tem pristopom se učenci oddaljijo od gole računalniške znanosti in se premaknejo na uporabna področja v resničnem svetu, ki so lahko povezana s športom, tehnologijo, biologijo, geografijo, matematiko in drugim.

Danes je na voljo vrsta platform in projektov, s katerimi je mogoče razviti veččine računalniškega razmišljanja in jih nadgrajevati od predšolskega pa vse do podiplomskega obdobja. Kot pomoč pri učenju se lahko uporabi vrsta plošč, kodirnih okolij, pripomočkov in projektov, ki učencem pomagajo razviti in krepiti njihovo razumevanje. Učni pripomočki so zdaj zasnovani po meri učiteljev in učencev ter vsebujejo zemljevid, ki vodi od prvih korakov v predšolski vzgoji, do zapletenih tehničnih rešitev za poklicni razvoj. Na 3. ravni se otroci lahko na primer naučijo programiranja s platformo BBC micro:bit in nato znanje uporabijo na naprednejši način, ko v srednji šoli programirajo robota.

Premier Farnell tesno sodeluje z mnogimi državami pri uvajanju rešitev fizičnega računalništva na nacionalni ravni,



vendar je pred nami še dolga pot. Vneto si prizadevamo, da bi elektronski industriji, vladam po vsem svetu in učiteljem poslali odmevno sporočilo o prednostih uporabe fizičnega računalništva za razvoj veččin računalniškega mišljenja. Orodja so že razvita, zdaj moramo le še stopiti skupaj, da razvijemo praktične načine, s katerimi bomo učencem dali na voljo orodja in obenem vključili učitelje in strokovne izobraževalce, da bodo učenci lahko pričeli razvijati potrebne veščine za prihodnost.

[www.farnell.com/si](http://www.farnell.com/si)

## KIT ACC - avtomatski polnilnik za akumulatorje 6V in 12V

Za mrzle zimske dni!



## Izberite si svojega:

5KIT0056 - KIT sestavi in deluje

5KIT0007 - KIT z vsemi elementi za na tiskanino



- različni polnilni tokovi (0,1A, 0,5A, 1A, 3A)
- indikator naplnjenosti akumulatorja
- zaščita pred napačnim priklopom
- kupiš sestaviš in deluje
- majhno ohišje

<https://svet-el.si>

# Mobilne naprave z nizko porabo NB1 in M1: Mobilna omrežja za internet stvari

Rutronik GmbH  
Avtorica: Sarah Brucker

*Kategoriji NB1 in M1 standarda LTE sta vedno bolj priljubljeni. Po podatkih podjetja za tržne raziskave Berg Insight AB v poročilu »Cellular and LPWAN IoT Device Ecosystems« štrevilo naprav, ki uporabljajo mobilna omrežja z nizko porabo, vsako leto zraste za povprečno več kot 100 milijonov. Dodaten pospešek opazamo pri standardih z novimi rešitvami z vgrajeno kartico SIM.*

Tehnologiji NB1 in M1, ki ju poznamo tudi kot NB-IoT (Narrowband-IoT – ozkopasovni internet stvari) in LTE-M1, sta poenostavljeni različici običajnega standarda LTE (Long Term Evolution, 3.9G). To pomeni, da uporabljata bistveno ožji frekvenčni spekter in imata zato zelo nizko porabo. Ta standarda ponujata večkilometrski doseg in odlično prodiranje v zgradbe, zato nudita popolnoma nove možnosti za uporabo naprav IoT. Tehnologija je posebno primerna za energetske učinkovite načine uporabe, kjer se ločeno prenašajo majhne količine podatkov. LTE-M ponuja vršno hitrost prenosa iz in v omrežje ~300 kb/s pri oddajni moči največ 20/23 dBm; NB (Narrow Band)-IoT pa celo le ~30/60 kb/s pri enaki oddajni moči.



## Prenos podatkov tudi s težko dostopnih mest

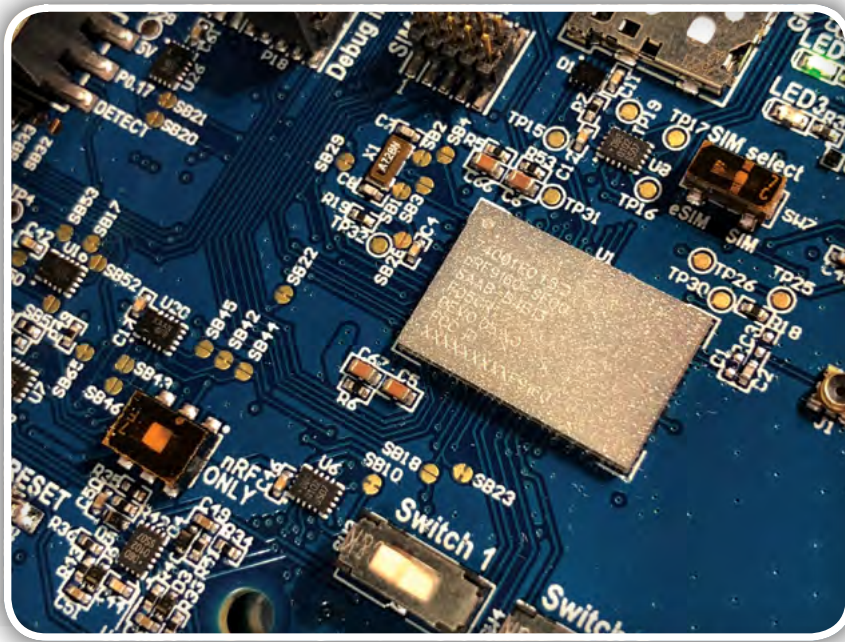
Večji dosegi standardov NB1 in M1 pomenijo, da zasilno delovanje v načinu 2G ni več nujno potrebno. Poleg tega je lažje dimenzionirati električno napajanje, saj za razliko od GPRS ni treba blažiti dvoamperskih tokovnih konic. Majhni stroški enot, zunanjih vezij, ponudnika interneta in celotne infrastrukture v večini primerov uporabe jasno premagajo druge tehnologije z dolgim dosegom (LongRange).

Tehnologiji NB-IoT in LTE-M sta še posebej primerni za IoT, torej povsod, kjer je treba občasno prenašati majhne količine podatkov tudi s težko dostopnih mest, kot so kleti in kanali, ali na dolge razdalje. Zlasti pri tipalih, ki redno pošiljajo majhne količine podatkov v nadzorno postajo, so mogoči številni načini uporabe. Na področju pametnih števecv je mogoče na primer neposredno prenašati podatke števecv električne energije, vode itd. neposredno do distributerja. Druga poudarjena področja so še infrastruktura, transport, logistika, kmetijstvo,

## Omrežja LTE kot temelj

Ker obe tehnologiji temeljita na standardih LTE, lahko uporabljata obstoječa omrežja LTE. To je odločilna prednost podkategorij, saj jih ne odlikuje le robusten in varen prenos podatkov, ampak tudi razširjena omrežja s svetovnim gostovanjem, ki ga je mogoče izvesti hitro in deloma celo le s posodobitvijo programske opreme. Operaterji mobilnih omrežij (MNO – Mobile Network Operator) organizirajo frekvence, določijo velikosti vozlišč in jih širijo glede na regionalne potrebe. Že danes je omrežna pokritost v ZDA, Evropi in Aziji zelo dobra, regionalno je največkrat celo boljša kot pri ponudnikih storitev z dolgim dosegom (Long Range). Tako je tudi zaradi do sedemkrat (pri NB-IoT) ali do štirikrat (pri LTE-M) večjega dosega v primerjavi s standardnim dosegom omrežij LTE.





tiskanega vezja in petino prostornine. Jedro M33 v določenih okvirih omogoča pravo računalništvo na robovih (Edge Computing), kar pomeni, da iz terensko pridobljenih podatkov krajevno pridobimo potrebne informacije in jih nato učinkovito pošljemo z mobilno radijsko enoto. To optimizira skupno porabo energije in omejuje količine prenesenih podatkov. Pripadajoči programski razvojni komplet (Software Development Kit) nRF91-SDK vključuje vse pogosto uporabljene protokolne sklade, kot so MQTT, CoAP, http, LWM2M, IPv4, IPv6, DTLS, TLS in TCP.

32 priključkov GPIO omogoča priključitev tipal, lučk LED, tipk in relejev. Kristal, filter SAW in vse pasivne komponente so že vgrajeni v sistem SiP, potreben je le še en 50-ohmski asimetrični vod kot antena.

gozdarstvo, nosljive naprave in rešitve Product-as-a-Service za preventivno vzdrževanje ter servisiranje strojev.

Energetsko najvarčnejša tehnologija NB-IoT je tukaj primernejša za fiksno vgrajene naprave, kjer med prenosom praviloma ne prihaja do menjave baznih postaj, tehnologija LTE M1 s hitrejšim prenosom podatkov pa je zato primernejša za mobilne načine uporabe.

## nRF91: Varno in -pripravljeno na NB-IoT

Podjetje Nordic Semiconductor se je kot pionir brezžičnih tehnologij z ultranizko porabo zavezalo tudi tem novim vrstam mobilnih komunikacij. Z družino nRF91 ponuja večnačinsko enoto za tehnologiji NB1 in M1. Ta sistem v enem ohišju (SiP – System in Package) ima vgrajen mikrokrmilnik ARM Cortex M33 za uporabniško prilagojeno programiranje aplikacij, tipal in izvršnih členov. Tehnologiji ARM TrustZone® in ARM CryptoCell zagotavljata varen dostop do pomnilnika, tehnologiji TLS ter SSL pa zagotavljata šifriranje podatkov skozi celotno prenosno pot. Bliskovni pomnilnik z možnostjo večkratnega zapisovanja omogoča skupaj z brezžičnimi posodobitvami (Over-the-Air – OTA) tudi naknadne popravke vgrajene programske opreme, protokolnega sklada in aplikacije. Enota samodejno poišče razpoložljiva omrežja LTE-M in NB-IoT ter preklaplja med njimi.

Z vgrajeno enoto Assisted-GPS ali brez enote GPS je na voljo v ohišju velikosti le 10 x 16 x 1,2 mm, tako da sistem SiP nRF91 v primerjavi z drugimi enotami LTE-M in NB-IoT ter ločenimi enotami GNSS porabi le četrtno površine

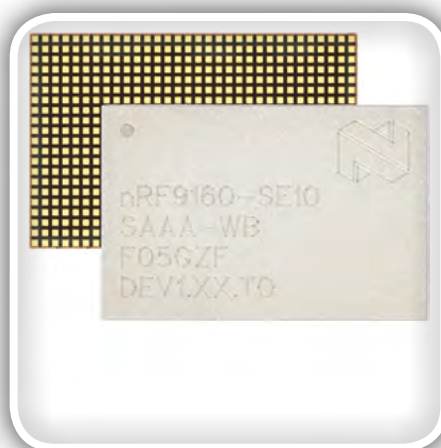
## Pošiljanje brez kartice SIM

Razvoj področja povezovanja poganja tudi nadaljnji razvoj tehnologij NB-IoT in LTE-M. Če smo do zdaj želeli pošiljati ali sprejemati podatke v mobilnem omrežju, smo poleg ustrezne strojne opreme potrebovali še nosilec kartice SIM in fizično kartico SIM. To pomeni več prostora na tiskanem vezju in večjo kosovnico (BoM – Bill of Materials), s tem pa večje stroške. Poleg tega je potrebna še ročna menjava kartic SIM ob menjavi ponudnika. Odgovor so rešitve z vgrajeno kartico SIM (embedded SIM), zlasti integrirana univerzalna kartica z integriranim vezjem (iUICC – integrated Universal Integrated Circuit Card). Njena prednost je, da so funkcije kartice SIM že vgrajene v strojno enoto – to pomeni manj prostora, manjšo kosovnico in manjše stroške, saj je mogoče rešitve z vgrajeno kartico SIM upravljati ter posodabljati na daljavo.

Konkretne rešitve za vgrajene kartice SIM lahko naše stranke dobijo pri našem partnerskem podjetju Telit, vodilnem ponudniku mobilne strojne opreme, povezovanja in rešitev v oblaku, ki svoje radijske enote 2G ponuja pod znamko simWISE. Do konca leta 2018 naj bi tudi enote LTE-M in NB-IoT opremili s tehnologijo simWISE, na primer kombinirano enoto LTE-M ter NB-IoT ME910C1.

Enote simWISE dopolnjuje platforma Telit IoT Cloud Platform. Rezultat je individualna rešitev v oblaku s funkcijami za upravljanje naprav, povezovanja, podatkov in sistema.

**Rutronik GmbH, Podružnica v Ljubljani**  
 Motnica 5  
 1236 Trzin, Slovenija  
 E-pošta: [rutronik\\_si@rutronik.com](mailto:rutronik_si@rutronik.com)  
 Tel. +386 1 561 09-80  
[www.rutronik.com](http://www.rutronik.com)



# Intervju s predstavnikom podjetja Quectel

AX elektronika d.o.o.  
Avtor: Jurij Mikeln  
E-pošta: stik@svet-el.si

*Podjetje Quectel je dobro poznano v svetu ponudnikov komunikacijskih modulov, tako celularnih modulov kot tudi modulov za naraščajoče IoT tržišče. Quectel je mednarodno podjetje s sedežem v Šanghaju. Na sejmu electronica 2018 smo imeli kratek pogovor z g. Delbert Sunom, direktorjem marketinga.*

V začetku pogovora je g. Sun povedal nekaj zgodovine o podjetju Quectel. Ustanovljeni so bili leta 2010. Takrat so razvili 2G modul, razvoj pa so nadaljevali s 3G in 4G moduli in NB IoT. Danes proizvajajo LTE, LTE-A, LPWA, UMTS/HSPA(+), GSM/GPRS in GNSS module. Letos bodo predstavili verzijo 5G modula za avtomobilski sektor, ki bo primeren tudi za umetno inteligenco (AI).

**SE:** Gospod Sun, nam lahko na kratko predstavite podjetje Quectel

**Delbert Sun:** Seveda, v podjetju dela preko 1000 zaposlenih preko celega sveta, ne samo na Kitajskem, pač pa tudi v Evropi, ZDA, Indiji, Argentini itd.. Skratka smo globalno prisotni. Leta 2017 smo prodali skoraj 40 milijonov modulov. Na trgu industrijskih modulov za povezovanje preko mobilnega omrežja smo številka 1 na svetu glede števila prodanih modulov, medtem ko smo glede prometa dosegli 2. mesto v svetovnem merilu. Naš cilj je, da bomo leta 2020 na prvem mestu tako glede števila prodanih modulov, kot tudi glede prometa.

**SE:** Nam lahko poveste zakaj ste se pred časom odločili, da boste razvijali NB IoT module in ne LoRa modulov?

**DS:** Na področju NB IoT smo absolutno vodilni na svetu. Z razvojem NB IoT modulov smo pričeli leta 2014. Takrat se niti ni dobro vedelo, katera tehnologija se bo uporabila. Takrat se nismo odločili za LoRa tehnologijo zato, ker smo hoteli večji doseg. LoRa ima tipični doseg 10 km. Takrat smo sodelovali tudi s stranko, ki se je pritoževala nad LoRa. Upoštevali smo tudi, da je frekvenčni pas pri LoRa tehnologiji v prosto uporabi, kar pomeni veliko motenj znotraj frekvenčnega pasu. Drugi razlog je posloven. Vsi veliki igralci, kot Vodafone, T-Mobile in podobni, so investirali ogromno denarja v svoje omrežje in bazne postaje, s katerimi uporabnikom zagotavljajo profesionalno uporabo in podporo. Tako uporabnik NB IoT v primeru težav, da mora poklicati svojega operaterja. Pri LoRa omrežju pa je v primeru težav na omrežju vedno nejasno, na koga naj se obrnejo. Poleg tega je ponudnikov vezij za NB IoT precej več, kot za LoRa protokol.

**SE:** Ali imate podatke, kako se je NB IoT prijel v Evropi?

**DS:** V Evropi se je NB IoT že kar



*Delbert Sun in Tomaž Rehar, regionalni prodajni manager za jugovzhodno Evropo*

dobro prijel, kot npr. v Nemčiji, Nizozemskem, Španiji ... Ampak če sem odkrit, Evropa ima veliko držav, ni tako kot Kitajska, ki je ena država in se odločitve sprejemajo na nacionalni ravni. V Evropi je težko planirati zaradi velikega števila držav. Trenutno imamo več kot 200 strank, ki uporabljajo naše NB IoT module po Evropi. Prepričan sem, da se bo trg NB IoT v Evropi v naslednjem letu ali dveh zelo hitro razvijal.

**SE:** Kaj pa 5G tehnologija?

**DS:** 5G je tehnologija, v katero se absolutno usmerjamo. Tehnologija 5G ima tri usmeritve: ena je eMBB (enhanced Mobile Broad Band), ki se bo uporabljala skupaj z GPS tehnologijo, ali pa v varnostnih rešitvah. Druga usmeritev je področje kritične kontrole (Ultra Reliable Low Latency Communications), ki potrebuje hitro odzivnost. To je področje npr. samovozečih vozil.

**QUECTEL**®  
Build a Smarter World

**SE:** Kakšna pa je odzivnost v 5G tehnologiji?

**DS:** Redko je več kot 10 ms oziroma je celo manj kot 5 ms. Kakšno odzivnost bo imel sistem, je odvisno od uporabe – v samovozečih avtomobilih želimo čim hitrejšo odzivnost, celo blizu 2 ms. V bližnji prihodnosti se bo odzivnost spreminjala oziroma se bo »dogovarjala« z omrežjem. No, tretja smer v 5G je mMTC (massive Machine Type Communications). Vse te tehnologije se bodo uveljavile v enem ali dveh letih. Za tretjo smer zdaj sodelujemo s podjetjem Qualcomm, saj bomo uporabili njihovo vezje SDX55. Razvoj 5G modula bo končan konec leta 2018 in bo lansiran v Q3 leta 2019.

V vmesnem času bomo posebej sodelovali s podjetjem Qualcomm glede vezij za avtomobilsko industrijo s posebej nizko odzivnostjo. Že zdaj imamo narejene vzorce s Qualcomm vezji 9150, ki je zelo hiter in odziven..

Obstajale bodo tudi kombinacije NB IoT in GPS modulov za uporabo v tretji platformi 5G tehnologije.

**SE:** Je še kaj potrebno dodati k povedanemu?

**DS:** Rad bi posebej poudaril, da bo 4G tehnologija del 5G tehnologije, NB IoT pa je del 4G tehnologije. In to je razlog, da operaterji in seveda uporabniki omrežja, čim prej pričnejo z migracijo svojih proizvodov iz 2G in 3G tehnologije povezovanja na 4G omrežje, zato ker 4G je edina tehnologija, ki jo bo v celoti vsebovala 5G tehnologijo.

**SE:** Hvala za pogovor!

**DS:** Hvala tudi vam.

[www.quectel.com](http://www.quectel.com)  
<https://svet-el.si>



## Idealna dioda je lahko inženirjev najboljši prijatelj

Maxim Integrated  
Avtor: Jim Harrison

*Idealne diode v obliki integriranih vezij so nekoliko podobne otrokom, ki pogrešajo pozornost svojih staršev. Te naprave lahko resnično pomenijo občutno spremembo pri načrtovanju, vendar inženirji nanje očitno pozabijo. Integrirana vezja z idealnimi diodami v ta namen uporabljajo MOSFET tranzistorje in na ta način delujejo kot diode, vendar se pri tem zaradi padca na njem znatno zmanjša napetost, problem pa je tudi odtekanje toka.*

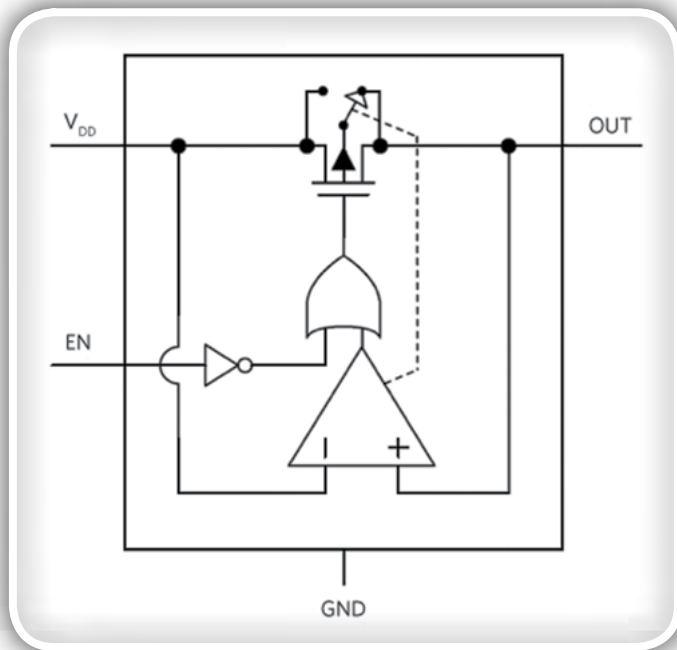
Idealne diode v glavnem nastopajo v treh tipičnih aplikacijah. Prva je preprosta zaščita pred priključitvijo napajalne napetosti napačne polaritete pri napravah, ki delujejo na baterije. To je vezje je preprosta, v serijo vezana dioda v dovodu napajanja od baterije do aplikacijskega vezja. Druga tipična aplikacija je ALL vezje dveh ali več diod za zagotavljanje zanesljivega napajanja tam, kjer se zahteva neprekinjena oskrba z napajalno napetostjo. Zadnja tipična aplikacija je spet ALL vezje z diodami, vendar tokrat v vlogi izbirnega vezja med akumulatorsko baterijo na vozilu in stenskim polnilnikom – prav tako vezje pa vsebuje tudi vaš mobilni telefon in večina prenosne opreme. Idealne diode, kot je na primer MAX16915, se uporabljajo tudi za prenapetostno zaščito na vhodnih napajalnih sponkah.



diodo. To bi bila velika pridobitev glede neželenih padcev napetosti, saj se te napetosti pri standardnih diodah gibljejo okrog 1,1 V, pri Schottky diodah pa le okrog 0,45 V pri toku 1A. Toda skozi idealno diodo bi pri tem toku padec napetosti znašal le 85mV in ta rešitev niti ne bi bila tako zelo draga! Poleg tega so idealne diode v obliki integriranega vezja mnogo, mnogo manjše. Idealna dioda v integriranem vezju zmanjša porabo energije, zmanjša padec napetosti (kar je zelo pomembno, če vezje napajamo iz nizkonapetostne baterije) in bo za vgradnjo na tiskanem vezju zanjo potrebno manj prostora. Poleg tega rešujejo še en velik problem v zvezi s Schottky diodami, ki imajo zelo visoko nivo odtekanja povratnega toka - približno 1mA za diode z nazivnim tokom 1A v prevodni smeri. To odtekanje je vsekakor neprimerno za vezja, ki jih napajamo s primarnimi baterijami. Idealna dioda ima tok odtekanja običajno manjši od 1µA v celotnem temperaturnem območju delovanja.

