

SE  
276

REVILJA ZA ELEKTRONIKO, AVTOMATIKO, RAČUNALNIŠTVO IN TELEKOMUNIKACIJE

# svet ELEKTRONIKE

ISSN 1318-4679



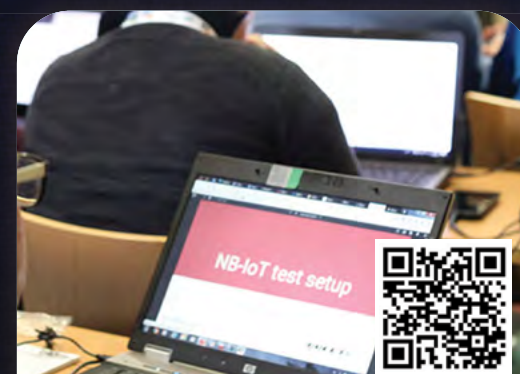
9 771318 467014



letnik XXVI  
julij/avgust 2019  
številka 276  
cena:  
**4,50 €**

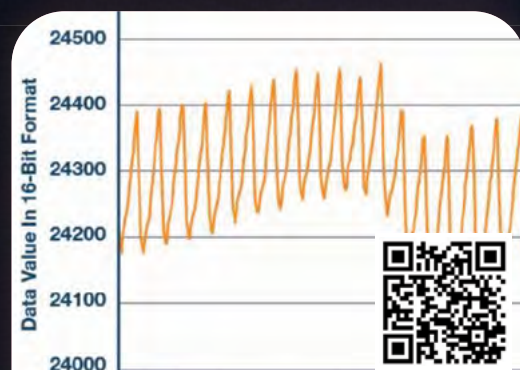


**Nov ultrazvočni merilnik  
nivoja LU240**



**Strokovna konferenca  
IKTEM 2019**

**Linearni polnilnik  
svinčenih akumulatorjev**  
**Antene iz filmov fleksibilnih nanocev**  
**Integrirani senzorji  
za neposredno kontrolo**  
**Izbira pravega električnega napajanja**  
**37 zanimivih Arduino modulov (1)**



**Optično merjenje srčnega  
utripa v ušesnem kanalu**





Jurij Mikeln

**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-številke>

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.

## IKTEM konferenca je uspela!

Pozdravljeni dragi bralci. Kot ste videli v naslovu, bo del tega uvodnika posvečen nedavni IKTEM konferenci, ki smo jo tokrat organizirali na Rogli. Zakaj Rogla in ne (spet) Kranjska Gora? Naj poudarim, da IKTEM konferenca ni vezana na kraj dogajanja. Bolj pomembno za nas organizatorja in tudi za udeležence je to, da se dogodek odvija v ustreznem okolju, kjer parkiranje ni problem, kjer je vzpostavljena določena infrastruktura, kot so ustrezno opremljene dvorane z WiFi dostopom (ki ne zahteva gesla vsakič, ko smo izven dosega in se vrnemo v doseg ruterja). Skratka več dejavnikov je, zakaj smo se odločili za Roglo. In moram povedati, da nas gostitelji v hotelu Planja niso razočarali – še več: navdušeni smo bili nad njihovo prijaznostjo in ustrežljivostjo. Na primer: ko smo ugotovili, da nekateri predavatelji potrebujejo mikrofona, se je po naši prošnji mikrofona pojavil čez nekaj minut. Ali pa primer, ko se je športna dvorana, kjer smo imeli tekmovanje iz metanja pikado, zaprla ob 21. uri. Samo nekaj prijaznih besed je bilo dovolj, da smo tekmovanje zavlekli do poznih nočnih ur.



Tudi predavanja in delavnice so bile zanimive – tako zanimive, da je čas dejansko prehitro tekel in smo pod pritiskom naslednje konference (že podaljšano delavnico) morali hitreje končati, ko smo si želeli. Vsega lepega je enkrat konec, tako se je tudi konferenca IKTEM 2019 končala. Začetek IKTEM je bil naravnost epski: vreme nam jo je pošteno zagodlo in gostje so v hotel prihajali pošteno preprihani. Kako tudi ne, ko pa je bila temperatura zunaj blizu ledišča in med dežnimi kapljami so se pojavljale tudi snežinke. Morda je bilo prav neprijetno vreme razlog za prijetno druženje med in po predavanjih. Reportažo z IKTEM konference si preberite v tokratni številki in si že zdaj rezervirajte čas za naslednjo IKTEM konferenco.

V tokratni številki boste lahko kaj več prebrali o ATSAMV7 Xplained Ultra razvojni plošči podjetja Microchip. Poleg same razvojne plošče opisujemo tudi uporabo AVR Studio razvojnega okolja za to (in druge Microchip) razvojne plošče.

Ko že teče beseda o razvojnih ploščah, smo na spletu izbrskali zanimiv komplet 37 razvojnih plošč, ki jih lahko uporabimo skupaj z našimi mikrokontrolerji. V tem kompletu so od banalnih vezij (tipka, LEDica, stikalo) tudi takšna, ki jih ni možno kupiti na prostem trgu, recimo senzor plamena, laserski senzor in še bi se našlo. Skratka komplet je zanimiv in vabim vas, da si preberete 1. članek iz te serije.

Zanimiv je tudi članek o CAN in CAN FD vodilih. Vedno bolj pogosto se uporablja CAN vodilo na različnih področjih. Kaj pa pomeni CAN FD? Preberite si v tokratni številki revije Svet elektronike.

Tako, poletje je (končno) tukaj in je zajelo tudi naše kraje. Kar pomeni, da se tudi člani uredništva odpravljamo na zaslužen dopust, ki pa gotovo ne bo minil brez elektronike.

Mi se zopet beremo septembra, ko izide naslednja številka revije Svet elektronike. Do takrat pa vam želim obilo lepega vremena in veliko uspešnih projektov!

*Jure*

Lep pozdrav!  
Jure

**KAZALO**

UVODNIK

3 IKTEM konferenca je uspela!

NOVICE

- 5 Linearni polnilnik svinčenih akumulatorjev  
<http://www.ti.com>
- 6 Antene iz filmov fleksibilnih nanocevk  
<https://news.rice.edu>
- 7 SCiDROM – okolje, kjer je kreativnost doma  
<http://scidrom.sc-nm.si>
- 9 Integrirani senzorji za neposredno kontrolo  
<https://www.rdmag.com>

PREDSTAVLJAMO

- 11 Nov ultrazvočni merilnik nivoja SITRANS Probe LU240  
Avtor: Aljoša Doberšek  
[www.siemens.si](http://www.siemens.si)
- 14 Najnovejše izboljšave CAN vodil zagotavljajo zanesljivo, varno in zelo hitro komunikacijo v vozilih  
Avtor: Rich Miron  
[www.digikey.com](http://www.digikey.com)
- 18 Izbira pravega električnega napajanja  
Avtorja: Axel Stangl in Bianca Aichinger  
[www.rutronik.com](http://www.rutronik.com)
- 22 Strokovna konferenca IKTEM 2019 je bila letos na Rogli!  
Avtorja prispevka: Aleš Kovač in Bojan Kovač  
<https://svet-el.si>
- 34 Mešanje z matematiko  
Avtor: Namrata Dalvi  
[www.microchip.com](http://www.microchip.com)
- 37 Optično merjenje srčnega utripa v ušesnem kanalu  
Avtor: Christoph Kämmerer  
[www.analog.com](http://www.analog.com)

PROGRAMIRANJE

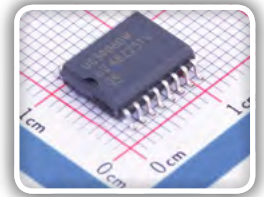
- 44 37 zanimivih Arduino modulov (1)  
Avtor: mag. Vladimir Mitrović
- 49 Pametni mikrokontrolerji z arhitekturo ARM (3)  
Avtor: dr. Simon Vavpotič

STIK

58 Info in naročanje  
<https://svet-el.si>

## Linearni polnilnik svinčenih akumulatorjev

Podjetje Texas Instruments je predstavilo svoj nov čip UC3906, ki polni svinčene akumulatorje. Serija UC2906 regulatorjev polnilnikov baterij vsebuje vsa potrebna vezja za optimalno krmiljenje cikla polnjenja in vzdrževanja za zaprte svinčeve baterije. Ta integrirana vezja nadzorujejo...



Stran: 05

## Nov ultrazvočni merilnik nivoja ITRANS Probe LU240

Siemens predstavlja SITRANS Probe LU240, najnovejši ultrazvočni merilnik nivoja s Hart pretvornikom. Robustna naprava, ki omogoča zanesljivo merjenje nivoja, volumna, razdalje ter tudi pretoka v odprtem kanalu. Zasnovan za izzive okoljske industrije, je ta pretvornik primeren tudi za uporabo v...



Stran: 11

## Strokovna konferenca IKTEM 2019 je bila letos na Rogli!

Tudi druga konferenca IKTEM, ki je letos potekala 30. in 31. maja na Rogli, je bila pomnjenju udeležencev, sponzorjev in organizatorjev in na splošno zadovoljstvo vseh točka srečanja, stičišče industrije, distribucije in uporabnikov. Letošnje teme so obravnavale metrologijo, 3D tisk in brezžične komunikacijske tehnologije, rdeča nit in središče vrtenja celotne konference pa je bil IoT, torej...



Stran: 22

## Optično merjenje srčnega utripa v ušesnem kanalu

Napredek v tehnologiji senzorjev je spremenil, kako in kje ljudje diagnosticirajo vitalne in zdravstvene lastnosti. Prenosne, neinvazivne merilne tehnike omogočajo hitre in preproste meritve, kijih lahko izvajamo, ko se ukvarjamo z našim vsakodnevnim življenjem. Čeprav je ta diagnostična tehnologija postala zelo priljubljena...



Stran: 37

ADD PROS	10	MIEL	53
ALKATRON	07	SIEMENS	13
CELJSKI SEJEM - MOS	08	STROMBOLI D.O.O.	40
DIGY-KEY	02	VENTIL	17
DVS - TPVS	21	TZS	48
MICROCHIP	33		

**OGLAŠEVALCI**



Naslovnica: <https://svet-el.si>

# Linearni polnilnik svinčenih akumulatorjev

Texas Instruments

*Podjetje Texas Instruments je predstavilo svoj nov čip UC3906, ki polni svinčene akumulatore.*

Serijski regulatorji polnilnikov baterij vsebuje vsa potrebna vezja za optimalno krmiljenje cikla polnjenja in vzdrževanja za zaprte svinčeve baterije. Ta integrirana vezja nadzorujejo in krmilijo tako izhodno napetost kot tudi tok polnilnika prek treh ločenih polnilnih stanj; visoko tokovno stanje polnjenja, nadzorovano prekomerno polnjenje in stanje natančnosti plavajočega polnjenja ali stanja pripravljenosti.

Optimalni pogoji polnjenja se vzdržujejo v razširjenem temperaturnem območju z notranjo referenco, ki sledi nominalnim temperaturnim značilnostim svinčeve celice. Običajna zahteva za napajalni tok je zgolj 1,6 mA, kar tem integriranim vezjem omogoča predvidljivo nadzorovanje temperature okolice.

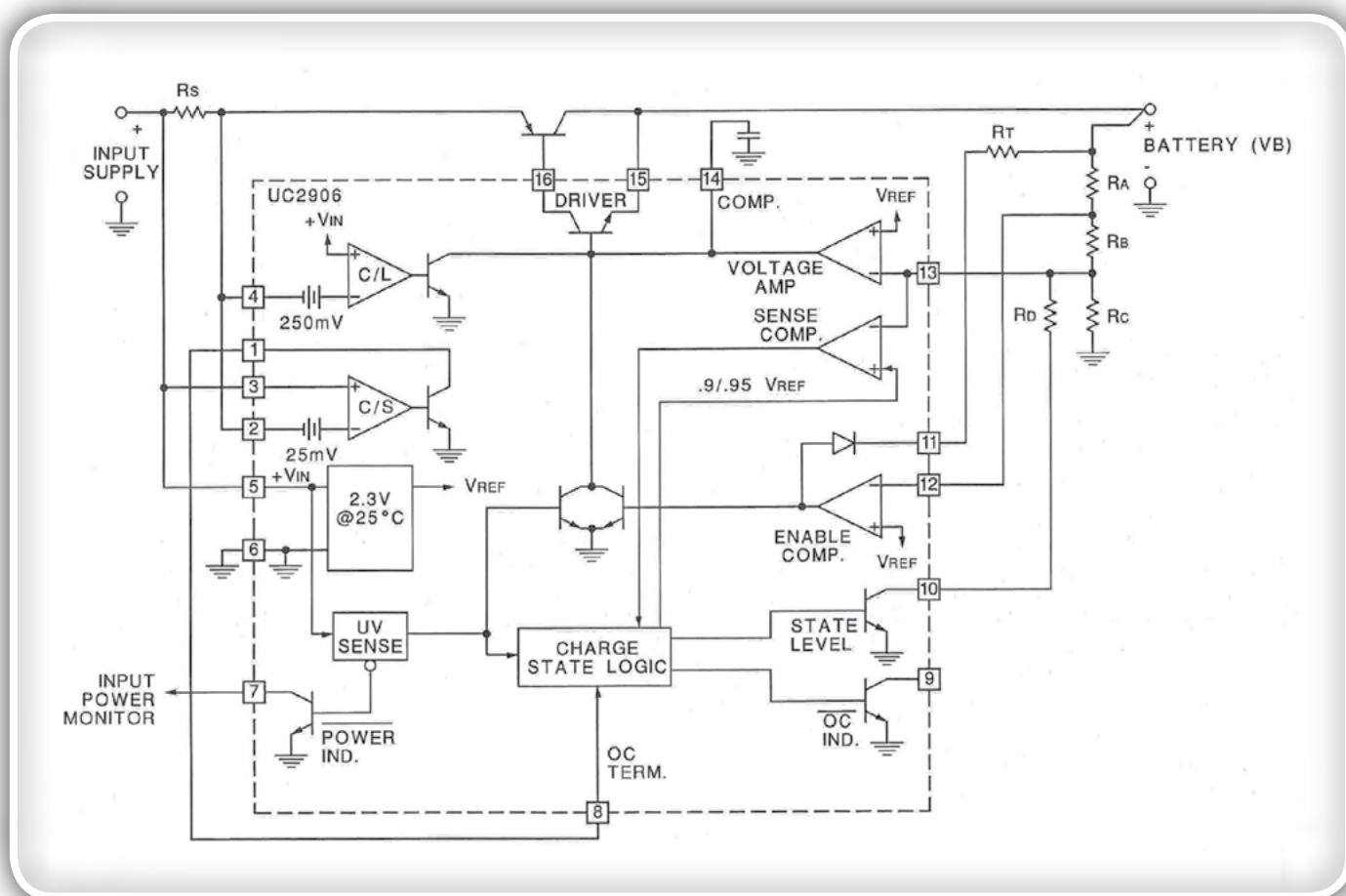
Ločena napetostna in tokovna ojačevalnika uravnava izhodno napetost in nivo toka v polnilniku s krmiljenjem vgrajenega krmilnega tranzistorja. Krmilni tranzistor bo

krmilil do 25 mA toka v zunanji močnisti tranzistor. Komparatorji za napetost in tok se uporabljajo za zaznavanje stanja baterije in se odzivajo z logičnimi stanji glede na logiko stanja napetosti. Komparator lahko prilagaja izhodno prednapetost tako, da prepreči visoko tokovno polnjenje med nenormalnimi pogoji, kot je kratek stik v akumulatorski celici.

Druge značilnosti vključujejo vezje za detekcijo prenizke napetosti z logičnim izходом, ki kaže, kdaj je vhodna napetost prisotna. Poleg tega se lahko stanje napolnjenosti polnilnika zunaj spremlja in zaključuje z uporabo indikatorja prenapolnjenosti.

Blok shema polnilnika in shema njegove vezave sta vidni na sliki 1. Polnilnik akumulatorev že lahko naročite na TI spletni strani.

<http://www.ti.com>



Slika 1: Blok shema polnilnika in shema njegove vezave

# Antene iz filmov fleksibilnih nanocevk

RICE UNIVERSITY NEWS &amp; MEDIA

*Rice lab trdi, da so nanocevkve konkurent bakru v 5G brezžičnih in drugih aplikacijah.*

Antene, narejene iz filma ogljikovih nanocevk, so enako učinkovite, kot uporaba bakra za brezžične aplikacije, so povedali raziskovalci na Rice University of Brown School of Engineering. Prav tako so trdnije, prožnejše in se lahko v bistvu natisnejo na naprave.

Laboratorij Rice kemičnega in biomolekularnega inženirja Mattea Pasqualija je testiral antene, narejene iz "strižnih" filmov nanocevk. Raziskovalci so odkrili, da ne le, da se prevodni filmi lahko primerjajo z običajno uporabljenimi bakrenimi filmi, temveč so lahko tudi tanjši, da bi lahko bolje delovali na višjih frekvencah.

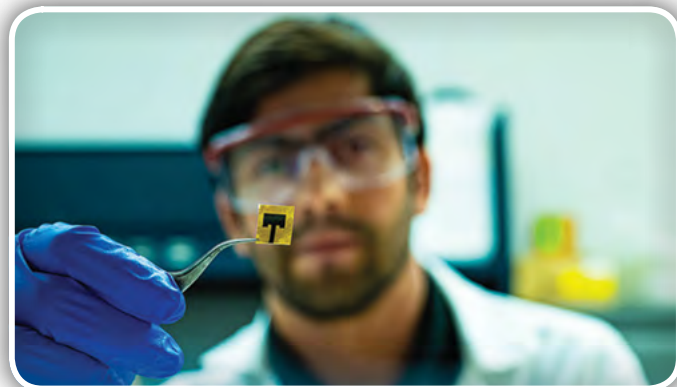
Rezultati, ki so podrobno opisani v reviji Applied Physics Letters, pospešujejo predhodno delo laboratorija na antenah na osnovi vlaken ogljikovih nanocevk.

Strižno poravnane laboratorijske antene so bile preizkušene v ustanovi Nacionalnega inštituta za standarde in tehnologijo (NIST) v Boulderju v Koloradu. Bengio je od takrat ustanovil podjetje za nadaljnji razvoj materiala.

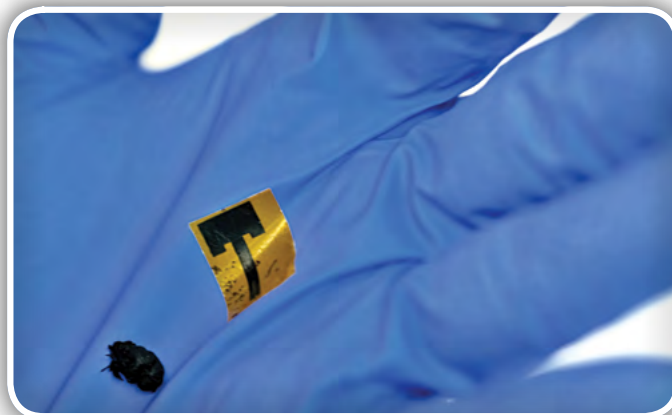
Na ciljnih frekvencah 5, 10 in 14 GHz so se antene z lahkoto primerjale s kovinskimi antenami, je dejal. "Šli smo na frekvence, ki se danes ne uporabljajo v Wi-Fi in Bluetooth omrežjih, vendar se bodo uporabljale v prihajajoči 5G generaciji anten," je dejal.

Bengio je ugotovil, da so drugi raziskovalci ugovarjali, da antene na osnovi nanocevk in njihove lastnosti preprečujejo, da bi se držale "klasičnega razmerja med učinkovitostjo in frekvenco sevanja", vendar so poskusi na Rice z bolj prefinjenimi filmi dokazali, da njihove trditve niso držale. To so dokazali v primerjavi s kovinskimi antenami.

Za izdelavo filmov so laboratoriji Rice raztopili nanocevkve,



*Študent Univerze Rice, Amram Bengio drži fleksibilno anteno iz nanocevkve. Antena, ki se je izkazala podobno učinkovita kot tista iz bakrene žice, se lahko v bistvu natisne na naprave. Avtor fotografije: Jeff Fitlow*



*Antene brez kovin, narejene iz tankih, močnih in prilagodljivih filmov ogljikovih nanocevk, so enako učinkovite kot običajne bakrene antene. Avtor fotografije: Jeff Fitlow*

večinoma enostenske in dolge do 8 mikronov, v raztopini na osnovi kislin. Ko se razprostirajo po površini, strižna sila nanocevk povzroči, da se same poravnajo, kar je laboratorij Pasquali uporabil v drugih študijah.

Bengio je dejal, da čeprav je odlaganje plinaste faze široko uporabljeno kot šaržni postopek za depozicijo kovin v sledovih, je metoda obdelave s tekočinsko fazo primernejša za večjo neprekinjeno proizvodnjo antene.

Preskusne folije so bile približno velikosti stekelca in debele med 1 in 7 mikronov. Nanocevkve držijo zelo privlačne van der Waalove sile, kar daje materialu mehanske lastnosti veliko boljše od tistih iz bakra.

Raziskovalci so povedali, da so nove antene primerne za 5G omrežja, pa tudi za letala, zlasti brez posadke, kjer je teža pomemben faktor. Antene so primerne kot portalni za brezžično telemetrijo za raziskovanje naftnih in plinskih vrtin in za prihodnje aplikacije „interneta stvari“.

"Zaradi fizike obstajajo meje, kako se elektromagnetno valovanje širi skozi prostor," je dejal Bengio. »V zvezi s tem ne spreminjamo ničesar. To, kar spreminjamo, je dejstvo, da je material, iz katerega bodo izdelane vse te antene, bistveno lažji, močnejši in odpornejši na širše različne neugodne okoljske razmere, kot pa baker.«

"To je odličen primer, kako sodelovanje z nacionalnimi laboratoriji močno razširja doseg univerzitetnih skupin," je dejal Pasquali. "Tega dela ne bi mogli opraviti brez intelektualne vključenosti in eksperimentalnih zmogljivosti ekipe NIST."

Soavtorji prispevka so diplomant na Rice fakulteti Lauren Taylor, vodja raziskovalne skupine Robert Headrick in

alumni Michael King in Peiyu Chen; Damir Senić, Charles Little, John Ladbury, Christian Long, Christopher Holloway, Nathan Orloff in James Booth ter nekdanji član Rice fakultete Aydin Babakhani, ki je sedaj sodelavec, ki poučuje in izvaja elektrotehniko in računalništvo na UCLA. Pasquali je profesor kemijske in biomolekularne tehnike, profesor kemije in znanosti o materialih ter nanoinženiring na A.J. Hartsook. Bengio je ustanovitelj in glavni operativni direktor podjetja Wootz, L.L.C.

Raziskavo je finančno podprlo ameriško ministrstvo za obrambo.

**Povzeto po:**

- <https://news.rice.edu/2019/06/10/antennas-of-flexible-nanotube-films-an-alternative-for-electronics-2/>

<https://news.rice.edu>



# SCiDROM – okolje, kjer je kreativnost doma

**Avtor: Uroš Nosan**

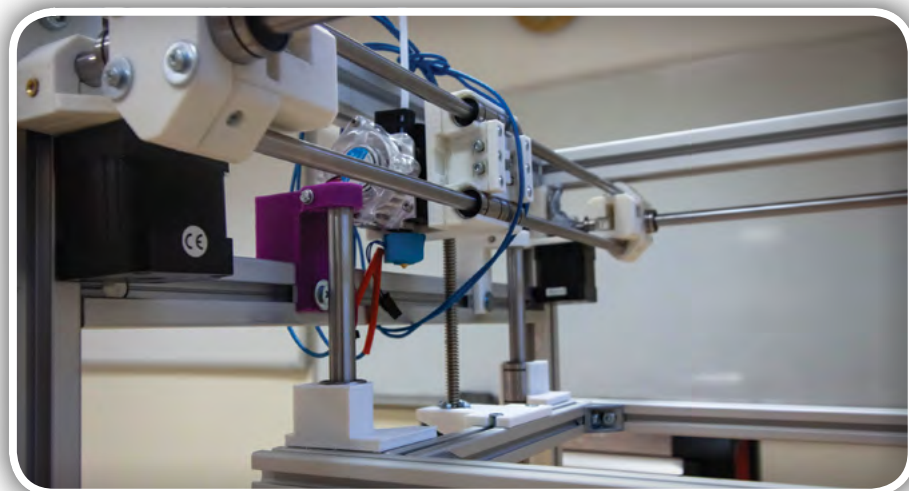
**E-pošta: uros.nosan@gmail.com**

*SCiDROM MakerSPACE je inovacijski center Šolskega Centra Novo Mesto za multidisciplinarno sodelovanje po modelu odprtega inoviranja, ki deluje v mreži partnerskih institucij ter medsektorskih povezovanj.*

Kot ustvarjalno vozlišče s sodobnim izdelovalnim laboratorijem zagotavlja spodbudno okolje za izvedbo projektov, ki rešujejo številne izzive sodobne družbe, kot so pametne tehnologije na modelu pametnega mesta, podjetniški in StartUp izzivi, razvojni projekti inovativnih rešitev in več.

Laboratorij omogoča ustvarjalcem dostop do sodobnih produkcijskih orodij ter spodbuja inovativno rabo izdelovalnih tehnologij in je namenjen:

- mladim, ki spoznavajo in se navdušujejo nad novimi tehnologijami ter opremo,





**PHOENIX CONTACT**  
INSPIRING INNOVATIONS

Edinstven sistem vrstnih sponk **CLIPLINE COMPLETE** po zaslugi dvojnega mostičenja omogoča svobodno kombiniranje različnih tehnologij spajanja z uporabo enakih dodatkov.



Prihranite na prostoru in času z distribucijskimi bloki PTFIX.



Izboljšajte delovanje vaših sistemov z Phoenix Contactovimi visokokakovostni industrijskimi napajalniki, ki dopolnjujejo vašo aplikacijo z najmodernejšo tehnologijo.



Zagotovite edinstveno zaščito vaše opreme z avtomatskimi odklopniki iz Phoenix Contacta.



Phoenix Contactova tehnologija poljenja postavlja nove standarde v elektromobiliti.



Konektorji za signale, podatke in moč so prepričljiva rešitev za vsako aplikacijo. Obsežen izbor konektorjev iz Phoenix Contacta nudi veliko odgovorov za industrijske in polindustrijske aplikacije.



S pomočjo logičnih funkcij in intuitivnim softverom kombinirajte releje in analogne module.





**ALKATRON**  
d. o. o., Novo mesto

8000 Novo mesto  
Kolodvorska ulica 4  
☎ : 07 3375 470  
✉ : [alkatron@siol.net](mailto:alkatron@siol.net)  
[www.alkatron.si](http://www.alkatron.si)



- ustvarjalcem, ki v MakerSPACE okoljih razvijajo svoje ideje v prototipe,
- podjetjem, ki imajo dostop do talentov in bodočih kadrov,
- izobraževalnim ustanovam, ki bogatijo svoj učni program s praktičnimi vsebinami in vključujejo učence v delo na realnih projektih.



V sklopu SCiDROM-a je v zadnjih letih nastalo več odmevnih projektov. Osnovnošolci in srednješolci so naredili pametno gnezdilnico, očala za slepe, 3D tiskalnik, sistem za merjenje kvalitete zraka, raziskovali so pridobivanje energije iz obnovljivih virov, se udeležili Mini maker Fairea v Ljubljani in še bi lahko naštevali.

Letos so se dijaki udeležili več državnih tekmovanj, kjer so dobili zlata in srebrna priznanja. V letošnjem šolskem letu smo uspeli dejavnosti skupine preseliti v nove prostore, ki so jo svečano odprti v torek, 04. junija letos.

<http://scidrom.sc-nm.si>

# 52. MOS 10.-15. SEPTEMBER 2019 CELJSKI SEJEM

## TEHNIKA

 Celjski sejem  
[www.ce-sejem.si](http://www.ce-sejem.si)



OPREMA IN ORODJA ZA  
PODJETJA IN DOMAČE  
MOJSTRE





# Integrirani senzorji za neposredno kontrolo

R&D magazine

*Skupini raziskovalcev Fraunhoferja je uspelo bistveno izboljšati funkcionalnost GaN močnostnih ICjev za napetostne pretvornike: raziskovalci na Fraunhofer IAF so integrirali senzorje toka in temperature na GaN polprevodniški čip skupaj z močnostnimi tranzistorji, prostimi diodami in gonilniki tranzistorjev. Ta razvoj utira pot za bolj kompaktne in učinkovite polnilnike v električnih vozilih.*

Za vozila z električnim pogonom, ki naj bi postala trajno prisotna v družbi, je potrebna večja prožnost pri možnostih polnjenja. Za uporabo polnilnih postaj, ki uporabljajo izmenični tok, stenske polnilne postaje ali običajne vtičnice, kjer je to mogoče, so uporabniki odvisni od vgrajenih polnilnikov. Ker je ta tehnologija polnjenja vgrajena v vozilu, mora biti čim manjša in lahka ter stroškovno učinkovita. Zato zahteva izredno kompaktne in učinkovite sisteme močnostne elektronike, kot so napetostni pretvorniki.