Oblikovalec se lahko odloči, da bo v vseh treh omenjenih aplikacijah namesto standardne diode uporabil Schottky

Obstajajo trije načini, da dosežete ta ideal. Lahko naredite



Slika 1: Idealno diodno tokovno stikalo MAX40200

soje vezje, uporabite integrirani gonilnik zunanjih FET tranzistorjev ali uporabite integrirano vezje, ki ima vse naštetu že vgrajeno. Krmiljenje FET tranzistorjev pa ni tako enostavno, kot bi si morda mislili. Pomembno je, da pogonsko vezje uravnava padec napetosti na MOSFET-u, da se zagotovi nemoten in enakomeren prenos toka z ene strani na drugo brez nihanja. Če napajalnik preneha delovati ali je v kratkem stiku, hiter izklop zmanjša škodljive prehodne pojave oziroma povratni tok. Idealna dioda, ki je izvedena pravilno, lahko zagotovi zaščito pred napačno priključenim napajanjem, pred prenapetostnimi konicami in udarnim tokom. Idealna integrirana vezja za krmiljenje

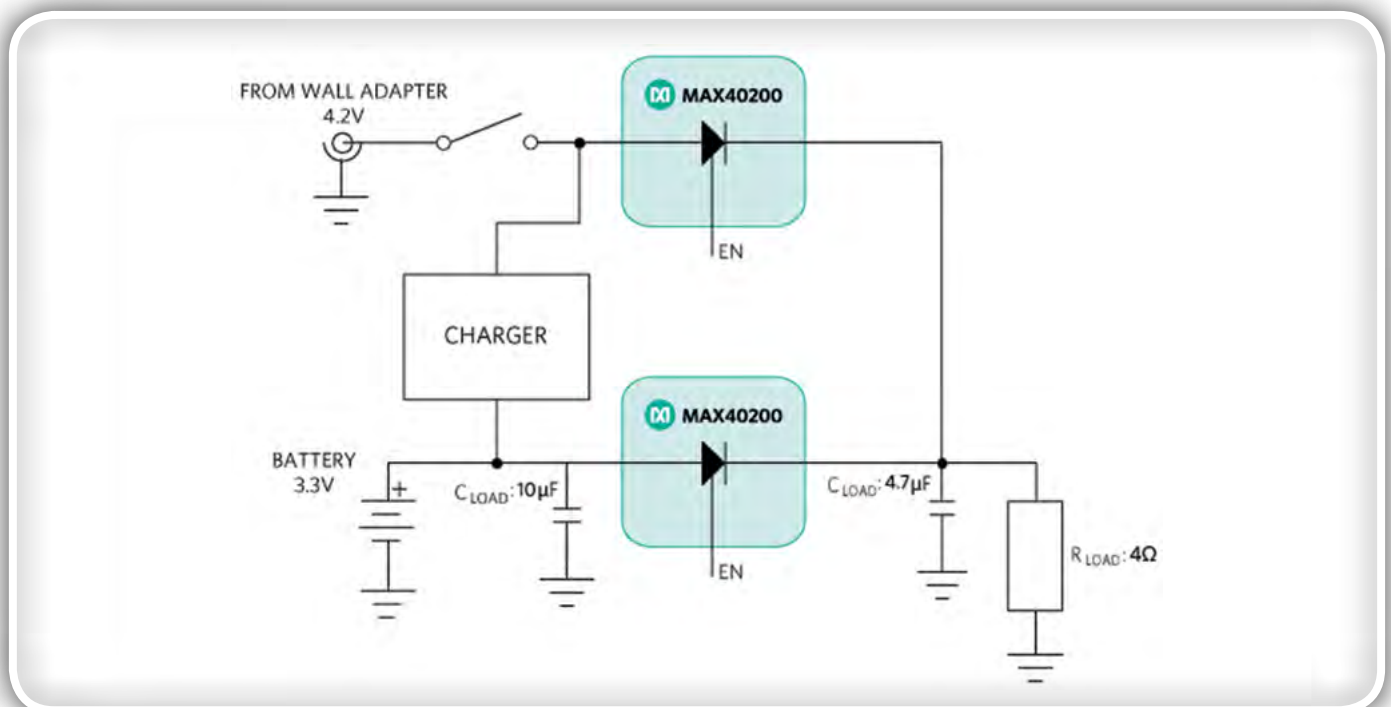
diod, ki krmilijo zunanje FET-e, so na voljo s tokovnimi vrednostmi do 5A in napetostjo do 80V.

### Izpostavljen primer

Odličen primer popolne idealne diode je Maximov MAX40200, ki deluje z napajalno napetostjo od 1,5 V do 5,5V in zmore tokove do 1 A. Na voljo je v majhnem 0,73mm kvadratnem 4-polnem WLP ali SOT23-5 ohišju. Je termično samozaščiten in deluje v temperaturnem območju od -40 ° C do 125 ° C. Kadar je MAX40200 onemogočen, blokira napetosti do 6 V v obeh smereh.

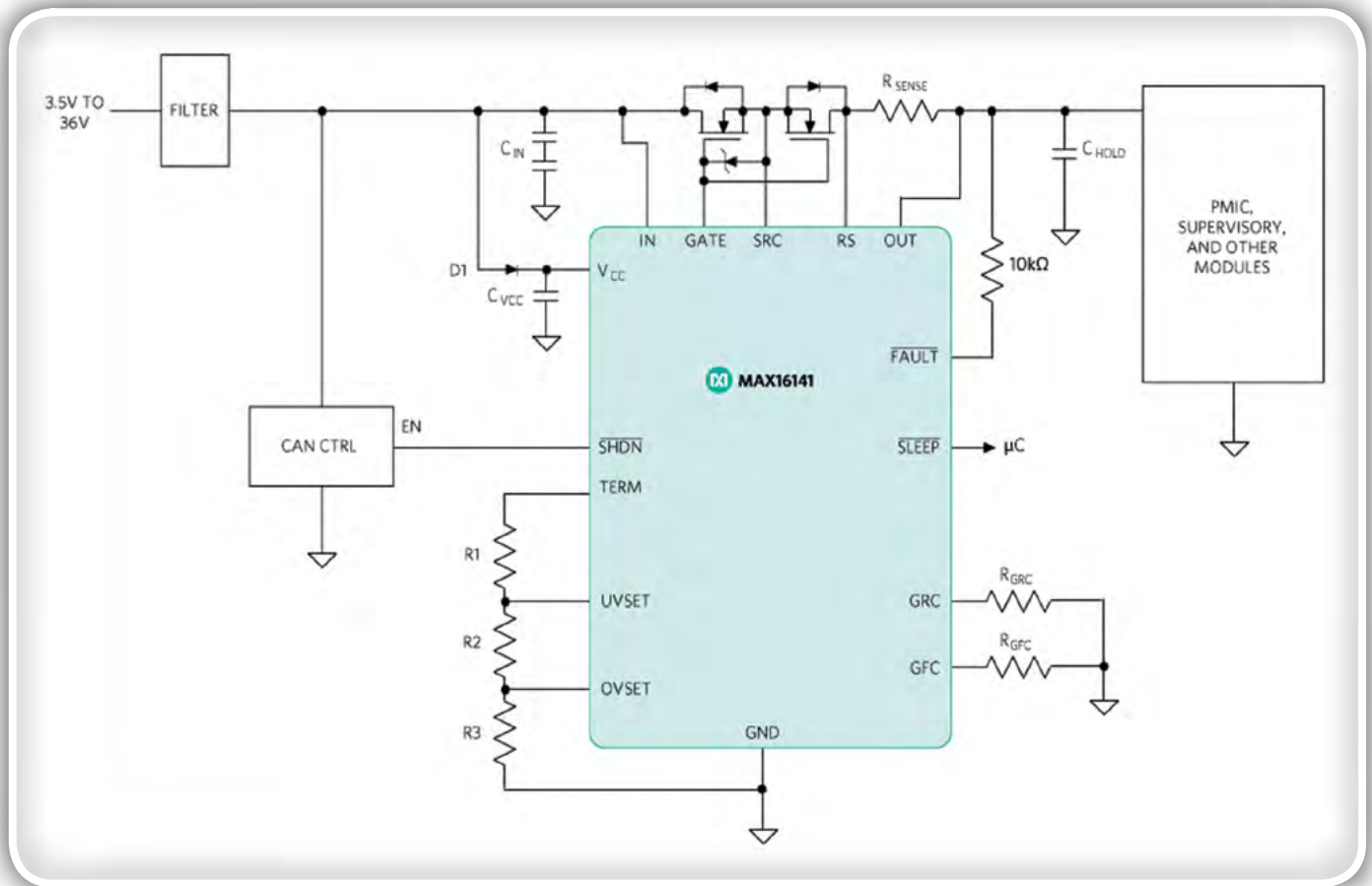
Funkcijski diagram na sliki 1 prikazuje simbol za notranji FET. P-kanalni FET je dodal vezju sposobnost zaznavanja MOSFET napetosti med ponorom in virom, poleg krmiljenja vrat pa vzdržuje celotno diodo polarizirano v neprevodni smeri.

Treba je opozoriti, da za razliko od običajnih diod ta "idealna dioda" ni primerna za usmerjanje izmeničnih napetosti. Pri aplikacijah, kjer je izmenično napajanje 60Hz induktivno sklopljeno, je treba uporabiti običajne diode za usmerjevalni del vezja. MAX40200 je zasnovan za uporabo v aplikacijah za preklapljanje med različnimi viri enosmernege toka. Čip ima reguliran padec napetosti ~ 20mV pri toku prevajanja 100mA. Nad tem tokom se padec napetosti poveča na približno 90mV pri največjem nazivnem toku prevajanja 1A. Ta majhen padec napetosti bo povečal učinkovitost in znatno povečal čas delovanja baterije. Dinamični odziv tega integriranega vezja je podrobno opisan v primeru aplikacije "Statično in dinamično vedenje MAX40200 v aplikaciji Diode ORing". Na voljo je tudi razvojni komplet MAX40200EVKIT.



Slika 2: Standardno vezje z izbiro napajalnega vira za prenosne naprave

PREDSTAVLJAMO



Slika 3: Primer idealnega diodnega krmilnika z vezjem MAX16141

AAA baterija ima za dve celici na primer zmogljivost 1Ah pri ~ 3 V napetosti. Če bi bil padec napetosti na Schottky diodi 0,36V pri toku 1A, pri opisanem integriranem vezju MAX40200 pa samo 0,09V, je razlika 0,27 V, kar prinese 0,27Wh prihranjene energije. Torej bi vaša naprava lahko delovala še dodatnih petnajst minut pri največji obremenitvi 1 A!

Samo integrirano vezje ima termalno zaščito z izklopom pri okoli + 154 ° C in histerezo 12 ° C. Če tokovi presegajo ~ 500mA, morate biti pri načrtovanju paziti, da ne presežete te temperature. Toplotna zmogljivost paketa WLP pa dejansko presega toplotno zmogljivost paketa SOT.

## Drug primer integriranega diodnega krmilnika

MAX16141 idealen diodni krmilnik, ki pa ima precej drugačno nalogo, kot smo jih videli v našem prvem primeru. Ta čip zagotavlja sistemsko zaščito pred povratnim tokom, prevelikim tokom, vhodno prenapetostjo in podnapetostjo ter zaščito pred delovanjem pri povišanih temperaturah nad skrajno mejo. Vezje je sposobno odklopiti in izolirati neprimerno vhodno napajanje. Zaradi širokega razpona napetosti od 3,5 V do 36 V in nizkega toka v izklopnem stanju, ki znaša tipično 5µA, je idealen za uporabo v avtomobilskih aplikacijah in je tudi certificiran za uporabo v avtomobilski industriji.

V tokokrogu na sliki 3 črpalka naboja integriranega vezja krmili vrata zunanjih nFET-ov da doseže na kondenzatorju napetost do 9V nad priključeno napetostjo vira. Hitro delujoč primerjalnik blokira pretok toka v obratni smeri v maksimalnem času 1µs, ko vhodna napetost pade pod nivo izhodne napetosti. Zunanji upor za zaznavanje (merjenje) toka med priključkoma RS in OUT skrbi za morebitne tokovne preobremenitve. Najvišji tok je nastavljen in ga določajo karakteristike izbranih FET-ov. Prek vhodov OVSET in UVSET imamo možnost nastavitve točk za prenapetostne in podnapetostne dogodke. MAX16141 je na voljo v TQFN ohišju 4 x 4 x 0,75 mm s 16 priključki in deluje v temperaturnem območju od -40 ° C do 125 ° C.

Mirno lahko rečemo, da so idealne diode v mnogih aplikacijah nepogrešljive, vendar menim, da so premalo izkoriščene, saj se včasih zdi, da nihče točno ne ve, kje naj bi jih uporabil. Včasih jih razvrščajo med ojačevalnike, včasih med komponente za napajanje, včasih kot zaščita vezja.

Vsekakor pa se bo inženirjem zavedanje, da te komponente vendarle obstajajo, prav gotovo izplačalo.

### Vir:

- <https://www.maximintegrated.com/en/design/blog/an-ideal-diode-can-be-an-engineer-best-friend.html>

[www.maximintegrated.com](http://www.maximintegrated.com)





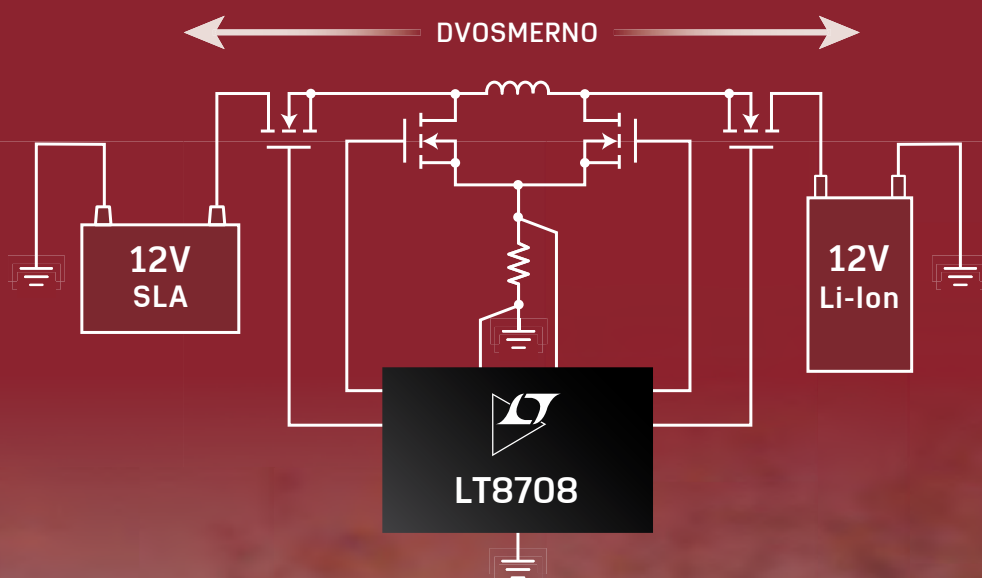
AHEAD OF WHAT'S POSSIBLE™

# KONTROLA ZA AVTONOMNA VOZILA Z DVEMA BATERIJAMA

## LT8708

80V DVOSMERNI DC/DC  
BUCK-BOOST KRMILNIK  
ZA EV/HEV

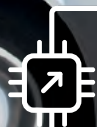
- ▶ Dvojna napetostna redundanca:  
12V/12V, 24V/24V, 48V/48V,  
48V/12V, 48V/24V
- ▶ LT8708-1: večfazno delovanje  
za večje moči
- ▶ Šest različnih tipov regulacije:  
napetosti & tokovi
- ▶ Učinkovitost do 98%



PRIDRUŽITE SE NAM NA



26. do 28. Februarja, Nürnberg, Nemčija  
HALA 4A, PROSTOR 4A-641



PODATKOVNI LIST  
[www.analog.com/LT8708](http://www.analog.com/LT8708)



# Tehnologije Interneta stvari

Avtorja: Grega Močnik in Danilo Zimšek

*Napredek v senzorskih tehnologijah in elektroniki z nizko porabo, je omogočil realizacijo Interneta stvari (v nadaljevanju IoT). S konceptom IoT in 4. industrijsko revolucijo smo priča izjemno hitremu razvoju naprav, ki so povezane v internet. Imamo naprave, ki merijo temperaturo, vlago, kakovost zraka, osvetljenost prostora, obstajajo tudi najrazličnejši aktuatorji, pametne klimatske naprave, ključavnice, radiatorjski ventili. Vsem naštetim napravam je skupno to, da so se sposobne povezati v internet.*

Pri razvoju rešitev in postavitve omrežij IoT je potrebno upoštevati številne omejitve senzorjev in samih elementov omrežij. Tukaj gre predvsem za potrebe po nizki porabi vozlišč in robustnem delovanju.

Pristopov za implementacijo omrežij IoT je veliko. Obstajajo rešitve, ki so sicer hitre in enostavne za implementacijo, a velikokrat niso primerne za določen primer uporabe omrežja.

V nadaljevanju opišemo najbolj uveljavljene standardne protokole za implementacijo omrežij IoT ter operacijske sisteme, ki se uporabljajo za implementacijo funkcionalnosti na gradnikih omrežij IoT.

## Aplikacijski sloj

Ključno za naprave Interneta stvari, je njihovo medsebojno delovanje. To se doseže z uporabo standardnih protokolov, ki predpisujejo način komunikacije med gradniki omrežja – stvarmi. Dva najbolj pogosto uporabljena protokola aplikacijskega sloja v Internetu stvari sta MQTT in CoAP. Oba sta javno dostopna in odprta standarda. Ker imajo naprave IoT omejene vire, sicer široko uporabljeni protokoli aplikacijskega sloja, kot je HTTP za uporabo v omrežjih IoT niso primerni. Za naprave IoT sta na aplikacijskem sloju bolj primerna protokola MQTT in CoAP.

Oba protokola vključujeta mehanizme za asinhrono komunikacijo. MQTT ponuja fleksibilnost glede komunikacijskih vzorcev in se obnaša kot podatkovni cevovod za binarne podatke. Medtem ko je CoAP ustvarjen za interoperabilnost s spletom.

Oba uporabljata protokolni sklad IP, pogosteje 6LoWPAN kot IPv4 in IPv6. Na transportnem sloju se uporabi TCP ali UDP.

Na fizičnem sloju se pogosto uporabi 802.15.4 ali 802.15.1. Njihovo vlogo v protokolnem skladu ponazarja slika 1. V nadaljevanju na kratko opišemo vsakega od omenjenih protokolov.

## MQTT

Protokol MQTT je namenjen prenosu sporočil med večimi klienti preko osrednjega posrednika. Protokol loči med senzorji, ki zajemajo podatke iz okolja in jih pošiljajo v omrežje (založniki – ang. publisher) in aktuatorji, ki na podlagi prejetega podatka izvedejo neko dejanje (naročniki – ang. subscriber). Osrednja entiteta omrežja je posrednik (ang. broker), ki usmerja promet med vozlišči omrežja. Kljub temu, da MQTT podpira dostop do preteklih informacij in delo s sejami, se najbolje obnese kot komunikacijsko vodilo za realno časovne podatke.

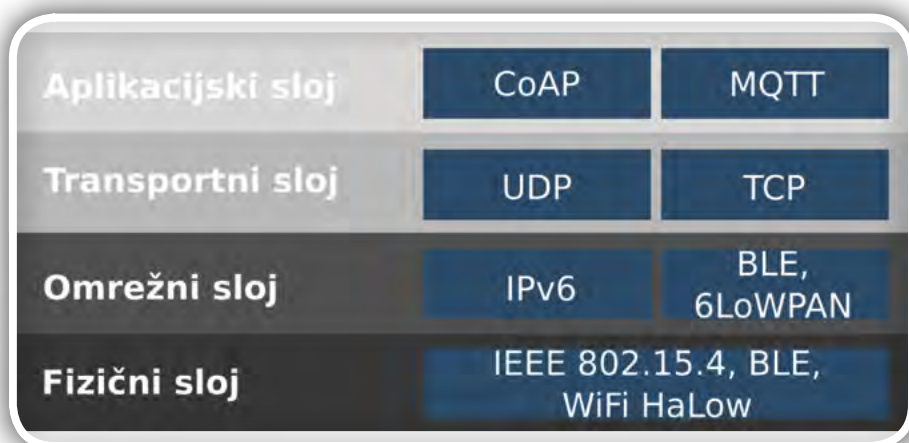
MQTT ne nudi podpore označevanju sporočil z informacijami o tipu sporočila, kar pomeni, da morajo vsi klienti za medsebojno komunikacijo vnaprej poznati formate zapisa sporočil.

## Arhitektura omrežja MQTT

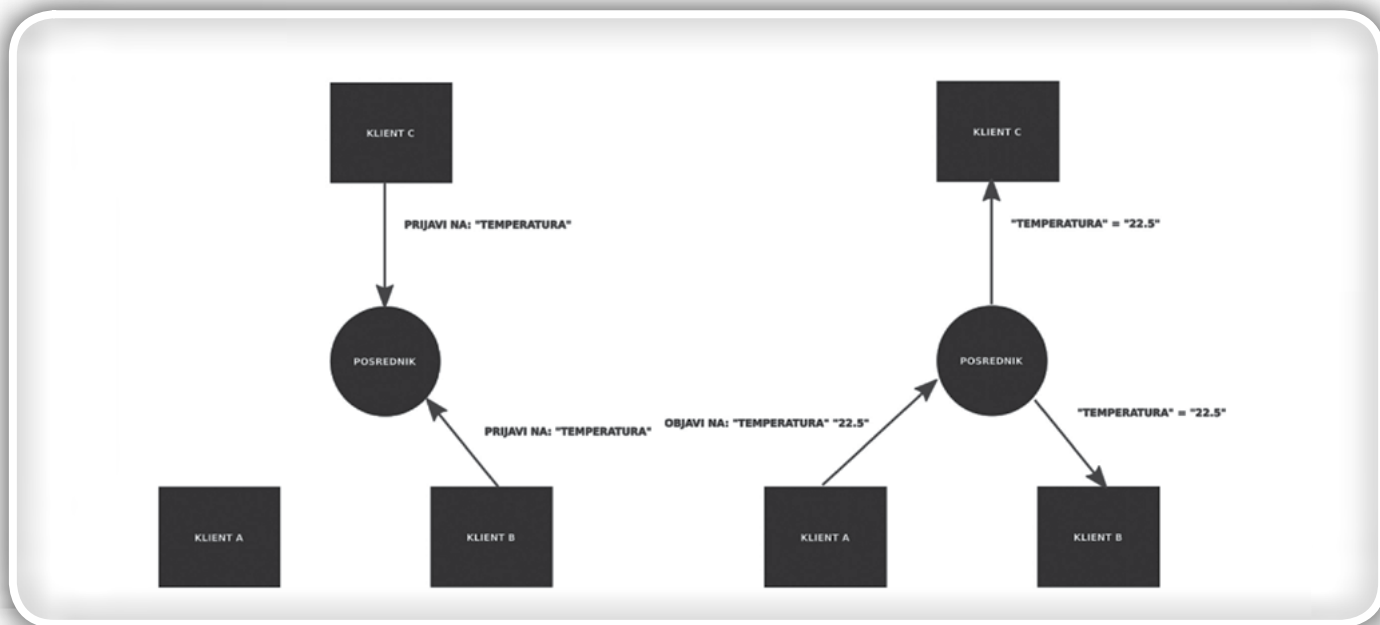
Protokol MQTT deluje po modelu klient-strežnik, kjer je vsak senzor/aktuator klient in se povezuje na strežnik (posrednik). MQTT je sporočilni protokol, vsako sporočilo je kos podatkov, katerega pomen posredniku ni znan.

Poslano sporočilo, ki ga posrednik prejme se objavi na naslov, ki mu pravimo tema. Klienti se lahko prijavijo na več tem. Vsak klient, ki je prijavljen na določeno temo, prejme vsa sporočila, ki so objavljena na prijavljeno temo. Na sliki 2 je prikazan primer, kjer se klienta B in C prijavita na temo "temperatura". Klient A objavi vrednost "22.5" na temo temperatura. Posrednik posreduje sporočilo vsem prijavljenim klientom.

Model naročanja in objavljanja omogoča realizacijo komunikacije med klienti na naslednje načine: en z enim, en z več in več z enim. Slednje



Slika 1: Protokolni sklad IoT



Slika 2: Primer komuniciranja naprav IoT z uporabo protokola MQTT

nam nudi veliko meri fleksibilnosti, saj lahko natančno določimo kliente, ki jim je informacija namenjena.