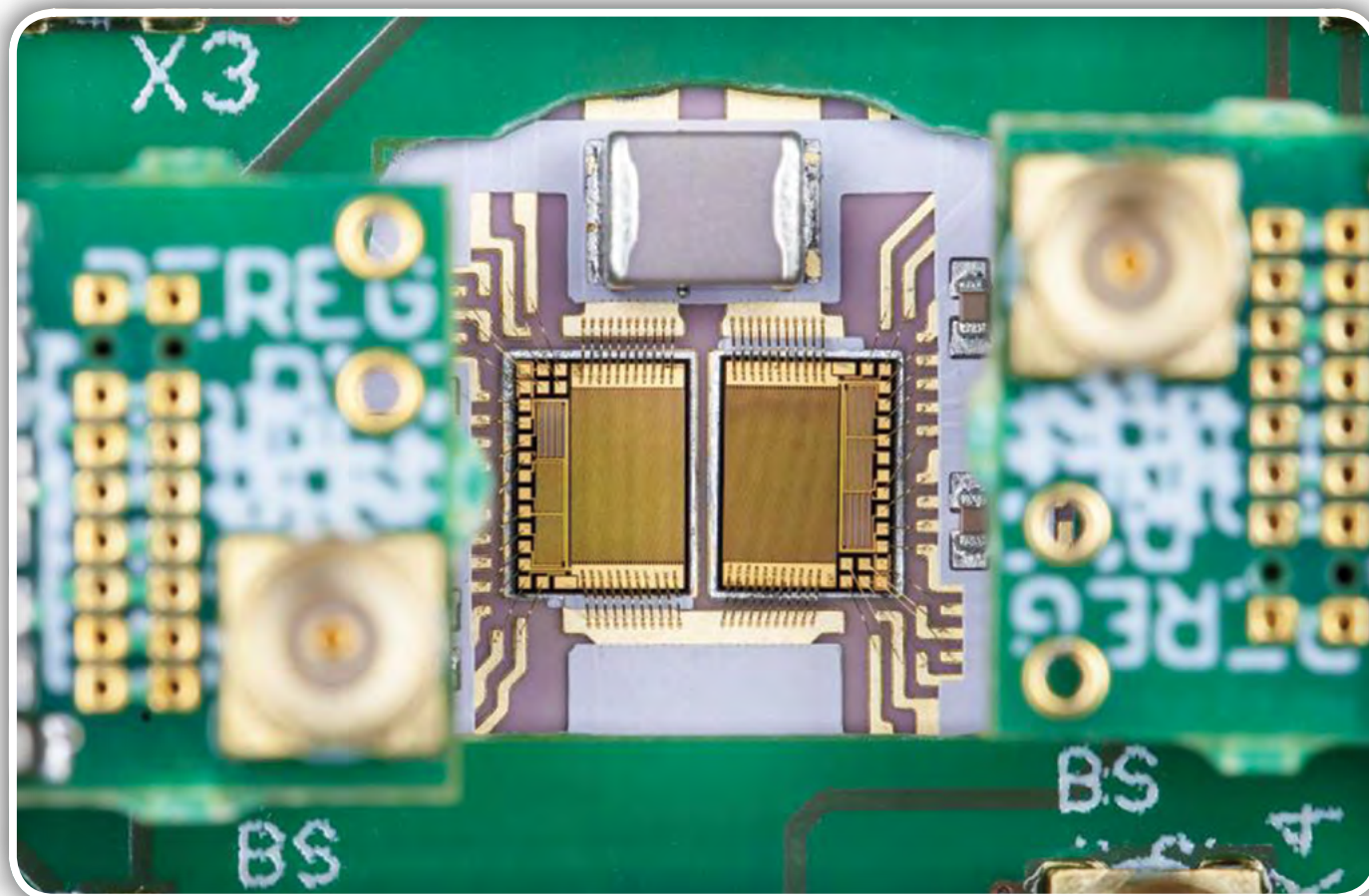
Fraunhoferjev inštitut za uporabno fizike trdne snovi IAF že nekaj let izvaja raziskave monolitne integracije na področju močnostne elektronike. To zahteva več sestavnih delov, kot so močnostne komponente, krmilna vezja in senzorji, da se kombinirajo na enem polprevodniškem čipu. Koncept kot polprevodniški material uporablja galijev nitrid.

Že leta 2014 so raziskovalci na Fraunhofer IAF uspeli

integrirati lastne proste diode in gonilnike tranzistorjev na močnostnem 600 V tranzistorju. Leta 2017 je GaN polovični mostič prvič deloval pri 400 V.

Najnovejši rezultati raziskav združujejo senzorje toka in temperature ter močnostne 600 V tranzistorje z lastnimi prostimi diodami in gonilniki tranzistorjev v GaN močnostnem ICju. V okviru raziskovalnega projekta GaNIAL so raziskovalci zagotovili funkcionalno preverjanje polno funkcionalnega močnostnega ICja narejenega v GaN tehnologiji, s čimer so dosegli preboj v integraciji sistemov močnostne elektronike.

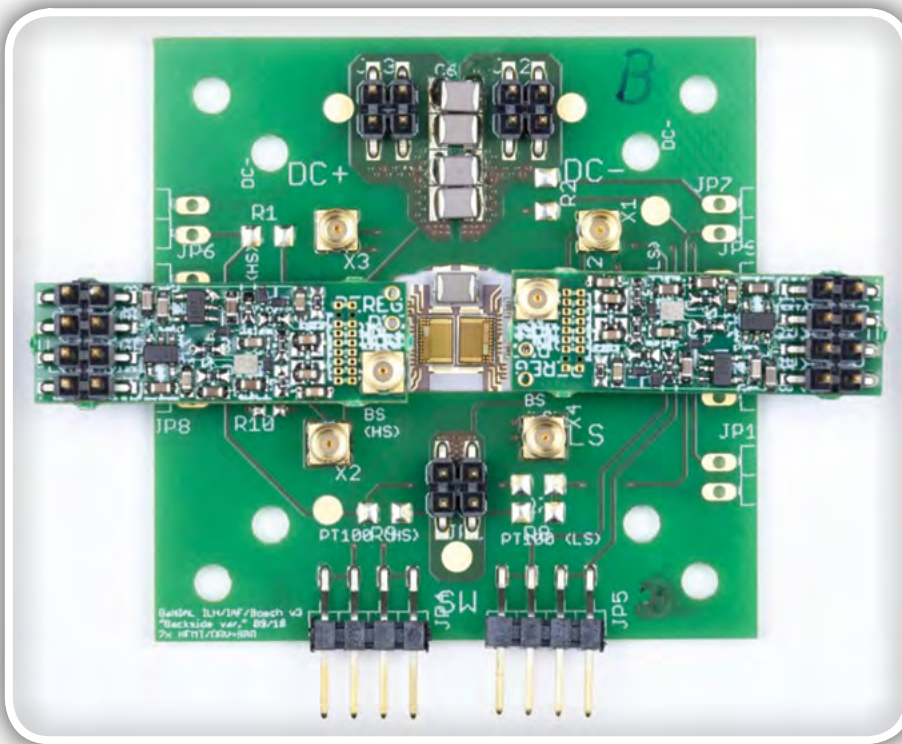
»Z dodatnim integriranjem senzorjev na GaN čipu nam je uspelo bistveno izboljšati funkcionalnost naše GaN tehnologije za močnostno elektroniko,« razlaga dr. Patrick Waltereit, vodja projekta GaNIAL in namestnik vodje poslovne enote Power Electronics na Fraunhofer IAF.



enoti Power Electronics pri Fraunhofer IAF.

Prej so bili tokovni in temperaturni senzori nameščeni zunaj GaN čipa. Integrirani tokovni senzor zdaj omogoča merjenje tranzistorskega toka brez povratne zanke za kontrolo zaprte zanke in zaščito pred kratkim stikom ter prihrani prostor v primerjavi z običajnimi zunanji senzori toka.

Integrirani temperaturni senzor omogoča neposredno merjenje temperature močnostnega tranzistorja, s čimer je to termično kritično točko preslikal bistveno hitreje in natančneje kot prejšnji zunanji senzori, saj se razdalja in temperaturna razlika med senzorjem in točko merjenja odpravi z monolitnim integriranjem.



Celoten naslov projekta GaNIAL je »Integrirana in učinkovita močnostna elektronika na osnovi galijevega nitrida.«

Projekt financira nemško zvezno ministrstvo za izobraževanje in raziskave; od leta 2016, poteka sodelovanje med Fraunhofer IAF in BMW Group, Robert Bosch GmbH, Finpower GmbH in Univerza v Stuttgartu, ki si prizadeva za razvoj močnostnih, kompaktnih na GaN-temelječih komponent za elektromobilnost. V primerjavi z običajnimi pretvorniki napetosti na novo razviti tokokrog hkrati omogoča ne le višjih stikalnih frekvenc in večje gostote moči; zagotavlja tudi hitro in natančno spremljanje stanja v samem čipu.

»Čeprav višja stikalna frekvenca močnostne elektronike, ki temelji na GaN, omogoča vse bolj kompaktna vezja, to povzroči večjo zahtevo po njihovem nadzoru. To pomeni, da imajo senzori, ki so integrirani v isti čip, precejšnja prednost,« poudarja Stefan Mönch, raziskovalec v poslovni

»Monolitna integracija napajalne elektronike GaN s senzori in krmilnim vezjem prihrani prostor na površini čipa, zmanjša stroške montaže in izboljša zanesljivost. Za aplikacije, ki zahtevajo namestitev zelo majhnih in učinkovitih sistemov v omejenem prostoru, kot je npr. elektromobilnost, je to ključnega pomena,« pravi Mönch, ki je načrtoval integrirano vezje za GaN čip.

GaN čip, ki meri le 4 x 3 kvadratnih mm, je osnova za nadaljnji razvoj bolj kompaktnih polnilnikov. »Galijev nitrid ima še eno ključno tržno prednost v primerjavi z drugimi širokopasovnimi polprevodniki, kot je silicijev karbid. GaN se lahko nanese na cenovno ugodne silicijeve substrate velikih površin, zaradi česar je primeren za industrijsko uporabo,« pravi Mönch.

#### Povzeto po:

- <https://www.rdmag.com/news/2019/05/integrated-sensors-direct-control>

<https://www.rdmag.com>

**ADDProS**  
Accepting Challenges. Providing Solutions.

**NATIONAL  
INSTRUMENTS™**  
AUTHORIZED DISTRIBUTOR

ADD ProS d.o.o. • +386 3 4250 800 • info@add-pros.com • www.add-pros.com

# Nov ultrazvočni merilnik nivoja SITRANS Probe LU240

Siemens d.o.o.

Avtor: Aljoša Doberšek

*Siemens predstavlja SITRANS Probe LU240, najnovejši ultrazvočni merilnik nivoja s Hart pretvornikom. Robustna naprava, ki omogoča zanesljivo merjenje nivoja, volumna, razdalje ter tudi pretoka v odprtem kanalu. Zasnovan za izzive okoljske industrije, je ta pretvornik primeren tudi za uporabo v kemični in prehrabeni industriji.*

## Stroškovno učinkovit, kompaktni merilnik nivoja z inteligentnim procesiranjem za izboljšano natančnost

Preverjena napredna metoda obdelave echo profilov t.i. »Process Intelligence« ločuje pravilne odboje od nepravilnih, kar zagotavlja zanesljive odčitke, hkrati pa omogoča hiter odziv na dejanske spremembe v nivoju materiala. Naprava ima zmanjšano »mrtvo območje« in omogoča znižanje odpadkov v aplikacijah, hkrati pa povečuje izkoriščenosti virov z zagotavljanjem neprekinjenega natančnega odčitavanja tudi pri povišanem nivoju materiala.

Hitro in enostavno upravljanje SITRANS Probe LU240 je omogočeno s štirimi gumbi na displeju ali daljinsko z uporabo programske opreme Simatic PDM. Opcija s prozornim pokrovom operaterjem omogoča prihranek časa in stroškov: pri ročnih odčitavanjih lahko uporabniki direktno odčitajo vrednosti neposredno brez odstranjevanja pokrova merilnika. Za tiste aplikacije, ki zahtevajo podatke o procesni temperaturi, SITRANS Probe LU240 sedaj omogoča poleg meritve nivoja tudi meritev temperature. Naprava je primerna tudi za uporabo z baterijami in solarnimi celicami saj znaša zagonski tok le 3,5mA in minimalno napetost delovanja vse do 10,5V.

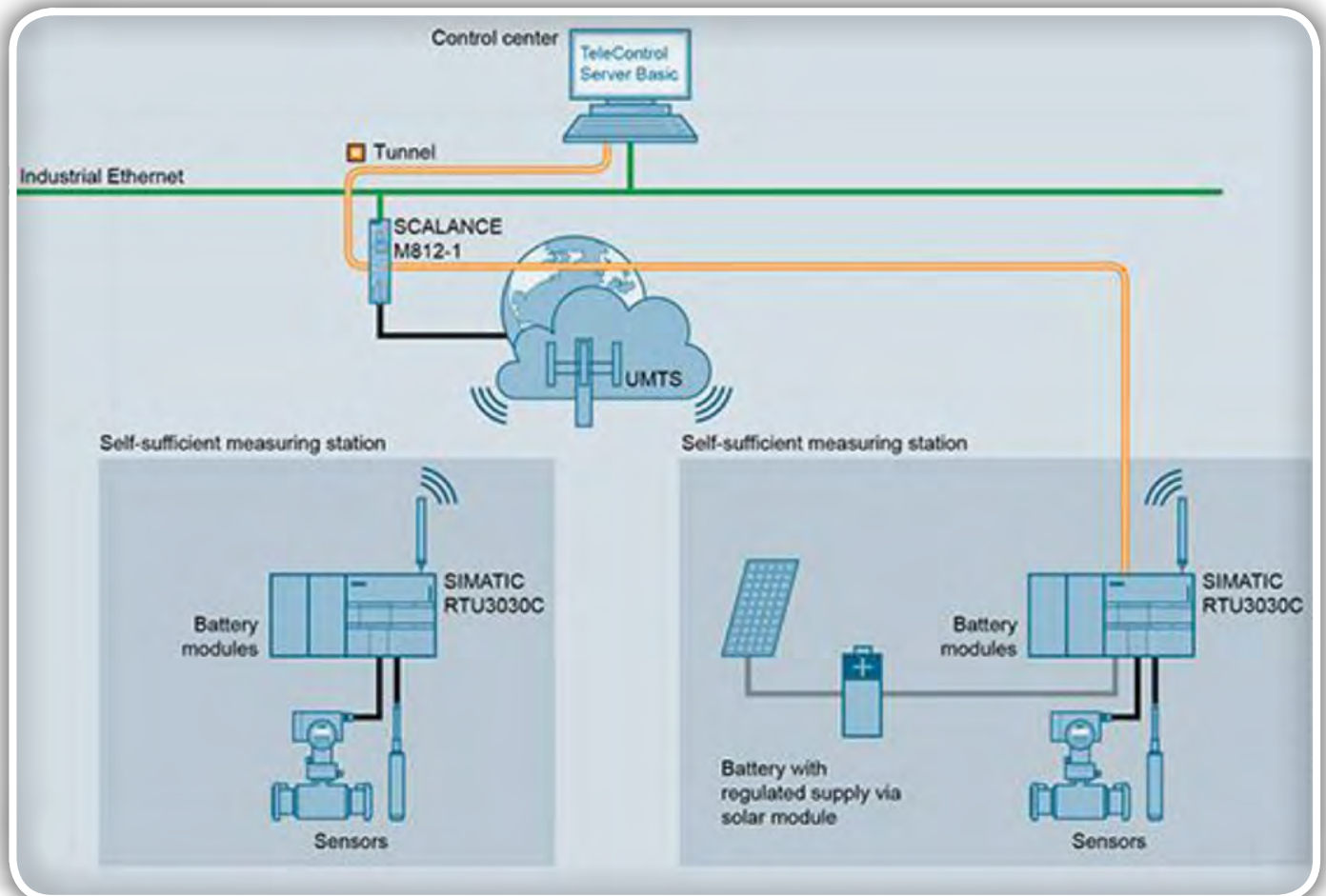
V posameznih aplikacijah se pojavljajo v merjenjem mediju tudi umazanije, ki se lahko v primeru kontaktnega merilnega principa nabirajo na senzorju. Posledica tega so napačna merjenja in dodatno delo s čiščenjem senzorjev. Rešitev pri takšnih aplikacijah je brezkontaktno merjenje. Ker



Slika 1: Ultrazvočni merilnik nivoja SITRANS Probe LU240



Slika 2: Oddaljen terminal SIMATIC RTU3030C



Slika 3: Primer različnih konfiguracij: prenos podatkov do nadzornega centra

se pa tudi pri brezkontaktnem merjenju lahko umazanija nabira na senzorju, skrbi pri SITRANS Probe LU240 za čistost senzorja aktivna tehnologija in močnejši ultrazvočni signal. Senzor je neobčutljiv tudi na veter, sneg, dež ali spremembe temperature. Odlično se obnese tudi v težkih pogojih kar mu zagotavlja zaščita IP68 popolnoma zaprt PVDF senzor odporen na korozijo, kemikalije in ekstremne pogoje.

Digitalizacija integrira ključne procesne podatke v celotno delovanje tovarne. S tem se odpirajo nove priložnosti analiziranja proizvodnih procesov in identificirajo področja za izboljšave. S povezavo SITRANS Probe LU240 v sistem vodenja lahko operaterji nadzorujejo meritve nivoja iz nadzorne sobe ali preko oddaljenega dostopa iz portfelja Siemensovih rešitev za avtomatizacijo.

SITRANS Probe LU240 je izredno uporaben tudi pri meritvah nivoja iz oddaljenih mest, tudi tam, kjer ni možno pripeljati napajanja. To omogoča kombinacija merilnika nivoja SITRANS Probe LU240 ter oddaljenega terminala serije SIMATIC RTU3000C. Zahvaljujoč optimizirani porabi energije SIMATIC RTU ne potrebuje zunanega napajanja. Napaja se iz baterij ali akumulatorja v kombinaciji s solarnim panelom. Zanesljivo deluje pri zahtevnih pogojih med  $-40^{\circ}\text{C}$  pa vse do  $+70^{\circ}\text{C}$ . Komunikacija je lahko izvedena preko zunanega usmerjevalnika, npr. SCALANCE M ali notranjega UMTS modema.

SIMATIC RTU zapisuje merilne podatke priključenih senzorjev in jih pošilja preko mobilnega omrežja posameznim uporabnikom ali nadzornemu centru. Če merjena vrednost preseže nastavljene mejne vrednosti RTU takoj javi alarm preko SMS-a ali elektronske pošte. To omogoča dežurnim službam takojšen odziv na nepričakovane dogodke.

Oddaljeni terminali lahko sami pred-obdelajo podatke in s tem zmanjšajo obseg podatkov in poenostavijo obdelavo podatkov v nadzornem centru. Za ta namen je na voljo vrsta različnih tipov programskih modulov, npr. nadzor nivoja silosa, izračun pretočnih količin v bazenih, logične in časovne funkcije, itd. Nastavitve, naknadne prilagoditve konfiguracije, nadgradnjo programske opreme se lahko izvede preko nadzornega centra z uporabo spletnega brskalnika.

**Za več informacij obiščite našo spletno stran:**

- <https://www.siemens.com/rtu-3030c>
- <https://www.siemens.com/SITRANSprobelu240>

Siemens d.o.o.  
 Letališka cesta 29c  
 1000 Ljubljana  
 E-pošta: [info.si@siemens.com](mailto:info.si@siemens.com)  
 T: + 386 1 4746 100  
[www.siemens.si](http://www.siemens.si)

# SIEMENS

*Ingenuity for life*



Ultrasvočni merilnik

## Zanesljiva ultrazvočna družina.

Siemensova procesna instrumentacija  
- beležimo vse kar je pomembno.

Siemens predstavlja SITRANS Probe LU240 najnovejši ultrazvočni merilnik nivoja s Hart pretvornikom. Robustna naprava, ki omogoča zanesljivo merjenje nivoja, volumna, razdalje ter tudi pretoka v odprtem kanalu. Ta merilnik je primeren tudi za uporabo v kemični in prehrabeni industriji.

[siemens.com/ultrasonic](http://siemens.com/ultrasonic)

# Najnovejše izboljšave CAN vodil zagotavljajo zanesljivo, varno in zelo hitro komunikacijo v vozilih

Digi-Key Electronics

Avtor: Rich Miron

**Kontrolna območna omrežja (CAN) že več let zagotavljajo zanesljivo komunikacijo med različnimi podsistemi avtomobilov in elektronskimi nadzornimi enotami (ECU). Ker pa se je število omrežnih vozlišč v vozilih povečalo, sta se povečala tudi zahtevani pretok podatkov ter zahteva po manjši stopnji latentnosti in naprednejši zaščiti, za vse pa veljajo stroge omejitve glede velikosti, teže in cene. Vseeno pa številni oblikovalci raje ne bi spreminjali omrežnih topologij, in zahvaljujoč nenehnim izboljšavam specifikacije CAN omrežja ter povezanih IC rešitev jim tega tudi ni treba.**

Uporaba druge omrežne topologije je težavna zaradi izgube prejšnjih naložb in morebitnih zakasnitev pri oblikovanju, ker se oblikovalci še naprej učijo. Vendar se je temu mogoče izogniti tako, da se znova posvetimo izboljšavam specifikacij CAN omrežja, na primer prilagodljivi podatkovni hitrosti CAN (FD) za večji pretok, uporabi tehnik, kot je delno mreženje za odpravljanje puščanj in motenj, uporabi strožjih časovnih omejitev za zagotavljanje zanesljive komunikacije pri večjih podatkovnih hitrostih, ter izboljšani varnosti.

Tudi ponudniki CAN sprejemnikov-oddajnikov so se odzvali na oblikovalske zahteve z bolj integriranimi rešitvami, ki vključujejo izboljšave CAN omrežja, da bi bolje izkoristili nove aplikacije, kot so napredni sistemi za pomoč voznikom (ADAS), sistemi za prenos moči in zabavne informacije («infotainment»).

V tem članku je na kratko opisano CAN omrežje in njegove izboljšave, vključno s tem, kako se lahko oblikovalci spopadejo s prehodom na naprednejše različice, kot je CAN FD. V članku bodo predstavljene primerne rešitve za CAN omrežje ter kako jih uporabljati za hitrejši prenos podatkov, večjo zanesljivost in večjo varnost.

## Prilagodljiva podatkovna hitrost CAN

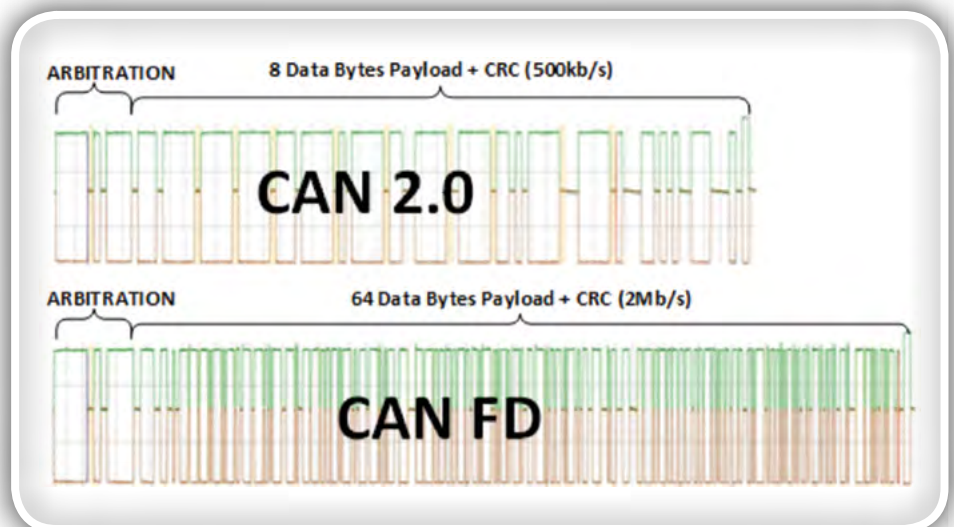
Ker vozila danes vsebujejo več elektronike, oblikovalci zahtevajo boljše delovanje, vendar namesto da bi prekopili na povsem drugo omrežje, lahko izkoristijo izboljšave CAN omrežja, najprej s CAN FD. To zagotavlja hitrosti do 5 Mbit/s, za razliko od 1 Mbit/s (največ) pri izvorni specifikaciji CAN omrežja, določeni v standardu ISO 11898.

Ta omejitev hitrosti je oblikovalce avtomobilov prisilila, da v vozilo dodajo več CAN omrežnih naprav in povezav, kar neizogibno pomeni več žic, izgub napajanja in večjo težo.

CAN FD standard odpravlja zagato glede pasovne širine in povečuje podatkovne hitrosti na 2 Mbit/s v nazivnih pogojih in 5 Mbit/s v načinu programiranja. V to večjo izboljšavo CAN omrežja je vključena spremenjena hitrost sličic, ki povečuje podatkovno polje z 8 bajtov na 64 bajtov za učinkovitejšo podporo aplikacij, ki porabljajo veliko podatkov (slika 1).

## Prehod s klasičnega CAN na CAN FD omrežje

Količina podatkov, prenesenih po omrežjih znotraj vozil, nenehno narašča, saj se dodaja vse več kamer in senzorjev, vključno s tistimi za napredne sisteme za pomoč voznikom (ADAS). Hitrejša CAN FD omrežja sicer pomagajo, vendar v fazi razvoja zahtevajo večjo natančnost. Primer: pri večjih podatkovnih hitrostih se razpoložljivi okvir za stabilizacijo



Slika 1: CAN FD standard, posodobljen leta 2012, povečuje največje število podatkovnih bajtov v koristni obremenitvi z 8 na 64 bajtov. (Vir slike: Microchip Technology)

bitne vrednosti hitro krči, kar povečuje možnost napak in spodkopava inherentno zanesljivost CAN omrežja.

Obstajajo tudi težave, kot je slepi tok pri motnjah, ki ga lahko povzroči hitrejši prenos podatkov znotraj CAN omrežja. Poleg tega uvedba CAN FD sistema poleg klasičnega CAN omrežja predstavlja velik izziv pri zagotavljanju tega, da zaradi hibridnega omrežja ne prihaja do napak.

Za pomoč pri odpravljanju nekaterih napak je podjetje Microchip Technology predstavilo hitri CAN sprejemnik-oddajnik MCP2561/2FD. Ta naprava ponuja enake jedrne funkcije kot njen predhodnik, model MCP2561/2, vendar k temu dodaja zagotovljeno simetrijo zakasnitve zanke za podpiranje večjih podatkovnih hitrosti, ki so zahtevane za CAN FD (slika 2). To pa posledično zmanjšuje največjo zakasnitev širjenja, da bi lahko podpiralo daljše omrežne povezave in več vozlišč na CAN vodilu. Povedano natančneje – CAN sprejemnik-oddajnik MCP2561/2FD ima največjo zakasnitev širjenja 120 nanosekund (ns).

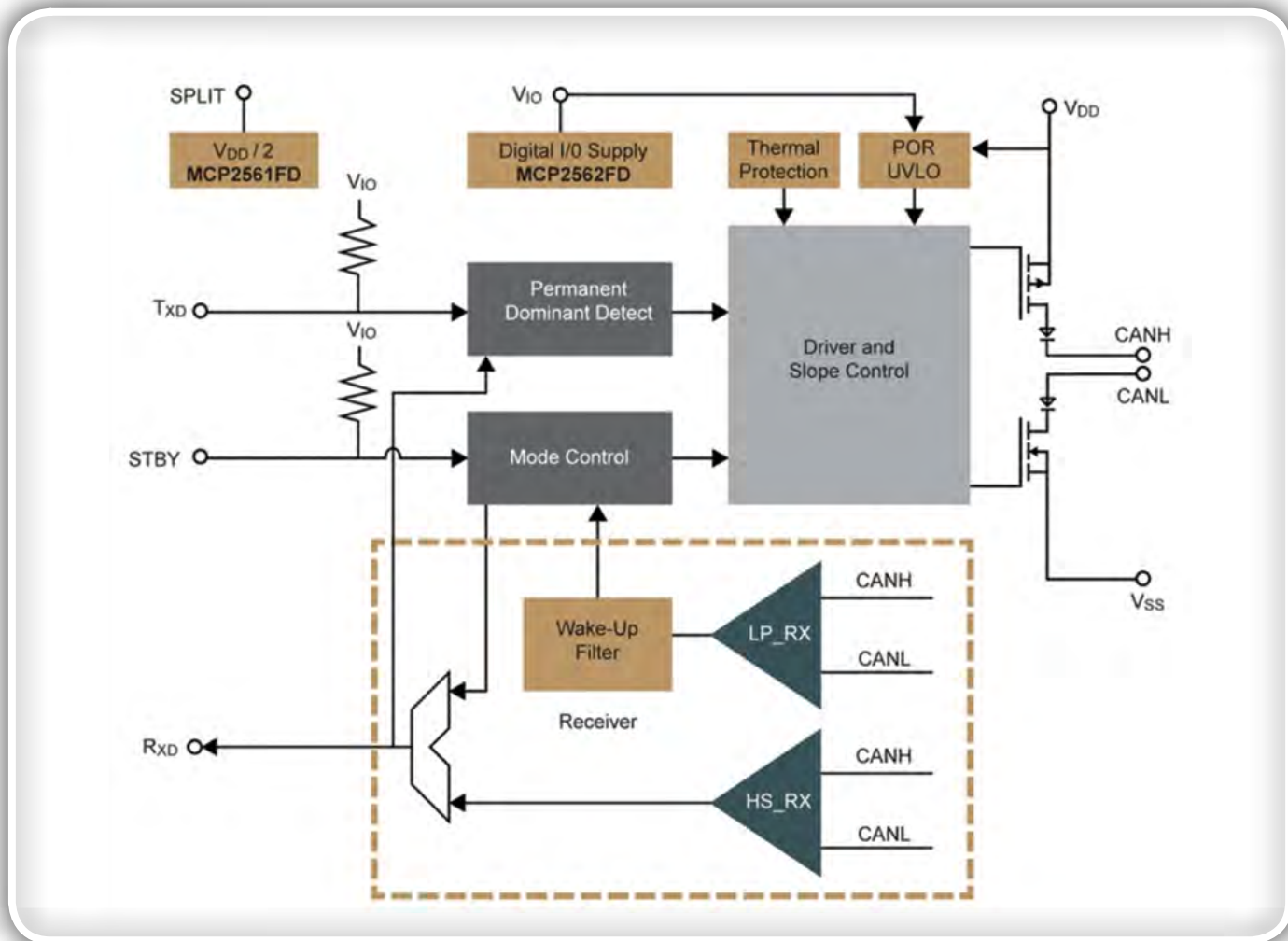
Podjetje Microchip in drugi dobavitelji CAN sprejemnikov-oddajnikov uvajajo tudi mehanizem delnega mreženja, ki je

skladen z ISO 11898-2:2016 standardom. Delno mreženje zagotavlja gladek prehod s klasičnega CAN omrežja na hitrejša CAN FD sisteme prek podpiranja izbirne funkcionalnosti bujenja ter neodvisnega predhodnega določanja napetosti ali tokov vodil.