## CoAP

CoAP je primarno protokol ena na ena za prenos informacij o stanju med klientom in strežnikom. Čeprav ima podporo za nadzor virov, je najbolj primeren za model prenosa stanj, ne pa za model dogodkov, za katerega je primernejši MQTT.

CoAP v nasprotju z MQTT nudi podporo za označevanje sporočil s tipi in drugimi meta podatki, kar pomaga klientom, da te podatke razumejo. Ti podatki se v implementacijah pogosto uporabljajo v kombinaciji s standardom LwM2M, ki omogoča preslikavo med napravami in podatki, ki jih obvladujejo. Tako se omogoči medsebojna komunikacija med IoT napravami različnih proizvajalcev.

CoAP ima vgrajeno podporo za pogajanje in odkrivanje vsebin, kar napravam omogoča, da poiščejo načine za medsebojno izmenjavo podatkov.

## Arhitektura omrežja CoAP

V grobem lahko o protokolu CoAP razmišljamo podobno kot o protokolu HTTP, oba sta protokola za prenos dokumentov, le da je CoAP izdelan za naprave z omejenimi viri.

Paketi CoAP so veliko manjši kot podatkovni tokovi HTTP preko TCP. Za zmanjšanje velikosti se v veliki meri uporabljajo preslikave med stringi in celimi števili. Paketi so preprosti za generiranje in za razčlenbo, kar zmanjša potrebo po pomnilniku.

V večini primerov CoAP uporablja brezpovezavni protokol

UDP. V aplikacijskem sloju protokola so že implementirani mehanizmi za ponovno pošiljanje in spreminjanje vrstnega reda prispelih podatkov, kar znatno zmanjša potrebo po uporabi protokola TCP.

Za naslavljanje lahko pri CoAP uporabljamo naslove tipa en z vsakim (broadcast) in vsak z vsakim (multicast), tako dosežemo pošiljanje sporočil večjemu številu klientov, kar nam omogoči vsaj omejeno funkcionalnost pošiljanja sporočil večim klientom.

Protokol CoAP sledi modelu klient strežnik. Klienti lahko prožijo zahteve do strežnikov, ti pošiljajo nazaj odgovore. Klienti pri tem uporabljajo naslednje metode: GET, PUT, POST in DELETE, ki so poznane že iz protokola HTTP. Tako lahko z uporabo preprostih proxy strežnikov CoAP medsebojno deluje s storitvami zasnovanimi na HTTP in Restfull, zaradi česar se preprosto povezuje v oblačne storitve.

Oba protokola delujeta po modelu klient-strežnik, zato je pri implementaciji obeh potrebno predvideti vsaj eno vozlišče, ki prevzame vlogo strežnika. Ker je delovanje takega vozlišča kritičnega pomena za celotno omrežje IoT se v implementacijah pogosto predvidi možnost prevzema vloge strežnika ob izpadu primarnega strežnika s strani drugega vozlišča v omrežju. Tako se zagotovi večja robustnost delovanja omrežja IoT.

Prav tako je pri implementaciji potrebno predvideti tudi možnost izpada internetne povezave. Hrambo in kasnejše pošiljanje podatkov je potrebno zagotoviti predvsem za kritične podatke, pri določenih implementacijah se lahko podatki tudi zanemarijo. Za implementacijo hrambe podatkov ima MQTT že implementirane funkcionalnosti, medtem, ko CoAP ne poskrbi za primerno hrambo in je ta mehanizem prepuščen razvijalcem strojne in programske opreme naprave IoT.

## Transportni sloj

Na transportnem sloju se pri implementacijah IoT uporablja TCP ali UDP. Ker je protokol TCP široko razširjen pri človeški interakciji s svetovnim spletom, je splošno prepričanje, da je ta primernejši tudi za omrežja Interneta stvari.

TCP zagotavlja logično povezavo, potrjevanje prenesenih paketov in ponovno pošiljanje izgubljenih paketov ter nadzor toka. Vendar je za vgrajen sistem protokol TCP pogosto preveč zahteven za njegove omejene vire. Velikost glave paketa je pri TCP precej večja kot pri UDP. Za realno časovni prenos podatkov je bolj primeren UDP, zato se v senzorskih omrežjih vse bolj uveljavlja.

## Omrežni sloj

Na omrežnem sloju se tipično uporablja protokol IP verzije 4 ali verzije 6. Eden od glavnih gonil pri uvajanju protokola IPv6 je potencialno veliko število naprav IoT. Vendar protokol IPv6 ni primeren naprave za IoT, ki razpolagajo z omejenimi viri, zato se v omrežjih IoT uporablja 6LoWPAN. Gre za adaptacijski sloj, ki omogoča prenašanje paketov IPv6 preko povezav 802.15.4 in BLE.

6LoWPAN vključuje dodatne funkcionalnosti namenjene omrežjem z nizko porabo, kot so podpora za kompresijo glave paketa IPv6 in UDP, samodejna konfiguracija omrežja in odkrivanje sosednjih naprav, podpora multicast, unicast in broadcast prometu ter podpora za fragmentacijo paketov. Z vsem naštetim je 6LoWPAN eden izmed protokolov omrežnega sloja, ki je najbolj prilagojen za omrežja IoT.

## Sloj podatkovne povezave in fizični sloj

Za brezžično povezovanje se široko uporablja povezava WiFi 802.11a/b/g/n/ac. Vendar pa ta tehnologija ni najprimernejša za omrežja IoT. Če naprave v omrežju IoT lahko priključimo na stalen vir napajanja, potem je uporaba WiFi smiselna, saj omrežja WiFi v domovih in drugod pogosto že obstajajo in tako znižamo stroške implementacije.

V večini primerov so naprave Interneta stvari odvisne od baterijskega napajanja in je njihova poraba bistvenega pomena. Zato za omrežja IoT pogosto uporabljamo baterijskemu napajanju prilagojene komunikacijske kanale.

## IEEE 802.15.4

je standard, ki specificira fizični nivo in nivo podatkovne povezave za brezžična osebna omrežja z nizko porabo energije. Predstavlja osnovo za ZigBee, Z-Wave, WirelessHART in 6LoWPAN, zaradi česar je široko uporabljen v implementacijah omrežij

IoT. Deluje na frekvenci 868 MHz (EU) in 915 MHz (ZDA).

## WiFi HaLow

Standard IEEE 802.11ah definira WiFi HaLow, ki je namenjen posebej za omrežja IoT. Implementacija takega omrežja zahteva ločeno infrastrukturo od že poznane omrežja WiFi, ki ga uporabljamo za povezavo prenosnih naprav (mobilni telefon in osebni računalnik), podobno kot velja za ostale IoT rešitve. Glavna razlika med WiFi in WiFi HaLow je drugačen frekvenčni pas in sicer namesto 2.4 GHz je uporabljen 900 MHz. Poleg spremembe frekvence je tudi implementiran mehanizem za način spanja. Osnoven standard, ki definira WiFi, kot ga poznamo takšnega mehanizma v osnovi nima vključenega.

## BLE v5.0

Bluetooth low energy je brezžično osebno omrežje, ki se pogosto uporablja v implementacijah IoT. Najbolj se tehnologija uveljavlja za sledenje oseb po prostoru, kar se izvaja s tako imenovanimi napravami tipa beacon (svetilnik). Prednost tehnologije je, da jo podpira velika večina mobilnih operacijskih sistemov. Seveda pa tudi to omrežje IoT ni združljivo s prejšnjimi verzijami omrežij Bluetooth.

## Operacijski sistem

Za napredno upravljanje z napravami IoT je bistvenega pomena njihova povezanost v internet. Prav ta povezljivost naprav z internetom pa je glavni razlog za rast velikosti programske opreme, ki skrbi za pravilno delovanje naprav IoT. Slika 3 prikazuje splošno strukturo programske opreme. V splošnem je programska oprema v napravah IoT sestavljena iz operacijskega sistema, ki omogoča razvoj lastne aplikacije znotraj okolja operacijskega sistema. Navadno v takem okolju najdemo sistem za sočasno izvajanje (angl. Real Time Operating system – RTOS). V vsakem operacijskem sistemu, namenjenem napravam IoT, je prisoten programski vmesnik za povezljivost. Razvoj operacijskih sistemov je naredil tuadi velik korak k temu, da so v samo strukturo operacijskega sistema implementirani tudi gonilniki za najrazličnejšo strojno opremo. S tem so omogočili hiter razvoj aplikacije, kar pomeni, da se lahko razvojni inženir osredotoči v večini primerov samo na razvoj aplikacije.

Razvojni inženir v specifikacijah zahtev za lastno strojno opremo lahko zagotovi funkcionalnosti, ki jih operacijski sistem omogoča. V skladu s specifikacijami zahtev izbere operacijski sistem, ki je optimalen glede na aplikacijo. Izbran operacijski sistem mora zagotavljati podporo za tip povezave prek katere se bo naprava povezovala z drugimi, in podporo izbrani strojni opremi na napravi.

Splošen operacijski sistem omogoča



Slika 3: Splošna struktura operacijskega sistema

Specifikacija	Razred 0	Razred 1	Razred 2
RAM	<< 10 KB	~ 10 KB	~ 50 KB in več
Flash	<< 100 KB	~ 100 KB	~ 250 KB in več
RTOS	Brez podpore	S podporo	Polna podpora
Komunikacijski protokoli	Brez implementiranega protokola, uporablja prehod za komunikacijo	Komunikacija prek enostavnih protokolov, kot je CoAP. Možnost komuniciranja z ostalimi napravami brez prehoda	Komunikacija prek zahtevnih protokolov kot je denimo HTTP
Vrsta grožnje	Osnovna grožnja	Srednja grožnja	Srednja/Visoka grožnja

**Tabela 1: Vrste naprav in njihove specifikacije**

tudi razvoj novih gonilnikov za strojno opremo. Skupine razvojnih inženirjev operacijskih sistemov so razvile različne spletne skupnosti, prek katerih je mogoče novo programsko opremo, ki je bila razvita konkretno za neko strojno opremo objaviti v skupno rabo. S takim načinom so si zagotovili hiter razvoj programske opreme, ki predstavlja stanje tehnike.

## Zakaj izbrati operacijski sistem

Glavni razlog za uporabo operacijskega sistema pri implementaciji naprave IoT je možnost hitre menjave posameznega sloja v strukturi sistema. To pomeni, da lahko razvojni inženir, ki načrtuje tiskano vezje za napravo predvidi modul, ki omogoča povezljivost na 2.4 GHz in pod GHz (868 MHz), kar omogoči programsko izbiro fizične povezljivosti. Operacijski sistem mu omogoča hitro menjavo programskega vmesnika za povezljivost. Z minimalnim vložkom bo lahko razvil naprave, ki bodo povezljive prek omrežja WiFi, naprave povezljive prek BLE, ter naprave za povezljivost preko 6LoWPAN na frekvenci 868 MHz. S tem bodo naprave imele različne povezljivostne funkcionalnosti, šlo pa bo za eno napravo. Tak pristop poceni razvoj in proizvodnjo naprav.

Razlog za uporabo operacijskega sistema pri implementaciji naprav IoT je tudi varnost. Glede na to, da bo v naslednjih letih zaznati velik porast števila naprav, bodo v porastu tudi kibernetični napadi na naprave, kraja podatkov in vohlanje za podatki (angl. data sniffing). Zaradi tega se bo potrebno z razvojem novih varnostnih protokolov obraniti napadov. Hiter odziv na napad pa omogoča vpeljava operacijskega sistema, s katerimi lahko neodvisno od druge programske opreme, zamenjamo verzijo ali vrsto varnostnega protokola.

Z izbiro operacijskega sistema razvojniki vstopijo v svet skupnosti uporabnikov in avtorjev operacijskega sistema. To jim omogoči izmenjavo programske opreme, testiranje in izmenjavo rešitev ali idej.

## Seznam operacijskih sistemov

Trenutno je na trgu kar nekaj operacijskih sistemov, med seboj se razlikujejo po namembnosti za različne

vrste naprav IoT. Naprave IoT lahko razvrstimo v različne skupine. Vsaka skupina ima različne funkcionalnosti.. Vrste naprav so prikazane v tabeli 1.

Funkcionalnosti posameznega operacijskega sistema se razlikujejo v implementaciji protokolov za komunikacijo in implementaciji strojnih komunikacijskih vmesnikov ter podpori za strojno opremo. Na sliki 4 je podrobna struktura povezljivostnega sloja v operacijskem sistemu. Operacijski sistemi se lahko med seboj razlikujejo v implementaciji različnih komunikacijskih protokolov.

Poleg tega se operacijski sistemi razlikujejo tudi po gonilnikih za strojno opremo. Na sliki 5 je podrobna struktura sloja za gonilnike za strojno opremo. Struktura gonilnikov za strojno opremo se ponavadi razdeli na komunikacijske vmesnike (SPI, UART, ...), ki so namenjeni posamezni strojni opremi, v nekaterih operacijskih sistemih pa so v tej strukturi že zajeti gonilniki za točno določen kos strojne opreme, na primer grafični LCD določenega proizvajalca. Na tak način se lahko razvojni inženir posveti razvoju lastne aplikacije, ki predstavlja najvišji sloj v operacijskem sistemu.

## Primer uporabe operacijskega sistema pri razvoju naprav IoT

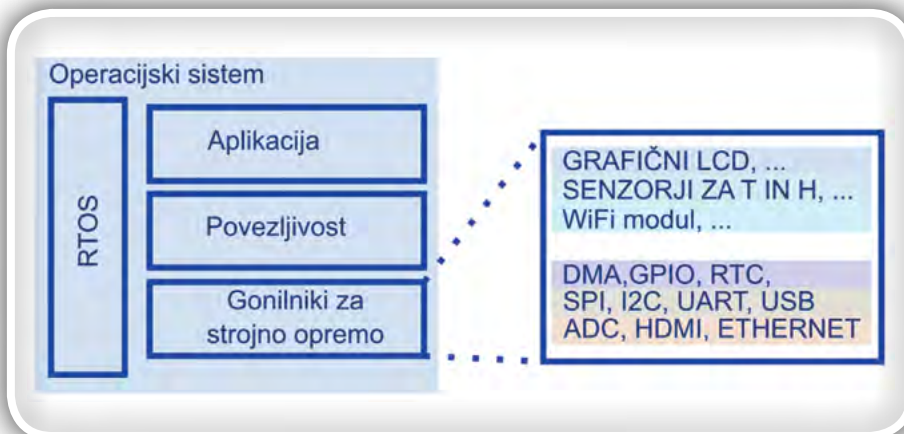
Razvojni inženir bo izbral operacijski sistem X. V sklopu aplikacije bo nastavil parametre za povezljivost, kjer bo izbral komunikacijski protokol (npr. MQTT), kar pomeni, da se bo med prevajanjem uporabil sloj TCP ali UDP, nato IP, kasneje pa protokol uporabljen v fizičnem sloju. S parametri za povezljivost bo nastavil fizični sloj za



**Slika 4: Podrobna zgradba povezljivostnega sloja operacijskega sistema**

Operacijski sistem	Vrsta podprtih naprav [razred]	Povezljivost
mbedOS	Vsi	NB-IoT, BLE, 6LoWPAN, Thread, Ethernet, WiFi
Contiki	Vsi	BLE, 6LoWPAN, Thread, Ethernet, WiFi
RIOT	Vsi	BLE, 6LoWPAN, Thread, Ethernet, WiFi
Windows 10 IoT	2	Ethernet, WiFi
Ubuntu core	2	Ethernet, WiFi
FREE RTOS	1, 2	BLE, 6LoWPAN, Thread, Ethernet, WiFi
TinyOS	0, 1	BLE, Ethernet, WiFi
uC/OS	1, 2	BLE, Ethernet, WiFi
LiteOS	1 (delno), 2	BLE, Ethernet, WiFi
AndroidThings	2	WiFi
OpenWSN	1, 2	BLE, Ethernet, WiFi
NutOS	1 (delno), 2	BLE, Ethernet, WiFi

Tabela 2.: Seznam nekaterih operacijskih sistemov



Slika 5: Podrobna struktura sloja z gonilniki za strojno opremo

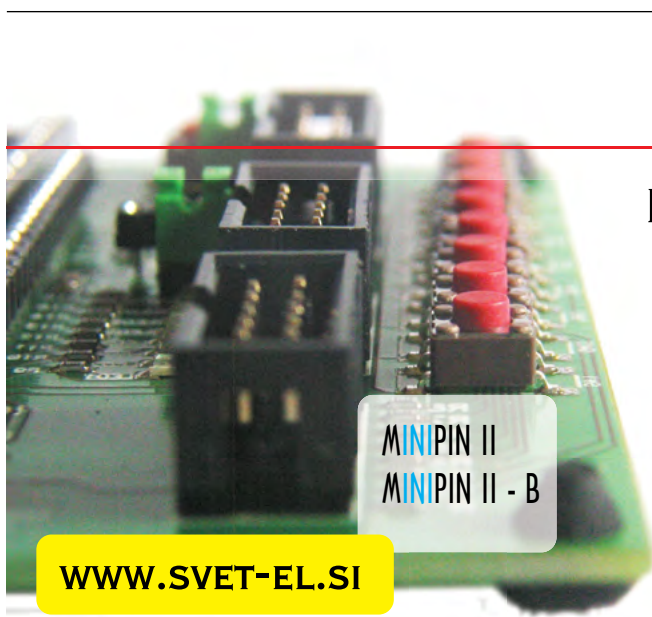
povezovanje naprave (npr. IEEE 802.15.4). Za povezavo med aplikacijo in nižje ležečim slojem (povezljivost, gonilnik za strojno opremo) skrbi aplikacijski programski vmesnik (angl. API). Določiti lahko tudi verzijo varnostnega protokola.. Kasneje se lahko izvede tudi zamenjava varnostnega protokola, kar ne vpliva na ostale sloje.

V nadaljevanju je prikazana tabela nekaj aktualnih operacijskih sistemov, ki predstavljajo stanje tehnike. Nabor operacijskih sistemov je precej širši, vendar se je razvoj nekaterih zaradi neznanih razlogov ustavil. Operacijski sistemi, ki niso v aktivnem razvoju predstavljajo določeno stopnjo grožnje za uporabnike. Takšni operacijski sistemi niso deležni varnostnih posodobitev s strani razvijalcev, kar pomeni, da uporabniki niso deležni popravkov ranljivosti v programski opremi. Tabela 2 prikazuje seznam operacijskih sistemov z njihovimi glavnimi lastnostmi.

## Zaključek

Pri implementaciji naprav IoT je bistvenega pomena pravilna izbira operacijskega sistema, komunikacijskih protokolov in strojne opreme – senzorjev. Veliko obstoječih implementacij naprav IoT je slabo konstruiranih in ne ponujajo zadostne varnosti, kar utegne v prihodnosti ob naraščajoči uporabi naprav IoT postati velika težava. Hkrati slednje predstavlja velik izziv predvsem za razvijalce operacijskih sistemov. Pri operacijskih sistemih namenjenih osebnim računalnikom smo vajeni modela zagotavljanja varnostnih posodobitev določeno število let. Tak model bi bilo koristno prenesti tudi na operacijske sisteme za naprave IoT, saj le tako lahko pripomoremo k večji varnosti končnih uporabnikov.

<https://svet-el.si>



## MINIPIN - RAZVOJNO ORODJE MINIPIN - RAZVOJNO ORODJE B

### RAZVOJNO ORODJE VSEBUJE:

- 8 TIPK
- 8 IO PRIKLJUČKOV
- USB NAPAJANJE
- TUDI KOT PROGRAMATOR

KODA:

5ELU0354 IN 5ELU0356

# Uporaba filtrov s preklapljajočimi kondenzatorji za prihranek prostora in izboljšanje učinkovitosti

Digi-Key Electronics

Avtor: Rich Miron

*Analogni senzor pošlje signal za internet stvari (IoT) in preden se lahko v pretvorniku analognih v digitalne signale (ADC) izvrši digitalizacija, projekti obdelave potrebujejo določeno raven obdelave signala. Toda ta raven obdelave analognega signala je lahko zajetna, draga, nepravilna in, glede na temperaturo, nezanesljiva. Z uporabo filtrov s preklapljajočimi kondenzatorji (switched capacitor filters) pa lahko oblikovalci te težave znatno ublažijo in poenostavijo proces oblikovanja.*

Da bi zagotovili ustrezno omejitev pasovne širine signala senzora pred pretvornikom ADC, so potrebni nizkoprepustni filtri antialiasa. Tipičen pasiven nizkoprepustni filter zahteva zajetne tuljave in velik kondenzator, medtem ko aktivni uporovno-kapacitivni (RC) filtri potrebujejo visoko vrednost časovnih konstant RC. V obeh primerih filter postane občutljiv na tolerance komponent RC in temperaturno stabilnost.

Poleg tega je težko uveljaviti vrednosti uporov z zadostno natančnostjo znotraj integriranega vezja. Posledica tega so zasnove integriranih vezij (IC) z zunanjimi upori in kondenzatorji, s čimer se poveča število komponent, stroški, zapletenost in obseg filtra.

Za rešitev teh težav naj oblikovalci razmislijo o arhitekturi

s preklapljajočimi kondenzatorji, da povečajo natančnost in prostorninsko zmogljivost filtrov. Te zasnove z natančno reguliranimi preklapljajočimi elementi nadzorujejo prenos naboja med kondenzatorji, kar jim nudi ustreznik upora. Kondenzatorji in z njimi povezani preklopi so preprosto izvedljivi v monolitni obliki.

Članek navaja teorijo delovanja filtrov s preklapljajočimi kondenzatorji (SCF-ji) kot drugo možnostjo pasivnim in aktivnim filtrom. Predstavljene so tudi vzorčne rešitve za prikaz načina njihove uvedbe.

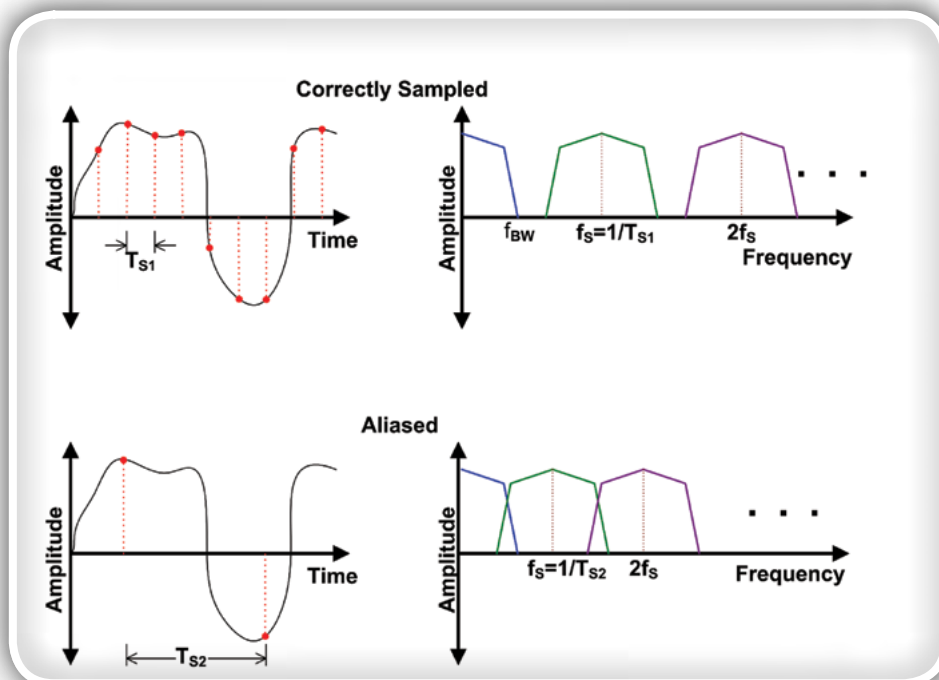
## Kaj je alias?

Vzorčni podatkovni sistemi, vključno s pretvorniki ACD in DAC, se morajo skladati s Nyquistovim kriterijem,

ki navaja, da mora biti naprava vzorčena pri frekvenci, ki je več kot dvakrat večja od najvišje frekvence ob vhodu. Če Nyquistov kriterij kršimo z vzorčenjem pri prenizki frekvenci, se bo v pasovni širini frekvence filtra pojavil nezaželen lažen signal (diagram 1).

Zgornji diagram prikazuje signal časovnega območja (levo), vzorčenega pri frekvenci, ki je več kot dvakrat večja od pasovne širine signala. Pogled frekvenčnega prostora na desni prikazuje, da je signal osnovnega pasu od DC do  $f_{BW}$  ločen od spodnje slike stranskega pasu o frekvenci vzorčenja  $f_s$ .

Spodnji diagrami prikazujejo aliasno stanje. Signal časovnega območja (levo) je vzorčen več kot dvakrat manj kot signal pasovne širine, kar krši Nyquistov kriterij. V spektru frekvenc (desno) pa se je vzorčna frekvencia pomaknila proti



*Diagram 1: Alias ali zrcalna frekvenca se pojavi, ko je frekvenca vzorčenja več kot dvakrat manjša od pasovne širine vhodnega signala. Komponente signala iz spodnje slike stranskega pasu o vzorčni frekvenci so heterodinirane v signal osnovnega pasu, posledica česar je izkrivljanje, ki ga ni moč odstraniti. (vir slike: Digi-Key Electronics)*

levi strani in odseva nižjo frekvenco vzorčenja. Spodnji stranski pas slike o vzorčni uri se zdaj prekriva s signalom osnovnega pasu, kar njegov spekter kviri z lažnimi signali. Ko pride do tega, izvornega signala ni več moč obnoviti.

Za preprečevanje aliasa obstajata dve pogosto uporabljeni metodi. Ena lahko z uporabo nizkoprepustnega filtra omeji pasovno širino vhoda v pretvornik ADC. Tukaj nastopi SCF. Možno je tudi toliko povečati frekvenco vzorčenja, da zagotovimo, da slednja močno preseže pasovno širino vhodnih signalov.

SCF-ji, konfigurirani kot nizkoprepustni filtri, občudovanja vredno preprečujejo alias, vendar so tudi sami vzorčni podatkovni sistemi, zato se morajo skladati s Nyquistovim kriterijem. Vendar pa se SCF-ji aliasu izognejo tako, da zahtevajo, da je vzorčna frekvenca petdeset do stokrat večja od pasovne širine vhodnega signala. To zagotovi primeren zaščitni pas za preprečevanje aliasa. Če je uporabljena nižja vzorčna frekvenca, se lahko za preprečevanje aliasa pred uporabo SCF-ja uporabi preprost antialiasni filter. V večini primerov so ti filtri tako preprosti kot enopolni nizkoprepustni filter RC.

Preklaplajoči kondenzator proti filtru neprekinjenega časa Z uporabo preprostega enopolnega nizkoprepustnega RC filtra je SCF-je preprosto primerjati s filtri neprekinjenega časa (diagram 2).

Zgornji shema prikazuje preprost enopolni nizkopropustni RC filter. Pasovna širina z -3 decibeli (dB) je izražena kot enačba 1:

$$f_{bw} = \frac{1}{2 * \pi * R_1 * C_1}$$

Enačba 1

Nizkofrekvenčne meje filtrov bodo zahtevale večje vrednosti upora. Če bi takšen upornik vključili v monolitni IC, bi bila toleranca upora 20 % do 50 %.

Nižji shema v diagramu 1 je uvedba preklaplajočega kondenzatorja enakega nizkoprepustnega filtra. Stikali S1 in S2 poganjata neprekrivajoči se uri  $\phi_1$  in  $\phi_2$ , ki imata frekvenco  $f_s$ . S1 najprej poveže vhodni kondenzator C2 z vhodom VIN. Nato se odpre S1 in zapre S2, kar C2 omogoči deljenje svojega naboja s C1. Naboj, prenesen od vhoda (VIN) do izhoda (VOUT), se izračuna z uporabo enačbe 2:

$$Q = C_2 * (V_{IN} - V_{OUT})$$

Enačba 2

Povprečen tok med vhodom in izhodom je časovni integral naboja, kakor je prikazano v enačbi 3:

$$i = Q / T_s = Q * f_s = f_s * C_2 * (V_{IN} - V_{OUT})$$

Enačba 3

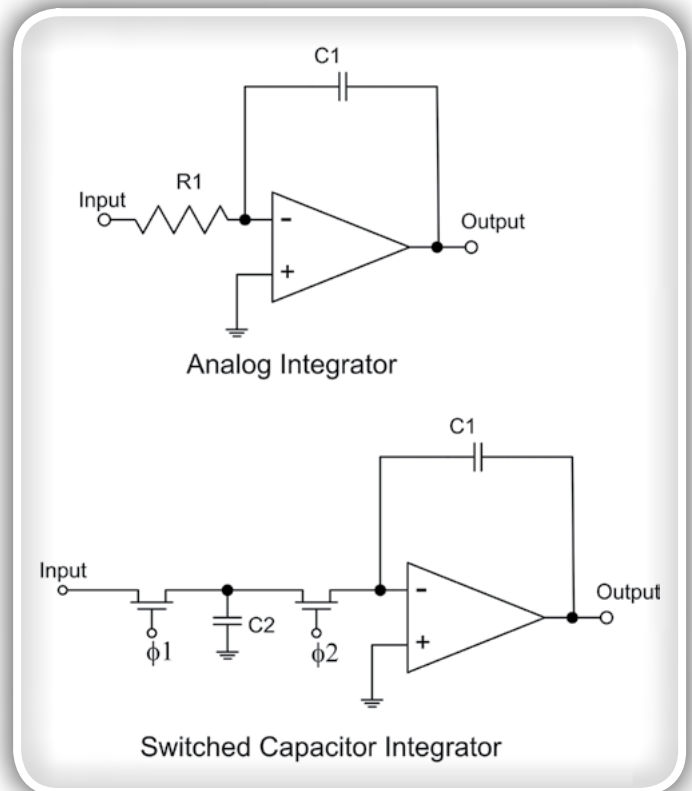


Diagram 2: Primerjava nizkoprepustnega RC filtra neprekinjenega časa s SCF, kar prikazuje, da se preklaplajoči kondenzator vede kot upor. (vir slike: Digi-Key Electronics)

To je izjava Ohmovega zakona glede toka skozi vezje preklaplajočega kondenzatorja. Iz te izjave se z uporabo enačbe 4 izračuna ekvivalentni upor:

$$R_{EQV} = \frac{1}{f_s * C_2}$$

Enačba 4

Torej za 200 kilohertzev (kHz) taktne frekvence in 5 pikofaradov (pF) preklaplajočega kondenzatorja je ekvivalentni upor 1 megaohm (M $\Omega$ ).

Če slednjega v enačbi zamenjamo s pasovno širino enopolnega nizkoprepustnega filtra, dobimo različico SCF, prikazano v enačbi 5:

$$f_{bw} = \frac{f_s * C_2}{2 * \pi * C_1}$$

Enačba 5

V konfiguraciji preklaplajočega kondenzatorja je pasovna širina odvisna od vzorčenja ali taktne frekvence in od razmerja med preklaplajočim kondenzatorjem C2 in integriranim kondenzatorjem C1. V monolitni strukturi IC upornike zamenjajo kondenzatorji in stikala manjše vrednosti. Oba od teh elementov je relativno preprosto vključiti v IC, saj na čipu zavzemata le majhen prostor.

Mejna frekvenca filtra je sorazmerna z vzorčno frekvenco



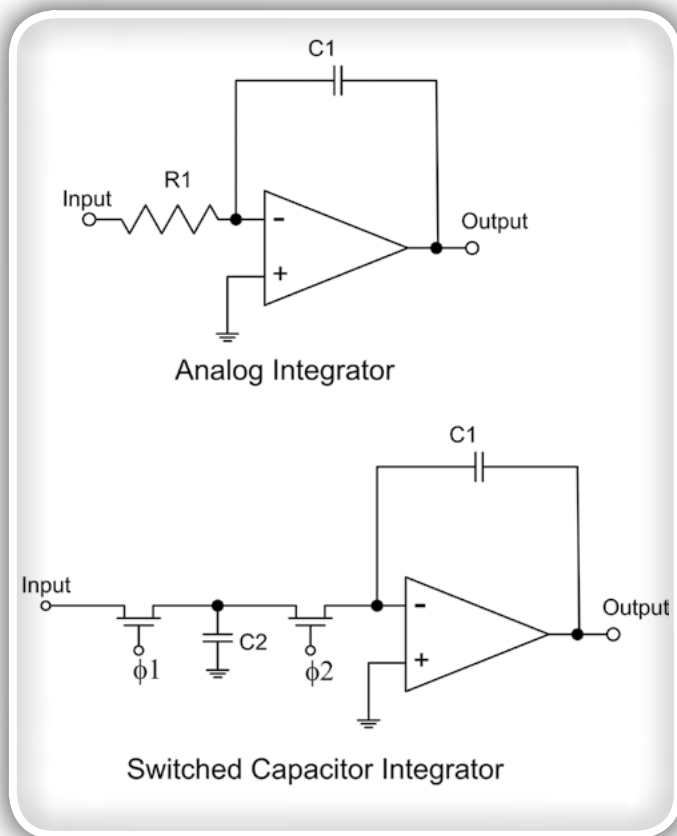


Diagram 3: Upor v analognem integratorju zamenja preklapljaljoči kondenzator. Preklopni elementi se izvedejo z uporabo CMOS FET-ov, ki jih poganja dvofaznitakt. (vir slike: Digi-Key Electronics)

takta, tako da se takt lahko uporabi za uglasitev filtra, kar je z vidika prilagodljivosti pomembna funkcija. Uporaba visokokakovostnega vira za vzorčitakt zagotavlja

natančnost in stabilnost frekvence takta ter s tem kotno frekvenco filtra.

Poleg tega je treba tudi upoštevati, da je mejna frekvenca sorazmerna z razmerjem kapacitivnih vrednosti, ki lahko v strukturi IC ustrezajo ravni tolerance  $< 0,1\%$ . Istočasno na kondenzatorje vplivajo tudi temperaturne spremembe, razmerje pa običajno ostane konstantno.

## Gradniki filtra s preklapljaljočim kondenzatorjem

Filteri so zgrajeni okrog odzivnih elementov, konfiguriranih kot integratorjev. Zasnova filtra na splošno pridobi pol za vsak integrator. Preklapljaljoči kondenzatorji nadomestijo uporabne elemente v zasnovi analognega integratorja (diagram 3).

Preklapljaljoči kondenzator se uporablja za zamenjavo upora v analognem integratorju. Zamenjava se izvede z uporabo dveh CMOS FET-ov, ki ju poganjata neprekrivajoča se takta  $\phi_1$  in  $\phi_2$ .

V praksi se lahko analogni filtri, kot je dvopolna spremenljivka univerzalnega stanja, izvršijo kot filtri s preklapljaljočimi kondenzatorji CMOS (diagram 4).

SCF (B) je pravzaprav funkcionalni blokovni diagram dvojnega univerzalnega SCF Texas Instruments MF10CCWMX/NOBP. Tudi ta, tako kot filter spremenljivke analognega stanja, vsebuje dve integratorski ravni na razdelek. V tem primeru so to integratorji s preklapljaljočimi kondenzatorji. Vsak razdelek lahko uvede

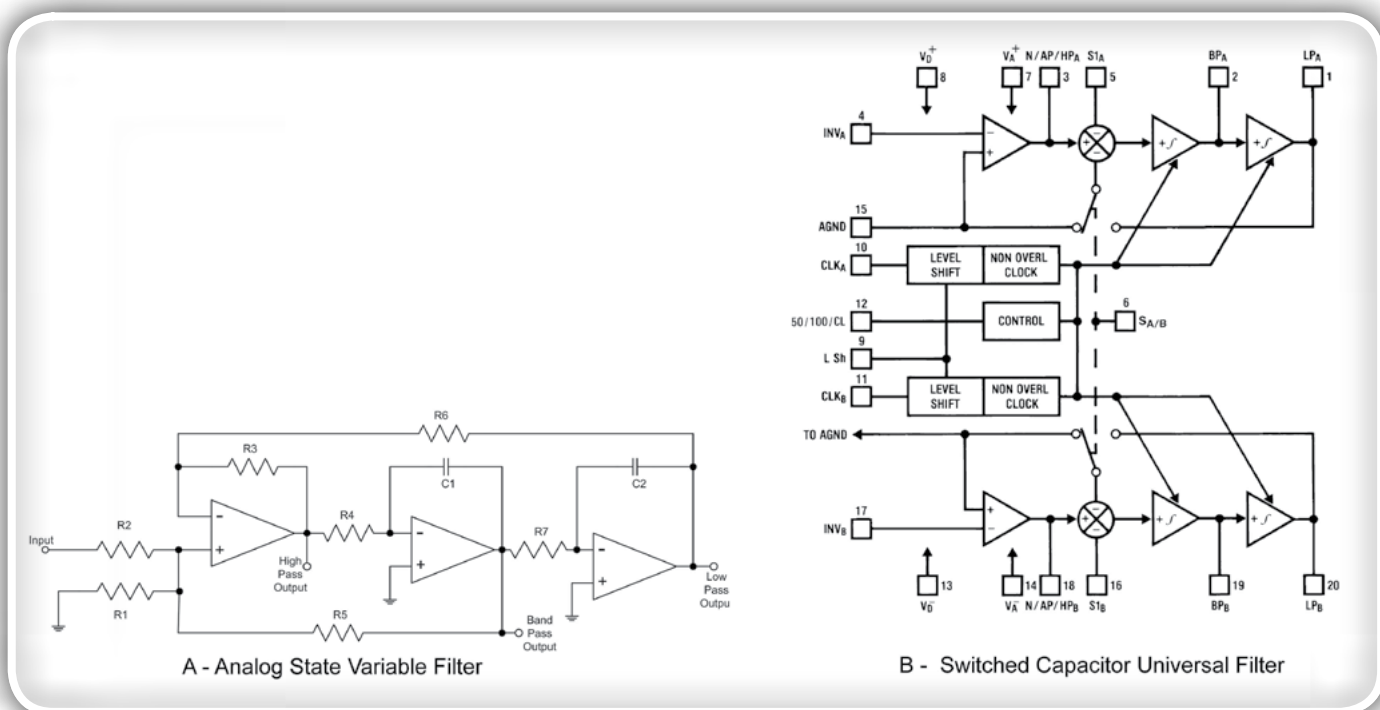


Diagram 4: Primerjava univerzalnega filtra spremenljivke dvopolnega stanja s SCF. Oba sta univerzalna filtra, ki nudita visokoprepustne, nizkoprepustne in pasovno prepustne izhode(viri slik: Digi-Key Electronics (A) in Texas Instruments (B))

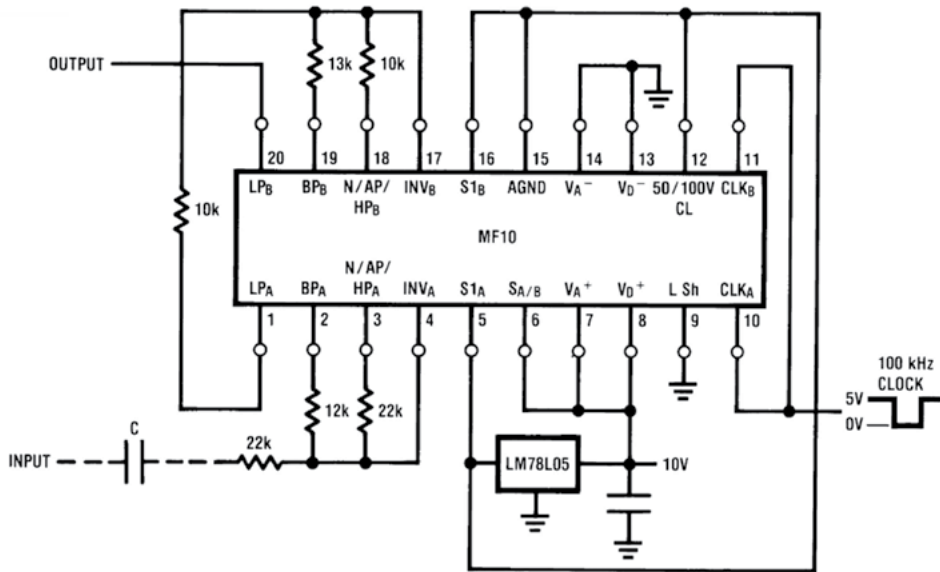


Diagram 5: Z uporabo MF10 SCF IC je zveden 1 kHz nizkoprepustnega filtra četrtega reda. (Vir slike: Texas Instruments)

dvopolni filter drugega reda z največjo mejno frekvenco 30 kHz. Povezovanje dveh razdelkov omogoča realizacijo filtra četrtega reda v enojnem paketu IC. To ne zahteva nobenih zunanjih kondenzatorjev, ampak samo upornike. Zahteva pa uro z vsaj 50- ali 100-krat večjo mejno .

ustvari 1 kHz nizkoprepustnega filtra (diagram 5).

Integracija in preklaplajoči kondenzatorji so integrirani v 20-pi ICju. Edine zunanje komponente, uporabljene za nastavljanje značilnosti filtrov, so upori. Ta zasnova vezja z uporabo enojne zaloge 10 voltov konfigurira MF10. Frekvenca takta je stokrat večja kot 1 kHz mejna frekvenca.

Primer izvedbe SCF uporablja oba razdelka MF10, da

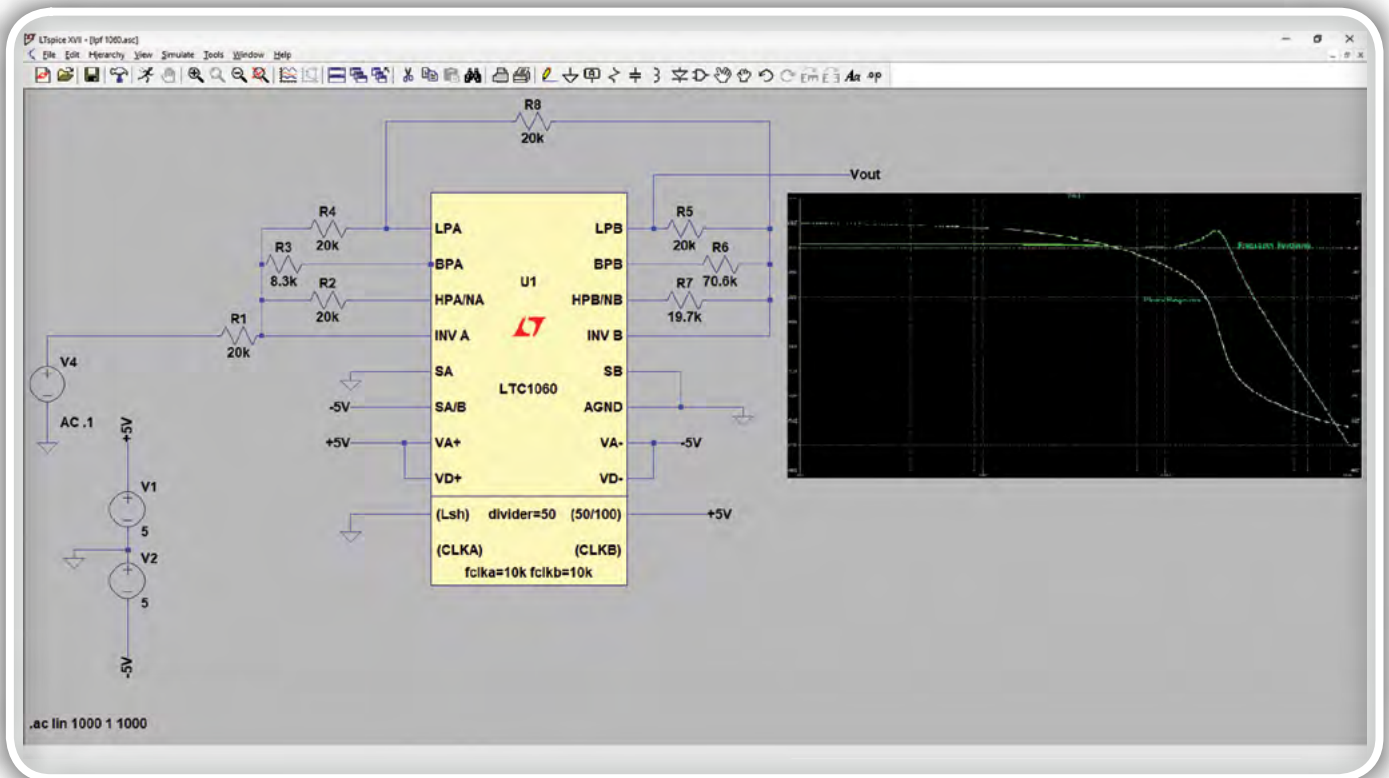


Diagram 6: Zasnova štiripolnega nizkoprepustnega filtra, oblikovanega v programu LTspice XVII od Analog Devices, ki prikazuje shemo in frekvenco/krivulje faznih odzivov. (vir slike: Digi-Key Electronics)

## Oblikovanje s SCF-ji

Dobavitelji lahko ponudijo orodja za oblikovanje, ki pospešijo fazo oblikovanja. Takšen primer je gradnik IC dvojnega univerzalnega filtra Analog Devices LTC1060, ki ga podpira simulacijski program LTspice XVII podjetja (diagram 6).

Analog Devices za gradnik filtra LTC1060 vključuje model spice. Je dvojni, univerzalni IC SCF, ki doseže do 30 kHz z maksimalno hitrostjo takta 500 kHz. Vsak razdelek filtrov vsebuje dva integratorja, ki zagotavljata dva pola na razdelek. S svojimi šestimi operacijskimi načini ga je moč konfigurirati kot nizkoprepustni, visokoprepustni, pasovno prepustni ali pasovno zaporni filter. Primer zasnove združuje oba razdelka IC, da ustvari štiripolni nizkoprepustni filter 200 Hz s taktom 10 kHz. Zasnova uporablja samo sedem uporov in nič kondenzatorjev ali tuljav.

Poleg teh univerzalnih filtrov so na voljo še SCF-ji z določenimi vrstami filtrov in fazne konfiguracije filtrov, ki so na voljo pri glavnih dobaviteljih, so Besselova, Butterworthova, eliptična in linearna.

## Sklep

Kot je prikazano, SCF-ji nudijo natančen spektralni nadzor, ki ga je moč zlahka izvesti na integrirano vezje. Zagotavljajo učinkovitost delovanja, izboljšanje velikosti in stroškov v primerjavi z analognimi RC filtri, v primeru aktivnih filtrov pa to dosežejo brez potrebe po zunanjih odzivnih komponentah. Močna prednost je v tem, da se lahko s spreminjanjem frekvence takta frekvenčne značilnosti filtrov spremenijo v realnem času.