Primer: hitri CAN sprejemnik-oddajnik NXP SemiconductorstJA1145 podpira podatkovne hitrosti do 2 Mbit/s in vključuje delno mreženje prek izbirne funkcije bujenja, imenovane FD Passive. Običajnim CAN krmilnikom, ki jim ni treba oddajati CAN FD sporočil omogoča, da med CAN FD komunikacijo ostanejo v načinu spanja/pripravljenosti, brez ustvarjanja napak v zvezi z vodili.

Sčasoma bodo vsi CAN krmilniki morali postati skladni s standardom hitrih CAN vodil, s čimer se bodo vsa vozlišča CAN vodil spremenila v FD Active vozlišča. Do takrat bo delno mreženje premostilo vrzel med svetovoma klasičnega CAN in CAN FD omrežja.

Podjetje NXP ponuja tudi CAN FD Shield tehnologijo, ki dinamično filtrira CAN FD sporočila z zelo natančnim oscilatorjem. Kar se delnega mreženja tiče, CAN



Slika 2: CAN sprejemnik-oddajnik MCP2561/2FD ima zagotovljeno simetrijo zanke, kar omogoča daljše omrežne povezave in več vozlišč na CAN vodilu. (Vir slike: Microchip Technology)

sprejemniki-oddajniki z FD Shield funkcijo ponujajo neposredno zamenjavo za obstoječe sprejemnike-oddajnike, tako da spremembe programske opreme niso potrebne. Podjetje NXP je dokončalo razvoj svoje FD Shield tehnologije z Automotive Open Systems Architecture (AUTOSAR) arhitekturo in vzorce daje na razpolago glavnim proizvajalcem originalne avtomobilske opreme ter dobaviteljem 1. stopnje.

## Zaščita vodil z manjšimi CAN sprejemniki-oddajniki

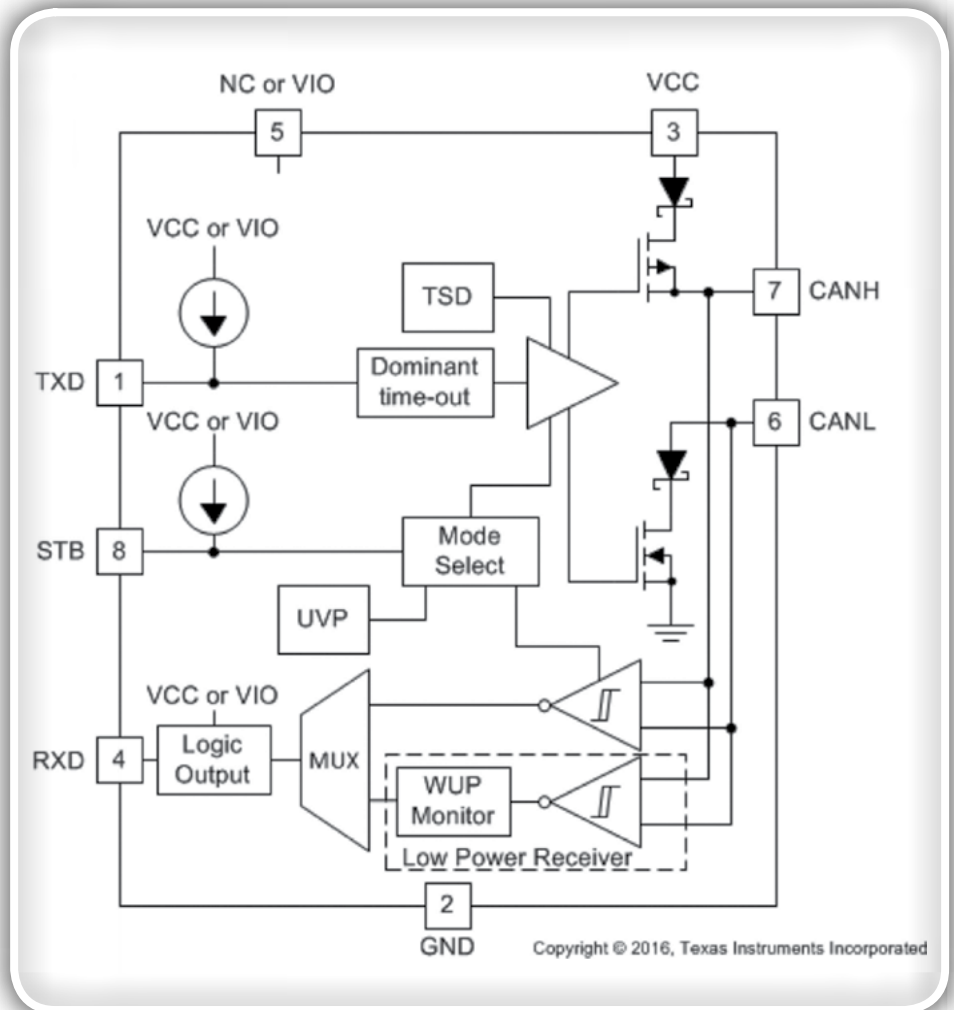
Oblikovalci lahko poleg hitrejšega prenosa podatkov izkoriščajo tudi CAN rešitve z visoko stopnjo integracije, ki znižujejo BOM stroške in zmanjšajo prostor na plošči. Vendar so si naprave pogosto blizu, poleg tega pa so blizu drugi občutljivi elektroniki, zato morate paziti, da ne povzročajo motenj ali postanejo občutljive na motnje, zaradi česar so elektromagnetne motnje (EMI) in imunost na šume pomembne značilnosti. CAN sprejemniki-oddajniki pogosto uporabljajo diskretne filtre, dušilke navadnega načina ter naprave za zaščito pred prehodno napetostjo (TVS), da bi odpravili težave z ESD in EMI.

Več informacij o pomembni temi TVS zaščite za CAN vodila najdete v članku Digi-Key »Oblikovanje na področju zaščite diode TVS izboljšuje zanesljivost vodil CAN«.

Vendar pa avtomobilski oblikovalci vedno bolj iščejo načine za zmanjšanje teže in stroškov pri CAN načrtovanju. Primer: pri sprejemnikih-oddajnikih TCAN1042 in TCAN1051 proizvajalca Texas Instruments je bila odstranjena dušilka, da bi se število komponent zmanjšalo, še vedno pa je izdelek skladen s strogimi zahtevami glede imunosti na šume (slika 3).

Zaščita pred visoko stopnjo okvare vodil in elektrostatično razelektrivostjo (ESD) je ključnega pomena v CAN sistemih, ki zdaj izpolnjujejo zahteve 12-, 24- in 48-voltnih akumulatorjev v vozilih ter 24-voltnih virov napajanja v industriji. Priključke CAN vodila varuje pred kratkim stikom pri enosmernem toku z boljšim ujemanjem z izhodnimi signali.

Sprejemnika-oddajnika TCAN1042 in TCAN1051



Slika 3: CAN sprejemnik-oddajnik TCAN1042 zagotavlja funkcije zaščite za izboljšanje robustnosti CAN omrežja in se uporablja pri aplikacijah, kot so HVAC nadzorni moduli za avtomobile in pametni VF daljinski upravljalniki. (Vir slike: Texas Instruments)

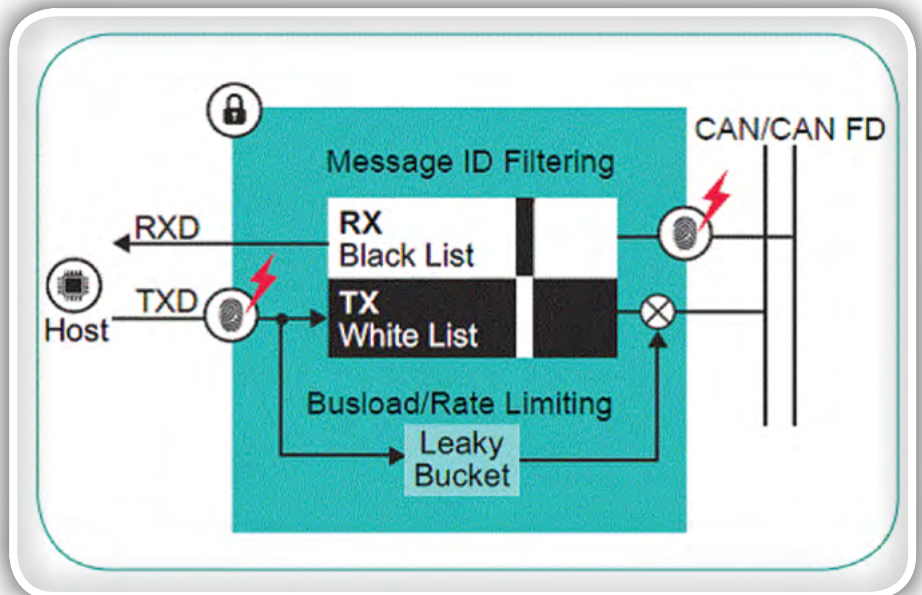
zagotavljata ESD zaščito do  $\pm 15$  kilovoltov (kV), kar lahko odpravi potrebo po zunanjih TVS diodah. Oblikovalci lahko tudi hitro in enostavno ocenijo delovanje teh CAN sprejemnikov-oddajnikov z modulom za ocenjevanje TCAN1042EVM, ki ponuja tudi informacije o prekinitvi CAN vodil, filtriranju CAN vodil in konceptih zaščite.

## Naslednji mejnik za CAN omrežje: varnost

Omrežja v vozilih za povezovanje elektronskih ECU nadzornih enot, ki temeljijo na CAN omrežju, so relativno preprosta in lahka za uporabo. Vendar pa lahko ena sama ECU enota z ogroženo varnostjo povzroči, da je celo vozilo ranljivo za vdore. Splošno znana možnost za zaščito komunikacij CAN temelji na mehanizmu kod za preverjanje pristnosti sporočil (MAC), ki uporablja kriptografijo in zapleteno upravljanje ključev. Vendar pa šifriranje CAN sporočil povečuje obremenitev CAN vodil, latentnost sporočil in porabo energije. Zaradi pomanjkanja moči za računanje v trenutno nameščenih CAN krmilnikih obstaja tudi težava z nadgradnjo omrežij v vozilih za varno CAN komunikacijo.



Novejšim CAN sprejemnikom-oddajnikom so priloženi preprostejši mehanizmi, ki zaobidejo stroške za pasovno širino, zakasnitve in obremenitve pri obdelovanju. Ti zaščiteni CAN sprejemniki-oddajniki lahko filtrirajo ID-je sporočil, tako da če ogrožena ECU enota poskusi poslati sporočilo z ID-jem, ki mu izvirno ni dodeljeno, lahko sprejemnik-oddajnik zavrne prenos tega sporočila v CAN vodilo (slika 4). Poleg preprečevanja poskusov prevar lahko CAN sprejemnik-oddajnik prepreči poskuse posegov in preplavljanja z razveljavitvijo sporočila v ogroženi ECU enoti.



Slika 4: Za zmanjšanje latencije in zahtev po pasovni širini in hkratno zaščito CAN omrežja novejši sprejemniki-oddajniki filtrirajo ID-je sporočil. (Vir slike: NXP Semiconductors)

Ti CAN sprejemniki-oddajniki zagotavljajo zaščito pred preplavljanjem, prevarami in posegi brez uporabe kriptografije. Zaznajo lahko kibernetični incident, če se sporočilo razveljavi na vodilu z aktivno oznako napake. Nato zaščiteni CAN sprejemnik-oddajnik začasno prekine povezavo med lokalnim gostiteljem in CAN vodilom.

Če pa ni zaznana nobena grožnja za varnost, CAN sprejemniki-oddajniki delujejo kot standardni hitri CAN sprejemnik-oddajnik. Povedano drugače – ti varni CAN sprejemniki-oddajniki so lahko direktna zamenjava za standardne CAN sprejemnike-oddajnike v podobnem ohišju.

Dobavitelji, kot je NXP, v celoti uvajajo varnostne funkcije v strojno opremo, s čimer omogočajo, da se varnostne operacije CAN sprejemnika-oddajnika izvajajo neodvisno od CAN krmilnikov. To pa posledično odpravlja potrebo po spremembah programske opreme ECU enote in s tem povezano tveganje motenj delovanja ECU enote.

Poleg tega varni CAN sprejemnik-oddajnik beleži dnevnik poročil o varnostnih incidentih na vodilu. Ti CAN

sprejemniki-oddajniki lahko ščitijo tudi lastne posodobitve konfiguracije in lahko tako delujejo kot sistem za zaznavanje vdorov.

## Zaključek

CAN vodilo je svojo pot začelo leta 1983, vendar, kot je bilo prikazano v tem članku, se je dobro prilagodilo komunikacijskim zahtevam oblikovalcev avtomobilske elektronike. Kar je najpomembneje, CAN sprejemniki-oddajniki so v fazi sprememb in prehoda na hitrejša CAN FD omrežja. Drugič, CAN sprejemniki-oddajniki izboljšujejo zanesljivost ter hkrati znižujejo BOM stroške in omogočajo zmanjšanje velikosti pri oblikovanju z odpravljanjem zunanjih komponent, kot so dušilka navadnega načina in TVS diode. Nazadnje, CAN sprejemniki-oddajniki igrajo svojo vlogo pri zaščiti CAN vodila prek vgradnje varnostnih funkcij v strojno opremo sprejemnika-oddajnika. Slednje ne zaščiti le CAN vodila, temveč tudi prihodnost povezanega avtomobila.

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



telefon: +386 1 4771-704

GSM: +386 41 797 281

<http://www.revija-ventil.si>

e-mail: [ventil@fs.uni-lj.si](mailto:ventil@fs.uni-lj.si)

# Izbira pravega električnega napajanja

Rutronik GmbH

Avtorja: Axel Stangl in Bianca Aichinger

**Med vsakim projektom se razvijalec sreča z vprašanjem, kako urediti električno napajanje za svojo napravo. Vedno krajši razvojni cikli, strožje specifikacije in omejeni proračuni mu pri tem otežujejo izbiro. Vendar pa je treba pri izbiranju resnično upoštevati nekatere dejavnike.**

Napajalni sistem je srce vsakega električnega sistema, vseeno pa nanj pogosto pomislimo šele zadnji trenutek. Odločitev za pravi napajalnik se zdi preprosta: Vzamemo napravo s pravo izhodno napetostjo in močjo po najnižji možni ceni. Vendar pa na koncu zadovoljiva rešitev zahteva malo bolj podrobno analizo.



le nekaj odstotkov pomeni veliko razliko. Če na primer primerjamo napravi z izkoristkoma 90 in 92 %, se razlika na prvi pogled ne zdi velika. Če pa pogledamo tako nastale izgube, jih ima en napajalnik le 8 %, drugi pa 10 %. Naprava z izkoristkom 92 % ima torej petino manj izgub, ki se sproščajo kot toplota. Včasih je ta majhna razlika dovolj, da lahko opustimo dodatno hlajenje. To hkrati prihrani dragocen prostor.

## Širok razpon vhodnih napetosti za različne nazivne napetosti

Napajalniki se praviloma napajajo iz javnega električnega omrežja ali industrijskega napajalnega omrežja. Včasih se uporabljajo tudi generatorji. Nazivne napetosti javnega omrežja so v veliki meri standardizirane. V Evropi znaša nazivna napetost 230 V~/50 Hz ± 10 %, zunaj Evrope pa obstaja še veliko drugih standardov. V ZDA se uporablja napetost 120 V~/50 Hz, na Kitajskem pa 220 V~/50 Hz. Izbrani napajalnik bi v idealnem primeru pokrival vse te nazivne napetosti in njihove tolerance. To pomeni območje delovanja od 85 do 264 V~. Vendar pa se splača pregledati podatkovni list. Tudi če ima izbrani napajalnik pri nazivni napetosti 230 V~ zelo dober izkoristek nad 90 %, lahko ta pri 120 V~ znaša le še 70 %.

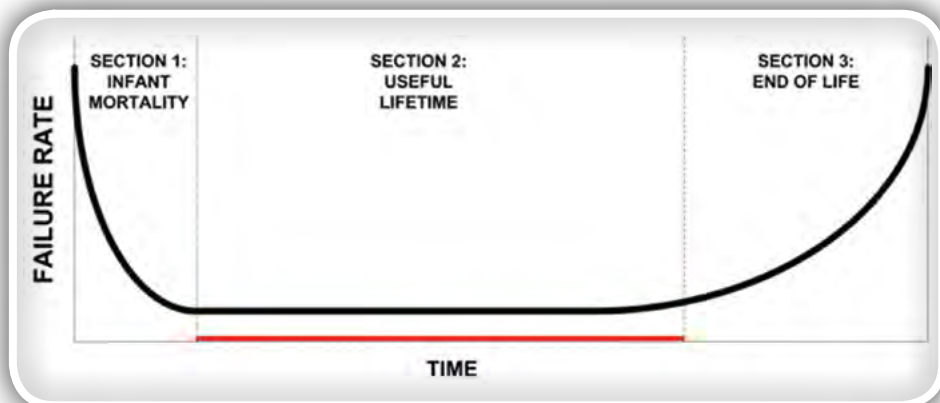
## Vpliv izkoristka na življenjsko dobo

Če primerjamo različne podatke o izkoristku, razlika enega ali dveh odstotkov ni slišati nič posebnega. Prav tako s tem ne boste prihranili veliko energije. Vseeno pa lahko

Bistveno pa je tudi, da manj sproščene toplote pomeni daljšo življenjsko dobo sistema. Ta namreč neposredno vpliva na pričakovano življenjsko dobo sistema. Švedski kemik Svante Arrhenius je leta 1889 odkril povezavo med hitrostjo kemijske reakcije in temperaturo. Arrheniusova enačba je približno pravilo, ki pravi, da se z vsakim povečanjem temperature za deset stopinj Celzija podvoji verjetnost izpada. Ali z drugimi besedami: Pričakovana življenjska doba se razpolovi. Zato lahko že za dva odstotka večji izkoristek pomeni bistveno daljšo pričakovano življenjsko dobo stikalnega napajalnika.

## MTBF – izračunana zanesljivost

Zanesljivost stikalnega napajalnika je tesno povezana z vrednostjo časa med okvarami (angl. »Mean Time Between Failures« – MTBF). Pomen MTBF lahko preprosto ponazorimo s t. i. »krivuljo kopalne kadi« (sl. 1). Ima tri območja: »otroške bolezni«, uporabna življenjska doba in konec življenjske dobe (angl. »End of Life« – EoL). Vrednost MTBF zajema samo srednji del, tako da ne upošteva otroških bolezni in učinkov staranja. To zlahka pojasni, zakaj se za napajalnike pogosto navajajo vrednosti MTBF, ki dosegajo več milijonov ur.



Slika 1: Delež izpadov v življenjski dobi (krivulja kopalne kadi). Vir slike (Recom)

Vrednost MTBF se poleg tega ugotavlja na podlagi različnih standardov. Najpogosteje so to MIL HDBK 217F, Bellcore TR-NWT-000332 in t. i. »Siemensov standard« SN29500. Rezultati teh metod izračuna se v nekaterih primerih močno razlikujejo. Zato je pri primerjavi vrednosti MTBF pomembno, da so izračunane po istem standardu in pod enakimi pogoji (npr. temperatura okolja).

Vsem tem metodam pa je skupno, da se vrednost MTBF računa iz vsote vrednosti komponent. Zaradi tega število komponent (angl. »Component Count«) odločilno vpliva na vrednost MTBF. Preprosteje izdelani stikalni napajalniki imajo zato pogosto veliko višjo vrednost MTBF. To pa ne pomeni nujno, da so resnično zanesljivejši.

Vse to pomeni, da je vrednost MTBF sicer dobra za primerjave zanesljivosti podobnih naprav, vendar pa ne dopušča napovedovanja o pričakovani življenjski dobi. To omogoča le celovito preizkušanje.



Slika 2: Tipična postavitve preizkusa med delovanjem, na primer 96-urnega preizkusa ali preizkusa zmanjšanja moči. Vir slike (Recom)

## Preverjena zanesljivost

Prvo informacijo nam lahko zagotovi že 96-urni preizkus. Ti preizkusi z močno pospešenim staranjem zaradi obremenitve (angl. »Highly Accelerated Stress Test« – HAST) se izvajajo v komori za nadzorovane podnebne pogoje (npr. pri 85 °C/95 % relativne vlažnosti) v obliki preizkusa med shranjevanjem (angl. »Storage Test«), kar pomeni, da preizkušanci ne delujejo. Pred in po preizkusu se preizkušanci premerijo skladno s parametri v podatkovnem listu. Razlike omogočajo sklepanje o življenjski dobi. 96 ur pri zgoraj navedenih pogojih na primer ustreza 7,25 leta 24-urnega delovanja. Poleg tega se zaradi potrjevanja rezultatov pogosto izvede še 1000-urni preizkus med shranjevanjem (na primer pri 85 °C/50 % relativne vlažnosti) ali delovanjem (angl. »Life Test«), kjer so preizkušanci izpostavljeni najvišji dovoljeni temperaturi okolja med delovanjem.

## Stabilen izkoristek tudi pri nizki obremenitvi

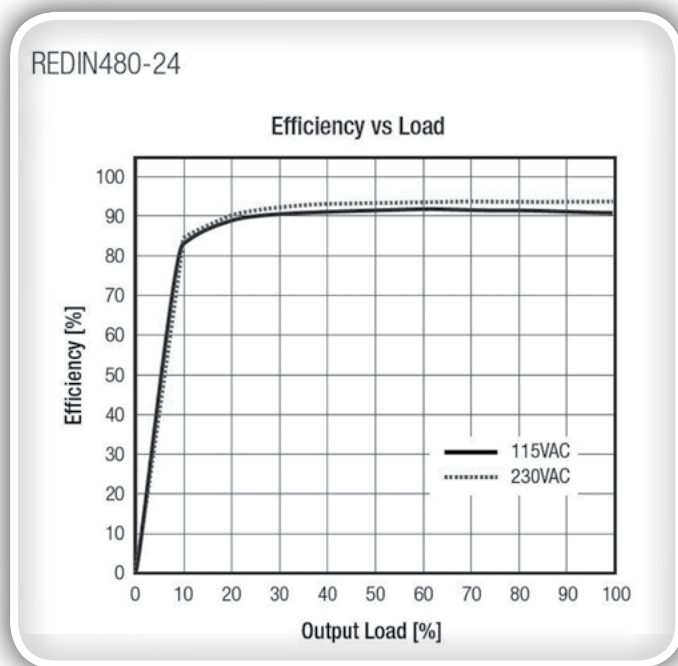
Pomemben vidik je obnašanje pri različnih obremenitvah. V podatkovnih listih je pogosto navedena samo vrednost pod polno obremenitvijo, pa še ta ne vedno. Vendar pa to ni zelo uporaben podatek, saj so stikalni napajalniki zasnovani tako, da imajo najboljši izkoristek ravno v bližini svoje nazivne moči. Z zmanjševanjem obremenitve se zmanjšuje tudi izkoristek, ki nato v prostem teku pade na ničlo. Dobro zasnovani napajalniki zagotavljajo stalno visok izkoristek, še posebej v pomembnih območjih srednjih in nizkih obremenitev.

## Zanesljivi napajalniki za vgradnjo na letev DIN za 1-fazna ali 2- in 3-fazna električna omrežja

Podjetje Recom ima veliko izkušenj, saj so izdelali že veliko milijonov pretvornikov DC/DC in AC/DC. Zdaj so razvili serijo napajalnikov za vgradnjo na letev DIN,

ki je zasnovana za najdaljšo možno življenjsko dobo. Za zagotavljanje potrebnih varnostnih rezerv uporabljajo le najkakovostnejše komponente, katerih delovna temperatura je bistveno višja od vrednosti, navedenih za napajalnike.

Napajalnike za letve DIN serije REDIN odlikuje posebej tanka izvedba in so dodatno opremljeni s sistemom za stransko vgradnjo. To je odločilna prednost pri stikalnih omarah z majhno globino. Zaradi širokega razpona vhodne napetosti od 85 do 264 V~ so primerni za uporabo po vsem svetu. Zaradi velikega izkoristka, ki znaša kar 93 %, nastaja le majhna količina odpadne toplote, kar pomeni, da je mogoče te napajalnike uporabljati brez dodatnega



Slika 3: Izkoristek napajalnika Recom REDIN480 znaša pri polni obremenitvi približno 93 % in ostane visok v širokem območju obremenitev. Vir slike (Recom)



Slika 4: Z visoko električno trpežnostjo in zanesljivostjo so napajalniki Recom idealni za industrijske stikalne omare v zahtevnih okoljih

hlajenja pri temperaturah od  $-25$  do  $70$  °C. Enote imajo aktivni sistem PFC in zato zagotavljajo faktor moči nad 0,95. Primerne so za vzporedno delovanje n+1 zaradi zagotavljanja redundance ali trajnega povečanja izhodnega toka. Enote so opremljene s pametno zaščito pred preobremenitvami in kratkim stikom, ki napravo izklopi, takoj ko je dosežena najvišja dovoljena temperatura, da

so preprečene trajne poškodbe. Napajalniki so certificirani po standardu IEC/EN/UL60950 in UL508.

Poleg tega je za delovanje v 2- ali 3-faznih električnih omrežjih na trgu tudi nova družina REDIN/3AC. Zasnovana je za odlično stabilnost tudi v težkih pogojih avtomatizacije procesov in zanesljivo deluje pri omrežnih napetostih

od  $320$  do  $575$  V $\sim$  tudi pri odpovedi tretje faze. Serija pokriva moči 120, 240, 480 in 960 W pri nazivni napetosti 24 V= ter valovitostjo le 40 mV, precizni potenciometer pa omogoča nastavljanje izhodne napetosti v območju od 22,5 do 29,5 V=. Za povečanje moči je mogoče naprave brez dodatnih ukrepov povezati vzporedno, izravnavo obremenitve pa omogoča regulacija s padcem napetosti ob naraščanju toka.