[www.digikey.com](http://www.digikey.com)

# Bascom-AVR knjižnice za Arduino module (13)

Avtor: mag. Vladimir Mitrović  
E-pošta: [vmitrovic12@gmail.com](mailto:vmitrovic12@gmail.com)

*Z našo serijo člankov o Arduino kompatibilnih modulih, ki jo na straneh revije Svet elektronike spremljate že več kot eno leto, želimo te poceni module približati Bascom-AVR uporabnikom. Do sedaj smo predstavili 13 programskih knjižnic z več kot 200 novimi ukazi in s tem pomembno obogatili Bascom-AVR programski jezik. Za vsakega od predstavljenih modulov smo napisali tudi nekaj testnih programov, ki ilustrirajo način uporabe njemu pridružene knjižnice in njenih ukazov.*

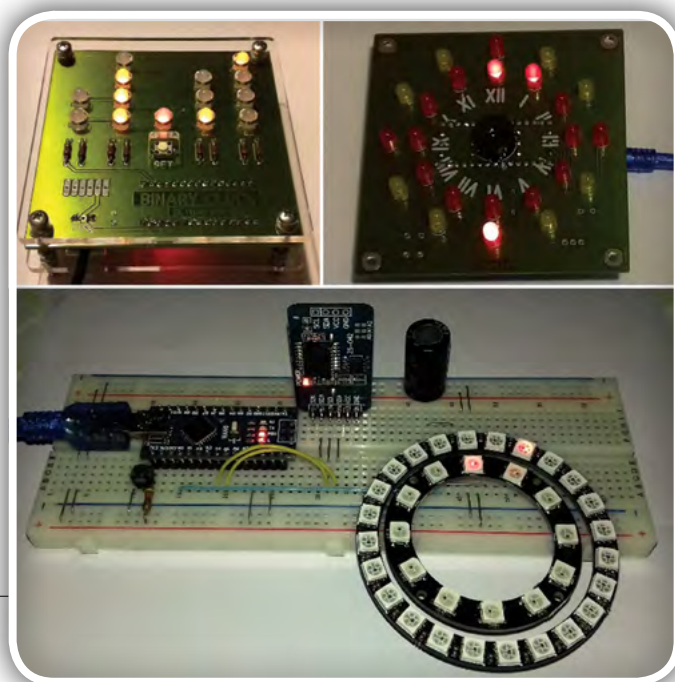
Sedaj je prišel čas za preboj: predstavljamo nastale projekte, v katerih se uporabljajo Arduino kompatibilni moduli krmiljeni z Bascomom in ukazi iz naših knjižnic! Pričnimo s kolekcijo ur, prikazanih na fotografijah na sliki 44.

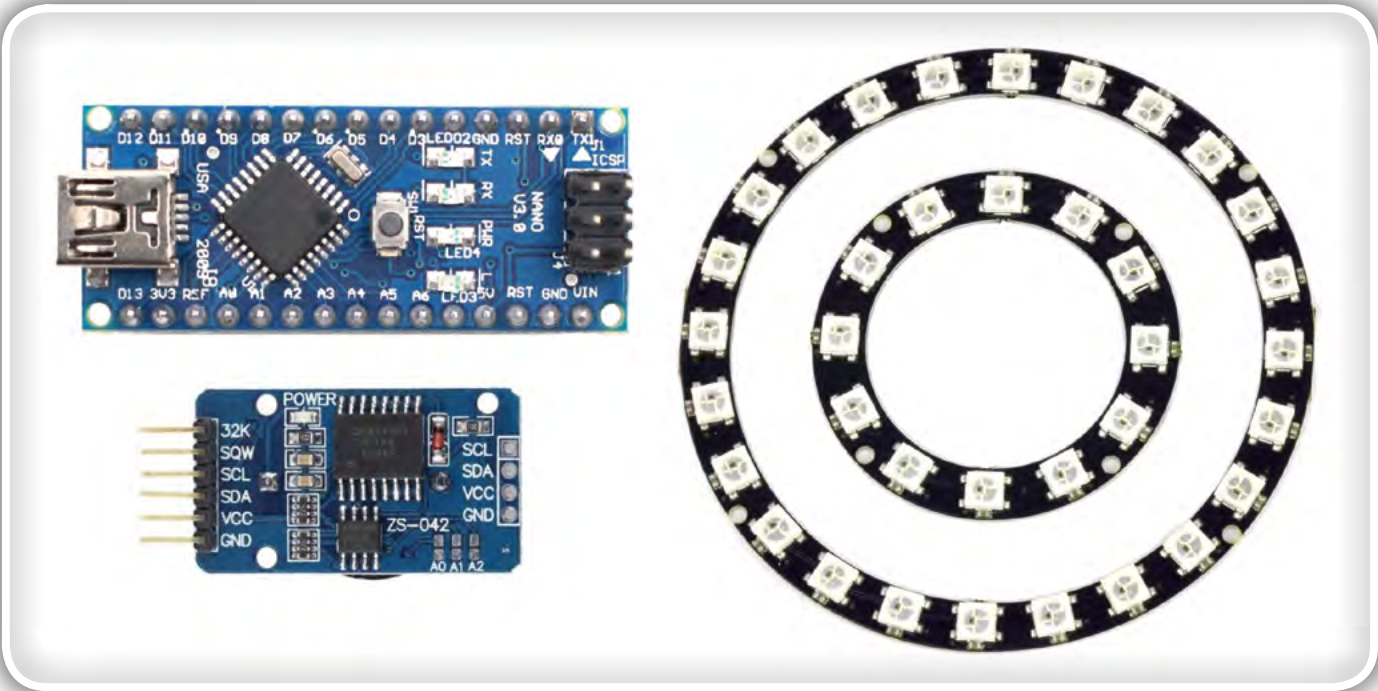
## Analogna ura z LED prstani

Prva od njih je kvazi analogna ura z LED prstani, v kateri se uporablja različna Arduino kompatibilna "ekipa" prikazana na fotografiji na sliki 45.

Shema ure je prikazana na sliki 46 in je res minimalistična. Precizna ura realnega časa je IC DS3231 iz ZS-042 modula. Za prikaz časa se uporabljata dva koncentrično postavljena prstana z 12 oziroma 24 WS2812B RGB čipi. Povezavo med njima dela AVR mikrokontroler, kot ATmega328P ali

*Slika 44: Tri izvedbe ure v katerih se uporabljajo Arduino kompatibilni moduli*





Slika 45: Arduino moduli, ki se uporabljajo v izvedbi analogne ure z LED prstani

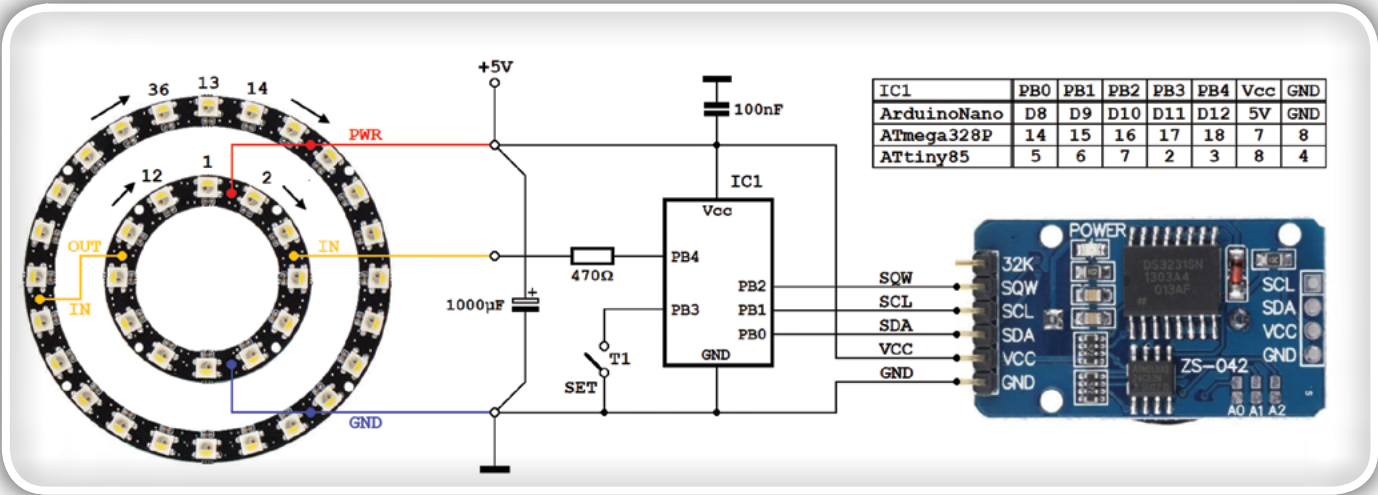
ATtiny85. Namesto mikrokontrolerja se lahko uporabijo tudi ustrezni moduli; jaz sam preizkusil Arduino Nano z ATmega328P mikrokontrolerjem. Prednost uporabe teh modulov glede na sam mikrokontroler je v tem, ker so na modulu integrirana še druga koristna vezja, kot napetostni stabilizator in programator. Uporaba modula prinaša tudi določene pomanjkljivosti, s katerimi se bomo pozabavali v enem od naslednjih nadaljevanj; v projektih, ki jih sedaj opisujemo, smo se jim spretno izognili. Tabela na sliki 46 prikazuje katere pine mikrokontrolerja, oziroma katere priključke Arduino Nano modula uporabljamo v naši uri.

Razjasnimo sedaj, kako je realiziran prikaz časa na prstanih z RGB čipi. Kroženje malega in velikega kazalca ure simulira postopno premikanje svetlobe z enega na drugi RGB čip manjšega, oziroma večjega prstana. Na slikah 47 in 48 svetli krožci predstavljajo ugasnjene, zatemnjene krožec

pa predstavlja vklopljen RGB čip. Intenziteto svetilnosti simbolizira stopnja zatemnjevanja: čim bolj je krog zatemnjen, večja je intenzivnosti svetilnosti ustreznega RGB čipa.

Manjši prstan ima 12 RGB čipov in tu je situacija lažje razumljiva: vsaki uri ustreza po en RGB čip. Pogledjmo na sliki 47 kako bo izgledal prikaz časa v razponu od 12:00 do 12:45 in s pomiki po 15 minut:

- ob 12:00 s polno svetilnostjo svetijo RGB čipi 12h in 0m;
- ob 12:15 RGB čip 15m sveti s polno svetilnostjo, ker se "veliki kazalec" nahaja točno na poziciji 15m, medtem ko čip 12h sveti s 3/4, čip 1h z 1/4 intenzivnosti, kar signalizira, da se je "mali kazalec" premaknil proti 1h;
- ob 12:30 RGB čip 30m sveti s polno svetilnostjo, ker se "veliki kazalec" nahaja točno na poziciji 30m, medtem



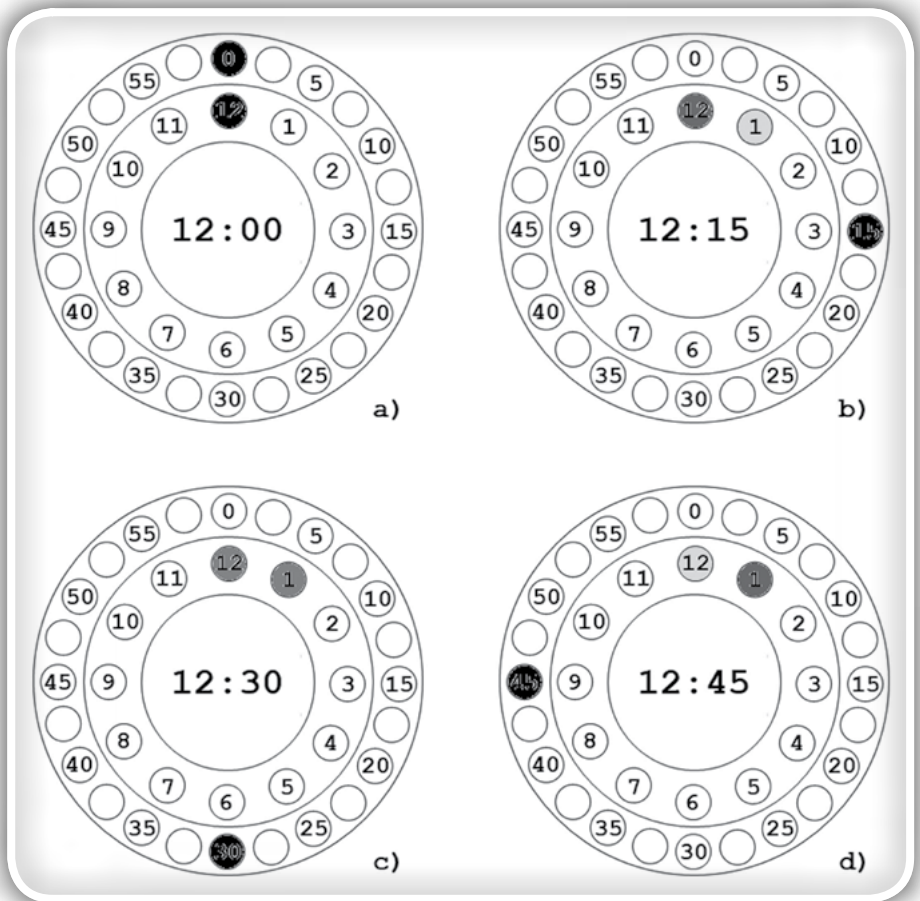
Slika 46: Shema analogne ure z LED prstani

ko čipa 12h in 1h svetita z 1/2 intenzivnosti, kar signalizira, da se "mali kazalec" nahaja med 12h in 1h;

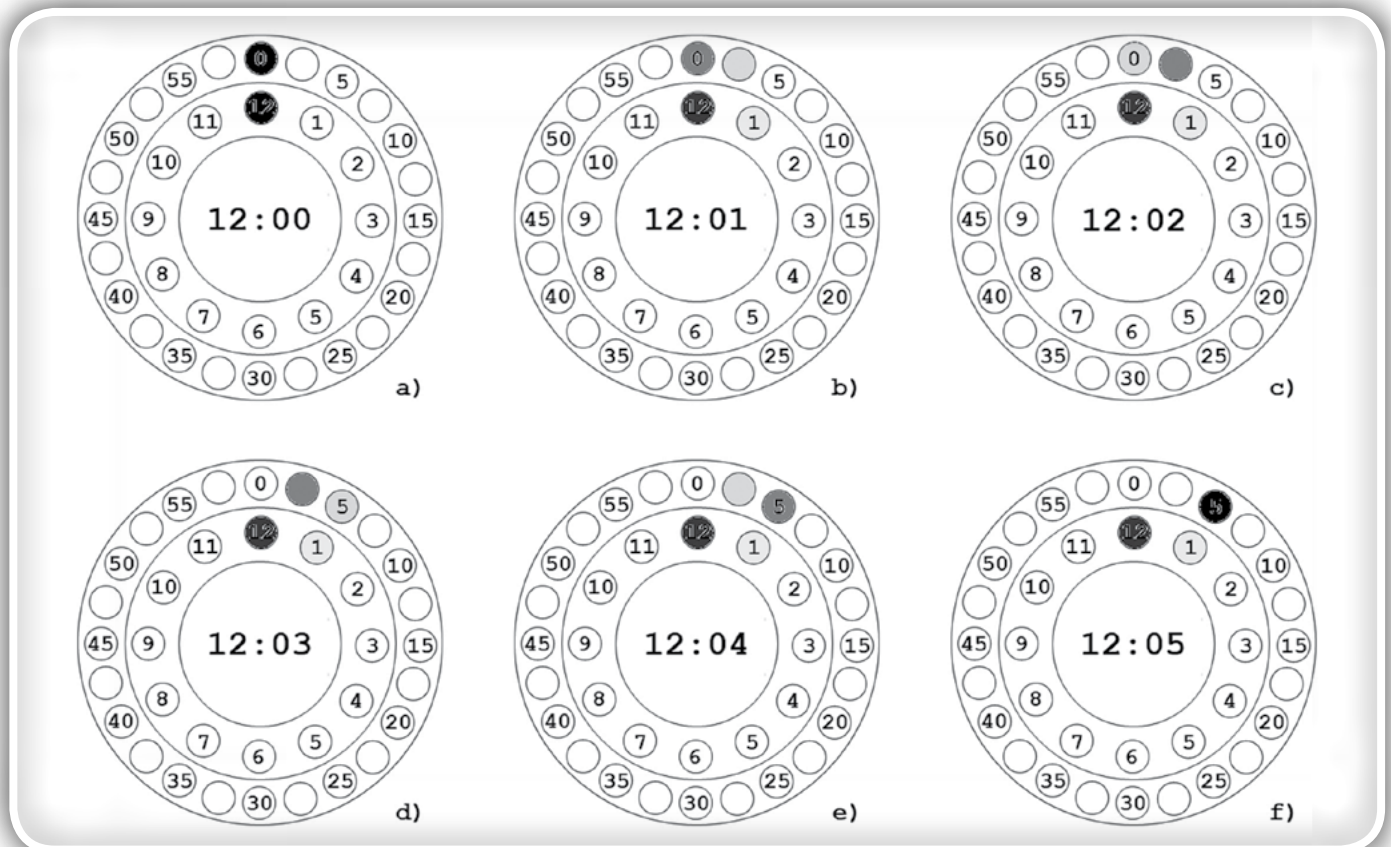
- ob 12:45 RGB čip 45m sveti s polno svetilnostjo, ker se "veliki kazalec" nahaja točno na poziciji 45m, medtem ko čip 12h sveti s 1/4, čip 1h pa s 3/4 intenzivnosti, kar signalizira, da se "mali kazalec" približuje poziciji 1h.

Večji prstan služi za prikaz minut in tu bi bilo idealno, če bi lahko uporabili prstan s 60 RGB čipi. Na žalost takšen prstan ne obstaja v komercialni ponudbi, zato sem izbral izvedbo s 24 RGB čipi, po eden za vsake 2,5 minute. Poglejmo na sliki 48 kako bo na takem prstanu izgledal prikaz časa v razponu od 12:00 do 12:05, v pomikih ene minute:

- ob 12:00 s polno svetilnostjo svetita RGB čipa 12h in 0m;
- ob 12:01 RGB čip 0m sveti s 2/3, čip 2,5m pa z 1/3 intenzivnosti, s čemer simbolizira, da se je "veliki kazalec" premaknil na nevidno pozicijo 1m; čip 12h sveti s polno svetilnostjo, čip 1h pa komaj



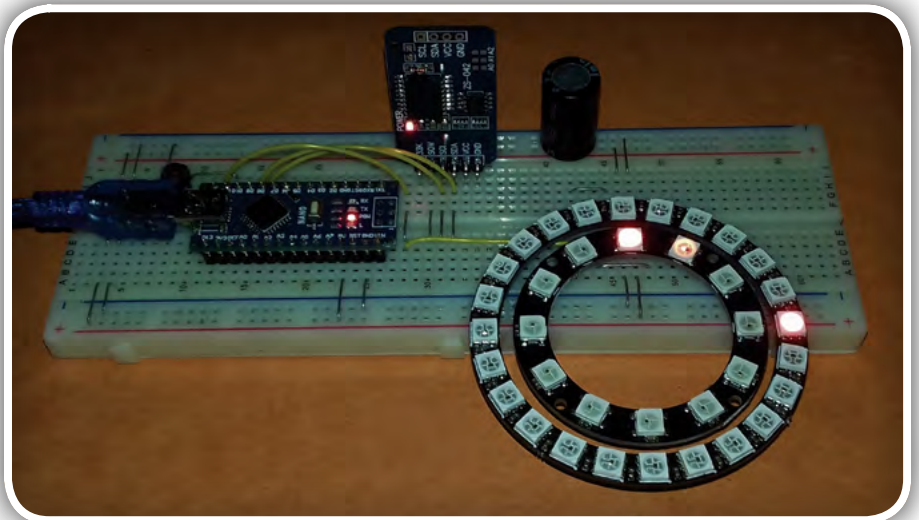
Slika 47: Skica prikaza časa na analogni uri z LED prstani (1)



Slika 48: Skica prikaza časa na analogni uri z LED prstani (2)

vidno, kar signalizira, da se je tudi "mali kazalec" malo premaknil;

- ob 12:02 RGB čip 0m sveti s 1/3, čip 2,5m pa z 2/3 intenzivnosti, s čemer simbolizira, da se je "veliki kazalec" premaknil na neviden položaj 2m; čip 12h še naprej sveti s polno svetilnostjo, čip 1h je komaj viden;
- ob 12:03 RGB čip 2,5m sveti z 2/3, čip 5m pa z 1/3 intenzivnosti, s čemer simbolizira, da se je "veliki kazalec" premaknil na neviden položaj 3m; čip 12h še naprej sveti s polno svetilnostjo, čip 1h pa je komaj viden;
- ob 12:04 RGB čip 2,5m sveti z 1/3, čip 5m pa z 2/3 intenzivnosti, s čemer simbolizira, da se je "veliki kazalec" premaknil na neviden položaj 4m; čip 12h še naprej sveti s polno svetilnostjo, čip 1h je komaj viden;
- ob 12:05 RGB čip 5m sveti s polno svetilnostjo s čemer simbolizira, da se je "veliki kazalec" pokril s 5m; čip 12h še naprej sveti s polno svetilnostjo, čip 1h je komaj viden.



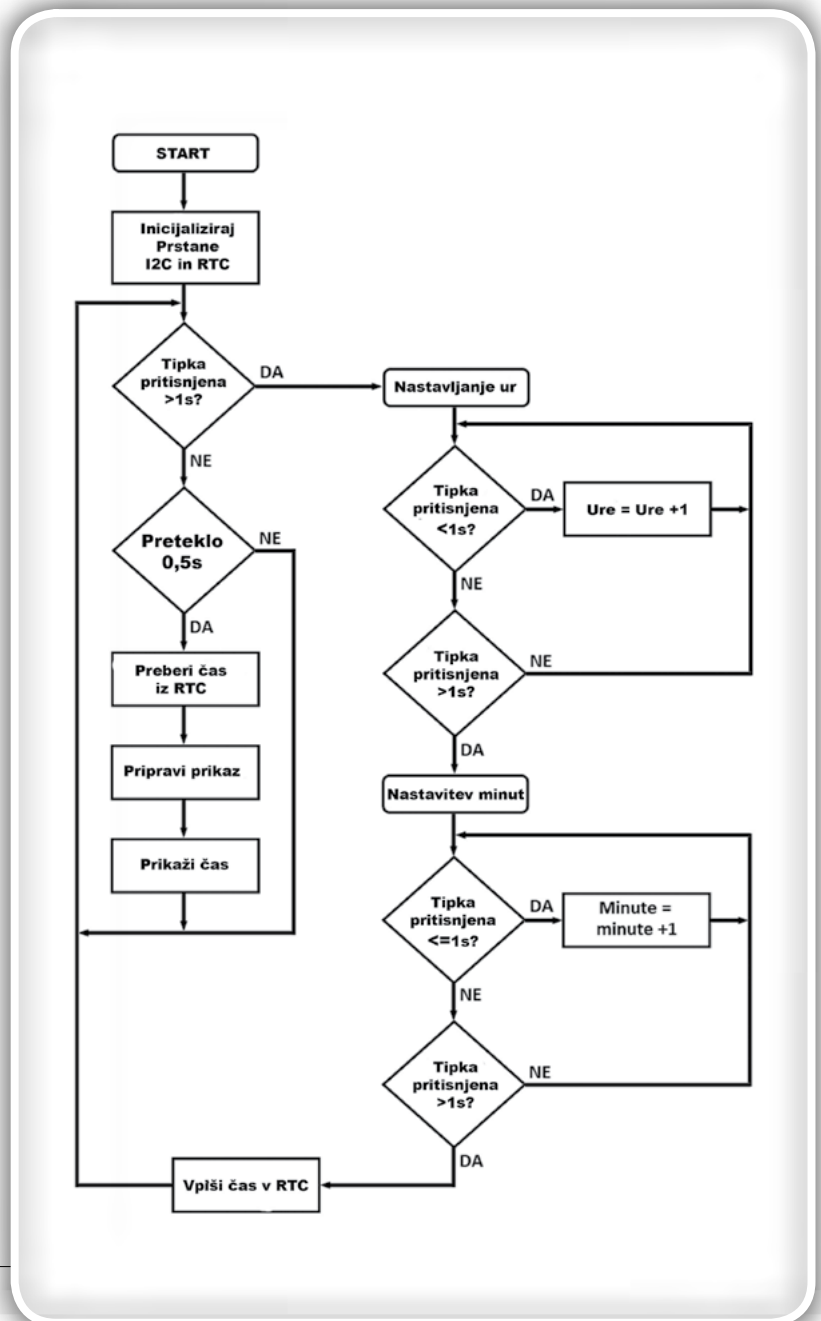
Slika 49: Koliko je ura, 0:15 ali 12:15?

Ko bo čas tekkel, se bodo ponavljale kombinacije od a) do f) za "velik kazalec", medtem ko se bo pri "malem kazalcu" čip 12h postopno ugašal, čip 1h pa bo postaja vse svetlejši, kot smo že imeli priložnost videti na sliki 46.

Opomba: navedene intenzivnosti zgolj ilustrirajo princip prikaza časa; ker WS2812B RGB čipi lahko reproducirajo preko 16 milijonov različnih barv in intenzivnosti, ima programer veliko možnosti, da ustvari efekte v skladu z lastnimi željami in znanjem. Da bi to uspeli prikazati, smo v programskem primeru, ki ga opisujemo, napravili razliko med dopoldanskim in popoldanskim časom: za prikaz časa v dopoldanskih urah (0:00 - 11:59) se uporablja rdeča, v popoldanskih urah (12:00 - 23:59) pa modra svetloba različnih intenzivnosti. Zato je v fotografiji na sliki 49 sedaj točno 0:15, in ne 12:15.

## Program Ring\_ura\_SE.bas

Program, katerega logiko prikazuje diagram poteka na sliki 50, je napisan za vezje glede na shemo na sliki 46 in mikrokontrolerje ATmega328P ali ATtiny85. Program je sestavljen iz inicializacijskega dela, glavne zanke in zanke za nastavljanje ure. Nastavljanje ure se



Slika 50: Diagram poteka programa

bo aktiviralo, če je pritisnjena tipka T1 dalj kot 1s in se odvija po sledeči proceduri:

- prstan za prikaz minut se ugasne, svetloba dvakrat "odteče" preko vseh RGB čipov za prikaz ur in nato s polno svetilnostjo sveti RGB čip, ki ustreza trenutnemu času (uram);
- ure se menjajo s kratkimi pritiski na tipko T1, pri čemer vsaki pritisk pomeni +1h; dopoldanski in popoldanski čas se razlikujeta po barvi svetlobe RGB čipov;
- nastavljanje ur se konča s pritiskom na tipko T1 v trajanju daljšem od 1s: prstan za prikaz ur ugasne, svetloba "odteče" preko vseh RGB čipov za prikaz minut in nato svetijo RGB čipi, ki prikazujejo trenutni čas (minute);
- minute se menjajo s kratkimi pritiski na tipko T1, pri čemer vsak pritisk pomeni +1m;
- nastavljanje časa se konča s pritiskom na T1 v trajanju daljšem od 1s: sekunde se resetirajo na 0, svetloba odteče preko obeh prstanov in nato ura nadaljuje prikazovati čas na običajni način.

Tukaj bomo pojasnili samo najvažnejše dele programa; za popolno razumevanje je potrebno preučiti celoten program. V inicializacijskem delu definiramo, da se za komunikacijo z LED prstanoma uporablja pin PB4

```
Const Led_port = Portb
Const Led_pin = 4
```

nato tudi trajanje reset impulzov in skupno število WS2812B čipov na prstanih:

```
Const Led_reset = 80
Const Led_number = 36
```

Po tem vključujemo obe knjižnici, tisto z ukazi za LED prstana in tisto z ukazi za uro realnega časa DS3231:

```
$include "WS2812B$SE.sub"
$include "DS3231$SE.sub"
```

Moramo še definirati tudi pine, ki krmilijo I2C vodilo, preko katerega je DS3231 povezan z mikrokontrolerjem:

```
Config Scl = Portb.1
Config Sda = Portb.0
I2cinit
```

Tretja povezava, ki povezuje DS3231 z mikrokontrolerjem, je SQW; čeprav se v tem programu ne uporablja, bomo konfigurirali ustrezen pin mikrokontrolerja kot vhodnega in s tem omogočili možne nadgradnje programa:

```
Sqw Alias Pinb.2
Portb.2 = 1 : Config Sqw = Input
```

Pred vhomom v glavno Do-Loop zanko je treba še zbrisati trenutni prikaz na prstanih

```
Ws2812b$clear_all
Ws2812b$show_all
```

in na ustrezen način inicijalizirati DS3231 čip:

```
Ds3231$write_control &B00000000
```

V glavni zanki se pogosto preverja, ali je pritisnjena tipka T1 (Set\_button)

```
Do
Debounce Set_button , 0 , Set_time , Sub
```

in če je, se izvrši rutina za nastavljanje ur po prej opisani proceduri. V glavni zanki se prav tako 2 krat v sekundi odčitava točen čas iz DS3231 čipa

```
...
Gosub Read_hhmmss
```

in se ga pripravi za prikaz na displeju:

```
Gosub Disp_hh
Gosub Disp_mm
...
Loop
```

Podprogrami za prikaz na displeju uporabljajo tabele, v katerih so definirane barve in intenzivnosti svetilnosti, ki jih mora posamezni RGB prikazati v določenem času. Te tabele so nameščene v EEPROMu mikrokontrolerja. Podprogram Disp\_hh uporablja tabele, ki definirajo vrednosti, ki bodo postavljene na dva sosedna RGB čipa manjšega prstana (ur):

```
$eeprom
Dim Hh_r1am(13) as Eram Byte
Data 16 , 15 , 14 , 14 , 12 , 12 , 8 ,
8 , 4 , 4 , 2 , 2 , 1
...
Dim Hh_r2am(13) as Eram Byte
Data 0 , 1 , 2 , 2 , 4 , 4 , 8 , 8 , 12 ,
12 , 14 , 14 , 15
```

Tabela Hh\_r1am vsebuje vrednosti, ki bodo postavljene na osnovni RGB čip (če je, ura npr., med 12 in 13, bo to RGB čip 1 na sliki 46), tabela Hh\_r2am pa vsebuje vrednosti, ki bodo postavljene na naslednji RGB čip (če je ura med 12 in 13, bo to RGB čip 2 na sliki 46). Prvi par vrednosti (16,0) velja, kadar je točno 12:00: čip 1 sveti maksimalno (16), čip 2 pa je ugasnjen (0). Drugi par vrednosti (15,1) velja v času 12:01-12:05: čip 1 sveti s samo malo zmanjšano intenzivnostjo (15), čip 2 pa je minimalno vključen (1). Ko čas teče proti 12:59, se intenzivnost čipa 1 zmanjšuje, intenzivnost čipa 2 raste. Definiranih je skupno 13 parov vrednosti, od katerih prvi pokriva samo 1 minuto, zadnji 4 minute, vsi ostali pa po 5 minut. Ko preteče prva ura, se uporabljajo iste tabele, ki tedaj na isti način definirajo intenzitete RGB čipov 2 in 3, itd.

RGB čipi imajo 3 LEDice, zato se za definicijo intenzivnosti zelenega in modrega segmenta uporabljajo podatki iz podobnih tabel, Hh\_g1am in Hh\_g2am za zeleno, oziroma

Hh\_b1am in Hh\_b2am za modro barvo. Ker program razlikuje dopoldanske in popoldanske ure obstaja še en komplet tabel za prikaz ur s sufiksom pm (Hh\_r1pm , Hh\_r2pm itd.) - skupaj je definiranih 156 vrednosti.

Podprogram Disp\_hh postavlja vrednosti dveh sosednjih RGB čipov na manjšem prstanu. Trenutna vrednost ur bo določila vsebino spremenljivke Hh\_led, ki predstavlja naslov prvega RGB čipa (1-12). Odvisno od trenutnih minut podprogram iz tabel prebere ustrezne vrednosti za rdeči, zeleni in modri segment tega čipa in jih shrani v spremenljivke Hh\_red, Hh\_green in Hh\_blue. Preostane še prenos na naslovljen RGB čip prvi "komplet" barv

```
Ws2812b$set_pixel_color Hh_led , Hh_green ,
Hh_red , Hh_blue
```

in nato vse to, z ustreznimi vrednostmi, ponoviti tudi za drugi RGB čip.

Podprogram Disp\_mm prikazuje minute na RGB čipih velikega prstana. Razpon 60 minut je razdeljen na 12 skupin s trajanjem 5 min; te skupine so 0-4 min, 5-9 min, ..., 55-59 min. Znotraj vsake skupine se intenziteta osvetlitve čipov menja na način, ki smo ga pojasnili s pomočjo ilustracije na sliki 48: obstaja skupno 5 kombinacij, ki se postavljajo na tri sosednja RGB čipa in katere se menjajo z vsako preteklo minuto. Vrednosti za vsako posamezno kombinacijo se prav tako nahajajo v tabelah shranjenih v EEPROMu mikrokontrolerja. Tabele, ki definirajo intenziteto rdeče barve izgledajo tako:

```
Dim Mm_r1am(5)as Eram Byte
Data 16 , 12 , 2 , 0 , 0
...
Dim Mm_r2am(5)as Eram Byte
Data 0 , 2 , 8 , 8 , 2
...
Dim Mm_r3am(5)as Eram Byte
Data 0 , 0 , 0 , 2 , 12
```

Opazili bomo, da je v prvi kombinaciji (16,0,0) vključen samo prvi RGB čip, nato se svetloba postopno seli proti drugemu (12,2,0), (2,8,0) in končno prehaja na tretji čip (0,8,2), (0,2,12). Podobne tabele so definirane tudi za zeleno in modro barvo, nato pa obstaja še en komplet tabel s sufiksom pm (Mm\_r1pm , Mm\_r2pm itd.) v katerem so definirane vrednosti za popoldanske ure - skupno je definiranih 90 vrednosti.

Podprogram Disp\_mm bo preračunaval trenutno vrednost minut v indeksno spremenljivko

Mm\_led, ki predstavlja naslov ustreznega RGB čipa na velikem prstanu (13-36), in nato dohiti iz tabel pripadajoče vrednosti za rdeči, zeleni in modri segment tega čipa in jih shrani v spremenljivke Mm\_red, Mm\_green in Mm\_blue.

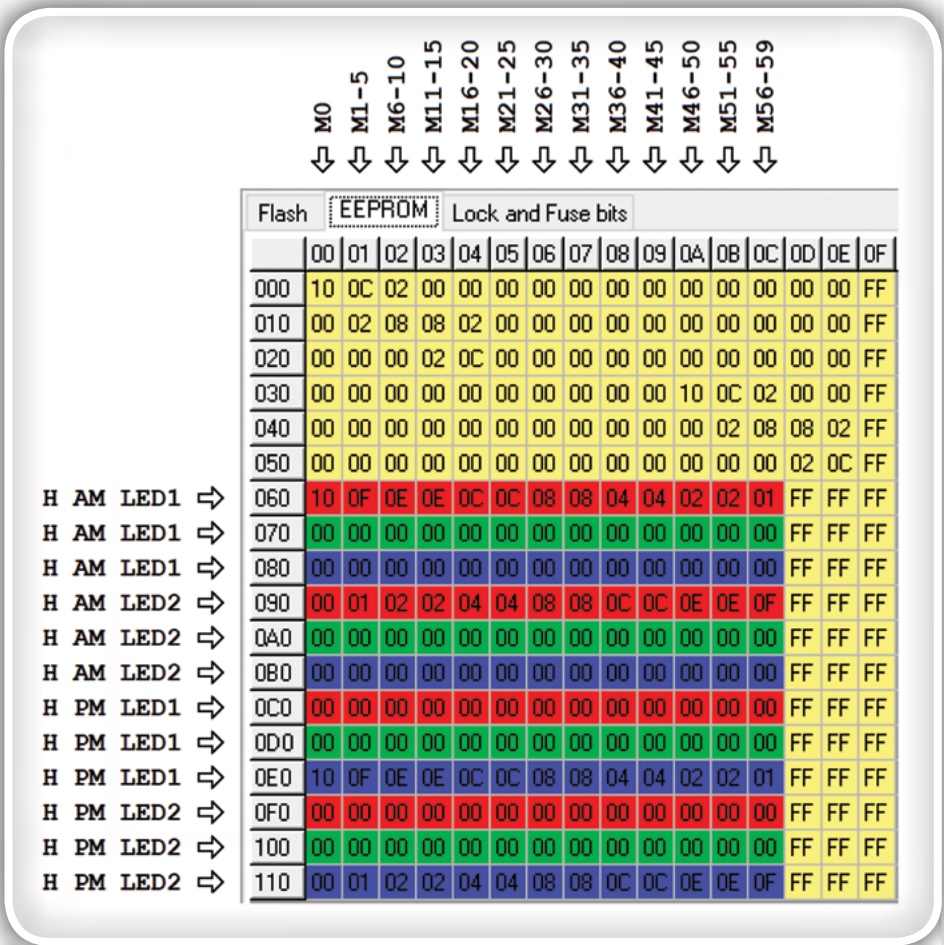
Ko prenese adresiranemu RGB čipu prvi "komplet" barv

```
Ws2812b$set_pixel_color Mm_led , Mm_green ,
Mm_red , Mm_blue
```

bo podprogram isto proceduro ponovil za naslednja RGB čipa iz skupine.

Ker so tabele z intenzitetami ločeno shranjene v EEPROMu, jih pri programiranju mikrokontrolerja ne smemo pozabiti, da potrebno programirati tudi EEPROM in ne samo programski spomin mikrokontrolerja! Če je mikrokontroler med programiranjem že povezan z LED prstani, je priporočljivo najprej programirati EEPROM, nato pa programski spomin; v nasprotnem lahko posamezni RGB čipi med programiranjem neugodno intenzivno zasvetijo. To ločevanje tabel v EEPROM se mogoče zdi kot nepotrebna komplikacija, vendar obstajata dva dobra razloga zaradi katerih sem se za to odločil:

- na ta način sem uspel zmanjšati program pod 4 kB in ga naredil dostopnega uporabnikom demo verzije Bascom-AVRa;
- uporabnik lahko brez spremembe samega programa in



Slika 51: Pojasnilo EEPROM tabel s podatki za prikaz na malem prstanu (ure)



celo brez potrebe z razumevanjem njegovega dela, z "ročnimi intervencijami" v vsebini EEPROMa mikrokontrolerja naredi poljubne spremembe v tabelah in tako eksperimentira s prikazom časa na displeju.

Za "ročne intervencije" je potrebno razumeti način, kako so tabele nameščene v EEPROM. To lahko preučimo s pomočjo prikaza na slikah 51 in 52.

Slika 51 prikazuje vsebino tabel s podatki za prikaz na majem prstanu (ure). Vrste označene s "H AM" se nanašajo na dopoldanske (0:00-11:59), vrste označene s "H PM" pa na popoldanske ure (12:00-23:59). "LED1" določa intenziteto posamezne barve prvega, "LED2" pa drugega iz para RGB čipov, ki prikazujeta trenutni čas. Stolpci določajo intenziteto in barvo RGB čipov odvisno od trenutnih minut: prvi stolpec velja, kadar so minute = 0, drugi za minute v razponu 1-5 itd. S slike 51 beremo naslednje:

- v dopoldanskih urah bo prikaz na displeju rdeče barve;
- v popoldanskih urah bo prikaz modre barve;
- vsakih 5 minut se intenziteta svetilnosti prvega RGB čipa zmanjšuje, drugega pa povečuje (v delu tabele v katerem sta v dve sosednji lokaciji vpisane iste vrednosti, se spremembe intenzivnosti dogajajo vsakih 10 minut).

Tabele s podatki za prikaz na velikem prstanu (minute) so prikazane na sliki 52. Minute se prikazujejo v skupinah po tri RGB čipe, zato imamo vrstice "LED1", "LED2" in "LED3". Vrednosti v prvem stolpcu vsake barve ustrezajo ničti, peti, deseti, ... minuti. Vrednosti v drugem stolpcu vsake barve ustrezajo prvi, šesti, enajsti, ... minuti. Ista logika velja tudi za ostale tri stolpce: podatki v vsakem od njih se vključujejo minute kasneje. Na sliki 52 lahko spremljamo, kako se znotraj obdobja 5 minut intenziteta postopno premakne iz prvega preko drugega na tretji RGB čip, in to v rdečem področju v dopoldanskem, v modrem področju pa v popoldanskih urah.

Ko smo prvič programirali mikrokontroler, lahko v tabelah "ročno" spreminjamo posamezne vrednosti, jih vpišemo v EEPROM in spremljamo učinke na displeju. Npr., v področju dopoldanskega časa lahko prekopiramo vrednosti iz rdečih polj v zelena in bo dopoldanski prikaz rumene barve. Prav tako lahko spremenimo številčne vrednosti v posameznih poljih: če vpišemo večje številke, bo prikaz svetlejši. Tukaj lahko ugotovimo, da so v originalnem programu uporabljene intenzivnosti do 16 (=H10), čeprav je maksimalna intenziteta vsake barve za RGB čip WS2812B znatno večja, 255 (=HFF). Razlog za tako

	M+0	M+1	M+2	M+3	M+4	M+0	M+1	M+2	M+3	M+4	M+0	M+1	M+2	M+3	M+4		
	Flash	EEPROM					Lock and Fuse bits										
		00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	0A	0B	0C	0D	0E	0F
M AM LED1	000	10	0C	02	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	FF
M AM LED2	010	00	02	08	08	02	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	FF
M AM LED3	020	00	00	00	02	0C	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	FF
M PM LED1	030	00	00	00	00	00	00	00	00	00	10	0C	02	00	00	00	FF
M PM LED2	040	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	02	08	08	02	00	FF
M PM LED3	050	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	02	0C	00	FF
	060	10	0F	0E	0E	0C	0C	08	08	04	04	02	02	01	FF	FF	FF
	070	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	FF	FF	FF
	080	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	FF	FF	FF
	090	00	01	02	02	04	04	08	08	0C	0C	0E	0E	0F	FF	FF	FF
	0A0	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	FF	FF	FF
	0B0	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	FF	FF	FF
	0C0	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	FF	FF	FF
	0D0	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	FF	FF	FF
	0E0	10	0F	0E	0E	0C	0C	08	08	04	04	02	02	01	FF	FF	FF
	0F0	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	FF	FF	FF
	100	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	FF	FF	FF
	110	00	01	02	02	04	04	08	08	0C	0C	0E	0E	0F	FF	FF	FF

Slika 52: Pojasnilo EEPROM tabel s podatki za prikaz na velikem prstanu (minute)

majhne intenzitete leži v dejstvu, da LED prstani niso veliki: premer večjega je okoli 6,5 cm, optimalna oddaljenost za gledanje ur pa znaša 0,5 - 1 m. Na takšni oddaljenosti večja intenziteta postane neugodna za gledanje.

## Zaključne pripombe

Program ne izkorišča vseh možnosti, ki jih nudi DS3231 RTC. Npr., ne uporabljajo se alarmi, za kar je potrebno preverjati SQW priključek ZS-042 modula - zato je ta povezava predvidena na shemi z namenom neke bodoče nadgradnje.

Kondenzator vrednosti 1000 µF je nujen samo takrat, ko se na displeju uporabljajo velike intenzitete. Pri

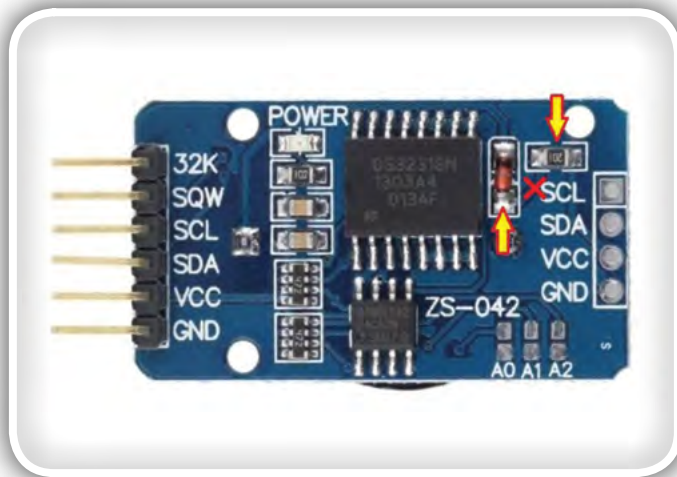
**RAČUNALNIŠKE NOVICE**  
bralcem revije  
**SVET ELEKTRONIKE**  
ponujajo POSEBNO  
PONUDBO!

**12 ŠTEVILK** revije  
**RAČUNALNIŠKE NOVICE**  
plačate samo stroške pošiljanja  
**9,70 €** za vseh 12 števil, brez vezave.

Navedete geslo  
SVET ELEKTRONIKE.

**12 števil  
BREZPLAČNO**

Naročite lahko na: [maja@stromboli.si](mailto:maja@stromboli.si) ☎ 01 620 88 00



Slika 53: Na fotografiji ZS-042 modula sta označena elementa, ki ju je potrebno odstraniti, kadar se uporablja ne-polnjiva litijeva baterija tipa CR2032

intenzitetah kakršne smo uporabljali mi, je poraba LED prstana komaj nekaj mA, in takrat lahko uporabimo kondenzator z manjšo kapaciteto. Če uporabljamo Arduino Nano ali podoben modul, lahko kondenzator popolnoma izpustimo: v večini primerov bo dovolj tisti, ki je že vgrajen v njegov stabilizator.

Da bi lahko vzdrževal časovno funkcijo tudi med obdobjem, v katerem je napetost napajanja izključena, integrirano vezje DS3231 zahteva backup napajanje. Za ta namen je na ZS-042 modulu predvideno ležišče za litijevo baterijo tipa 2032. Projektant modula je predvidel, da se uporablja akumulatorska baterija oznake LIR2032. Če želite uporabiti standardno ne-polnjivo baterijo (najbolj pogosta oznaka CR2032), je potrebno odstraniti diodo ali upor, ki sta na sliki 53 označena s puščico, ali pač prerezati linijo označeno s križcem. Več o tem in o samem modulu in knjižnici DS3231\$SE.sub poiščite v člankih Barduino (1) in (2),

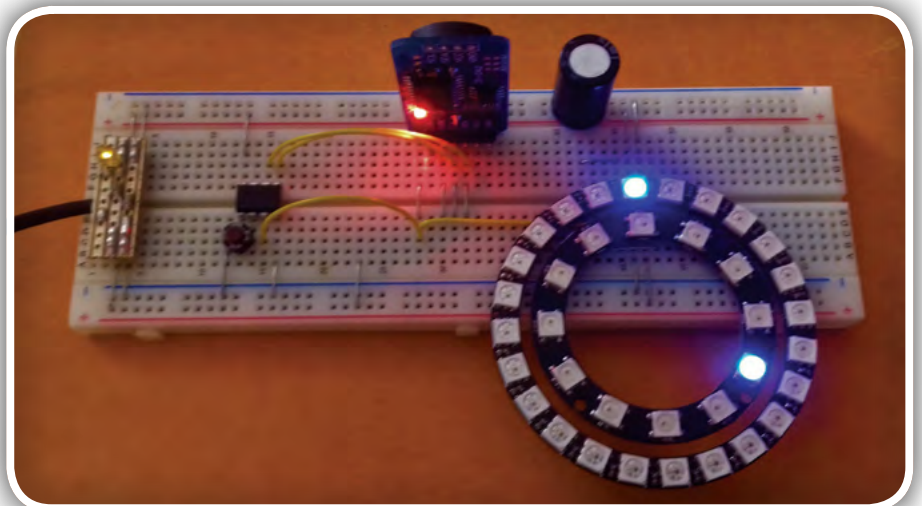
objavljenih v Svetu elektronike št. 255 in 256. Prav tako, več o LED prstanih in njihovih knjižnicah lahko najdete v člankih Barduino (5) in (6), objavljenim v Svetu elektronike 259 in 260.