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)

# 29. TEHNIŠKO POSVETOVANJE VZDRŽEVALCEV SLOVENIJE

## VZDRŽEVANJE

## 2019



DRUŠTVO  
VZDRŽEVALCEV  
SLOVENIJE

# DVS

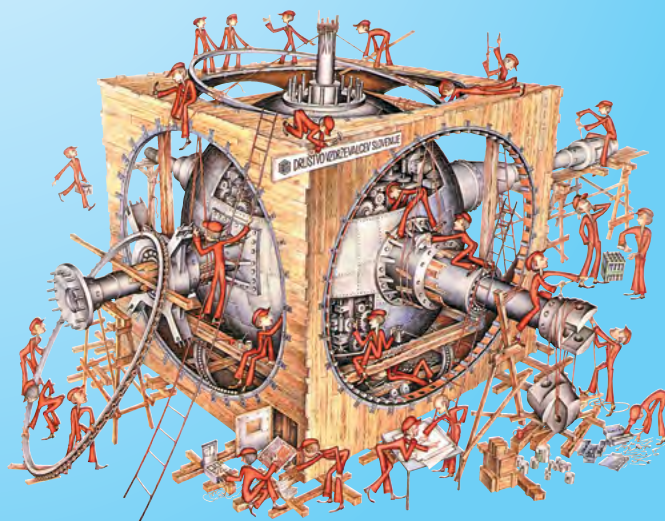
**Otočec, 9. in 10. oktober 2019**

9. oktober 2019: delavnice, ni razstave

10. oktober 2019: razstava, brezplačna predavanja

[www.tpvsi.si](http://www.tpvsi.si)

[www.drustvo-dvs.si](http://www.drustvo-dvs.si)



e-mail: [tajnik@drustvo.si](mailto:tajnik@drustvo.si)

tel: 041 387 432

# Strokovna konferenca IKTEM 2019 je bila letos na Rogli!

Avtorja prispevka: Aleš Kovač in Bojan Kovač

E-pošta: bojan@svet-el.si

Foto: Katja Uran

E-pošta: katja.uran@gmail.com

*Tudi druga konferenca IKTEM, ki je letos potekala 30. in 31. maja na Rogli, je bila po mnenju udeležencev, sponzorjev in organizatorjev in na splošno zadovoljstvo vseh točka srečanja, stičišče industrije, distribucije in uporabnikov. Letošnje teme so obravnavale metrologijo, 3D tisk in brezžične komunikacijske tehnologije, rdeča nit in središče vrtenja celotne konference pa je bil IoT, torej Internet stvari.*



Na otvoritvenem predavanju konference je profesor dr. Janez Bešter predstavil trende v IKT in tudi širše, ter vzporedni pojav, ko se z napredki v tehnologijah vse hitreje spreminjajo tudi razmere na trgu. Če hočemo obdržati ali celo pridobiti tržni delež, moramo spremljati trende v tehnologiji, se nenehno izobraževati in biti inovativni.

Opisal je industrijo 4.0, ki zajema IoT, kibernetiko fizične sisteme, računalništvo v oblaku, ter kognitivne sisteme za zagotavljanje večje povezanosti, zbiranja obsežnih zbirk informacij, asistence uporabnikom in samoodločanja kibernetiko fizičnih sistemov. Industrija 4.0 pa že oblikuje zametke družbe 5.0, ki bo usmerjena predvsem v posameznega človeka in izboljšanje kvalitete življenja. Tehnologiji, ki bosta poganjali družbo 5.0 sta IoT in umetna inteligenca. Senzorji, povezani na IoT, bodo zbirali ogromne količine podatkov, ki jih bo umetna inteligenca v oblaku obdelala, ter poslala nazaj obogatene obdelane informacije v različnih uporabnih formatih z veliko dodano vrednostjo. Izzivov je pred nami več

kot dovolj, zato je pomembno, da obe poti, obe preobrazbi v Industrijo 4.0 in Družbo 5.0 potekata vzporedno in ustvarjata neko sodobno miselnost, nekakšno »digitalno kulturo«. Z razvojem in pametnim izkoriščanjem novih poslovnih modelov in procesov, ki jih digitalizacija omogoča, pa bo doseženo tudi zadovoljstvo ljudi. Profesor





Bešter je med predavanjem opisal tudi arhitekturo IKT ter pametnih energetskega omrežij.

Po uvodnem predavanju je Damjan Šavko iz podjetja 3-port predstavil njihove proizvodne rešitve za industrijo 4.0, osnovanami na IoT platformi SMIP. Zaradi vse cenejših gradnikov IoT omrežij je posledično tudi implementacija industrije 4.0 v proizvodne procese cenejša in enostavnejša kot kdajkoli prej. Z premišljeno implementacijo pa lahko ceno še znižamo, če že na začetku razmislimo o tem, kateri podatki nas najbolj zanimajo in za začetek zajemamo in obdelujemo le te in jih v neki uporabni obliki posredujemo naprej uporabniku. Zajamemo tudi tako imenovane temne podatke, ki so nam sicer že na voljo, a jih ne beležimo ali obdelujemo. V prihodnosti lahko po potrebi povečamo količino podatkov in s tem povečamo sposobnost napovedovanja (predikcijo) ter optimizacijo strojev in procesov. Podjetje 3-port ponuja tudi programsko rešitev za integracijo z drugimi informacijskimi sistemi, imenovano Data API, ki omogoča komunikacijo z vsemi napravami povezanimi v SMIP omrežje. Njihova platforma SMIP ("Smart Information Platform") je edinstvena rešitev za izgradnjo naprednih rešitev za potrebe komunikacije med napravami, vizualizacijo podatkov ter obveščanje. Bistvena prednost rešitve je možnost hitre izgradnje IoT aplikacij za raznovrstne namene; za monitoring strojev in procesov, pridobivanje podatkov senzorjev na daljavo ter tudi aplikacij, ki omogočajo povsem nove poslovne procese za proizvajalce raznovrstnih naprav. Ti lahko s SMIP-om svojim produktom dodajo "inteligenco" in povečajo svojo konkurenčno prednost skozi nove inovativne poslovne modele.



Podjetje Rutronik je na konferenco povabilo strokovnjaka iz podjetja Nordic, ki je brez dvoma na globalnem nivoju med vodilnimi proizvajalci vseh vrst rešitev za brezžično komunikacijo. V duhu IoT tehnologij je predstavil njihove najnovejše Bluetooth Low Energy čipe, ter usmeritev podjetja v prihodnosti, saj imajo vodilni položaj na trgu brezžičnih rešitev z izjemno nizko porabo energije (ultra low power). Poudarek je bil na izdelku z oznako NRF9160, ki je kompakten, visoko integriran sistem v čipu (SoIC, ki poleg procesorja ARM Cortex-M33 vsebuje tudi GPS sprejemnik in LTE modem, ki podpira protokol LTE-M, in tudi NB-IoT, z SIM ali eSIM avtentikacijo pri mobilnem operaterju kjerkoli po svetu in ki omogoča uporabo najnovejšo tehnologije LTE z nizko porabo energije in napredne rešitve obdelave in varnosti. Omenjena tehnologija je dostopna in enostavna za uporabo za široko paleto modelov IoT v omrežjih ponudnikov mobilne telefonije (cIoT) z nizko porabo energije, integrirani modem pa podpira tako

LTE-M kot NB-IoT in lahko deluje globalno, s čimer pa seveda odpravlja potrebo po regionalnih različicah. Podprte so vse funkcije za varčevanje z energijo, vključno z eDRX in PSM, popolna je tudi podpora IPv4 / IPv6 ter ponuja visoko raven varnosti (TCP / TLS) in hitrosti prenosa. Vgrajeno programsko opremo (FW) tega modema je mogoče nadgraditi prek varnih, šifriranih posodobitev vgrajene programske opreme (FOTA).

Po krajšem premoru, ki ga je večina udeležencev izkoristila za izmenjavo mnenj, izkušenj in usklajevanje razumevanja predstavljenih informacij, seveda, ob prigrizkih in napitkih, ki so bili vedno na razpolago! Konferenco je nadaljeval Luka Mali, vodja laboratorija MakerLab na Fakulteti za elektrotehniko v Ljubljani s predavanjem, ki je bilo globoko (in še vedno!) v duhu IoT.

Internet stvari se počasi širi in dobiva svojo podobo, ima vse večjo uporabno vrednost, »stvari« so z vsakim trenutkom pametnejše, bolj zmogljive in dobivajo tudi možnost lastnega razvoja, učenja in pravico odločanja na podlagi izkušenj iz preteklosti. Dokler je okrog nas vse polno možnosti povezovanja s svetovnim spletom, nas priključitev teh majhnih »stvari« v svetovni splet seveda ne skrbi, saj je možnosti res veliko. Ko pa nekje v čudoviti dolinici ob vznožju dvo-tisočaka izginejo vse sodobne možnosti kableskega in brezžičnega povezovanja na Internet, postane naš senzor sirota, nikomur dostopna, nikomur v napoto, vendar ga tudi nihče ne pogreša. Povezljivost je danes prav tako potrebna kot reka, ki ljudem daje hrano, vodo, napaja njihove črede, namaka polja in omogoča plovbo, transport tovorov in potovanja v širni svet. Vendar tudi za geografsko popolnoma izolirane točke obstaja že kar nekaj rešitev, ki lahko našo »stvar« povežejo z »reko«, predvsem pa je veliko pričakovanj v zvezi z rešitvami, ki jih vse pogosteje srečujemo v obliki kratic NB-IoT, Cat-M1, SigFox, Weightless... Kaj ponuja vsaka posamezna rešitev, kakšne so prednosti in slabosti vsake od njih, komu so namenjene, katero izbrati v posameznih primerih, ob različnih zahtevah?

Različne tehnologije in konfiguracije IoT omrežij imajo različne zahteve in omejitve, zato je pomembno raziskati katera izmed številnih tehnologij, ki ponujajo povezavo na večje razdalje, bi bila v načrtovani aplikaciji najustrenejša. NB-IoT, Cat-M1, SigFox so le nekatere med najbolj znanimi tehnologijami dolgega



dosega. Luka Mali je povzel prednosti in pomanjkljivosti posameznih tehnologij glede na aplikacijo.

Visoko zmogljivi analizatorji signalov in spektralni analizatorji so neprecenljivi pri razvoju IoT aplikacij in nujno orodje inženirjem pri izpolnjevanju najzahtevnejših nalog s tega področja. Njegova široka pasovna širina in sposobnost najrazličnejših analiz zajetih signalov omogoča karakterizacijo širokopasovnih komponent in komunikacijskih sistemov. Najsodobnejši multitouch zaslon s podporo za geste zagotavlja enostavno upravljanje in intuitivno delovanje. Na kakšne izzive lahko naletimo pri razvoju brezžičnih IoT aplikacij in kako si pri njihovem reševanju lahko pomagamo z vrhunsko merilno opremo?

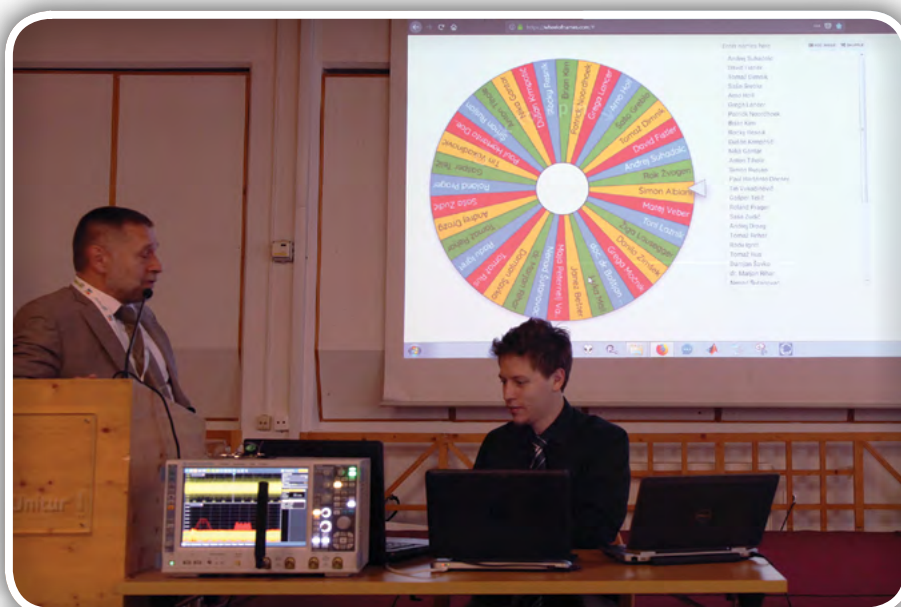
Odgovore na podobna vprašanja in niz izzivov v zvezi z brezžičnimi komunikacijami je pripravil gospod Arno Holl iz podjetja Rohde & Schwarz, ki je eden od vidnejših ponudnikov vrhunske merilne opreme in najširšim portfeljem metroloških rešitev. Udeležencem konference







je prikazal ponudbo in nabor naprav za testiranje naprav za IoT omrežja. Predstavil je različne brezžične IoT tehnologije in napraveterpomembnost izvajanja meritev za zagotavljanje optimalne zmogljivosti in čim daljše trajanje baterij v IoT modulih. Če je že od vsega začetka razvoja IoT naprave sistemsko zagotovljeno izvajanje vseh potrebnih meritev, je v vseh fazah razvoja zagotovljena kontinuirana združljivost z veljavnimi standardi in predpisi, s čimer preprečimo visoke stroške ponovnega razvoja in usklajevanje z njihovimi zahtevami. Podjetje Rohde & Schwarz ponuja vrhunske rešitve za merjenja baterijske dobe, dometa in varnosti vseh večjih brezžičnih tehnologij, kot so LTE-M, NB-IoT, LoRaWAN in Sigfox. V drugem delu predavanja je g. Holl predstavil analizator spektra brezžičnih IoT naprav, opisal njegovo delovanje in demonstriral uporabo. Prikazal je tudi praktični rezultat meritve jakosti LoRaWAN omrežja v obsegu več kilometrov, ki so bile dejansko izvedene v Nemčiji.



Po končanem predavanju je pred kosilom sledilo težko pričakovano žrebanje, ki je nadomestilo tekmo v poletnem sankanju, ki je žal odpadla zaradi slabega vremena. Nagrado za žrebanje je sponzoriral organizator konference IKTEM podjetje AX elektronika. Izžrebali smo dva srečneža, ki sta prejela lepo nagrado: bon za vikend paket za dve





lahko obdržimo iste IP naslove, pri tem pa uporabljamo skupna orodja za razvoj in razhroščevanje. Z menjanjem platforme bi v meritev lahko vnesli dodatne neznanke. Prednost merilnih instrumentov National Instruments je njihova modularnost, saj imamo na voljo natanko tiste instrumente, ki jih potrebujemo. PXI je namenjen testiranju velikih količin MEMS, senzorjev in RF močnostnih ojačevalnikov, za integrirane pasivne, IoT in analogne naprave pa poskrbi platforma STS. Poleg merilnih naprav NI z izvrstno programsko opremo, podjetje ADD PROS nudi razvoj aplikacij tudi s programsko in strojno opremo ostalih vrhunskih svetovnih proizvajalcev, poleg tega pa še širok nabor uporabniških storitev, kot so

osebje v hotelu Rogla. Žrebanje je bilo javno in pošteno, vsi udeleženci pa so imeli pri žrebanju enake možnosti.

Koliko (pre)kratek je lahko odmor za kosilo, vam lahko povejo udeleženci, sponzorji, predavatelji in organizatorji letošnje konference IKTEM na Rogli! Verjamem, da so se mnogi tako globoko spustili v strokovne debate, da so pri tem kar pozabili na hrano...!

Po kosilu je Andrej Drozg iz podjetja ADD PROS predstavil modularni platformi National Instruments PXI in STS, ki omogočata pametnejše, hitrejša in fleksibilnejša testiranje kompleksnih elektronskih naprav z visoko stopnjo integracije. Platformi pokrivata širok spekter naprav in tehnologij, med drugim brezžične/radijske, vključno z 5G, analogni ali mešani signali, optoelektronika, senzorji in mikro elektromehanični sistemi. PXI je edina platforma, ki omogoča uporabo iste merilne opreme, tako v laboratoriju za testiranje skladnosti in delovanja kot tudi na proizvodni liniji. Uporaba enake platforme prihrani čas in denar, saj

izobraževanje, tehnična podpora in servisiranje. Brez dvoma pa brez merilnih naprav in sistematskega izvajanja meritev ne moremo pričakovati hitrega razvoja tržno uspešnega izdelka.

V naslednjem predavanju sta predstavnika podjetja CGS, Andrej Suhadolc in David Fister, predstavila produkte in storitve, ki jih ponuja podjetje CGS. Najbolj opazna je bila linija barvnih 3D tiskalnikov HP Jet Fusion 3D. Tehnologija Jet Fusion, katere se poslužujejo, predstavlja izjemen korak naprej v tehnologiji 3D tiskanja. Tiskalnik na platformo nanaša izjemno tanke plasti prahu čez celotno delovno območje, kjer naj bi bil tiskani objekt, pa tiskalne glave dodajo talilno sredstvo, ki bo v stiku z lučmi stalilo prah. Na rob tiskanega objekta pa sredstvo za izboljševanje natančnosti poskrbi za natančne robove. Tako se nanašajo plasti v debelini 80 µm. Po končanem postopku nam ostane posoda, polna prahu, v katerem se nahajajo natisnjeni objekti. Prah, ki ni bil raztaljen lahko ponovno uporabimo. Proces poteka v izolirani atmosferi, zato nima vpliva na

okoljsko atmosfero in je primeren tudi za pisarniško okolje. CGS ponuja širok portfelj 3D tiskalnikov za aplikacije na različnih področjih. Osnovni modeli z oznakami 3X0/5X0 so namenjeni hitri izdelavi prototipov, 4200 in 5200 manjši serijski proizvodnji, 5210 in 5210 PRO pa večjim proizvodnim serijam. Z višanjem razreda se višata tudi hitrost izdelave in seveda tudi cena. Podjetje je na konferenco pripeljalo tudi enega izmed osnovnih modelov tiskalnikov, tako, da smo si ta tehnološki biser lahko ogledali čisto od blizu.

Pred zadnjim odmorom je spregovoril še predstavnik podjetja Analog Devices. Predstavil je nabor rešitev za uporabo v Sub GHz IoT aplikacijah,





procesiranje signalov razvijajo lastno IETK platformo, saj jim to omogoča modularnost, podporo različnih IoT protokolov, ogrodij za vizualizacijo in učenje iz podatkov, ker uporablja odprtokodne rešitve in jo lahko uporabijo kot učno platformo. Platforma je sestavljena iz storitve v oblaku, IoT omrežja, ter uporabniškega vmesnika, vse skupaj pa povezuje široko uporabljen IoT protokol MQTT. Deluje tako, da MQTT posrednik razpošilja podatke do tistih klientov, ki so na določeno temo prijavljeni. Platforma je uporabna kot učni projekt za študente, v področjih vizualizacije podatkov, razvoja mobilnih aplikacij, umetne inteligence, ter razvoja, nadgradnje in testiranja omrežij.



Naslednje predavanje v primerih dobre prakse je vodil Matej Veber z ekipo dijakov, ki je sodelovala v tekmovanju RoboCup s svojim 3D natisnjem robotom. Ekipa je v tekmovanju RoboCup sodelovala v kategoriji RoboCupRescue, katere cilj je ustvariti čim boljše robote za iskalne in reševalne aplikacije. Ti svojo sposobnost demonstrirajo na različnih poligonih, kjer morajo roboti premagati velik nabor zahtevnih terenov, poleg tega pa morajo prepoznati različne znake za nevarnost. Upravlja pa jih človek, ki ima vpogled okolice robota le preko vgrajenih kamer. Kljub konkurenci, ki je bila veliko boljše financirana, so se uvrstili visoko, za RoboCup 2019

ki jih podjetje trenutno ponuja, osnovanih na RapidNet protokolu. Prednost Sub Ghz pasu je boljša penetracija radijskih valov med ovirami in tako večja zanesljivost. RapidNet protokol zadošča tako komercialnim kot industrijskim aplikacijam, za katere so zanesljivost, robustnost, razširljivost in dolga baterijska doba kritično pomembni. Njene prednosti so dolg doseg, in relativno velik prenos informacij, posebno v smeri proti končnim vozliščem. Tisočerm končnim vozliščem lahko v eni uri dostavi več kB podatkov. Ima tudi zelo majhno latenco. Končna vozlišča lahko pošljejo pomembna opozorila v nekaj sekundah. Možne so različne topologije (zvezda/drevo, s pomočjo repeaterjev/redundanten). Podjetje ponuja različne osnovne razvojne kit-e, pa tudi prilagojene rešitve za večja naročila Sub GHz modulov.

pa ciljajo v sam vrh. Po predavanju prof. Vebra, so se predstavili še sami člani skupine. Vsak je bil odgovoren za nekaj aspektov robota: računalniški vid, programiranje, elektronika, CAD, 3D tiskanje, logistika. Fantje so s seboj tudi prinesli robota in ga ponudili v ogled.

Po odmoru so sledili primeri dobre prakse. Sklop sta pričela sodelavca iz univerze FERi v Mariboru. Najprej sta predstavila laboratorij za digitalno procesiranje signalov in na kratko predstavila njihova področja raziskovanja, med katerimi je tudi IoT. Študenti v laboratoriju za digitalno



Zadnje predavanje dobre prakse pa je vodil Žiga Lausegger, profesor fizike na šolskem centru Kranj. Predstavljal je odprtokodne alternativne programe, ki predstavljajo brezplačno alternativo lastniškemu programom, ki imajo pogosto drage in časovno omejene licence, vključno z operacijskim sistemom Linux, ki zadnja leta močno pridobiva na popularnosti in funkcionalnosti. Ena izmed bolj zastrašujočih izbir pri Linuxu je izbira ene izmed stotin distribucij, ki gradijo ena na drugi in ponujajo različne uporabniške izkušnje. Profesor je predlagal izbiro stabilne izdaje distribucije Debian, saj je znana po svoji stabilnosti, ter podprtosti iz strani razvojne skupnosti in ima že dolgo uspešno zgodovino od leta 1993, kot ena izmed prvih distribucij. Predstavil je delavni proces v odprtokodnem programu KiCAD, v katerem njegovi učenci izdelujejo razvojne ploščice z NXP mikrokontrolerjem LPC4088 z ARM procesorjem. Vsebuje Spice program za izgradnjo in simulacijo vezja, vpogled v 3D strukturo ter izvoz kosovnice in tehniške dokumentacije. Ohišje za načrtovano razvojno ploščico so oblikovali s programom FreeCAD. Pri programiranju mikrokontrolerjev dijaki ne uporabljajo knjižnic in IDE-ja, temveč kodo sestavijo sami v zbirniku, saj takšen način prinaša boljše razumevanje delovanja programske kode na strojni opremi mikrokontrolerja, saj so bližje strojnemu nivoju.

Po zadnjem predavanju tega dne je sledila večerja z degustacijo piva, na kateri so se ob okusni hrani in različnih vrstah odličnega piva v pogovorih med druženjem nadaljevale teme s predavanj, temu se pač ni bilo mogoče izogniti! Po večerji je sledil zabaven Pikado večer ob pivu, kjer smo se vsi sprostiti z druženjem ob zdravi tekmovalnosti in zabavi pri metanju pikada. Zabavni večer se je zavlekel kar globoko v noč, ko so nas kombinacija dolgega dneva, pozne ure in blagodejnega učinka piva počasi pregnala v postelje.

## 2. dan

Drugi dan je bil popolnoma v duhu delavnic, kjer so nekatera izmed podjetij, ki so svoje novosti, najnaprednejše rešitve in tehnologije že prejšnji dan predstavila na predavanjih, izvedla praktične demonstracije. Prikazali so, kako lahko nek uporabnik, lahko tudi popoln začetnik, s pomočjo predlaganih (največkrat celo brezplačnih) orodij, začne obvladovati omrežja senzorjev in jih na različne načine povezati s strežnikom ali v oblak.



Predstavili so prednosti rešitev, ki jih predstavljajo in pojasnili, zakaj so njihove rešitve boljše in kakšno prednost prinašajo izdelkom, v katere so vgrajene. Katere podatke prenašati, kako jih obvladovati, obdelati in pripraviti za objavo? Vprašajte me, česa ni bilo? Odgovor: »Ni, da ni!« Samo radovednost, želja po znanju in iskanje izgubljenega

koščka sestavljanke poraja vprašanja, tista, prava vprašanja in pri takšni zasedbi strokovnjakov, ki so se zbrali na enem mestu, ni nobeno vprašanje ostalo brez odgovora. In če že govorimo o vrhunskih strokovnjakih: večina udeležencev IKTEM konference na nekem »svojem« področju dosega, največkrat pa močno presega pričakovane rezultate, so vir inovacij, en člen v verigi ali pogonsko kolo ogromnega razvojnega stroja, v ekipi z ljudmi, ki vedno znova presenečajo s svežimi idejami. Mislite, da je vaš »izziv« nerešljiv? Vprašajte soseda, prav tega, ki na konferenci sedi poleg vas! Neverjetno je, kako hitro se med toliko različnimi ljudmi najdejo »primeri dobre prakse«, ko nekdo vsakodnevno rutinsko rešuje podobne primere kot je vaš (nerešljiv!!!), povsem pa se mu ustavi v situaciji, za katero vi poznate vsaj nekaj rešitev! To je druga, neuradna plat konference, ki je lahko marsikomu enako pomembna in ki prav tako pomeni paket zgoščenih informacij, semena z ogromnim potencialom, da zraste v nekaj mogočnega!

Prva delavnica je bila demonstracija Mesh kita DC9021B na RapidNet osnovi, v mrežasti topologiji, pripravilo pa jo je podjetje Arrow. Med udeležence predavanja so razdelili predstavitevne končne vozliščne module, ki so ob vklopu samodejno poiskali najbližja dostopna vozlišča in se povezali z njimi. Ko je omrežje vzpostavljeno, glavno vozlišče ostalim vozliščem dodeli imena in urnik oddajanja, ta pa podatke posredujejo svojim najbližjim sosedom. Če katero od vozlišč zamudi svoj čas oddajanja bo glavno vozlišče uporabniku javilo napako. Če se vozlišča premikajo v prostoru (mobilne aplikacije), se povezave med njimi dinamično menjajo tako, da je vsako vozlišče vedno povezano s svojim najbližjim sosedom. Kasneje so demonstrirali še mrežasto topologijo, pri kateri se vsak od vozlišč povezuje direktno na glavno vozlišče. Domet takšne topologije je v polmeru 250m, odvisno od preprek med vozliščema. RapidNet omogoča povezovanje velikega števila vozlišč, saj za prenos podatkov uporablja časovno in frekvenčno sinhronizacijo, tako da je končno število možnih povezav enako produktu časovnih in frekvenčnih pasov. Ponuja tudi variabilno količino prenesenih podatkov ob večjih dogodkih, ter redundantni prenos za večjo zanesljivost.

Najbrž lahko tudi 3D tisk izdelkov štejemo med tiste bolj izrazite in otipljive prednosti digitalne revolucije in tehnologijo, ki bo največ pripomogla k »mekemu«

prehodu v Družbo.5, saj je prav vse, razen človekove zamisli, v digitalni obliki, končna postaja pa ni arhiv, slika ali datoteka, ampak otipljiv in funkcionalen izdelek, fizično telo, nekaj, kar lahko uporabljate. Ali kot bi to najbrž napovedali v kakšni razvedrilni oddaji: »Malo prej le v vaši



glavi, zdaj v rokah vsakega, ki to lahko 3D natisne!« Si predstavljate, kjerkoli na Zemlji, samo datoteko potrebuje! Vaša ideja je lahko že jutri natisnjena v več milijonih primerkov, ker je briljantna in jo človeštvo potrebuje za svojo prihodnost!

Po odmoru za prigrizek in osvežilno pijačo sta drugo delavnico na temo omenjene tehnologije nadaljevala predstavnik podjetja CGS plus d.o.o., ki sta udeležence seznanila s podrobnimi informacijami o HP-jevih 3D tiskalnikih in programskih orodjih, ki olajšajo oblikovanje tiskalnega načrta. Prvi predstavljeni program je Autodesk Netfab, ki nam pomaga oblikovati model 3D objekta, ki ga želimo natisniti. Ta ima poleg običajnih funkcij programov za 3D modeliranje še avtomatsko zaznavanje in popravke modelov v primeru nepovezanih ploskev, prekrivajočih ploskev in drugih pogostih napak. Ponuja tudi možnost izvotlitve določenih sten modelov, da zmanjšamo toplotno maso modela, saj je pri Jet Fusion tiskanju pomembna čim bolj enakomerna porazdelitev temperature po delovni površini. Program 3D Print Manager pa nam omogoča optimalno porazdelitev tiskanih modelov po delovnem volumnu. Poskrbi za ustrezen minimalen razmak med kosi ter razmerje med volumnom modelov in nespojenega prahu. Podjetje nudi podporo za uporabnike, vključno z izobraževanjem ter garancijo za menjavo delov ali servis v enem dnevu, za minimalne izgube zaradi izpada.

Tretja delavnica podjetja Nordic je poglobljeno predstavila njihove Bluetooth Low Energy izdelke, posebno nRF91 razvojno orodje, ki ponuja IoT povezljivost preko LTE-M



in NB-IoT, o katerem so teoretično govorili že prvi dan na predavanju. Podjetje Nordic ponuja številne brezplačne programske rešitve za lažje programiranje svojih ploščic. Nekaj smo si jih ogledali tudi na delavnici, kjer so praktično prikazali osnovno nastavitve parametrov delovanja s pomočjo Nordic-ovih programskih paketov, nato pa še demonstrirali delovanje ploščice nRF91.

Po delavnici je sledila krajša pavza z diskusijo, prigrizki in osvežilnimi pijačami, nato pa so udeleženci sodelovali še v zadnji delavnici drugega dneva, katere tema je bila prav tako IoT. Za to delavnico se je sponzor A1 zelo potrudil in predčasno odprl NarrowBand IoT omrežje. Za praktično demonstracijo dela z razvojnimi orodji podjetja Quectel, ki je vsakemu od prijavljenih udeležencev en razvojni komplet podarilo. Najprej je podjetje Quectel predstavilo svoj nabor rešitev za IoT aplikacije, nato pa je vsak udeleženec odprl svoj prenosnik in ob pomoči predavatelja sprogramiral svoj razvojni komplet, s čimer se je lahko povezal na NB IoT omrežja A1. Med udeležence predavanja, ki so se pravočasno prijavi za razvojno ploščico, so brezplačno razdelili 25 končnih vozliščnih modulov in SIM kartic A1, ki so potrebne za NB komunikacijo.

Po zaključku zadnjega predavanja je sledila še poslovilna pogostitev, nato pa adrenalinski spust po bližnjem sankališču Zlodejevo, katerega je sponzoriral srebrni sponzor konference, podjetje Rutronik. Udeleženci, ki so si drznili spustiti po progi, so z več ali manj zaviranja navdušeno prispeli do konca proge, kjer so se vse sani skupaj s svojimi sankarji po strmini skozi gozd s pomočjo vlečnice vrnile nazaj na start. Mnogi so bili tako navdušeni, da so se spustili večkrat, saj spust ni le adrenalinski, temveč tudi izjemno lep, ker teče skozi prelep Pohorski gozd. Po sankanju smo se počasi razšli in za nami je bil še en dogodek, ki je mnogim pomagal razumeti povezanost med temami, ki jih je obravnavala letošnja konferenca IKTEM in odstrla marsikatero tančico, ki je doslej prekrivala kratico IoT. Poslovili smo se, kot bi bili vsi člani iste ekipe in kot da je za nami uspešno opravljena naloga, za katere uspeh smo zaslužni vsi! In še sporočilo, tistim, ki se letošnje konference niso mogli udeležiti: če se vaša dejavnost dotika katere izmed tem, ki smo jih obravnavali, ste marsikaj zamudili, če vas ta dva dneva ni bilo na Rogli v naši družbi!



## Vidimo se spet na konferenci IKTEM 2020!

Nič nenavadnega ni, da se Internetu stvari pripisuje tolikšen pomen, saj je ključni element v obeh revolucijah, omogoča in pospešuje preobrazbo v Industriji 4.0, hkrati pa omogoča hitrejši razvoj sprememb na poti k Družbi 5.0! Noben strokovnjak ne more zanikati nepogrešljivosti vrhunske merilne in testne opreme, ki jih neko podjetje od samega začetka razvoja bodočih IoT izdelkov potrebuje za testiranje samih naprav in omrežja, v katerem naj bi delovali. Sistematično izvajanje meritev je potrebno tudi za zagotavljanje optimalne zmogljivosti in čim daljše trajanje baterij v IoT modulih. Če je že od vsega začetka razvoja IoT naprave sistemsko zagotovljeno izvajanje vseh potrebnih meritev, je v vseh fazah razvoja zagotovljena kontinuirana združljivost z veljavnimi standardi in predpisi, s čimer preprečimo visoke stroške ponovnega razvoja in usklajevanje z njihovimi zahtevami.

Prepričani smo, da so se tokrat na Rogli zbrali vsi tisti, ki

hočejo biti v sredini hitrega toka reke, za katero danes še ne moremo z gotovostjo trditi niti tega, ali se bo kdaj izlila v morje in katero morje bo to...! Poleg pričakovanih strokovnih novosti in spoznanj pa je večini pomembno tudi to, da ostaneš v stiku z ljudmi, ki počnejo podobne stvari kot ti in kjer ti zna vsakdo povedati, kako bi se tvojega nerešljivega problema lotil on - po svoje. Naenkrat imaš na izbiro več različnih inovativnih rešitev, katerim so osnova izkušnje iz aplikacij, s katerimi se sami nikoli nismo imeli priložnost srečati in le stvar rokov za izvedbo in razpoložljivih sredstev je, katero izbrati kot najprimernejšo! Timski duh pač, katerega na Rogli letos gotovo ni primanjkovalo! Pogovori in vroče teme so se včasih le dotikale, drugič spet pa globoko zajedale v področja inovativnosti, novih oblik produkcije in kontrole kakovosti, novih pristopih k izobraževanju iz katerih se je marsikdo kaj naučil, največ pa se je govorilo o prihodnosti v obliki industrije 4.0 in prehodu na družbo 5.0. Najbrž na Rogli letos na IKTEM-u ni bilo predavanja ali delavnice, kje ne bi bila uporabljena vsaj ena od besednih zvez; Internet of Things, IoT, Industrija 4.0. Globalni pomen te tehnologije močno narašča, vendar nikakor ne le v profesionalnem segmentu, temveč tudi v vsakdanjih storitvah, kot sta Airbnb in Uber, ki sta v izjemno kratkem času izpodrinila klasično obliko taksi službe in ponudnike turističnih kapacitet. Udeleženci so na konferenci dobili vpogled v trende v tehnologiji, morebitne smeri razvoja, ki jih bodo povzročili ter rešitve na prve izzive, ki jih ta predstavlja,

danes in tu. To je lahko ena izmed pomembnejših prednosti pred konkurenco, še posebej v današnjem, hitro razvijajočem se tehnološkem svetu.

Prihodnost bo brezžična in brez-energijska! Kako ob takšnih zahtevah izbrati prave oblike komunikacije z dovolj velikim dosegom, kje skleniti kompromis in pri katerih zahtevah ne popustiti niti za las? Kakšne rešitve bi prišle v poštev za realizacijo vaše aplikacije in kaj vam na koncu sploh ostane na izbiro? Udeleženci so letos odgovore na ta vprašanja poiskali na predavanjih in delavnicah IKTEM konference 2019, ko pa bodo uresničevali svoje projekte, se jim bodo porajala nova... za konferenco IKTEM 2020 prihodnje leto!

IKTEM konferenco sta organizirali reviji Svet elektronike in Svet mehatronike v sodelovanju z Laboratorijem za telekomunikacije in Laboratorijem za multimedijo Fakultete za elektrotehniko v Ljubljani ter Inštitutom za elektroniko in telekomunikacije Fakultete za elektrotehniko v Mariboru. Konferenco so podprli tudi Zbornica elektro in elektronske industrije, Združenje za informatiko in telekomunikacije - obe pri GZS, OZS, SRIP Pametna mesta in skupnosti ter ugledna podjetja iz Slovenije in tujine: A1, Arrow electronics, CGS, Chemets, ICM, Rutronik, Rohde & Schwarz, ADDProS, Quectel, Amitech in Emsiso.

<https://svet-el.si>

**IKT EM** konferenca

**2. KONFERENCA**

INFORMACIJSKO-KOMUNIKACIJSKO TEHNOLOGIJO, ELEKTRONIKO IN MEHATRONIKO

Rogla, 30.5. - 31.5.2019

svet ELEKTRONIKE svet MEHATRONIKE

CGS	RUTRONIK	ANALOG DEVICES	ROHDE & SCHWARZ	ADDProS	QUECTEL	Emsiso	
Monitor	SRIP PMIS	ZIT	AMITEH	Gospodarska zbornica Slovenije	Zbornica strojnarstva in elektrotehnike		
FERi	LTFE	LMMFE	IKT	ULC	iCm	OPREMOVALSKA ZBORNIKA SLOVENIJE	A1
CGS	RUTRONIK	ANALOG DEVICES	ROHDE & SCHWARZ	ADDProS	QUECTEL	Emsiso	
Monitor	SRIP PMIS	ZIT	AMITEH	Gospodarska zbornica Slovenije	Zbornica strojnarstva in elektrotehnike		
FERi	LTFE	LMMFE	IKT	ULC	iCm	OPREMOVALSKA ZBORNIKA SLOVENIJE	A1

**RUTRONIK**  
ELECTRONICS WORLDWIDE

Sponzor letnega sankanja





## Pametne rešitve za pohitritev načrtovanja

Z blok gradniki lahko izboljšate inteligenco vašega designa

Kot se je tehnologija razvijala, zdaj vedno več in več naprav zahteva inteligentne sisteme. Microchip je bil vedno prvi v tej evoluciji s tem, da vam prinaša širok portfelj rešitev, ki vam lahko pomagajo:

- Enostavno poiskati pravi nivo inteligence za vaš design s širokim portfeljem 8-, 16- in 32-bitnih mikrokontrolerjev, DSC-jev in MPU-jev
- Učinkovito kreirati različne designe s fleksibilno periferijo in funkcijami
- Pospešiti čas načrtovanja z našimi intuitivnimi razvojnimi okolji, kompletnimi referenčnimi designi, brezplačnimi knjižnicami in orodji za avtomatično generiranje kode.

Poizvedite kako vam lahko Microchip pomaga pri hitrejšem pričetku proizvodnje z rešitvami, ki niso zgolj pametne pač pa tudi povezane in varne.



Postanite pametni na [www.microchip.com/Smart](http://www.microchip.com/Smart)



# Mešanje z matematiko

Microchip Technology Inc  
 Avtor: Namrata Dalvi

**Upravljanje barvnega ravnovesja svetlobe svetlečih diod (LED) lahko zelo natančno dosežete z 8-bitnim mikrokontrolerjem in brezžičnim Bluetooth® 4.1 nizkoenergijskim modulom za krmiljenje rdeče, zelene in modre svetlobe ter prosojnosti alfa (RGBA) v barvnem prostoru.**

Razvojna plošča, ki jo prikazuje slika 1, ima štiri LEDice: rdečo, zeleno, modro in rumeno. Svetilnost vsake od teh diod uravnavamo z razmerjem signalov znotraj PWM obratovalnega cikla.

To je mogoče doseči z Microchipovim mikrokontrolerjem PIC16F1579, ki ima na voljo štiri 16-bitne PWM generatorje, ki se lahko v našem primeru uporabljajo za pogon LED. 16-bitni PWM generatorji omogočajo natančno krmiljenje intenzivnosti oddane svetlobe vsake posamezne barvne LED in mešanje različnih nivojev svetlosti RGBA za ustvarjanje svetlobe različnih barv.

Uporaba mTouch® tehnologije kapacitivnega zaznavanja dotika, ki jo podpira uporabljeni mikrokontroler, omogoča delovanje dveh kapacitivnih drsnikov. Vgrajeni Bluetooth modul RN4020 se uporablja za sprejemanje vrednosti PWM iz mobilne aplikacije Android™ ali namiznega programa z uporabo komunikacije Bluetooth z nizko porabo energije. Celotno ploščico napaja ena sama 1,5V AAA baterija.

## Razsvetljava

Svetloba, ki jo proizvajajo LEDice, je odvisna od več dejavnikov. Intenzivnost svetlobe (merjena v luminih), se bo razlikovala za LED različnih tipov in celo med LEDicami istega tipa. Za barvne LEDice se določena barva, izražena s kromatično vrednostjo od diode do diode lahko bistveno razlikuje.

Izmerili smo majhne vzorce LEDic določenega proizvajalca, da smo dobili neko povprečno vrednost njihove svetilnosti in barvni profil. Dobljene vrednosti so bile nato uporabljene kot tipične vrednosti pri načrtovanju strojne opreme in programske opreme kromatičnih izračunov. Ta proces se imenuje nastavitve barv.

Vrednosti uporov so bile izbrane tako, da je svetloba vsake barve svetila z enako močjo, izraženo v luminih (lm). Serijski upori LEDic so tako za rdečo 820Ω, za modro 400Ω, za zeleno 500Ω in za rumeno 500Ω.

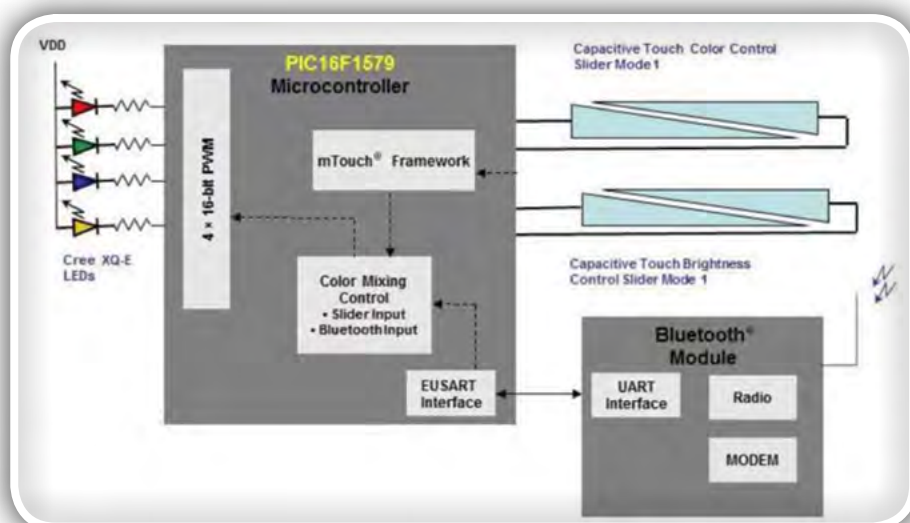
je vrednost zasičenosti posameznega odtenka plus bela svetloba (HSWW) v načinu s svetlobnimi drsniki; drugi pa je izbiranje kromatičnosti z uporabo Bluetooth modulov z nizko porabo energije.

Predstavitvena ploščica se na začetku ob priključitvi napajanja najprej postavi v prvi način delovanja. Na plošči sta dva kapacitivna drsnika, prvi za vnos oziroma nastavitve barve in drugi za krmiljenje ravni svetlosti izbrane barve.

Če se dotaknemo prvega drsnika v načinu delovanja z drsnikoma, lahko izbiramo barvo LEDice, na katero bodo nastavitve vplivale. Izbrana barva se prikazuje toliko časa, dokler je s prvim drsnikom ne spremenimo. Svetilnost tako izbrane barve lahko potem nastavljammo z drugim drsnikom.

V drugem načinu delovanja se barvne vrednosti (PWM) izberejo z mobilno aplikacijo na osnovi Androida ali aplikacijo za osebne računalnike, ki temelji na operacijskem sistemu Windows. Ustrezne vrednosti PWM se nato pošljejo na ploščo prek Bluetooth povezave. Aplikacija uporablja barvni grafikon CIE 1931 XY (glej sliko 2). Natančne vrednosti PWM za izbrano stopnjo barve in svetlosti se izračunajo in pošljejo v vezje RGBA prek Bluetooth povezave. Bluetooth modul na plošči nato prejme vrednosti PWM, ki jih programska oprema uporabi kot parametre za prikaz izbrane barve RGBA.

Grafični vmesnik za izbiro kromatičnosti je sestavljen iz kromatske karte CIE 1931 xy. Barvni prostor CIE 1931 prikazuje široko paleto barv v smislu kromatičnosti (x) in



Slika 1: Razvojna plošča za RGBA mešanje barv

## Načini delovanja

Obstajata dva načina delovanja: prvi

svetlosti (y). Raven barve in svetlosti rdeče, zelene in modre svetleče diode preslikane v barvni prostor CIE določajo trikotnik, ki vsebuje vse možne barvne odtenke, ki jih lahko generira izhod treh LEDic; kar poznamo kot barvni razpon.

Za povečanje nabora barv, ki so na voljo, je bila dodana oranžna LEDica. Podatki xy za rumeno LED se preslikajo na barvni prostor CIE 1931 xy. To definira drug trikotnik med rdečo, oranžno in zeleno koordinato. Mešanje rdeče, rumene in zelene barve v različnih razmerjih ustvarja barve znotraj barvne lestvice na sliki 2.

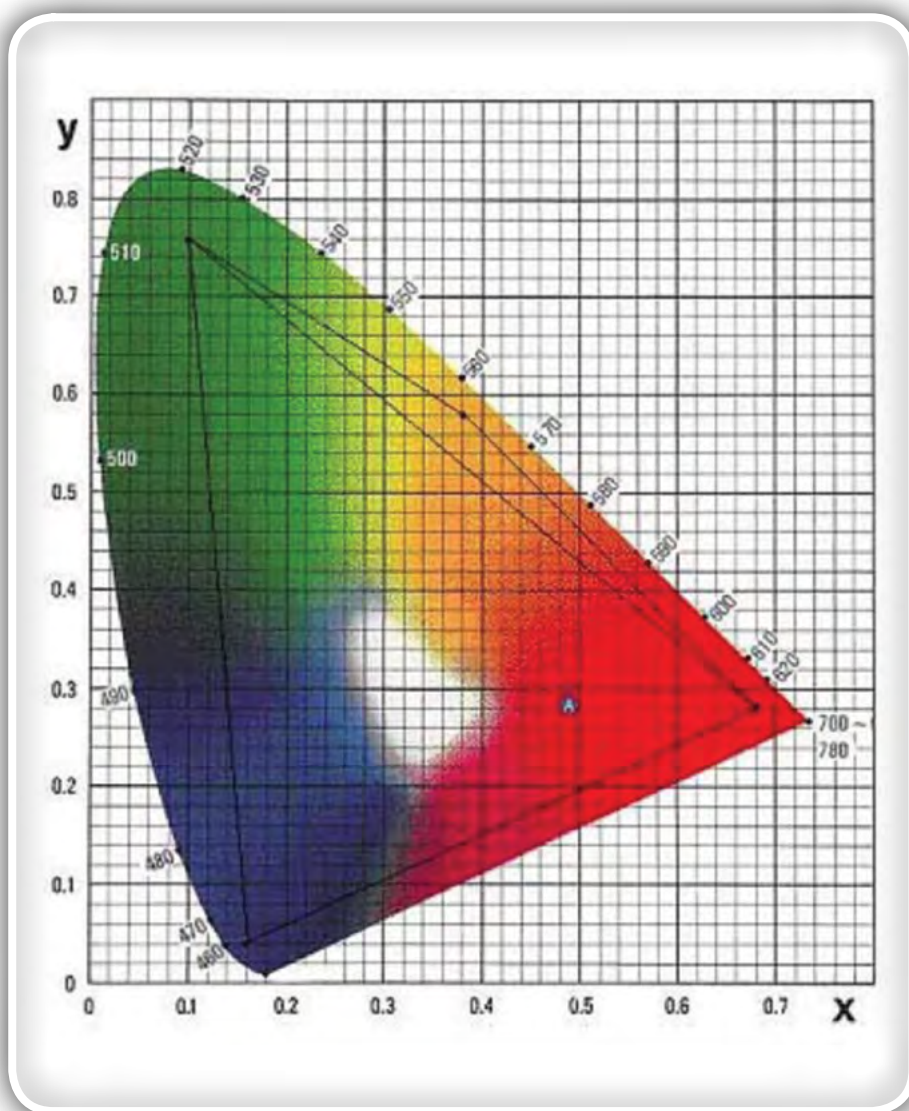
Grafični uporabniški vmesnik na osebnem računalniku in Android aplikacija, ki se uporabljata za delovanje v tem načinu, prav tako uporabljata ta algoritem mešanja barv, po katerem se nato izračunajo vrednosti PWM obratovalnih ciklov, ki so potrebne za prikaz svetlobe zelene barve.

Aplikacija za izbiro barve pošilja PWM vrednosti prek Bluetooth povezave. Ta povezovalni modul lahko komunicira z mobilnimi telefoni in osebni računalniki, ki imajo vgrajeno Bluetooth brezžično povezavo generacije V4.0 ali novejšo. Modul se v prvi vrsti uporablja za sprejemanje vrednosti delovnega cikla iz naprav za upravljanje, ki za ta namen uporabljajo aplikacijo za izbiro barve svetlobe. Povezave med posameznimi priključki mikrokontrolerja in Bluetooth modulom so prikazane na sliki 3.

## Komunikacija prek Bluetooth povezave

Obstajata dve vrsti Bluetooth naprav – klasične Bluetooth in Bluetooth z nizko porabo energije. Nizkoenergijska Bluetooth naprava lahko komunicira samo z drugo nizkoenergijsko napravo (BLE) ali z Bluetooth napravo, ki podpira dvojni način delovanja, kar pomeni, da ima tako klasične kot nizkoenergijske zmogljivosti. Zato mora imeti glavna gostiteljska naprava vgrajeno napravo BLE ali takšno, ki podpira dvojni način Bluetooth komuniciranja z modulom RN4020, ki je uporabljen na RGBA predstavitveni ploščici.

Modul je skladen s specifikacijo Bluetooth jedra V4.1 uporabnik pa ga upravlja prek vhodnih in izhodnih linij ter UART vmesnika mikrokontrolerja. UART podpira ASCII



Slika 2: Barvni prostor po CIE 1931 z RGBA LED barvnim razponom

ukaze za krmiljenje ali nastavitve delovanja modula za vse zahteve neke aplikacije.

## Programska oprema za aplikacijo

Ko ploščica deluje v načinu 2, se zelena barva LED svetlobe izbere iz kromatične tabele v aplikaciji za izbiranje kromatike, bodisi iz osebnega računalnika v oknu za RGBA mešanje barv ali prek Android aplikacije. Rdeči, modri, zeleni in rumeni delovni cikli PWM generatorjev se izračunajo v sami aplikaciji. Vrednosti razmerja med signalom in pavzo v obratovalnem ciklu se brezžično prenesejo na ploščo z nizkoenergijsko Bluetooth povezavo. Uporabljena aplikacija za osebni računalnik je bila razvita s programom Visual Studio C# .NET. Aplikacija sledi MVC vzorcu z različnimi razredi.

Razred kontrolnika pogleda RGBA deluje kot GUI ali upravljalnik pogledov in kot krmilnik aplikacije. Ta razred je na vrhu hierarhije, ki je odgovorna za izdelavo novih objektov razredov in njihove medsebojne odvisnosti. Prav tako obravnava vse dogodke v grafičnem vmesniku in priključke ustrezne metode.

Razred za izračun RGBA je odgovoren za ugotavljanje, ali se izbrana točka nahaja v notranjosti RGB ali RGA trikotnikov ali zunaj teh trikotnikov, potem pa izračuna delovni cikel za vsako posamezno barvo svetlečih diod.

Razred matrice 3x3 izvaja vse matrične matematične operacije 3x3, kot so obratna vrednost, determinanta, transponiranje, sofaktor in množenje. Razred Vector 3 izvaja izračun vektorja stolpca velikosti tri, ki se uporablja v matrični matematiki za razred matrice 3x3. Podatkovni razred RGBA je uporabniški podatkovni tip za shranjevanje vrednosti delovnega cikla vseh treh barv.

V razredu za brezžično komunikacijo ima vmesnik vse metode, ki jih brezžične komunikacije zahtevajo za izvajanje aplikacije RGBA. Ta vmesnik se lahko uporablja z vsemi brezžičnimi komunikacijskimi metodami, kot so Bluetooth z nizko porabo energije in Bluetooth classic. Komunikacije s kartico PICtail™ potekajo prek Bluetooth modula RN4020 z nizko porabo energije po RS232 serijskem vodilu in sicer z uporabo tega vmesnika na RGBA ploščici.

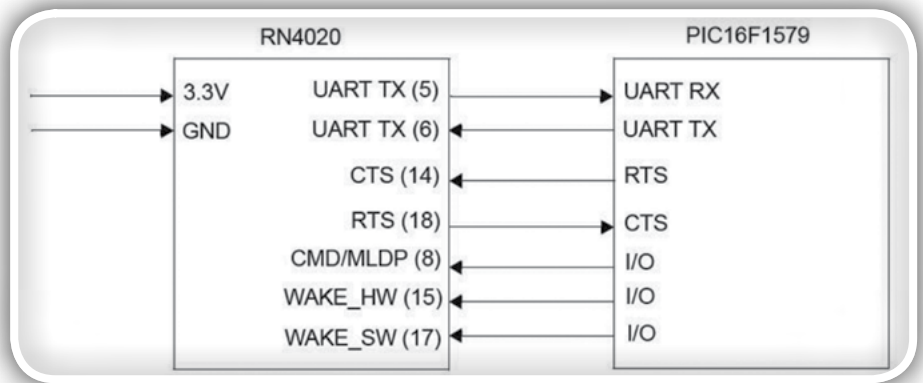
Programer lahko naredi tudi čisto nov razred za izvajanje brezžičnih komunikacij s pomočjo vgrajenih knjižnic Bluetooth z nizko porabo v Visual Studiju ali s kakšnimi drugimi knjižnicami. Ta vmesnik tudi ločuje izvajanje programske kode za komunikacijo od dejanskega krmilnika, tako da se pri uvajanju drugačnih načinov komunikacije krmilnik prikaže in ostali razredi ne spremenijo.

RGBA Bluetooth komunikacija z nizko porabo prek razreda za RN4020 naprave omogoča brezžično komunikacijski vmesnik za brezžično komunikacijo Bluetooth z RGBA vezjem. Uporabljamo jo tako, da PICtail kartico priključimo na osebni računalnik preko UART ali RS232 priključka. Vzpostavi se brezžična serijska povezava in pošljejo se ukazi za Bluetooth komunikacijo z nizko porabo energije.

V razredu z informacijami o Bluetooth napravah z nizko porabo so shranjene osnovne informacije o napravi, s katero se vzpostavlja brezžična povezava - njeno ime, naslov in podprte storitve strežnika. Te informacije se uporabljajo za identifikacijo in povezavo s to oddaljeno napravo.

V razredu rezultatov iskanja razpoložljivih naprav se ob zaključku iskanja sproži dogodek, ki je znak, da je seznam Bluetooth naprav pripravljen in na voljo uporabniku. Potrebni je vsaj deset sekund, da se iskanje naprav zaključi.

V razredu za spremembo stanja povezave se servisira dogodek iz razreda Bluetooth z nizko porabo, s čimer se ugotavlja, ali je glavna PICtail kartica povezana z oddaljeno napravo ali ne in uporabniku prikaže trenutno stanje povezave.



Slika 3: Medsebojne povezave med nizkoenergijskim Bluetooth modulom in mikrokontrolerjem

V razredu konstant so shranjene vse konstante, ki so potrebne za aplikacijo, kot so ukazi in odzivi modula RN4020, storitve in karakteristike UUID-ji in tako naprej.

Aplikacijski razred Java™ za operacijski sistem Android prav tako dobro sledi načelu MVC, pri čemer uporablja razrede Android dejavnosti, ki so strukturno podobni namizni aplikaciji.

Vsekakor pa Android aplikacija uporablja vgrajeno Bluetooth nizkoenergijsko strojno opremo Android telefona. Operacijski sistem Android namreč ponuja vse potrebne knjižnice za nizkoenergijsko Bluetooth komunikacijo z vsemi potrebnimi dogodki in povratnimi klici.

Razred dejavnosti RGBA videza je podoben razredu krmilnika videza na namizju, razen kontrolnikov na grafičnem uporabniškem vmesniku, ki so namesto v razredu definirani v XML datoteki.

## Zaključek

V tem članku smo spoznali, kako lahko s 16-bitnim PWM generatorjem izvajamo natančno krmiljenje intenzivnosti svetlobe vsake posamezne barvne LEDice. Predstavitvena plošča za mešanje RGBA barv, ki jo dajejo LEDice, ima kapacitivne drsnike in kapacitivne tipke na dotik za nastavitve barv in izbiro funkcij za nadzor svetlosti. Za komunikacijo smo uporabili Bluetooth 4.1 modul z nizko porabo energije prek katerega lahko uporabnik brezžično pošilja PWM vrednosti na RGBA ploščo, ki potem prikaže zeleno barvo. Barvo pri običajnem osebem računalniku uporabnik lahko izbira v Windows aplikaciji za izbiro kromatičnosti, lahko pa tudi prek telefona ali tablice iz aplikacije za operacijski sistem Android.

### Iz izvirnika na spletni strain:

- <http://ww1.microchip.com/downloads/en/AppNotes/00002026A.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)

# Optično merjenje srčnega utripa v ušesnem kanalu

FAE, Analog Devices, Inc.  
Avtor: Christoph Kämmerer

*Napredek v tehnologiji senzorjev je spremenil, kako in kje ljudje diagnosticirajo vitalne in zdravstvene lastnosti. Prenosne, neinvazivne merilne tehnike omogočajo hitre in preproste meritve, ki jih lahko izvajamo, ko se ukvarjamo z našim vsakodnevnim življenjem. Čeprav je ta diagnostična tehnologija postala zelo priljubljena v fitnes industriji, so njene meje natančnosti omejene, kar smo pred kratkim premagali.*

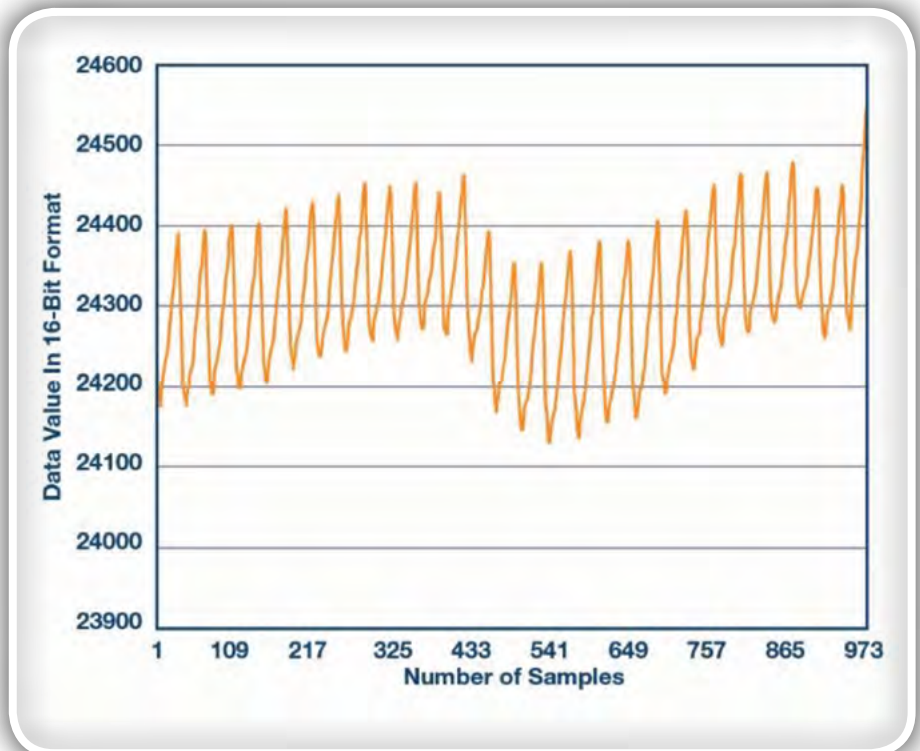
Fitnes merilniki omogočajo merjenje srčnega utripa in drugih vitalnih dejavnikov, ki lahko uporabnikom pomagajo pri vadbi. Pogosto imajo vgrajene senzore gibanja, ki lahko zaznavajo vzorce gibanja in pomagajo razlikovati med hojo, tekom in plavanjem, kar jim omogoča, da delajo kot pedometri. Za udobje in praktičnost v vsakdanjem življenju se meritve običajno opravijo na zapestju, saj so senzori lahko nameščeni v dodatkih, kot so ure, nakit in zapestni trakovi. Vendar ta položaj ni optimalen za kakovost merjenja. Zaznavanje srčnega utripa je omejeno zaradi artefaktov gibanja in hkrati tudi težko, ker relativno visoka mišična masa omejuje dostop do arterij.