Program analogna ura z LED prstani, Ring\_ura\_SE.bas, je napisan za mikrokontroler ATmega328P iz Arduino Nano modula, ki dela na frekvenci 16 MHz. Program bo dobro delal tudi z drugimi mikrokontrolerji, ki imajo najmanj 4 kB programskega spomina in po 512 B ali več SDRAMa in EEPROMa. Med ostalimi, so ustrezni ATmega88 - ATmega328 in tudi mali ATtiny85. Fotografija na sliki 54 dokazuje, da izvedba z ATtiny85 mikrokontrolerjem dejansko dela. V programu je bilo nujno spremeniti samo dva konfiguracijska ukaza:

```
$crystal = 8000000
$regfile = "attiny85.dat"
```

Opomba: program Ring\_ura\_SE.bas, kot tudi knjižnice DS3231\$SE.sub in WS2812B\$SE.sub, ki jih uporablja program lahko brezplačno dobite v uredništvu revije Svet elektronike.

<https://svet-el.si>



Slika 54: Dokaz da izvedba s ATtiny85 mikrokontrolerjem dejansko dela: sedaj je točno 16:00 (modra barva!)

## VARNOSTNI MODUL ZA DVOROČNO PROŽENJE

DVT 100 JE UNIVERZALNI VARNOSTNI MODUL ZA DVOROČNI VKLOP. NAMENJEN JE VGRADNJI V KRMILNE OMARICE NA NAPRAVAH S PREMOČRPNIM GIBANJEM ORODJA. DVT 100 POVEČUJE VARNOST DELAVCA ZA ORODJEJEM.

### TEHNIČNI PODATKI MODULA DVT 100:

- NAPAJANJE: 24V AC/DC
- PORABA: 4,5W
- IZHODNI KONTAKT: 6A/250V AC
- MAX. ČASOVNI RAZMIK PRITISKA NA TIPKI: 0,5s
- OHIŠJE: PLASTIČNO, ZA MONTAŽO NA LETEV
- IZHODNI RELE JE AKTIVIRAN DOKLER STA TIPKI SKLENJENI

**ZVD**

Atestiran pri zavodu  
za varstvo pri delu!

WWW.SVET-EL.SI



# Digitalni analizator signalov (2. del)

Avtor: dr. Simon Vavpotič

*Brez digitalnega procesiranja signalov ni hitrih brezžičnih komunikacij in visoke ločljivosti videa in zvoka. Zanimalo nas je, kako izdelati programsko orodje za PC in/ali PIC32 za hitro analizo z A/D pretvornikom vzorčenih signalov.*

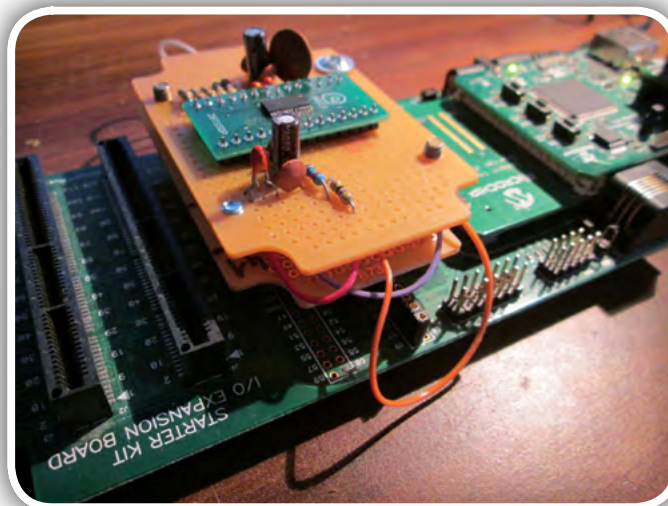
Čeprav imamo velikokrat občutek, da je domači PC namenjen predvsem preprostemu pisarniškem delu in popoldanskim zabavnim aktivnostim, med katerimi zagotovo ne manjka računalniških iger, je z ustreznim programskim orodjem v veliko pomoč tudi pri digitalni analizi signalov, na osnovi katere lahko preverimo modele za digitalno obdelavo signalnih tokov in jih kasneje prenesemo v ugnezdjeno programsko opremo mikrokontrolerjev. Digitalni analizator lahko uporabimo tudi pri diagnostiki napak v elektronskih vezjih.

V preteklem nadaljevanju smo spoznali osnovne principe digitalne obdelave signalov v mikrokontrolerju ali peceju (oz. drugem osebnem računalniku). Tokrat se bomo podrobneje lotili razvoja programske opreme za analizo digitalnih signalov za PC in PIC32 in med drugim spoznali tudi različne implementacije hitre Fourierove transformacije ter digitalnih filtrov. Vsekakor ne bo poudarek na matematičnih opisih, temveč na oblikovanju praktičnih programskih rešitev in povezovanju različnih programskih knjižnic, ki jih potrebujemo pri gradnji kompleksnejših algoritmov. Pri tem se bomo lotili tudi mogočih napak in pasti, v katere se lahko zapletemo, če se napačno lotimo praktične implementacije.

## Zgradba in delovanje programske opreme

Programsko opremo digitalnega analizatorja signalov sestavlja več logičnih nivojev. Na spodnjem nivoju je komunikacijska programska oprema, ki skrbi za pripravo strojne opreme za delovanje in sprotno zajemanje podatkov iz A/D pretvornikov. Tu je sodelovanje s strojno opremo najtesnejše, saj moramo pogosto uporabiti, tako funkcije mikrokontrolerjevih notranjih A/D pretvornikov, kot tudi funkcije zunanjih A/D pretvornikov, s katerimi komunicira mikrokontroler preko različnih vodil. Pri zajemu podatkov si pogosto lahko izdatno pomagamo tudi s prekinitvenim krmilnikom in krmilnikom DMA.

Natančna implementacija postopkov upravljanja posameznega priključnega A/D pretvornika je predpogoj za dober zajem podatkov. Zato si lahko pri tem pomagamo tudi z že izdelanimi programskimi knjižnicami (npr. v sklopu Microchip Harmony). Je pa tudi res, da pri povezovanju komponent različnih proizvajalcev, predvsem z novjšimi mikrokontrolerji, nemalokrat kakovostne programske knjižnice niso na voljo in najdemo v spletu zgolj primere uporabe za kakšnejši in manj zmogljiv mikrokontroler. Zato nam pri povezovanju zunanjih A/D pretvornikov pogosto ne preostane drugega, kot da algoritme nekoliko vgradimo

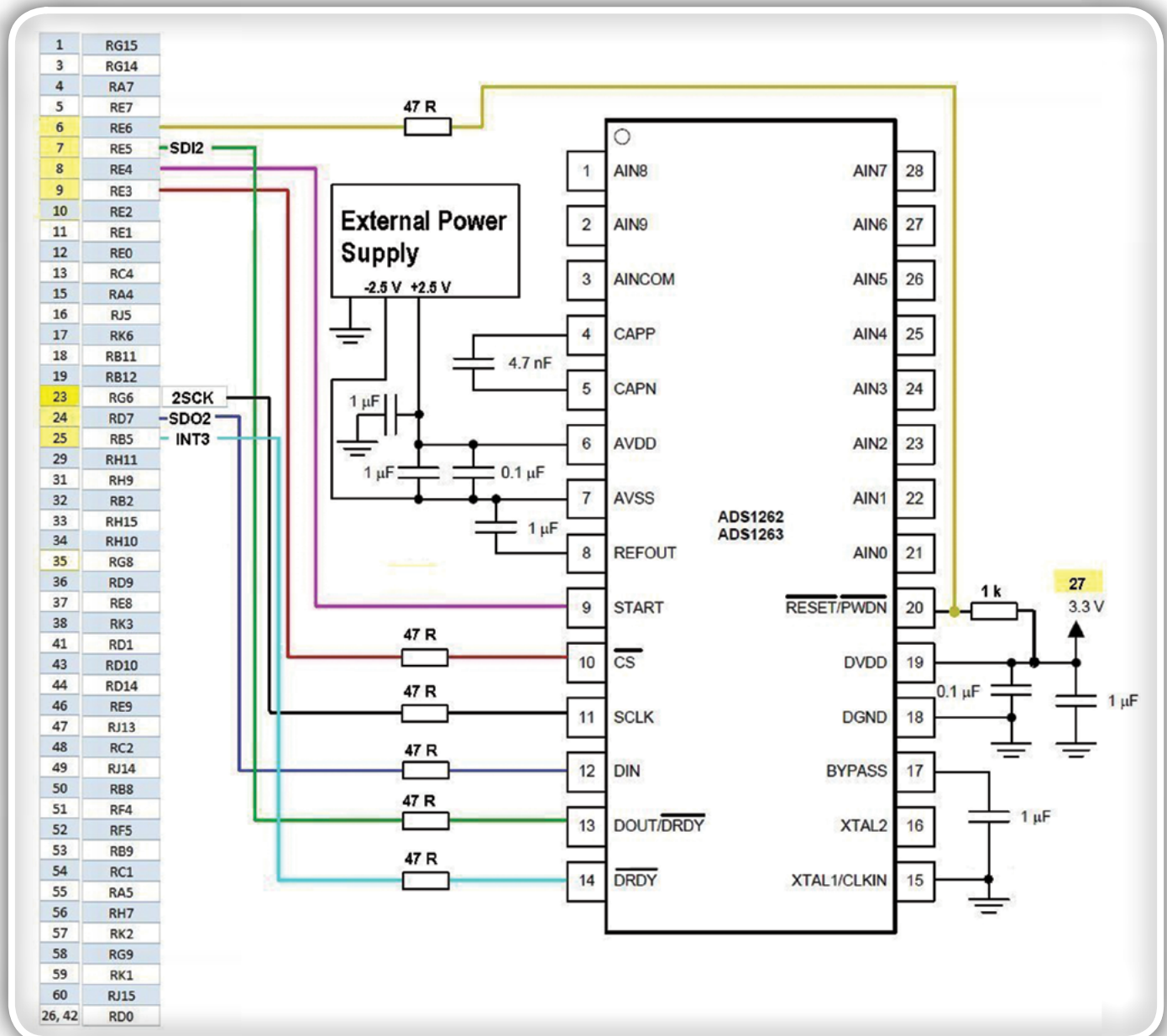


Slika 1: PIC32MZ2048ECH144 in ADS1263 kot sestavna dela digitalnega analizatorja signalov

v lastno programsko knjižnico. Pri tem sta pomembna dva vidika. Za pravilno delovanje A/D pretvornika, moramo najprej izvesti njegovo inicializacijo glede na problem, ki ga želimo reševati, nato pa moramo vzpostaviti kontinuiran zajem toka digitaliziranih vzorcev. Pri nižjih hitrostih vzorčenja si lahko, tako pri vgrajenih A/D pretvornikih, kot pri zunanjih, pomagamo s prekinitvenimi vektorji, pri višjih hitrostih vzorčenja pa je več kot dobrodošel krmilnik DMA, ki ga imajo le zmogljivejši mikrokontrolerji.

Krmilniki DMA podpirajo različne načine delovanja, vendar pa je pri zajemu vzorcev iz A/D pretvornika pomembno predvsem, da krmilnik DMA lahko prožimo z ustreznimi prekinitvenimi vektorji, ki jih prožijo A/D pretvorniki, in da lahko podatke zajema iz ene same ali krajšega zaporedja vhodnih lokaciji, oziroma registra ali registrov A/D pretvornika, ter jih zaporedno odlaga v trenutni izravnalnik v glavnem pomnilniku, medtem ko so drugi izravnalniki peceju na voljo za branje. Pomembno je tudi, da ima v ta namen mikrokontroler dovolj velik glavni pomnilnik, da je mogoče programsko vzpostaviti dovolj velik sistem izravnalnikov.

Prvi nivo programske opreme skrbi tudi za začetno kalibracijo A/D pretvornikov in popravke digitaliziranih vrednost glede na delovne pogoje (temperatura, relativna vlažnost zraka) pod katerimi deluje A/D pretvornik. Včasih si lahko pri tem pomagamo tudi z referenčnim A/D pretvornikom (npr. pri ADS1263, o katerem sem pisal v SE266, SE267 in SE268 v seriji člankov A/D pretvorniki z visoko ločljivostjo), s katerim lahko vzorčenje bolj prilagodimo konkretnemu merjenemu signalu, tako da, na primer ustrezno nastavimo predojačenje.



Slika 2: Shema povezave ADS1263 s simetričnim napajanjem (-2,5 V in +2,5 V) s PIC32MZ2048ECH144, uporabljen je prekinitveni vektor INT3

Kakorkoli, tudi priprava krmilnika DMA za delovanje in podpora njegovemu delovanju, spadata na prvi nivo programske opreme, ki mora biti kakovostno implementiran in mora podpirati API (aplikacijski programski vmesnik) za povezovanje z višjimi nivoji. Pri tem mora omogočati tudi izbiro načina delovanja glede na izbrane vrste analiz digitaliziranih vzorcev in glede na vrste signalov, ki jih želimo analizirati; pri čemer navadno najpogosteje spreminjamo hitrost in ločljivost vzorčenja, lahko pa tudi velikost medpomnilnikov.

Omenimo še, da na prvi nivo sodi tudi standardna komunikacijska programska oprema za komunikacijo med mikrokontrolerjem in PC, vendar te ne obravnavamo v tem članku. Potrebne programske knjižnice so na voljo na spletni strani <https://sites.google.com/site/pcusbprojectdownloads> v datotekah hid\_basic for PIC32MZ EC Starter Kit - firmware 2.9.2.zip (firmware za PIC32MZ2048ECH144) in LIB\_PCUSBProjects

v7.0.NET4x64.dll (programska knjižnica za Microsoft Visual Basic 2015.NET). Potrebni so tudi standardni gonilniki za naprave USB, ki pa so del operacijskega sistema in jih zato tukaj ne omenjamo. Omenimo le še, da digitalno analizo signalov na PC izvajamo z aplikacijo PC Digital Signal Analyser, ki jo najdemo v datoteki PC Digital Signal Analyser.zip (primer programske aplikacije za digitalno analizo signalov).

## Drugi nivo programske opreme

Naslednji nivo predstavljajo funkcije za osnovno pripravo digitaliziranih vzorcev merjenih napetosti za različne obdelave. Preveriti morajo konsistentnost in podatke združiti v strukture za nadaljnjo obdelavo. Pomembno je, da znajo za vsak vzorec natančno določiti (relativni) čas njegovega zajema in vrednost napetosti. Le na osnovi teh podatkov lahko nato digitalni analizator izračuna natančne izmerjene vrednosti signalov, kot so efektivna napetost, faza,

frekvenca itn. Obenem lahko na četrtem nivoju programske opreme pri grafičnem izrisu signala na tej osnovi pokažemo tudi ustrezne vrednosti za posamične vzorce.

Navadno določitev relativnega časa vzorčenja ne predstavlja večje težave, saj relativni čas vzorčenja pri A/D pretvornikih praviloma poznamo. Vgrajeni A/D pretvorniki so vezani na sistemski oscilator mikrokontrolerja, zunanji pa na zunanji vir taktnih impulzov, ali na zunanji taktni signal mikrokontrolerja ali namenskega vezja. Precej drugače je z meritvijo napetosti. Digitalizirane vrednosti je mogoče preračunati v napetosti le, če natančno poznamo merilno območje A/D pretvornika, ki je povezano z vrednostmi referenčnih in/ali napajalnih napetosti. Pri določanju skrajnih meja merilnega območja je v veliko pomoč natančen zunanji vir referenčnih in napajalnih napetosti (predvsem analognega dela A/D pretvornika, če je ta ločen od digitalnega), ki ga lahko zagotovi, na primer laboratorijski napajalnik. Pri meritvah izmeničnih signalov nemalokrat potrebujemo negativno in pozitivno referenčno napetost, nekateri A/D pretvorniki pa znajo sami izdelati simetrično referenčno napetost iz pozitivne referenčne napetosti. Kakorkoli, pomembno je, da natančno poznamo tako negativno kot pozitivno referenčno napetost, saj lahko na osnovi obeh in na osnovi analognih napajalnih napetosti, po navodilih proizvajalca A/D pretvornika natančno izračunamo dejanski napetostni razpon merilnega intervala.

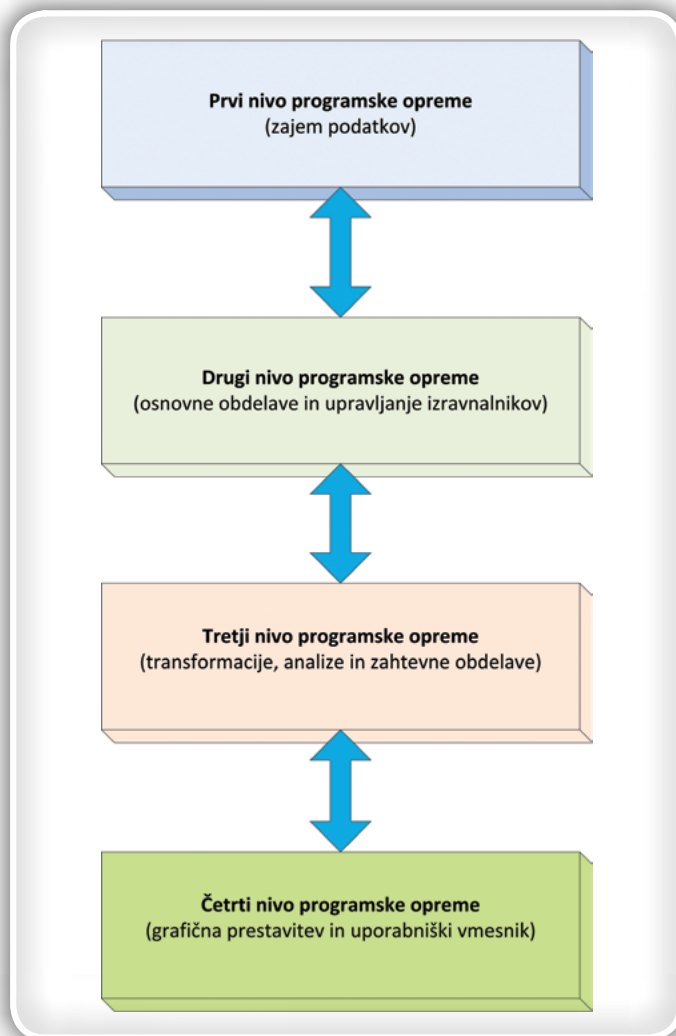
Pomembno vlogo pri črpanju podatkov iz A/D pretvornika imajo tudi medpomnilnik ali medpomnilniki, ki so opredeljeni na prvem nivoju programske opreme. Vendar mora drugi nivo programske opreme določiti njihova velikost in število. Najenostavnejša je implementacija enega medpomnilnika, iz katerega hkrati beremo in vanj vpisujemo podatke, saj je zakasnitev odvisna le od dejanskega časa, ko mora mikrokontroler čakati na zahtevo PC za oddajo podatkov.

V primeru ciklične uporabe več medpomnilnikov pa večji medpomnilniki zahtevajo več časa za polnjenje in je zato zakasnitev pri obdelavi signala v realnem času nekoliko večja. Tako smo ponovno pri problemu hitrosti vzorčenja. Pri hitrem vzorčenju s hitrostjo 100 kHz in več si brez težav privoščimo velike medpomnilnike (če ima mikrokontroler dovolj RAMa), pri počasnem vzorčenju z nekaj 100 Hz pa temu ni tako. Če hočemo zagotoviti delovanje digitalnega analizatorja signalov v realnem času, smejo biti izravnalniki le tako veliki, da je zakasnitev še sprejemljiva. Tu je najbolje uporabiti en ciklično medpomnilnik.

Število potrebnih medpomnilnikov je torej odvisno od načina branja podatkov. Če podatke beremo in pišemo kontinuirano, zadošča en sam, pri čemer imamo ločena kazalca za pisanje in branje podatkov ter števec količine začasno shranjenih podatkov.

### Tretji nivo programske opreme

Lahko trdimo, da je tretji nivo programske opreme



Slika 3: Nivoji programske opreme

najpomembnejši, saj vsebuje programske knjižnice s funkcijami za numerične obdelave podatkov, na osnovi katerih tvorimo algoritme za izvajanje različnih analiz digitaliziranih signalov. V preteklem nadaljevanju (v SE270) smo tem programskim knjižnicam že namenili nekaj prostora, prav tako smo omenili tudi Fourierjevo transformacijo, inverzno Fourierjevo transformacijo, izdelavo digitalnih filtrov s končnim odzivom itn. Omenili smo tudi, da moramo tovrstne programske knjižnice včasih izdelati tudi sami, še posebej, če uporabljamo manj uveljavljeno razvojno okolje. Pri tem si lahko izdatno pomagamo z izvorno kodo, ki ji najdemo na spletu, ali pa v okviru plačljivih programskih knjižnic.

Osnovne analize podatkov so sorazmerno enostavne, saj temeljijo predvsem na statističnih obdelavah podatkov, ki smo jih zajeli z drugim nivojem programske opreme, in njihovo razpoložljivost četrtemu nivoju programske opreme. Sem, denimo sodijo določanje časa vzpona signala, določanje dolžine periode, samodejno izbiro merilnega podobmočja, glede na največje in najmanjše vrednosti signala v določenem časovnem intervalu in druge enostavne operacije v časovnem prostoru, ki omogočajo ustrezno predstavitev signala.

Naslednji sklop funkcij izvajamo v frekvenčnem prostoru, za kar moramo najprej na ustrezen način izvesti Fourierjevo transformacijo. Pri tem je pomembno, ali nas zanima le frekvenčni spekter, ali pa tudi fazni zamiki signalov, vsebovanih v frekvenčnem spektru, ali pa morda učinkovite vrednosti moči po posameznih frekvencah. Hitri Fourierjevi transformaciji (FFT) in hitri inverzni Fourierjevi transformaciji (IFFT) smo precej prostora namenili že v preteklem nadaljevanju, zato nas bo tokrat zanimala predvsem praktična implementacija obeh. Gre namreč najpomembnejša algoritma, na osnovi katerega lahko izvajamo spektralno analizo in hkrati gradimo digitalne signalne filtre, na snovi katerih lahko izdelamo tudi digitalne signalne demodulatorje.

## Implementacija FFT in IFFT

Ker je FFT izredno pomembna funkcija za spektralno analizo, je prav, da nekaj besed namenimo tudi njeni implementaciji. Predpogoj je standardna matematična knjižnica programskega jezika C s trigonometričnimi funkcijami, ki ima navadno glavo `math.h`. Bojazni, da je ne bi imeli na razpolago skoraj ni, saj gre za standardno cejevsko knjižnico. Vsekakor še enkrat omenimo, da imamo tisti, ki uporabljamo Microchip Harmony FFT že v osnovi na voljo, o čemer ste lahko prebrali v preteklem nadaljevanju v SE270.

Če se FFT iz kateregakoli vzroka lotevamo sami, lahko algoritem izvedemo v treh korakih. V prvem zaporedje digitaliziranih vzorcev napetosti pretvorimo v zaporedje kompleksnih vrednosti (kot smo omenili, lahko za to poskrbimo že pri vzorčenju). Nato s pomočjo bitne reverzije, ki zagotavlja ključno pohitritev FFT v primerjavi z računanjem klasične Fourierjeve transformacije, preuredimo tabelo vzorcev tako, da jo pripravimo za izvajanje glavne transformacijske programske zanke, ki v tretjem koraku s pomočjo trigonometričnih funkcij po Danielson-Lanczosovem algoritmu izračuna nove kompleksne vrednosti, ki ustrezajo Fourierjevi transformaciji.