Nasprotno pa je uho bolj primerno za optične meritve srčnega utripa. Uhelj že uporabljajo medicinski strokovnjaki za merjenje ravni kisika v krvi. Vendar do zdaj to ni bilo v celoti izkoriščeno na ravni potrošnikov, saj imajo merilne naprave, ki temeljijo na ušesu, omejen prostor in potrebujejo veliko baterijo zaradi zelo visoke porabe energije. Toda z uvedbo visoko integriranih čipov z manjšo porabo energije je Analog Devices razvil rešitev, ki odpravlja te težave. Zdaj lahko v običajne slušalke za v uho vključite delujočo merilno napravo za vitalne znake. Izboljšana odzivnost odpira nova področja uporabe in možnosti. Ta sistem je opisan in razdelan v tem članku.

Osnovna metoda merjenja je optične narave. Za merjenje se uporabljajo kratki impulzni signali iz največ treh LEDic. Tok skozi LEDice lahko znaša do 370 mA pri najmanjši impulzni širini 1  $\mu$ s. Optimalna valovna dolžina LEDic se izbere glede na merilni položaj in metodo merjenja. Na



Slika 1: Preskusni sistem z integriranim optičnim senzorjem in merilnikom pospeška s prikazano skalo za primerjavo



Slika 2: Merjenje prevzorčenja amplitude zagotavlja informacije o srčnem utripu

zapestju je mogoče izmeriti le površinske arterije, zato je tam izbrana zelena svetloba. Infrardeča svetloba in večja globina prodiranja ter višji SNR pa se lahko uporabijo na ušesu. Fotodioda, katere območje detekcije je neposredno povezano z njeno odzivnostjo, meri odbito svetlobo. Tako meri oboje: signal in tudi šum v ozadju. Vhodni analogni del zagotavlja višji SNR. Deluje kot signalni filter in pretvori zaznani tok v napetost in s tem v digitalno obliko. Algoritem vključuje poleg meritve refleksije tudi popravek za filtriranje artefaktov gibanja s pomočjo merilnika pospeška.

Sestavni deli merilnega sistema so naslednji. Čip ADPD144RI podjetja Analog Devices se uporablja kot analogni vhod, ki dodatno integrira fotodiode in LEDice. Meritev je podprta s tri-osnim merilnikom pospeška, ki se uporablja ne samo za prepoznavanje vzorcev korakov in gibov, temveč tudi za odstranjevanje artefaktov. V tem primeru smo uporabili model ADXL362. Celoten proces je pod nadzorom mikrokontrolerja ADuCM3029, ki služi kot vmesnik za različne senzorje in vsebuje algoritem.

Na sliki 1 je prikazan preskusni sistem, v katerem so v ušesih optični senzor in merilnik pospeška. Poskrbljeno

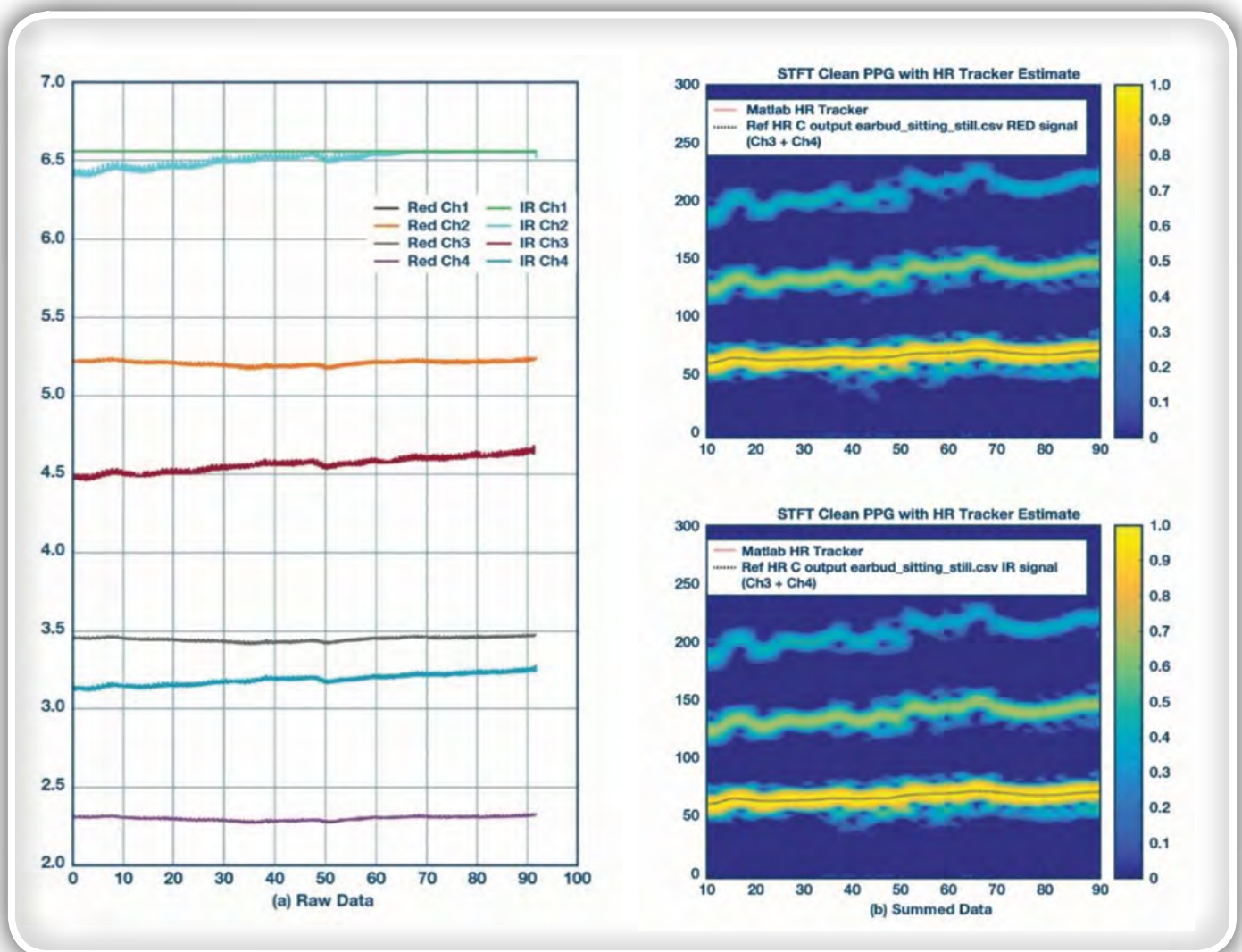
je bilo za omejitev frekvence vzorčenja ADC na 100 Hz in zmanjšanje intenzivnosti LEDic, da bi bila poraba energije čim nižja. Za sistemsko karakterizacijo smo upoštevali pet različnih scenarijev za različne vzorce gibanja. Za oceno je bil uporabljen le optični signal. To omogoča vrednotenje, kakšni scenariji se pojavljajo v netočnih meritvah pulzov in kdaj so potrebni podatki merilnika pospeška za povečanje natančnosti merjenja impulzov. Scenariji zajemajo naslednje sekvence gibanja:

- Stanje pri miru
- Stanje pri miru in žvečenje
- Delo pri mizi
- Hoja
- Tek in skakanje

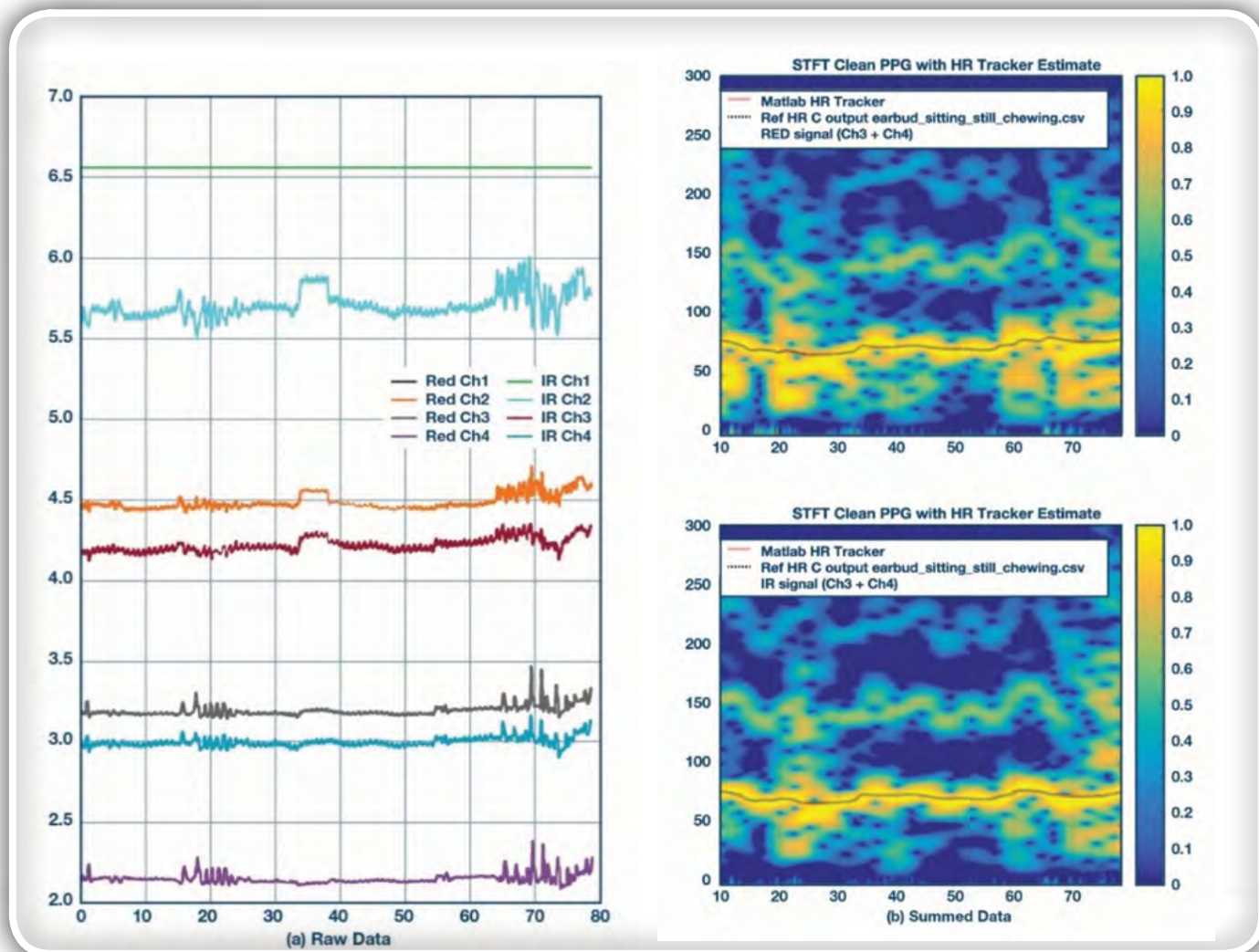
## Testni scenarij 1

### Stanje pri miru

Na sliki 2 je prikazan spekter neobdelanih podatkov z amplitudo, prikazano glede na frekvenco vzorčenja. Utripi se lahko sčasoma prepoznajo po najvišjih vrednostih. Brez gibanja je signal zelo jasen in srčni utrip se lahko določi preko položaja vrha in znane hitrosti vzorčenja.



Slika 3: Rdeče območje (zgoraj) prikazuje štirikanalno merjenje za mirujoče, medtem ko infrardeča regija (spodaj) prikazuje surove in zbrane podatke. Hitrost srca (črna črta) se lahko določi iz seštevka podatkov po algoritmu, pri čemer barvna lestvica kaže stopnjo zaupanja



Slika 4: Rdeča regija (zgoraj) prikazuje štirikanalno merjenje za stanje pri miru in žvečenje, infrardeča regija (spodaj) pa prikazuje surove in zbrane podatke. Hitrost srca (črna črta) se lahko določi iz šestevka podatkov po algoritmu, pri čemer barvna lestvica kaže stopnjo zaupanja. Srčni utrip se lahko določi brez merilnika pospeška

Optični senzor beleži srčni utrip v dveh LED barvah - infrardeči in rdeči - s po štirimi kanali. Na ta način je mogoče razlikovati med meritvami z dvema različnima barvnima kanaloma in izbrati močnejšo varianto. Signali različnih kanalov so prikazani na sliki 3A. S šestimi kanali je mogoče prepoznati jasno definiran signal, medtem ko sta dva kanala zasičena. Da bi dosegli močnejši in robustnejši signal, algoritem doda posamezne nenasičene kanale in izračuna srčni utrip. Slika 3B prikazuje srčno frekvenco za rdeči kanal (zgoraj) in infrardeči kanal (spodaj) in hkrati prikazuje stopnjo zaupanja za merjenje s pomočjo barvne lestvice. Podane so tudi množice srčnega utripa, pri čemer se lahko izvorni signal (črtkana črta) razlikuje po hitrosti vzorčenja in stopnji zaupanja.

Če povzamemo, brez gibanja je signal močan in nima motečega šuma, zato lahko algoritem z visoko stopnjo zaupanja določi hitrost utripa. Signal iz infrardečega kanala je močnejši od signala iz rdečega kanala.

## Testni scenarij 2

### Stanje pri miru in žvečenje

V scenariju 2 so uvedena dodatna premikanja z žvečenjem.

Zabeleženi spektri so prikazani na sliki 4. Za razliko od testnega scenarija 1, so artefakti gibanja jasno vidni, kar se odraža v signalu kot skoki. Prav tako postanejo jasni v vsoti kanalov, ki ne kažejo več tako jasno diferenciranih stopenj. Kljub temu je algoritem sposoben pravilno določiti srčni utrip z visoko stopnjo zanesljivosti brez dodatne pomoči senzorjev gibanja. Zanimivo je, da je moč infrardečega signala ponovno večja od moči rdečega kanala.

## Testni scenarij 3

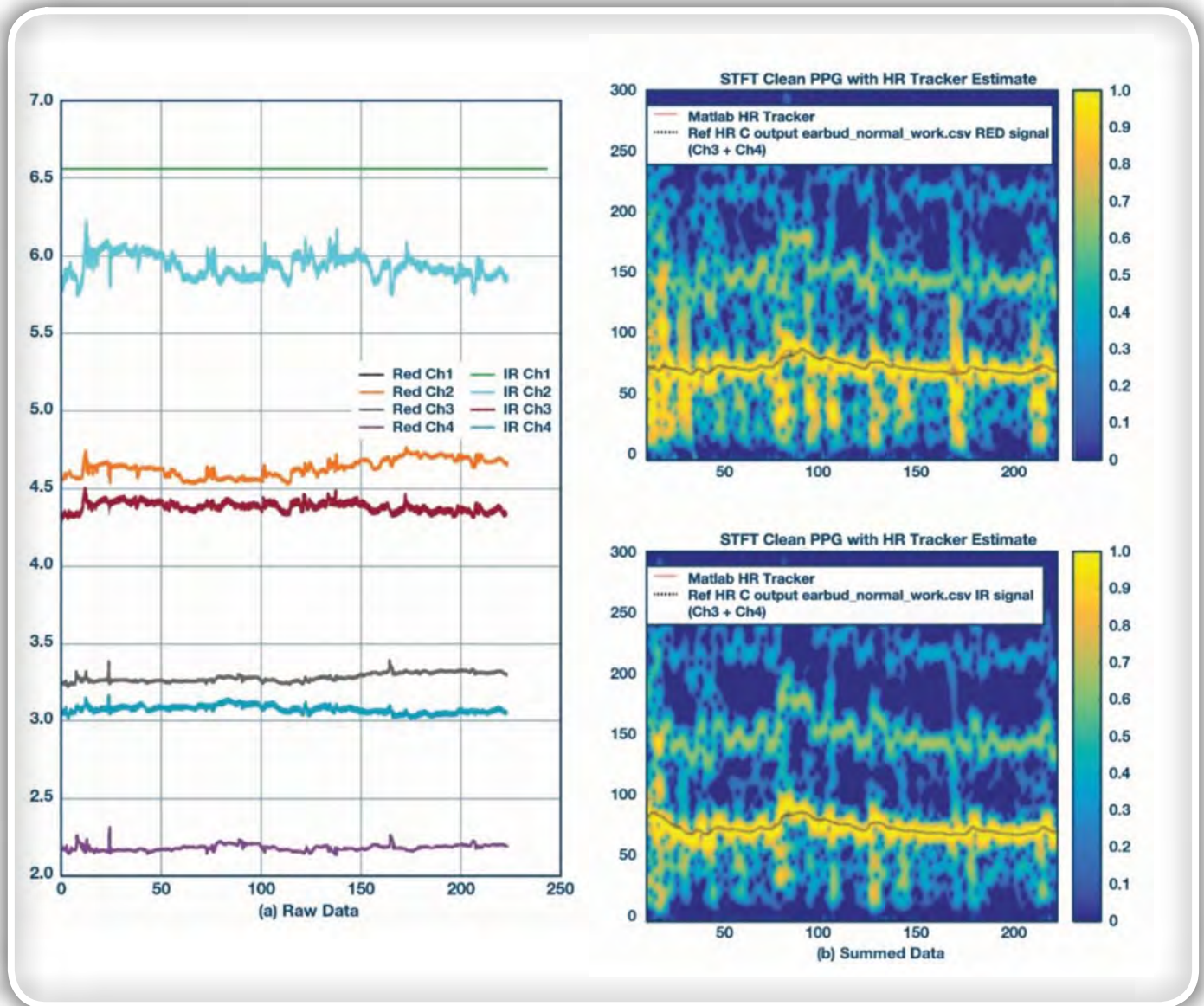
### Delo za mizo

V 3. scenariju se preizkusi še ena vsakodnevna situacija. Testna oseba sedi za mizo in opravlja običajne naloge in gibanja, povezana z njimi. Podobno kot pri scenariju 2 je mogoče zaznati artefakte gibanja, pri čemer lahko algoritem identificira srčni utrip v obeh kanalih. Kot je razvidno iz slike 5, tu prevladujejo tudi infrardeči signali.

## Testni scenarij 4

### Hoja

Medtem ko so se prejšnji scenariji nanašali na stacionarne



Slika 5: Rdeča regija (zgoraj) prikazuje štirikanalno merjenje za delo pri mizi, infrardeča regija (spodaj) pa prikazuje surove in zbrane podatke. Hitrost srca (črna črta) se lahko določi iz seštevka podatkov po algoritmu, pri čemer barvna lestvica kaže stopnjo zaupanja. Srčni utrip se lahko določi brez merilnika pospeška

pogoje merjenja, se preskusna oseba v tem primeru premika enakomerno v eni smeri z nizko hitrostjo (približno 50 korakov na minuto). Kot je prikazano na sliki 6, se srčni utrip meša s hitrostjo hoje v signalu

PPG in vsota različnih kanalov kaže zelo zamegljen signal. Medtem ko v rdečem signalnem polju ni mogoče izračunati nobene določene srčne frekvence, algoritem najde primernost infrardečega. Zaradi velikih nihanj in nizke matrike zaupanja pa bi bili izjemno koristni dodatni podatki o gibanju merilnika pospeška, zlasti zato, ker so bile do sedaj meritve opravljene le pri nizki hitrosti hoje.

**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@stroboli.si](mailto:maja@stroboli.si) ☎ 01 620 88 00

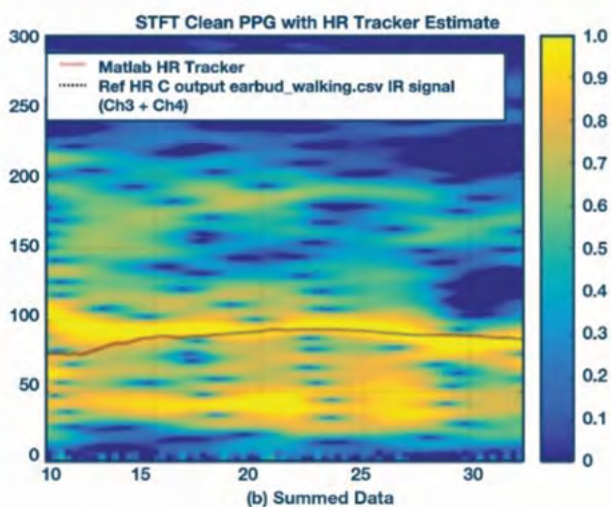
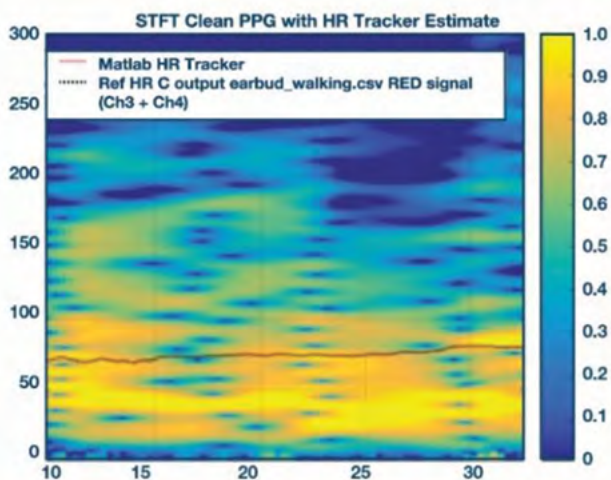
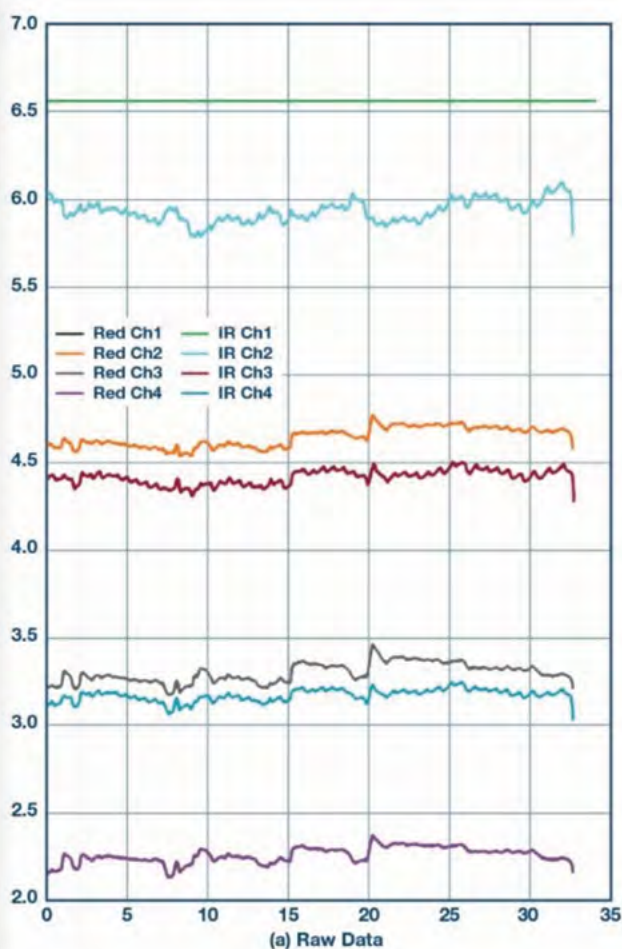
## Testni scenarij 5

### Tekanje in skakanje

Scenarij 5 namesto merjenja enakomernega gibanja uvaja izmenične intervale sprintov in skokov. Artefakte gibanja je zdaj mogoče zelo jasno opredeliti, pri čemer ima algoritem velike težave pri izoliranju pravilnega srčnega utripa, kot je prikazano na sliki 7. Zdi se, da je potreba po podpori senzora gibanja neizogibna.

Za boljšo oceno potrebe po senzoru gibanja je scenarij





Slika 6: Rdeča regija (zgoraj) prikazuje štirikanalno meritev za hojo, infrardeča regija (spodaj) pa prikazuje surove in zbrane podatke. Hitrost srca (črna črta) se lahko določi iz seštevka podatkov po algoritmu, pri čemer barvna lestvica kaže stopnjo zaupanja. Srčni utrip lahko določite brez merilnika pospeška v infrardečem primeru.

5 preizkusil merilno tehnologijo z merilnikom pospeška in brez njega. Slika 8 prikazuje primerjavo seštevajočega spektra brez popravljenih podatkov merilnika pospeška (levo) in popravljenih podatkov merilnika pospeška (desno). Izboljšanje signala postane vidno pri identifikaciji srčnega utripa, kar ni bilo mogoče brez podpore pospeška.

Iz testnih primerov je mogoče sklepati, da je v večini primerov srčni utrip mogoče natančno določiti z integriranim senzorjem v ušesih. V primeru lokalnih ali počasnih translacijskih gibanj se lahko srčni utrip določi celo brez uporabe podatkov merilnika pospeška. V omejenem primeru nenadnih in hitrih gibanj pa lahko primerjava s podatki, ki so popravljeni z gibanjem, omogoča tudi interpretacijo podatkov. Infrardeči signali so bili v vseh primerih močnejši od rdečih signalov.

V primerjavi z merjenjem zapestja je signal v ušesu

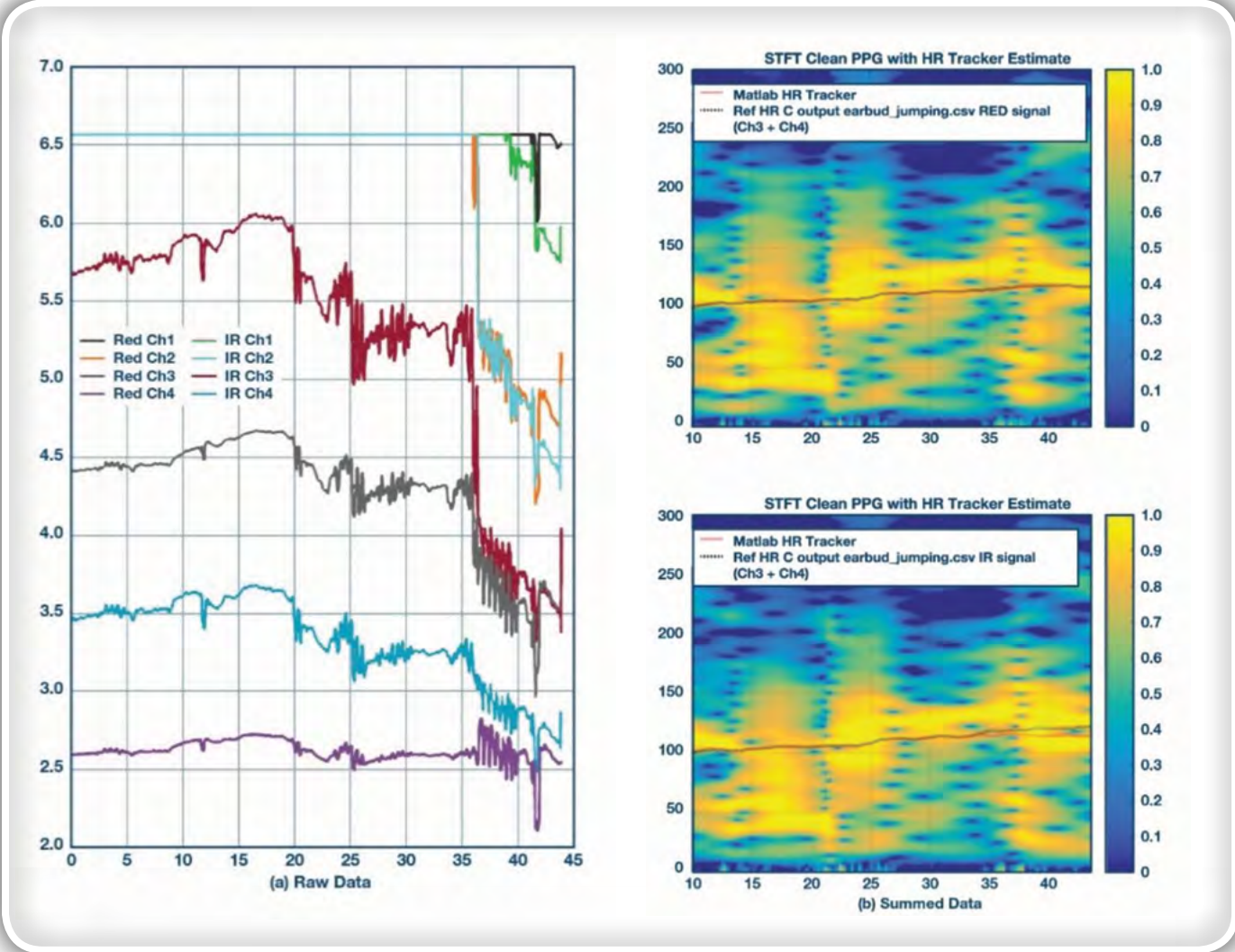
močnejši in tako omogoča natančnejše meritve. Poleg tega uporaba rdeče ali infrardeče svetlobe omogoča merjenje ravni kisika v krvi.

## Zaključek

Skratka, merjenje v ušesu je izjemno obetavno, kar dokazuje delovanje testnega sistema. Merilno napravo je mogoče izboljšati tudi z boljšo mehansko integracijo in razširiti, da vključuje dodatne meritve. Tako se lahko merilnik pospeška uporablja tudi za zaznavanje padca in prepoznavanje korakov ter tako ustvarja dodano vrednost za stranko.

## O avtorju

Christoph Kämmerer je zaposlen v Analog Devices v Nemčiji od februarja 2015. Diplomiral je leta 2014 na univerzi Friedrich-Alexander v Erlangenu z magisterijem iz fizike. Naslednje leto je delal kot pripravnik v razvoju procesov v

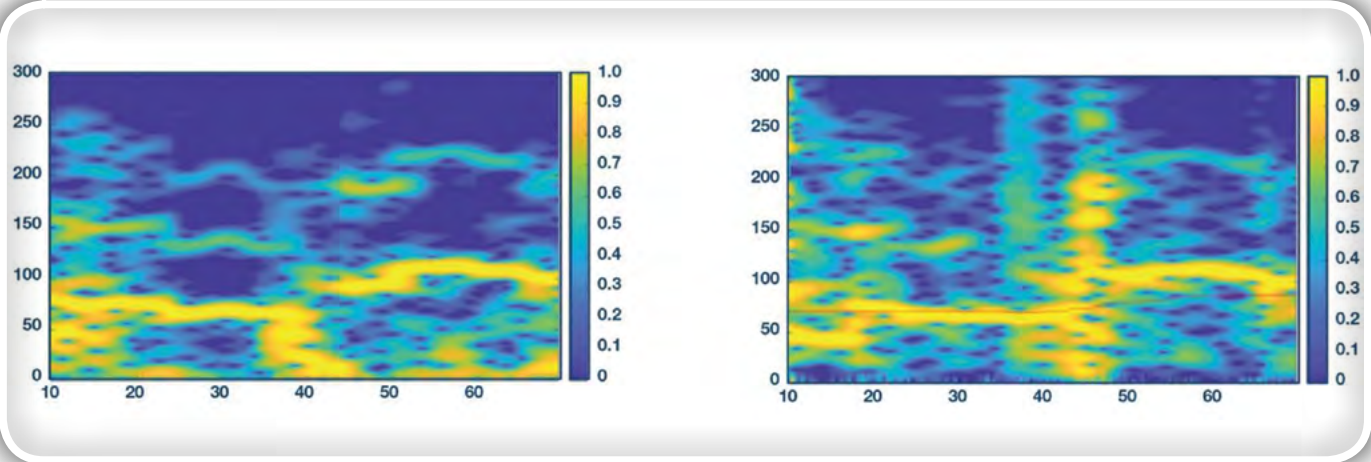


Slika 7: Rdeča regija (zgoraj) prikazuje štirikanalno merjenje za tek in skakanje, infrardeča regija (spodaj) pa prikazuje surove in zbrane podatke. Hitrost srca (črna črta) se lahko določi iz seštevka podatkov po algoritmu, pri čemer barvna lestvica kaže stopnjo zaupanja. Srčni utrip težko določimo brez pospeška.

Analog Devices v Limericku. Po končanem pripravniškem programu kot inženir za aplikacijo na terenu je decembra 2016 začel delati v Analog Devices, kjer se je specializiral

za nove aplikacije. Lahko ga dobite na naslovu christoph.kaemmerer@analog.com.

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



Slika 8: Primerjava seštevajočega spektra brez podatkov merilnika pospeška (levo) in s podatki merilnika pospeška (desno). Z uporabo merilnika pospeška lahko rekonstruirate srčni utrip uporabnika.



programming has never been easier

# Smo uradni zastopnik za ELNEC v Sloveniji!

## BeeProg3



70-0074



## BeeProg2



## BeeProg2C



## BeeProg204P



70-0036



AX, d.o.o. • Špruha 33 • 1236 Trzin • 01 528 56 88 • <https://trgovina.svet-el.si> • [stik@svet-el.si](mailto:stik@svet-el.si)

# 37 zanimivih Arduino modulov (1)

Avtor: mag. Vladimir Mitrović  
E-pošta: vmitrovic12@gmail.com

*V tem in nekaj naslednjih številkah revije Svet elektronike bomo predstavili zanimiv komplet modulov, ki se na trgu nudi pod imenom "37-in-1". Komplet je sestavljen iz 37 ploščic (v nadaljnjem tekstu, moduli), na katerih so zaspajkane posamezne komponente ali vezja. Komplet vsebuje vsega po malem, od banalnih stvari kot so tipke, piskalci ali LEDice, do različnih senzorjev in drugih komponent (od katerih bi nekatere težko našli v svobodni prodaji) in do enostavnih sklopov, ki se lahko uporabijo v robotiki (slika 83). V kompletu se nahaja tudi Arduino UNO modul z ustreznim kablom za programiranje.*

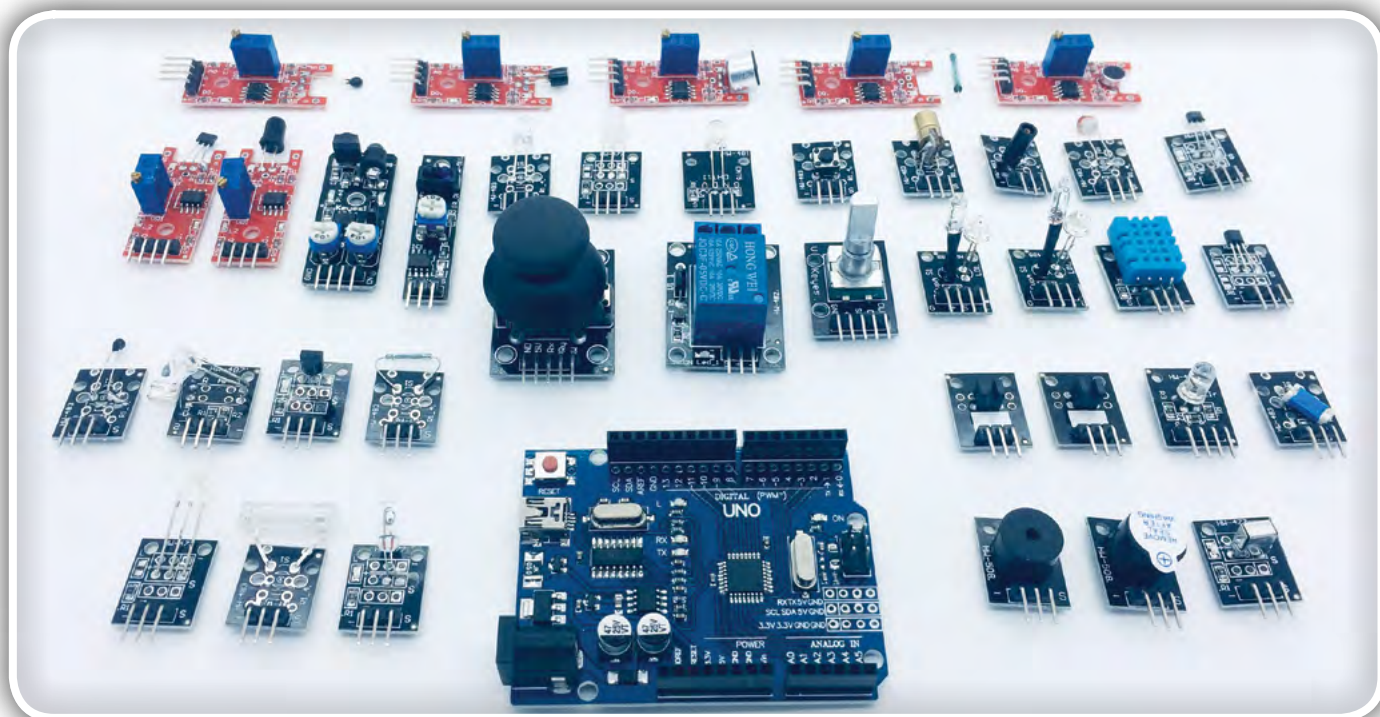
## Bascom-AVR programi za module iz 37-in-1 kompleta

Uporabniki Arduino in Python platform bodo na spletnih straneh lahko našli delujoče programske primere za vse module iz kompleta: dovolj je modul povezati na Arduino UNO, "naložiti" ustrezen program iz Arduino ali Python okolja in takoj lahko preverite, kako modul "diha". Za tiste, ki rajši uporabljate Bascom-AVR smo pripravili podoben komplet programov – včasih bo to samo "prevod" Arduino programa v Bascom-AVR, medtem ko bomo za zanimivejše module ponudili tudi precej več od tega: nove in podrobno obrazložene programske rešitve. Poleg tega smo za vsak modul pripravili montažno shemo in shemo vezja, ki se na njemu nahaja, z opisom načina dela kompleksnih vezij, tako da boste vso dokumentacijo imeli na enem mestu.

## Programiranje Arduino UNO modula iz Bascom-AVRa

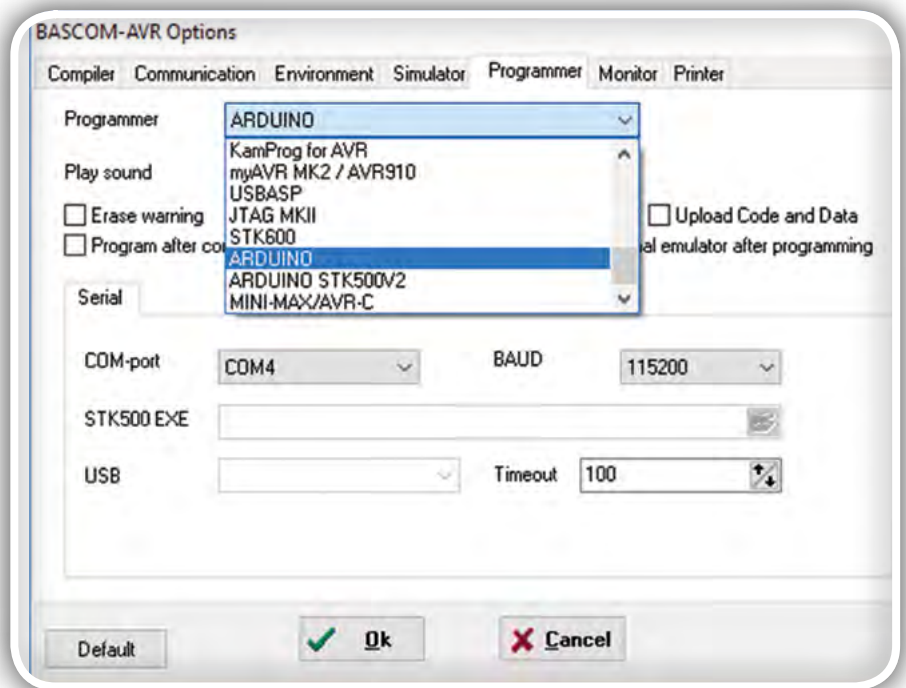
Ampak gremo po vrsti! Modul Arduino UNO je sestavljen

iz mikrokontrolerja ATmega328P z bootloaderjem, čipa za programiranje in serijske komunikacije (ATmega8U / 16U, CH340G ali FT232RL), stabilizatorjev napetosti 5V in 3,3V ter nekaj drugih komponent, ki so povezane v funkcionalno enoto. Ker je napajanje omogočeno tudi prek USB priključka, je dovolj, da priključite Arduino UNO na računalnik z ustreznim USB kablom in začne delovati. Pravilno delovanje se bo pokazalo z utripanjem signalne LEDice – tak program se najprej vpiše v vse Arduino module. Kadar napišemo nek program in ga želimo naložiti v Arduino UNO, nam bo v tem pomagal bootloader, mali program nameščen na koncu programskega spomina mikrokontrolerja. Bootloader se zažene takoj po resetu mikrokontrolerja (ne glede na to, ali je reset povzročil priklop napajanja, pritisk na RESET tipko ali osebni računalnik preko čipa za serijsko komunikacijo) in preko Rx in Tx pinov pričakuje prihod sekvence za programiranje. Če se takšna vrsta komunikacije z osebnim računalnikom vzpostavi v predvidenem roku, bo bootloader začel polniti programski spomin mikrokontrolerja z novim programom in nato mu bo predal kontrolo. Če se v času nekaj sekund ne vzpostavi komunikacija z osebnim računalnikom, bo bootloader predal kontrolo predhodno vpisanemu programu.



Slika 83: 37-in-1 komplet

Če želimo iz Bascom-AVR okolja naložiti program v Arduino (tj., programirati mikrokontroler na Arduino modulu), moramo izbrati in pravilno konfigurirati ustrezen programator. Bascom-AVR pozna dve izvedbi Arduino bootloaderja, ki se v konfiguracijskih nastavitvah Options->Programmer pokažejo kot "ARDUINO" in "ARDUINO STK500V2" (slika 84). Poleg ene od njih je še potrebno izbrati COM port, na katerega je Arduino modul priključen ter hitrost komunikacije. Od vsega navedenega je najlažje ugotoviti, kateri COM port uporablja Arduino modul: povežite Arduino na USB port in v Device managerju pogledajte pod "Ports (COM&LPT)"; tam bi morali videti vrstico kot "Arduino Uno (COM4)".



Slika 84: Bascom-AVR okolje za izbor ustreznega programatorja

Za nastavljanje ostalih postavk je potrebno malo potrpljenja. Poleg originalne izvedbe (katerih je tudi več verzij verzija), se na tržišču nahaja večje število različnih Arduino klonov, katerih bootloaderji se medsebojno razlikujejo. Po mojih izkušnjah boste v Arduino UNO modulu najbolj pogosto našli na bootloader, kateremu ustreza Bascomov ARDUINO programator in hitrost 115200 Baudov. Potrebno je poizkusiti tudi s hitrostmi od 57600 ali 19200 Baudov (pri Arduino Nano modulu se pogosto srečata te dve nizki hitrosti). Dobra je tista izbira, pri kateri v okolju za programiranje lahko preberete kateri mikrokontroler se nahaja na Arduino modulu (največkrat ATmega328P). Če pa dobite niz "rdečih" sporočil, je to znak, da je treba poizkusiti z drugo hitrostjo komunikacije, in nato tudi z drugim programatorjem, ARDUINO STK500V2. Včasih ni dovolj samo menjati opcije programatorja v Bascom-AVR okolju, pač pa je treba pri vsaki spremembi odklopiti in ponovno priklopiti Arduino modul in ponovno zagnati Bascom-AVR. K sreči je to dolgočasno delo potrebno narediti samo enkrat: Bascom-AVR si bo zapomnil dobre nastavitve in jih uporabil ob naslednjem programiranju; morda bo potrebno spremeniti samo COM port.

#### Specifičnosti ARDUINO programatorja:

- pred programiranjem ni potrebno brisati predhodnega programa;
- ni možno prebrati niti spreminjati Fuse bite.

#### Specifičnosti ARDUINO STK500V2 programatorja:

- pred programiranjem je potrebno zbrisati predhodni program;
- možno je brati in spreminjati Fuse bite.

## Možni problemi pri uporabi Arduino UNO modula

Sheme na sliki 85 prikazujejo izvedbo vezja programatorja na

Arduino modulu s CH340G čipom (zgoraj) in ATmega8U2 ali ATmega16U2 mikrokontrolerjem (spodaj). Izvedbe Arduino modula z FT232RL čipom se danes precej redko srečajo, so pa podobne rešitvi z ATmega mikrokontrolerji. Nekaj stvari moramo komentirati v povezavi s shemami s slike 85. Najprej, programiranje ATmega328P mikrokontrolerja se vrši preko pinov PD0 in PD1, zato uporaba priključkov "RX←0" in "TX→1" lahko povzroči določene probleme med programiranjem ali med serijsko komunikacijo z osebnim računalnikom. Moj generalni nasvet bi bil, da ne uporabljate priključke "0" in "1"! Če je to zaradi katerega koli razloga nujno, bodite pozorni na naslednje:

- Bootloader rekonfigurira pine PD0 in PD1 tako, da postaneta vhodni (RX) in izhodni (TX) priključki vezja za serijsko komunikacijo (USART). Ko predajo kontrolo glavnemu programu nekatere verzije bootloaderja "pozabijo" vrniti osnovno funkcijo teh pinov. Opazili boste to po tem, ker bo branje s teh pinov ali pisanje na njih dalo nepričakovane rezultate, kot da so preklicali poslušnost. Pinom PD0 in PD1 lahko vrnete osnovno I/O funkcijo, če na začetku svojega Bascom-AVR programa napišete ukaze

```
Reset Ucsr0b.rxen0 'Rx -> D0
Reset Ucsr0b.txen0 'Tx -> D1
```

- Možna posledica takšne intervencije so težave pri naslednjem programiranju mikrokontrolerja. Če Bascom-AVR več ne uspe vzpostaviti komunikacije s programatorjem, naredite sledeče: pritisnite tipko RESET na Arduino modulu, kliknite na gumb za programiranje in spustite RESET. Če ne uspe prvič, ponovite postopek.
- Če v svojem programu konfigurirate pine PD0 in PD1 kot izhodne in jim nato hitro menjate stanje (stokrat

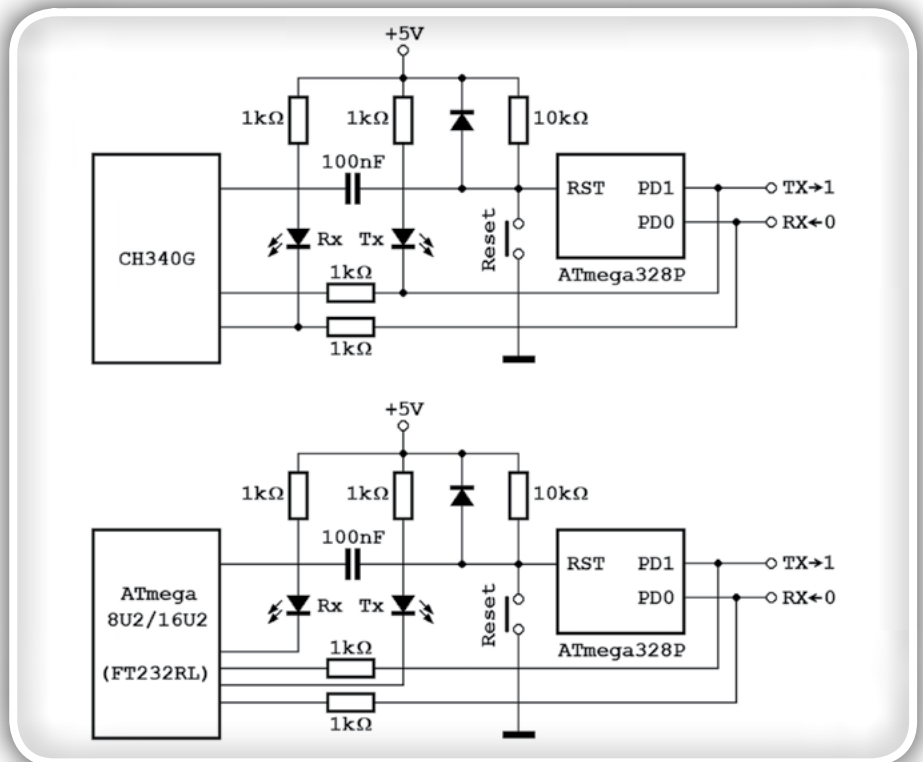
v sekundi), lahko to tudi zmoti reprogramiranje mikrokontrolerja, neodvisno od tega, ali ste morali delati intervencijo opisano pod a) ali ne. V tem primeru uporabite ročni reset kakor je opisano pod a).

- c. Arduino modul vizualizira serijsko komunikacijo s pomočjo LEDic Rx in Tx. Pri izvedbi, ki uporablja CH340G čip (slika 85 zgoraj), so te LEDice vezane direktno na priključke "0" in "1" in lahko vplivajo na pravilno delo vezij ali komponent, ki jih vežete na te priključke, posebej če jih uporabljate kot vhode. Pri izvedbah, ki uporabljajo ATmega8U, ATmega16U ali FT232RL čipe (slika 85 spodaj), so Rx in Tx LEDice vezane drugače in ne motijo normalne uporabe priključkov "0" in "1", vpliv 8U/16U/232RL čipa preko upora vrednosti 1 k $\Omega$  je zanemarljiv.

- d. Medtem pa ima negativni vpliv upor vrednosti 1 k $\Omega$ , ki bo prišel do izraza pri vseh navedenih izvedbah programatorja, če na priključke "0" ali "1" povežete komponente, ki ne dopuščajo, da njihova napetost med programiranjem mikrokontrolerja ali med serijsko komunikacijo zavzema jasno definirana logična stanja. Npr., če na priključek "0" povežete upor vrednosti, ki je manjša od 2 k $\Omega$  prema masi ali 10 k $\Omega$  proti napetosti napajanja, ali druge elemente kateri lahko "potegnejo" tokove večje od nekaj sto  $\mu$ A, ali recimo kondenzatorje večjih kapacitet, boste popolnoma onemogočili programiranje in serijsko komunikacijo; takrat ne bo pomagal niti postopek opisan pod a).

Naslednje opozorilo je vezano z uporabo priključka "13". Na Arduino modulu je na njega, oziroma na pin PB5 mikrokontrolerja, vezana signalna LEDica (obično je označena s črko L). To je tista LEDica, ki utripa, kadar še neprogramirani Arduino modul povežemo na napajalno napetost. Na nekaterih modulih je LEDica preko upora vrednosti 330  $\Omega$  do 1 k $\Omega$  direktno vezana na PB5 (slika 86 zgoraj). Takšna rešitev je zelo slaba, ker omejuje možnost uporabe PB5 kot vhodnega pina: interni pull-up več ni dovolj, da postavi pin v stanje "1". Problem lahko rešimo z zunanjim pull-up uporom vrednosti izmed 330  $\Omega$  in 1 k $\Omega$ , vendar to nepotrebno povečuje porabo in obremenjuje element ali vezje, ki smo ga vezali na "13". Na novejših izvedbah in boljših klonih je signalna LEDica vezana kot na sliki 86 spodaj. Obe navedeni integrirani vezji imata zelo majhen izhodni tok in zato ne obremenjuje PB5. Zato se pri takšni rešitvi priključek "13" lahko brez omejitev uporablja tudi kot vhodni in kot izhodni.

Tukaj je treba biti previden, ker sama prisotnost LM/



Slika 85: Izvedba programatorja s CH340G in ATmega čipom

LMV358 čipa na Arduino modulu ne pomeni, da je signalna LEDica vezana na "dober način"! Polovica LM/LMV358 čipa se standardno uporablja za preklapljanje napajalne napetosti (izključuje USB port, če je prisoten drugi vir napajalne napetosti), medtem ko je druga polovica na nekaterih modulih koristno uporabljena, kot na sliki 86 spodaj, na nekaterih pa je ostala neizkoriščena. Če niste prepričani kakšno izvedbo Arduino modula imate, lahko to preverite s programom kot ta:

```
Config Pinb.5 = Input
Do
Portb.5 = Not Portb.5
Wait 1
Loop
```

Program konfigurira PB5 kot vhodni pin in nato izmenično vključuje in izključuje interni pull-up upor. Če imate "dobro" rešitev bo signalna LEDica utripala s polno svetilnostjo; pri "slabi" rešitvi bo LEDica komaj vidno utripala, ker pull-up upor ne more "potegniti" napetost PB5 pina dovolj visoko. V tem drugem primeru priporočam, da se priključek "13" uporablja samo kot izhodni. Če želite dobiti zanesljiv rezultat, mora biti priključek "13" med izvajanjem programa "v zraku", tj. na njega ne sme biti nič priključeno.

## Kako Bascom-AVR vidi Arduino UNO?

Odgovor je enostaven - nikakor! Medtem ko je programski jezik Arduino orientiran na oznake na Arduino UNO modulu, Bascom-AVR "vidi" samo mikrokontroler ATmega328P in njegove pine. Zaradi tega moramo dobro

preučiti povezavo med pini mikrokontrolerja in priključki na Arduino modulu.

Standardni razpored priključkov na Arduino UNO modulu je prikazan na sliki 87. Slika prikazuje oznake priključkov na modulu (stolpec OZN), imena pod katerimi so vidni iz Arduino programa (PRG), kateri so pini mikrokontrolerja povezani na posamezni priključek (PIN), katere so alternativne funkcije teh pinov (PWM, SPEC, PCINT, ADC) in končno, kateri se priključki lahko uporabljajo za neki način komunikacije na hardverskem nivoju (KOM).

Tako se, npr., priključek "11" iz Arduino programa naslavlja kot digitalni vhod "11" ali digitalni izhod "11", pri čemer oznaka ~ pomeni, da je ta priključek možno uporabiti tudi kot analogni izhod (to terminologijo Arduino uporablja za PWM signal). Naprej ugotavljamo, kako je ta priključek vezan na pin PB3 mikrokontrolerja, ki alternativno služi tudi kot OC2A izhod Timerja 2, da se preko njega lahko zažene PCINT 3 prekinitev in da se lahko uporablja tudi kot MOSI priključek v SPI komunikaciji. Ali pa priključka A5 in SCL (čeprav sta fizično ločena, gre za isti priključek), se iz Arduina naslavljata kot analogni vhod "A5", digitalni vhod "19" ali digitalni izhod "19", vezana pa sta na pin PC5 mikrokontrolerja. Ta pin alternativno lahko služi kot vhod kanala 5 A/D pretvornika, preko njega se lahko zažene PCINT 13 prekinitev, v I2C komunikaciji pa služi kot SCL priključek.

Arduino programerju je lažje, ker mora upoštevati samo oznako priključka na modulu, zato ukaza

```
pinMode(13,OUTPUT);
digitalWrite(13,HIGH);
```

konfigurirata priključek "13" kot izhodni in ga postavljata v stanje logične enice. Bascom-AVR programer mora dodatno upoštevati to, da je priključek "13" vezan na pin PB5, in bo isti učinek dosegel z ukazoma

```
Config Portb.5 = Output
Portb.5 = 1
```

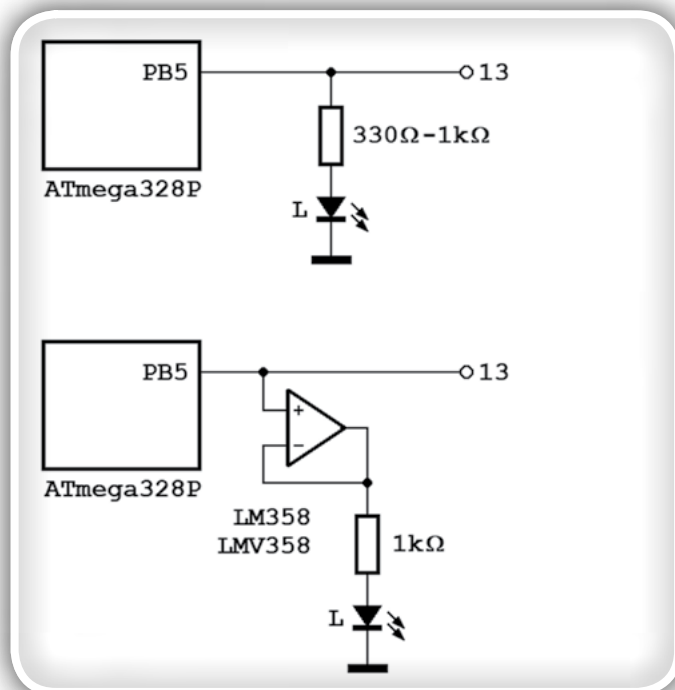
To je "nečitljivo", ker se ne vidi direktna povezava med Portb.5 in Arduino priključkom "13"; Bascom-AVR uporabnik mora med programiranjem imeti pri roki tabele s slike 87. Lahko si pomagamo, če pinom dodelimo alternativna imena kot

```
Arduino_port#13 Alias Portb.5
```

S tem bomo naš Bascom-AVR program približali Arduino modulu inle-ta bo postal boljše razumljiv in "čitljiv":

```
Config Arduino_port#13 = Output
Arduino_port#13 = 1
```

Da bi olajšali pisanje Bascom-AVR programa za Arduino modul smo za naše bralce v datoteki "Arduino\_pins.sub" dodelili alternativna imena vsem pinom mikrokontrolerja ATmega328P po naslednjem principu:



Slika 86: Možni načini vezave signalne LEDice

Pini mikrokontrolerja, ki so vezani na "analogne" priključke "A0" do "A5" Arduino modula, so v Bascom-AVR programu dobili alternativna imena "Arduino\_port#a0" do "Arduino\_port#a5", oziroma "Arduino\_pin#a0" do "Arduino\_pin#a5". Alternativna imena, ki vsebujejo "port" ali "pin" se uporabljajo po istih pravilih, po katerih bi v Bascom-AVR programu uporabili izvirna imena nekega pina (npr., Arduino\_port#a0 pišete v ukazih v katerih bi uporabili Portc.0, medtem ko Arduino\_pin#a0 pišete v ukazih v katerih bi uporabili Pinc.0).