Vendar je potrebno poudariti, da lahko FFT z bitno reverzijo uporabimo le na tabelah, katerih velikost ( $N$ ) je potenca števila 2 (npr. 2,4,8,..., 32,64,128,...,1024,2048,4096,...). Z večanjem tabele narašča tudi natančnost



Slika 4: Koraki izvajanja FFT

izračuna FFT v določenem trenutku. FFT sicer vedno računamo iz preteklega končnega zaporedja kompleksnih števil, od  $t-N$  do  $t$ , pri čemer moramo za izračun FFT v naslednjem trenutku uporabiti tabelo z vrednostmi od  $t-N+1$  do  $t+1$ . Z drugimi besedami, za izračun FFT v realnem času uporabljamo drseče časovno okno, pri čemer je natančnost FFT odvisna od velikosti tabele vzorcev ( $N$ ).

Pri tem se moramo zavedati, da poteka v omenjenem primeru FFT nad podatki vistem delu pomnilnika, kamor smo naložili prvotno časovno zaporedje kompleksnih vrednosti digitaliziranih vzorcev. Če želimo slednjega ohraniti, moramo predhodno tabelo s časovnim zaporedjem prekopirati v pomnilnik, kjer bomo izvajali FFT. Po drugi strani, je prednost omenjenega algoritma FFT predvsem ta, da za izvajanje spektralne analize ne potrebujemo nujno dvakrat večjega pomnilnika, kot ga potrebujemo za hrambo digitaliziranih vzorcev. Zato je priročna tudi pri izdelavi manjših prenosnih naprav, kjer nas ne zanima časovno zaporedje, temveč le njegova Fourierjeva transformacija, še posebej če potrebujemo slike frekvenčnega prostora v daljših časovnih presledkih, ki obenem ne temeljijo na drsečih oknih. Slednje

je primerno za (vizualno) spremljanje slike v frekvenčnega prostora, ne pa tudi za digitalno obdelavo signalov v frekvenčnem prostoru (npr. filtriranje) in njihovo vrnitev v časovni prostor.

Drugi premislek pri implementaciji FFT je glede uporabe tabele pretvorjenih vrednosti ter določitve natančnih vrednosti frekvenc in napetosti po posameznih opazovanih frekvenčnih področjih. Slednje je v veliko meri določeno z velikostjo tabele digitaliziranih vzorcev ( $N$ ), nad katero izvajamo FFT.

Poleg FFT pogosto potrebujemo tudi njen inverz, IFFT (inverzna FFT), na osnovi katerega lahko izdelamo različne digitalne filtre, tako da natančno izberemo frekvence ali frekvenčni obseg signalnega spektra, ki ga želimo prepuščati, pri čemer lahko v frekvenčnem prostoru oblikujemo poljubno filtrsko funkcijo, ki ojači ali zaduši določene frekvence. Naslednji korak je uporaba IFFT, s katerim preračunano zaporedje ponovno pretvorimo v zaporedje časovnih vrednosti, ki predstavlja filtriran signal. Izvedba IFFT je s prikazanim algoritmom (program 1 in

Program 1: Bitna reverzija tabele vzorcev pri implementaciji FFT in IFFT v programskem

jeziku C

```
unsigned int n, mmax, m, j, istep, i;
int isign=1; // FFT: isign = 1, IFFT: isign = -1
double wtemp, wr, wpr, wpi, wi, theta;
double tempr, tempi;
n = nn << 1; j = 1;
for(i = 1 ;i < n;i += 2){
    if (j > i){
        tempr = data[j]; data[i] = data[j]; data[i] = tempr;
        tempi = data[j + 1];data[j + 1] = data[i + 1]; data[i + 1] = tempi;
        m = n >> 1;
        while (m >= 2 && j > m){j -= m; m >>= 1;}
        j += m;
    }
}
```

Program 2: Izračun vrednosti v frekvenčnem prostoru s pomočjo trigonometričnih funkcij pri implementaciji FFT in IFFT v programskem jeziku C

```
mmax = 2;
while (n > mmax){
    istep = mmax << 1;
    theta = isign * (2 * Math::PI / mmax);
    wtemp = Math::Sin(0.5 * theta);wpr = -2.0 * wtemp * wtemp;
    wpi = Math::Sin(theta);wr = 1.0;wi = 0.0;
    for (m = 1; m < mmax; m += 2){
        for (i = m; i <= n; i += istep){
            j = i + mmax;
            tempr = wr * data[j] - wi * data[j + 1];
            tempi = wr * data[j + 1] + wi * data[j];
            data[j] = data[i] - tempr;
            data[j + 1] = data[i + 1] - tempi;
            data[i] += tempr;
            data[i + 1] += tempi;
            wr = (wtemp = wr) * wpr - wi * wpi + wr;
            wi = wi * wpr + wtemp * wpi + wi;}
        mmax = istep;
    }
}
```

Program 3: Detajl prekinitvenega programa za zajemanje podatkov iz ADS1263

```
...
dta=READ_ADS1263_ADC1();
appData.DataBuf[appData.DataBufWp]=dta;
appData.DataBufWp++;appData.DataBufCnt++;
if(appData.DataBufWp>=appData.DataBufMax)appData.DataBufWp=0;
if(appData.DataBufCnt<appData.DataBufMax){IEC0bits.INT3IE=1;}
```

program 2) preprosta. Kot vhodno tabelo vstavimo tabelo kompleksnih vrednosti v frekvenčnem prostoru, nakar nastavimo vrednost parametra isign na -1, namesto na 1, kot je pri FFT. Nato zaporedoma izvedemo program 1 in program 2. Rezultat je tabela z digitalnimi vrednostmi signala v časovnem prostoru.

## Četrti nivo programske opreme

Zadnji nivo programske opreme predstavlja grafični vmesnik aplikacije PC Digital Signal Analyser s sistemom menijev in funkcij za grafični prikaz izmerjenih signalov in posameznih vrednosti, ki dobro sodeluje z aplikacijskim

programskim vmesnikom (API) operacijskega sistema. Tu imamo programerji največ »umetniške« svobode; veliko pa je odvisno tudi od tega, ali aplikacijo izdelujemo za lastne potrebe ali za prodajo. Vsekakor se je potrebno pri slednji veliko bolj potruditi in uporabniški vmesnik dobro »izpiliti«, da je intuitiven in enostaven za uporabo tudi uporabnikom brez znanja programiranja.

Bistvo uporabniškega vmesnika je njegova uporabnost pri izvajanju različnih meritev in analiz, pri čemer se spleča zagotoviti tudi možnost tabelaričnega izvoza podatkov (npr. v zapisu \*.csv), kot tudi shranjevanja grafičnih prikazov v različnih slikovnih zapisih (npr. \*.jpg, \*.tif, \*.bmp, ...). Vse to sodi bolj med programerska kot elektrotehnična znanja, zato poudarimo predvsem to, da se moramo pri implementaciji četrtega nivoja programske opreme v PC zanesti predvsem na programski jezik, ki ga uporabljamo, in njemu priložene grafične knjižnice, lahko pa tudi programske knjižnice s spleta; medtem bi bili pri morebitni implementaciji prenosnega digitalnega analizatorja signalov v mikrokontrolerju omejeni z lastnostmi prikazovalnika, oziroma strojne opreme, ki jo uporabljamo.



Slika 5: Koraki izvajanja IFFT

Microchip Harmony ima sicer vgrajeno tudi grafično knjižnico, ki podpira prikazovalnike nekaterih proizvajalcev, medtem ko moramo podporno programsko opremo za večino drugih izdelati sami po navodilih njihovih proizvajalcev. Nekateri zmogljivejši barvni grafični prikazovalniki (TFT) razumejo tudi kompleksnejše ukaze (npr. nariši piko na lokaciji X,Y v barvi B, ali črto med dvema lokacijama), večina drugih sprejema zgolj bitno grafiko; kar pomeni, da moramo vse osnovne grafične funkcije najprej podpreti programski knjižnici in šele nato lahko izrišemo spektrogram, ali drugo analizo digitaliziranega signala v grafiki. Sam sem namesto tega raje uporabil kar PC, katerega veliki monitor je za laboratorijsko delo vsekakor primernejši.

## Digitalni analizator za domačo rabo

Analizator digitalnih signalov za domačo rabo najlažje sestavimo, če združimo zmogljivosti PC in PIC32, ali drugega izbranega mikrokontrolerja, ki omogoča povezovanje s PC preko vrat USB ali omrežnega priključka. Sam sem uporabil Microchipovo razvojno ploščo PIC32MZ EC Starter Kit z

razširitvami PIC32MZ EC Adaptor Board (AC320006) za povezavo z Starter Kit I/O Expansion Boardom in Starter Kit I/O Expansion Board (DM320002) in dodanim Texas Instrumentsovim A/D pretvornikom, ADS1263, za priklop katerega sem izdelal prototipno tiskano vezje. S tem sem se v veliki meri izognil spajkanju, hkrati pa sem lahko izkoristil sorazmerno veliko zmogljivost PIC32MZ2048ECH144 z 200 MHz taktom in se lotil predvsem izdelave ustrezne ugnezdene programske opreme, kakor tudi programske opreme za digitalno analizo signalov za PC.

Digitalni analizator signalov ima tako na voljo več A/D pretvornikov. Hitri A/D pretvornik z multiplekserjem je vgrajen v mikrokontrolerski čip, medtem ko sta preostala dva v veliko natančnejšem ADS1263. Ker ima mikrokontroler tudi kar zajeten RAM (512 kB), ga bilo moč uporabiti za sistem izravnavalnikov, v katere se stekajo podatki iz A/D pretvornikov. Samo na ta način je namreč mogoče zagotavljati nepretrgan, brezizgubni tok podatkov. Pravzaprav, je glavni krivec za potrebo po zajetnih izravnavalnikih v mikrokontrolerju PC, ki vselej poganja veliko več kot 100 procesov. Zato ne more vselej zagotavljati tolikšne odzivnosti in

razpoložljivosti, da izravnalniki v mikrokontrolerju ne bi bili potrebni.

Kakorkoli, pri prenosu podatkov med mikrokontrolerjem in PC je pomembna dovolj velika pretočnost komunikacijskega kanala v smeri proti PC-ju, saj mora ta pri hitrih A/D pretvorbah zajemati precej podatkov; medtem, ko pri počasnih A/D pretvorbah z ADS1263 to ni tak problem. Praktična implementacija komunikacijskega protokola temelji na katerem od hitrejših načinov prenosa podatkov preko USB, ali na protokolu TCP/IP, ki je nekoliko zahtevnejši za implementacijo, a ga je zahvaljujoč programski knjižnici Microchip Harmony vseeno dovolj enostavno implementirati.

Naloga PIC32MZ2048ECH144 je zajem in digitalizacija analognih signalov, pri čemer prevzame delo prvega in drugega nivoja programske opreme, lahko pa tudi tretjega; medtem, ko PC prevzame naloge tretjega in četrtega nivoja programske opreme, lahko pa le četrtega. Vendar je zaradi računske zahtevnosti pri izbiri visoke natančnosti bolje, da FFT izvaja kar PC z veliko



zmogljivejšim procesorjem. Tako mikrokontroler skrbi za pripravo in osnovno obdelavo zajetih vzorcev signala pa tudi njihovo vmesno shranjevanje pri transportu v PC, medtem ko PC izvaja analizo signalov.

Program 3 prikazuje detajl prekinitvenega programa, s pomočjo katerega se polni medpomnilnik. Prikazana je izvedba medpomnilnika s pomočjo enega samega cikličnega izravnalnika, v katerega prekinitveni program posamično vnaša pretvorjene vrednosti iz prvega A/D pretvornika ADS1263. Če bi uporabljali blokovni način prenosa podatkov s pomočjo krmilnika DMA, bi bilo prikladnejše uporabiti več enako velikih izravnalnikov. Tako pa imamo en sam ciklični izravnalnik s kazalcema za pisanje, `appData.DataBufWp` in kazalcem za branje `appData.DataBufRp`. Slednjega premika PC med branjem podatkov s PIC32MZ2048ECH144 preko povezave USB. Tako preprost način prenosa podatkov smo si lahko privoščili zaradi sorazmerne počasnosti ADS1263, ki je namenjen za natančno 32-bitno vzorčenje. Upravljanje in nadzor nad vzorčenjem podatkov izvaja PC z aplikacijo PC Digital Analyser, ki izkorišča mikrokontrolerjev upravljavski API, ki omogoča nastavljanje vseh ključnih parametrov pretvorbe in zajem vzorcev...

## Prihodnjšč

Tokrat smo se lotili praktične implementacije digitalnega

analizatorja signalov ter praktičnih programskih rešitev in uporabe različnih programskih knjižnic, pri čemer smo izpostavili tudi pomen hitrega prenosa podatkov s pomočjo krmilnika DMA. Prihodnjšč se bomo lotili še podrobnosti, med katerimi je gotovo izredno pomembna izdelava izjemno stabilnega napetostnega vira, ki bo omogočil natančno vzorčenje analognih signalov z ADS1263. Vsekakor velja premislek pri izbiri kakovosti napajalnega vira A/D pretvornika. Pri majhni ločljivosti (od 12 do okoli 16 bitov) navadno zadošča že sorazmerno enostaven napetostni regulator, s katerim ustvarimo referenčne napetosti, za večje natančnosti pa je potreben izjemno stabilen napetostni vir (reda nV), saj še tako majhna izmenična komponenta pokvari meritev. Zanimiva možnost je tudi uporaba nastavljivega vira referenčnih napetosti, ki omogoča spreminjanje merilnega območja. Uporaben je predvsem pri A/D pretvornikih brez lastnega predojačevalnika.

Prav tako se nam ne bodo izmuznile nekatere ključne podrobnosti implementacije programske opreme v PC, s kateri izvajamo analize, kot so umetno-inteligenčne in statistične razširitve. Ogleдали si bomo tudi delovanje programske aplikacije PC Digital Signal Analyzer in preverili možnosti za izdelavo avtonomnega analizatorja signalov na osnovi mikrokontrolerja PIC32MZ2048ECH144 in barvnega prikazovalnika TFT.

<https://svet-el.si>

**Robotics**

**SMART INDUSTRY**  
**12.-14.02.2019**  
 Ljubljana, Slovenia, GR  
[www.icm.si](http://www.icm.si)

**INTRONIKA**

**iCm**

**4Industry**

**ICM International trade fair for AUTOMATION & ELECTRONICS**

**15**

## KAKO, KJE in KAJ potrebujem za naročilo?

- Naročilo je možno poslati po pošti (AX ELEKTRONIKA d.o.o., Špruha 33, 1236 TRZIN), po telefonu (01 528 56 88 ali 01 549 14 00) ali e-pošti (prodajao4@svet-el.si). Naročeni material pošljamo po pošti, poštni stroški se zaračunavajo po veljavnem ceniku PTT Slovenije.
- Garancija za gotove izdelke velja 12 mesecev (datum na računu), KIT kompleti nimajo garancije.
- Plačevanje je možno po povzetju (plačilo ob prevzemu), na obroke (2 obroka), po predračunu, kreditnimi karticami ali po vnaprej dogovorjenem plačilnem roku!
- Naročene izdelke pošljemo najkasneje v roku dveh dnevov od prejema naročila oziroma vam sporočimo predvideni rok dobave. Vračilo izdelkov je možno v osmih dneh po prevzemu. Kontaktna oseba za naročila in vprašanja je Samo Gregorčič.
- Katerikoli **brezplačni PDF letnik revije Svet elektronike** si lahko izbere vsak novi naročnik ali obstoječi naročnik, ki podaljša naročnino.
- Popust na vse stare letnike revije Svet elektronike** v PDF in v pisni obliki imajo vsi trenutni naročniki na revijo Svet elektronike.
- Pri obeh naročninah (pisni + internet) dobite **internet naročnino za 50% ceneje**.
- Konec leta vsak naročnik **prejme stenski planer**.

## Naročnine na revijo Svet elektronike

- PRAVNE OSEBE (1 leto).** Naročnina na revijo Svet elektronike, za pravne osebe. Naročnina velja eno leto (11 števil, julij/avgust dvojna). Cena naročnine z vštetim popustom je **44,95 EUR**. Plačilo po predračunu, katerega pošljemo po pošti.
- FIZIČNE OSEBE (1 leto).** Naročnina na revijo Svet elektronike, za fizične osebe. Naročnina velja eno leto (11 števil, julij/avgust dvojna). Cena naročnine z vštetim popustom je **39,95 EUR**. Plačilo po položnici, ki jo pošljemo po pošti.
- ŠOLAJOČE SE OSEBE (1 leto, potrdilo o šolanju).** Naročnina na revijo Svet elektronike, za šolajoče se osebe. Naročnina velja eno leto (11 števil, julij / avgust dvojna). Cena naročnine z vštetim popustom je **37,46 EUR**. Plačilo po položnici, ki jo pošljemo po pošti. Brez potrdila o šolanju se naročniku avtomatično pošlje naročnino z 20% popustom.
- INTERNET NAROČNIKI (1 leto, fizične ali pravne osebe).** Naročnina na internet revijo Svet elektronike. Naročnina velja eno leto (vpogled revije v PDF datoteki na [www.svet-el.si](http://www.svet-el.si)). Cena naročnine znaša **19,99 EUR**. Nujna je prijava na spletni strani, kjer si lahko ogledate tudi svoj vse informacije glede naročnine.
- INTERNET NAROČNIKI (polletna ali 1 mesečna naročnina).** Cena internetne naročnine znaša **polletna 10,99 EUR** ali **enomesečna 1,99 EUR**. Nujna je prijava na spletni strani, kjer si lahko ogledate tudi svoj vse informacije glede naročnine.
- VSI NAROČNIKI (-50% popusta pri internetni naročnini 1 leto).** Pri naročilu na pisno revijo Svet elektronike in internet naročnino vam za internetno naročnino priznamo **50% popust**. Izberite si zeleno pisno naročnino in jo obkrožite skupaj z internet naročnino. Vsi pogoji ostanejo enaki, lahko si jih ogledate v zgornjih naročninah. Za vse ostale informacije smo vam na voljo na tel.: 01 549 14 00 ali e-naslov: prodajao4@svet-el.si.
- AVTORJI** člankov imajo brezplačno pisno naročnino (svojo naročnino lahko tudi podarijo kumarkoli)

**Več naročnin vam prihrani denar.** Pravnim osebam, ki naročijo več izvodov revije Svet elektronike, nudimo za **2. naročen izvod 50% popust**, za **3. izvod in vse naslednje pa 70% popust do preklica**. Velja tudi za podaljšanje naročnine. Vsi izvodi revije morajo imeti istega plačnika.

## Naročilnica za revijo Svet elektronike

\_\_\_\_\_

PODJETJE / FIZIČNA OSEBA (IME IN PRIMERK)

\_\_\_\_\_

ULICA / HIŠNA ŠTEVILKA / POŠTA / KRAJ

\_\_\_\_\_

DAVČNA ŠTEVILKA / ZAVEZANEC (DA ALI NE)

\_\_\_\_\_

TELEFON / FAX \_\_\_\_\_ E-POŠTA \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

PODPIS / ŽIG

## Podarite naročnino ali darilni BON

- Obdarovanje svojih najbližjih je vsako leto težje. Imamo že toliko stvari, da ne vemo več kaj potrebujemo in kaj si v življenju res želimo, zato je obdarovanje včasih težko, ker ne vemo natančno kaj podariti. V uredništvu revije Svet elektronike smo za take primere pripravili nekaj novosti. Lahko podarite



naročnino na revijo Svet elektronike ali vrednostni BON. Oboje vam olajša odločitev kaj podariti.

## Brezplačni PDF letnik za naročnika

- Svet elektronike nagradi vsakega naročnika z brezplačnim letnikom preteklih revij v PDF obliki od leta 2004 po svoji izbiri. Vsak naročnik se ob podaljšanju naročnine odloči, kateri letnik bi želel prejeti. Svojo odločitev nam lahko sporočite po elektronski pošti, telefonu ali preko virtualne trgovine.



## Brezplačno vsi letniki do 2005

Vsi letniki **do 2005** so sedaj brezplačno na naši spletni strani!

Download Now

## Vsi naročniki

- 50% popusta pri internetni naročnini 1 leto. Pri naročilu na pisno revijo Svet elektronike in internet naročnino, vam za internetno naročnino priznamo **50% popust**. Izberite si zeleno pisno naročnino, ter jo obkrožite skupaj z internet naročnino.



## Brezplačni ogledni izvod

- Verjamo, da se želite prepričati, zakaj je Svet elektronike najboljša revija za prave elektrone. Ker smo ponosni na to, kar delamo, vam bomo z veseljem poslali brezplačni ogledni izvod na vaš naslov - seveda brez zaračunanih stroškov poštnine!



SMT, d.o.o. je vodilno slovensko podjetje z več kot 40 letnimi izkušnjami na področju razvoja in proizvodnje elektronskih naprav. Svojim poslovnim partnerjem zagotavlja celovito rešitev in podporo na področju elektronike, in sicer od ideje do končnega produkta.

## KAJ JE NOVEGA V SMT-JU?

SMT zaključuje gradnjo nove enote za razvoj in malo serijsko proizvodnjo, s katero želi pomagati vsem, ki imajo dobre ideje in potrebujejo pomoč pri industrializaciji svojih izdelkov.

SMT odpira vrata sončni energiji in bo v drugi polovici leta 2018 postavil eno večjih tovarn za proizvodnjo fotovoltaičnih modulov v Evropi.

Zaradi širitve poslovanja v svoje vrste vabimo nove **samoiniciativne, odgovorne** in **lojalne** sodelavce za področja **razvoja tehnologij, razvoja novih produktov, nabave, prodaje in marketinga**. Delovna mesta so v Portorožu, Divači in Ljubljani.

Vaše prijave z življenjepisom pošljite na elektronski naslov **[zaposlitev@smt.si](mailto:zaposlitev@smt.si)**



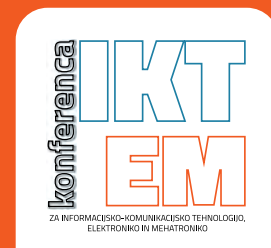
# 2. konferenca

za informacijsko-komunikacijsko tehnologijo, elektroniko in mehatroniko

Rogla, hotel Planja

30. – 31. maj 2019

<https://iktem.si>



## Spoštovani!

Vabimo vas na strokovno konferenco IKTEM, konferenco za IKT, elektroniko in mehatroniko. Konferenca IKTEM je nastala na pobudo strokovnjakov iz omenjenih področij zato, da bi enkrat na leto na strokovnih predavanjih in praktičnih delavnicah spoznali in preizkusili najnovejše proizvode in tehnologije.

Ciljna publika so strokovnjaki iz razvoja in proizvodnje, ki pri svojem delu potrebujejo informacije o novih proizvodih in tehnologijah, ki so na voljo.

Združili smo tri področja, področje informacijske in komunikacijske tehnologije (IKT) z elektroniko in mehatroniko, saj se ta tri področja vedno bolj prekrivajo in dopolnjujejo.

### ***Teme IKTEM konference so:***

- Varnostne rešitve v IKT
- IoT proizvodi in rešitve
- Načrtovanje in modeliranje 3D objektov s CAD-CAM orodji
- Meritve s sodobnimi merilnimi instrumenti in metodami
- CAD-CAM orodja za področje elektronike in mehatronike
- Primeri dobre prakse iz področij IKT, elektronike in mehatronike

### ***IKTEM konferenca traja 2 dni in je razdeljena na:***

1. dan: strokovna predavanja
2. dan: praktične delavnice in demonstracije delovanja



svet  
**ELEKTRONIKE**

svet  
**MEHATRONIKE**