Pini mikrokontrolerja kateri so vezani na "digitalne" priključke "0" do "19" Arduino modula, so v Bascom-AVR programu dobili alternativne nazive "Arduino\_port#0" do "Arduino\_port#19", oziroma "Arduino\_pin#0" do "Arduino\_pin#19". Tudi tukaj velja ista opomba za "port" in "pin" imena. Opazili boste, da se oznake Arduino priključkov "A0"- "A5" in "14"- "19" nanašajo na iste pine mikrokontrolerja, PC0-PC5.

Vse definicije postajajo dostopne, ko v svojem programu vključite datoteko "Arduino\_pins.sub" (datoteka se mora nahajati v isti mapi kot tudi program). To je najboljše narediti na samem začetku programa:

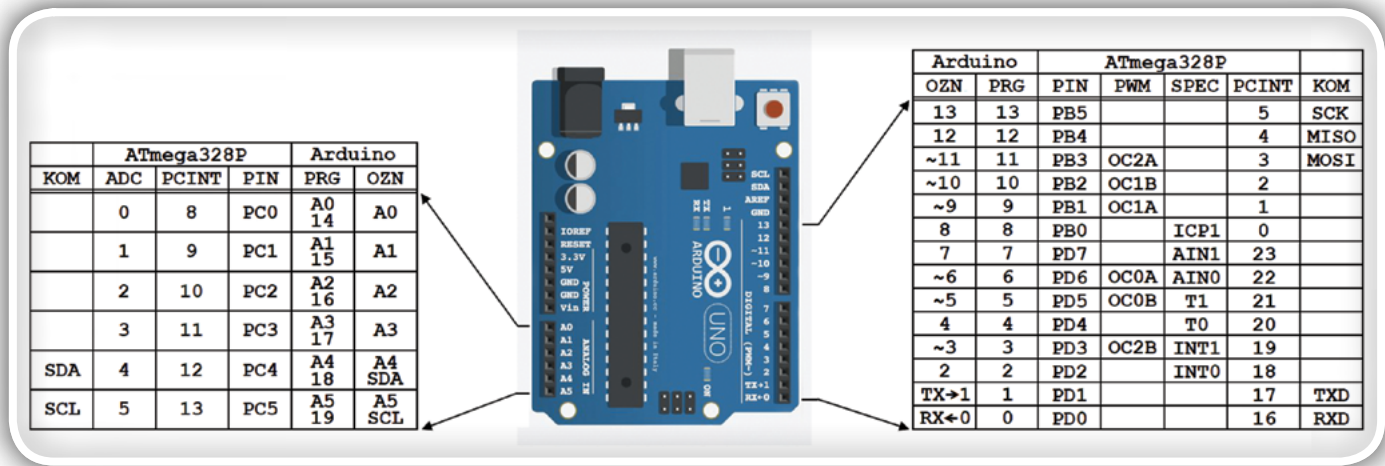
```
$include "Arduino_pins.sub"
```

Če želite npr., Arduino priključek "10" uporabiti kot vhod, ga morate tako konfigurirati

```
Config Arduino_pin#10 = Input
```

vključiti pull-up upor

```
Arduino_port#10 = 1
```



Slika 87: Standardni raspored priključkov na Arduino UNO modulu, s popisom njihovih funkcionalnosti

in nato lahko preberete njegovo stanje:

```
If Arduino_pin#10 = 0 Then ...
```

Sedaj smo spoznali osnove, in se bomo od naslednjega nadaljevanja naprej lahko pozabavali z moduli iz kompleta 37-in-1...

### Opombe

Vse opombe o načinu programiranja in možnih problemih, ki so vezani na uporabo Arduino UNO modula iz Bascom-AVR okolja so rezultat avtorjevih izkušenj z moduli, ki jih je

imel na razpolagi in so navedene z najboljšimi nameni. Na tržišču obstajajo različne verzije in klone, zato je možno, da se obnašanje posameznih modulov več ali manj razlikuje od opisanega.

Datoteko "Arduino\_pins.sub" z alternativnimi imeni pinov mikrokontrolerja lahko brezplačno dobite v uredništvu revije Svet elektronike. Uporabna je za Arduino UNO, Arduino Nano in druge module, ki uporabljajo iste oznake priključkov, in ATmega328P ali drugi pin-kompatibilni mikrokontroler.

<https://svet-el.si>

# ASTRONOMIJA

## ILUSTRIRANA ZGODOVINA VESOLJA

### NOVO!



## 100

DOSEŽKOV, KI SO SPREMENILI ZGODOVINO



Tehniška založba Slovenije

www.tzs.si

narocila@tzs.si



# Pametni mikrokontrolerji z arhitekturo ARM (3)

Avtor: dr. Simon Vavpotič

**ARMove 32-bitne mikroarhitekture prinašajo v svet mikrokontrolerjev veliko zmogljivost in nešteto novih možnosti uporabe. Kaj so pametni mikrokontrolerji, kaj zmorejo in kako jih uporabljamo?**

Nemalokrat se sprašujemo, zakaj lahko pametni telefoni, ki so pogosto manjši od prenekatere mikrokontrolerske preizkusne ploščice, poganjajo sodobne operacijske sisteme in izvajajo skoraj toliko procesov in aplikacij kot klasični namizni računalniki, povprečen 8-bitni ali 32-bitni mikrokontroler pa po zmogljivosti še vedno primerjamo s hišnimi računalniki s konca osemdesetih in začetka devetdesetih let preteklega stoletja. Odgovor na to vprašanje dajejo procesorska jedra ARM, katerih dizajn je mogoče licencirati in ga vgraditi v lastne dizajne procesorskih ali mikrokontrolerskih čipov, s katerimi se da na eni silicijevi rezini združiti vrhunsko periferijo in (sorazmerno) velike pomnilnike z zmogljivim procesorskim jedrom (ali jedri) tipa RISC, kakršna so uporabljena tudi v pametnih telefonih.

V prejšnjem delu članka smo se lotili še preostalih

počasnih perifernih enot, od katerih so še posebej zanimivi zmogljivi programabilni časovniki in PWM enota, s katerimi lahko ustvarjamo analogne in digitalne signale ali pa jih natančno merimo. Spoznali smo tudi najpopularnejše preizkusne plošče, s katerimi lahko preučujemo zmogljivosti novega rodu mikrokontrolerjev pa tudi eksperimentiramo.

Tokrat se bomo lotili podrobnejšega raziskovanja ATSAMV71 Xplained Ultra razvojne plošče, ki na eni tiskanini združuje ne samo SAMV71 mikrokontroler, temveč veliko zunanjih perifernih enot, s katerimi lahko dobro preverimo svoje dizajne svoje vgrajene programske opreme. Natančno bomo analizirali napajalni del, krmilili bomo vhodno-izhodne priključke, povezali SAMV71 mikrokontroler s PC preko terminalskega okna in uporabili uro realnega časa.

The screenshot shows the Atmel START web interface for creating a new project. It features a search bar for software, a list of filters (Hardware, Middleware, Drivers), and a table of search results for various ATmega microcontrollers. The table columns are Name, Architecture, Package, Pins, Flash, and SRAM. The results list various ATmega models like ATmega128L-8MU, ATmega128L-8MN, ATmega128L-8AU, etc., with their respective architectures (AVR), packages (QFN64, TQFP64, CBGA100, PDIP40), pin counts, and memory sizes (Flash and SRAM).

Name	Architecture	Package	Pins	Flash	SRAM
ATmega128L-8MU	AVR	QFN64	64	128 KB	4 KB
ATmega128L-8MN	AVR	QFN64	64	128 KB	4 KB
ATmega128L-8AU	AVR	TQFP64	64	128 KB	4 KB
ATmega128L-8AN	AVR	TQFP64	64	128 KB	4 KB
ATmega128-16MU	AVR	QFN64	64	128 KB	4 KB
ATmega128-16MN	AVR	QFN64	64	128 KB	4 KB
ATmega128-16AU	AVR	TQFP64	64	128 KB	4 KB
ATmega128-16AN	AVR	TQFP64	64	128 KB	4 KB
ATmega1280V-8CU	AVR	CBGA100	100	128 KB	8 KB
ATmega1280V-8AU	AVR	TQFP100	100	128 KB	8 KB
ATmega1280-16CU	AVR	CBGA100	100	128 KB	8 KB
ATmega1280-16AU	AVR	TQFP100	100	128 KB	8 KB
ATmega1281V-8MU	AVR	QFN64	64	128 KB	8 KB
ATmega1281V-8AU	AVR	TQFP64	64	128 KB	8 KB
ATmega1281-16MU	AVR	QFN64	64	128 KB	8 KB
ATmega1281-16AU	AVR	TQFP64	64	128 KB	8 KB
ATmega1284-PU	AVR	PDIP40	40	128 KB	16 KB
ATmega1284-MU	AVR	QFN44	44	128 KB	16 KB
ATmega1284-AU	AVR	TQFP44	44	128 KB	16 KB
ATmega1284P-PU	AVR	PDIP40	40	128 KB	16 KB

Atmel Start: Izbira funkcionalnosti novega projekta

The screenshot shows the Atmel Studio IDE interface. At the top, there's a navigation bar with 'VIEW CODE', 'SAVE CONFIGURATION', and 'EXPORT PROJECT' buttons. Below this, the 'MY SOFTWARE COMPONENTS' section is visible, showing a tree view of the project components: 'MY PROJECT' (root), 'USB\_0', 'ADC\_0', 'PMC', and 'XDMAC'. A sidebar on the left contains 'DASHBOARD', 'PINMUX', and 'CLOCKS' sections. Below the components, there's a section for 'SELECTED BOARD: SAM V71 XPLAINED ULTRA' with an image of the board and a description. At the bottom, there's a 'SELECTED DEVICE: ATSAMV71Q21B' section with a table for 'SUPPORTED PERIPHERALS'.

*Atmel Start: Pripravljen novi projekt z vsemi potrebnimi programskimi moduli.*

## Napajanje iz različnih virov ter regulacija napetosti in toka

V praksi pogosto potrebujemo varno napajanje mikrokontrolerskih naprav iz različnih virov, zato je prav, da zgradbo napajalnega dela ATSAMV71 Xplained Ultra še nekoliko podrobneje spoznamo. Razvojna plošča se lahko napaja iz štirih glavnih virov: napetostnega priključka za zunanji napajalnik, robnega vtiča, ali enega od USB priključkov. Pomožni vir napajanja je superkondenzator, ki lahko zagotavlja ohranjanje vsebine nekaterih pomnilnikov v času okoli ene in pol. Razvojna plošča se sicer napaja le iz enega vira naenkrat. Mikrokontroler, programator, pomnilniki in skoraj vsi ostali čipi, razen audio kodeka, se napajajo s 3,3 V. Zato padec napajalne napetosti na USB priključku pod 5V ne vpliva na njeno delovanje, lahko pa vpliva na razširitvene module; poraba toka pa tudi na delovanje PC-jevega USB krmilnika, če imamo na PC priključenih že veliko USB naprav. Ob težavah z USB krmilnikom v PC, je priporočljivo uporabiti zunanji napajalnik.

Čeprav so mikrokontroler in ostala vezja za regulatorjem dobro zaščiteni tudi pred prenapetostmi, ne smemo biti presenečeni, če bo ob priklopu previsoke vhodne napetosti regulator pregorel in razvojna ploščna bo prenehala delovati. Ker nesreča nikoli ne počiva, se mi je zgodilo prav to. Namesto 12 V napajalnika sem pomotoma priključil

19 V napajalnik za prenosnik. K sreči je bil uničen samo TPS62143. A kaj, ko zato ni delovalo niti napajanje preko USB. Ni mi preostalo drugega, kot da podrobno raziščem na napajalno-regulatorski del in poiščem alternativno rešitev...

Napajalna priključka za zunanji napajalnik sta zaščiteni proti inverzni napetosti s FET tranzistorjem. Priključek za zunanje napajanje preko vtičnice ima tudi vhodni tranzistor IRLML5203PBF, ki dovaja tok v miniaturni napetostni regulator TPS62143, ki zagotavlja zadostno napajanje za razvojno ploščo iz zunanjega napajalnika z napetostjo med 5 V in 14 V (oziroma do 17 V, če ne uporabljamo MediaLB priključka). Za TPS62143 je nameščen napajalni multiplekser TPS2113PWR, pred njim pa sta še FET-a IRLML6402 in 2N7002215 z zmogljivostma do 20 A, ki omogočata priklop zunanjega napajanja mimo TPS2113PWR. Za nepreklop na napajanje iz enega izmed priključkov USB je bil kriv uničen TPS62143, saj sta bila priključka FET-ov IRLML6402 (S - izvor, angl. source) in 2N7002215 (G - vrata, angl. gate) povezana z maso le preko upornosti 86 kOhm, kar pa je bilo premalo, da bi bila na vhodu ~EN TPS2113PWR logična 0 in bi začel delovati. Dodati je bilo treba še manjši upor. Priznam, da sem si zares oddahnil, ko je na razvojni plošči spet zasvetila zelena svetleča dioda, pod katero je na razvojni plošči bel napis »POWER«.

Omenimo še glavni napetostni regulator, LM26480, ki

**Atmel START** ATSAMV71Q21B

VIEW CODE | SAVE CONFIGURATION | EXPORT PROJECT

**MY SOFTWARE COMPONENTS**

RENAME COMPONENT

**SELECTED BOARD: SAM V71 XPLAINED ULTRA**

The Atmel® | SMART™ SAM V71 Xplained Ultra evaluation kit is a hardware platform to evaluate the Atmel ATSAMV71Q21 microcontroller. Supported by the Atmel Studio integrated development platform, the kit provides easy access to the features of the Atmel® | SMART™ SAM V71 and explains how to integrate the device in a customer design.

BOARD DETAILS

**SELECTED DEVICE: ATSAMV71Q21B**

**GENERAL**

Name	ATSAMV71Q21B
CPU	CORTEX-M7
Flash	2 MB
SRAM	384 KB
Package	LQFP144

Change package

**SUPPORTED PERIPHERALS**

ACC	1	QSPI	1
AES	1	RTC	1
AFEC	2	RTT	1
DACC	1	SPI	2
EBI	1	SSC	1
EFC	1	SysTick	1
GMAC	1	TC	4
HSMCI	1	TRNG	1
I2SC	2	TWIHS	3
ICM	1	UART	5

DATA SHEET | ORDER SAMPLES | PURCHASE DEVICE

### Atmel Start: Izbira razvojne plošče

se napaja iz napajalnega multiplekserja in zagotavlja štiri napetosti: 3,3 V, 2,0 V, 1,8 V in 1,2 V. Medtem, ko 3,3 V izhod napaja večino čipov, je 1,8 V uporabljenih za regulacijo polnjenja super kondenzatorja in napajanje avdio kodeka, 1,2 V pa je namenjenih vmesniškemu čipu, KSZ8061RNBW, ki povezuje analogna vezja za podporo delovanju Ethernet povezave.

Včasih za napajanje razširitvenih modulov potrebujemo tudi 5V napetost. FET tranzistorja IRLML6402 in 2N7002215 napetost iz zunanjega napajalnika znižata na okoli 4,4 V, kar lahko predstavlja problem za delovanje nekaterih razširitvenih plošč, ki jih lahko natakemo v vtičnice na zgornji strani ATSAMV71 Xplained Ultra. Zato sem se odločil napajanje predelati, tako da sem FETa premestil. Zadaj je na vseh razširitvenih vtičnicah dejansko na voljo 5 V, ko se razvojna plošča napaja iz zunanjega napajalnika. Res pa je, da se zdaj plošča ne more napajati iz USB priključkov.

### Začetek dela v ASF razvojnem okolju

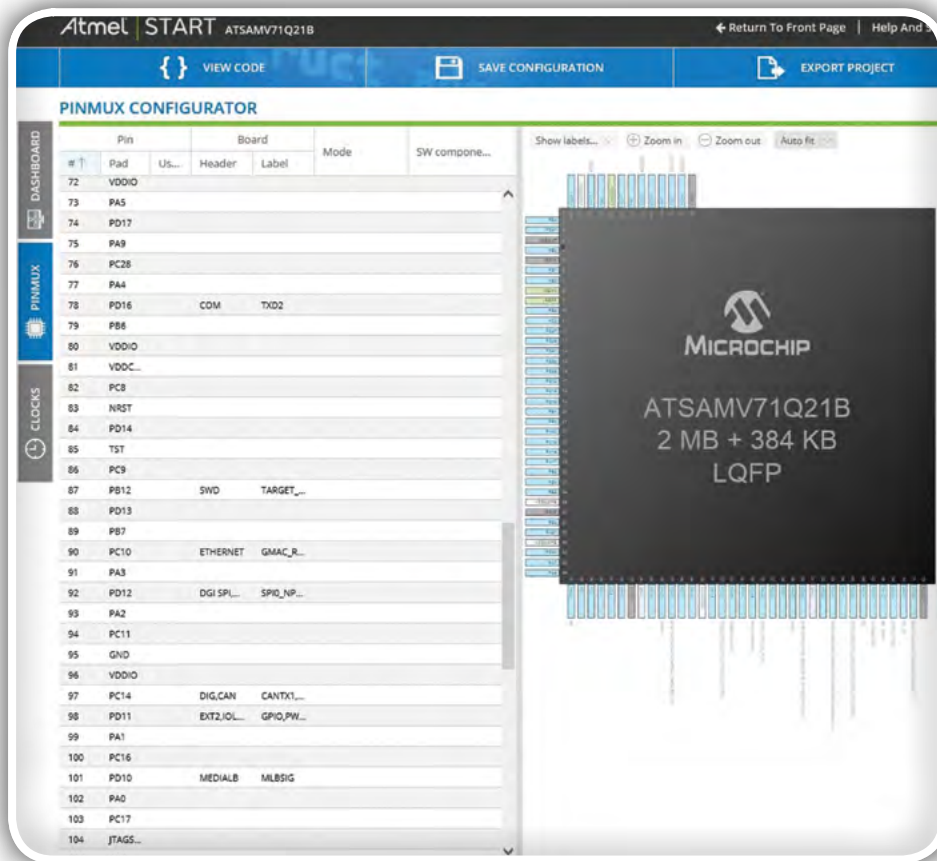
Čeprav smo osnove ASF razvojnega okvira, ki ima z vsako novo različico več funkcionalnosti in izboljšav, spoznali že v preteklem nadaljevanju, je prav, da pred začetkom resnejšega programiranja natančneje opišemo njegovo arhitekturo. ASF je zbirka programskih komponent, gonilnikov za periferno operemo, sredinske programske

opreme in Microchipovih aplikacij. Deli se na tri dele HAL (abstraktni nivo strojne opreme, angl. Hardware Abstraction Layer), HPL (nivo strojnih posrednikov, angl. Hardware Proxy Layer) in HRI (vmesnik za strojne registre, angl. Hardware Register Interface). Mogočih je več izvedb gonilnikov: sinhroni, asinhroni, DMA in RTOS, poleg teh pa še več tipov gonilnikov: gonilniki zunanjih naprav (angl. peripheral drivers), uporabni gonilniki (angl. utility drivers) in gonilniki, ki so del sredinske programske opreme.

Programer naj bi praviloma uporabljal smo gonilnike najvišjega abstraktnega nivoja strojne opreme, ki je dokaj neodvisen od stojne osnove, saj lahko take programe sorazmerno enostavno prenašamo med različnimi strojnimi osnovami. Pri tem vsak nivo programske opreme opisuje značilna datotečna struktura, ki ni odvisna do strojne osnove, zaradi česar lahko veliko krmilnih problemov rešimo na zmogljivejših razvojnih osnovah in nato programsko kodo prenesemo v enostavnejše, s katerimi znižamo stroške razvoja produkcijskih naprav.

### Atmel START

ADF sodeluje z spletnim portalom Atmel Start (<http://start.atmel.com>), ki se samodejno zažene, če v Atmel Studiu iz začetnega okna kliknemo opcijo New Atmel START Project



**Atmel Start: Nastavitev priključkov mikrokontrolerja v grafiki**

using this board. Spletni programski generator omogoča izdelavo skeletne programske kode vgrajene programske opreme glede a grafično izbrane nastavitve, denimo vhodno-izhodnih priključkov. Osnova za izdelavo skeletne kode je grafični vmesnik, v katerem izberemo zelene opcija, nakar generator sam vključi potrebne programske module in pripravi osnovne nastavitve. Ena izmed podprtih funkcionalnosti možnost izbire in nastavljanja osnovnih funkcionalnosti vhodno-izhodnih priključkov mikrokontrolerskega čipa.

Za delo v Atmel Start ne potrebujemo prijave, niti nameščenega Atmel Studia. Dovolj je že novejša različica spletnega brskalnika. Iz začetnega ekrana imamo na voljo ustvarjanje novega projekta, ali prenos že izdelanega primera. Čeprav je za ASF (če ga namestimo v celoti) priloženih veliko primerov, so s spleta na voljo tudi novejši. Pri tem lahko najustrežnejšega poiščemo po oznaki in tipu mikrokontrolerja, ali pa kar po preizkusni ploščici. Pri tem imamo tudi možnost izbire lastne preizkusne ploščice. Vendar bo včasih potrebno pred uporabo primera s spleta namestiti popravke ASF.

Za resnejše projekte je smiselno izdelati nov projekt, česar se lotimo v več korakih, od katerih je obvezna samo izbira mikrokontrolerja ali standardne preizkusne plošče. Sledijo izbira in določitev funkcionalnosti zunanjih priključkov mikrokontrolerskega čipa, izbira generatorjev procesorskega takta in takta ure realnega časa ter nastavitev taktov ur različnih sistemskih vodil. Vse omenjeno urejamo v grafičnih urejevalnikih, ki sta dostopna preko zavihkov na levi strani

spletne aplikacije Atmel Start. Ob kliku na zavihek za urejanje priključkov se prikaže slika izbranega mikrokontrolerskega čipa z enako razporejenimi priključki kot so na čipu, kjer lahko vsakemu priključku s pomočjo dialognega okna določimo njegovo funkcionalnost. V oknu za izbiro generatorjev takta in nastavitev ur sestavimo vso potrebno logiko iz navideznih modulov, ki jih medsebojno povežemo in jim določimo delovne nastavitve.

Zadnji korak je grob hierarhični opis zgradbe aplikacije, ki temelji na že omenjenem arhitekturnem ASF modelu. Najprej izberemo osnovni tip aplikacije, na to pa dodamo potrebne programske knjižnice iz ASF, ki jih tudi ustrezno uredimo glede na ASF arhitekturne nivoje. Denimo, podpora za datotečni sistem uporablja podatkovni pogon na SD kartici, za uporabo katerega, potrebujemo ustrezen gonilnik.

Čeprav lahko v vsakem koraku delo zaključimo, izvozimo izvorno kodo v stisnjeni datoteki \*.atzip in jo namestimo v eno izmed razvojnih okolij: Atmel Studio, IAR Embedded Workbench ali KEIL $\mu$ Vision4, je dobro v Atmel Start zeleno konfiguracijo čim natančneje opisati in si tako prihraniti čas z ročnim urejanjem datotek z osnovnim nastavitvami in dodajanjem manjkajočih programskih modulov v razvojnem okolju. Povejmo še, da lahko vsebino projektne datoteke \*.atzip, ki jo prenesemo s spleta, pregledujemo in ročno urejamo tudi v datotečnem sistemu, če jo prej preimenujemo v \*.zip in razširimo na podatkovni pogon PCja.

## Nov projekt v Atmel Studiu

V Atmel Studiu začnemo nov projekt iz menija File, v katerem izberemo opcijo New in nato Project. Tako imamo možnost začeti z: minimalno ASF skeletno kodo, prirejeno z izbrani mikrokontroler, Arduinovim sketchem, ali ASF kodo, prirejeno za določeno razvojno ploščo. Izkušeni programerji lahko izdelajo tudi novo programsko knjižnico. Programiramo lahko v programskih jezikih C in C++ in AVR zbirniku. Ustvarimo lahko tudi prazno rešitev, ki pride prav predvsem, ko ASF okvira ne želimo uporabiti.

Izdelava novega projekta brez Atmel Start za standardno razvojno ploščo, kot je ATSAMV71 Xplained Ultra, je sorazmerno enostavna, saj se nam ni potrebno ukvarjati z nastavitvami mikrokontrolerskih ur in izbiro generatorjev taktov in taktov ure realnega časa ter nastavitev taktov ur osnovne funkcionalnosti priključkov mikrokontrolerskega čipa. Zato se lahko takoj lotimo sestavljanja programskih knjižnic, za katere v glavnem programu po potrebi

pokličemo zagonske podprograme. Oblike njihovih klicev, ali morebitne zagonske podprograme lahko prekopiramo iz številnih primerov.

Kadar si želimo za izhodišče svoje vgrajene programske opreme uporabiti že izdelan primer programske kode in mu dodati še svoje funkcionalnosti (npr. pogon za masovno hrambo podatkov), lahko iz menija File>New izberemo opcijo Example Project, ki prekopiira različico programske kode primera za izbrano razvojno ploščo in izbrani mikrokontroler med naše projekte. Tako lahko programsko kodo primera po mili volji spreminjamo brez bojazni, da je kasneje ne bi več znali vrniti v izvorno stanje. V primeru težav, preprosto začnemo nov projekt na osnovi istega primera programske kode...

## Dokumentacija

Programerska referenčna dokumentacija za zadnjo različico ASF je v celoti na voljo iz Microchipovih spletnih strani, na svoj računalnik pa lahko v obliki datotek \*.PDF prenesemo zgolj starejše različice. Tudi, če Atmel studio v celoti namestimo iz datoteke, bomo za pomoč potrebovali dostop do Microchipovih spletnih strežnikov, podobno ko za uporabo storitev Atmel Start. Obenem so povezave na spletno dokumentacijo vgrajene tudi v programske knjižnice in programske module, ki jih lahko vgradimo v lastno aplikacijo.

Pri delu si lahko pomagamo tudi z zavihki ASF Explorer,

VA View, VA Outline in Solution Explorer, v katerih so na voljo: pregled vgrajenih programskih knjižnic ASF, pregled vseh vključenih datotek in simbolov v programski kodi, pregled vseh funkcij, spremenljivk in ukazov prevajalniku za podprte programske jezike ter hierarhični pregled programske rešitve. Precej komentarjev je tudi na začetkih programskih datotek posameznih programskih knjižnic. Vse omenjeno pride še posebej prav, ko nimamo na voljo internetne povezave. Iz primerov aplikacij se lahko nemalokrat naučimo več, kot če bi zgolj brali referenčno programsko dokumentacijo s spleta. Vendar tudi brez slednja pri resnem projektu ne gre, saj moramo natančno poznati arhitekturo, funkcionalnosti in ureditev posameznih aplikacijskih programskih vmesnikov (APIs), da bi lahko izkoristili se njihove lastnosti.

## Primeri programske kode

### Branje stanja stikal ter prižiganje in ugašanje LED

ATSAMV71 Xplained Ultra ima veliko razširitvenih vtičnic in prav zato z lahkoto dodamo razširitvene plošče in ga povezujemo z drugimi vezji. Za začetek se lahko svoje znanje in poznavanje ASF preizkusimo s prižiganjem in ugašanjem dveh LEDic na preizkusni plošči.

Da bi docela preizkusil zapletenost programiranja v Atmel Studiu, sem se odločil začeti čisto od začetka, brez uporabe Atmel Start (File>New>Project>GCC ASF Board Project), saj pri znani razvojni plošči ni kaj dosti nastavljanj, razen tistega,

MIEL®

## Vse za avtomatizacijo proizvodnje

OMRON

Za višjo produktivnost. ✓



### Sistemi za avtomatizacijo

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

### Komponente za nadzor delovanja

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

### Stikalne komponente

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

### Pogonska tehnika

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

### 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

### Varnostna tehnika

- Naprave za zaustavljanje in nadzor v sili
- Varnostna stikala
- Varnostna vrata
- Varnostne preproge - serija UMA

### Robotika

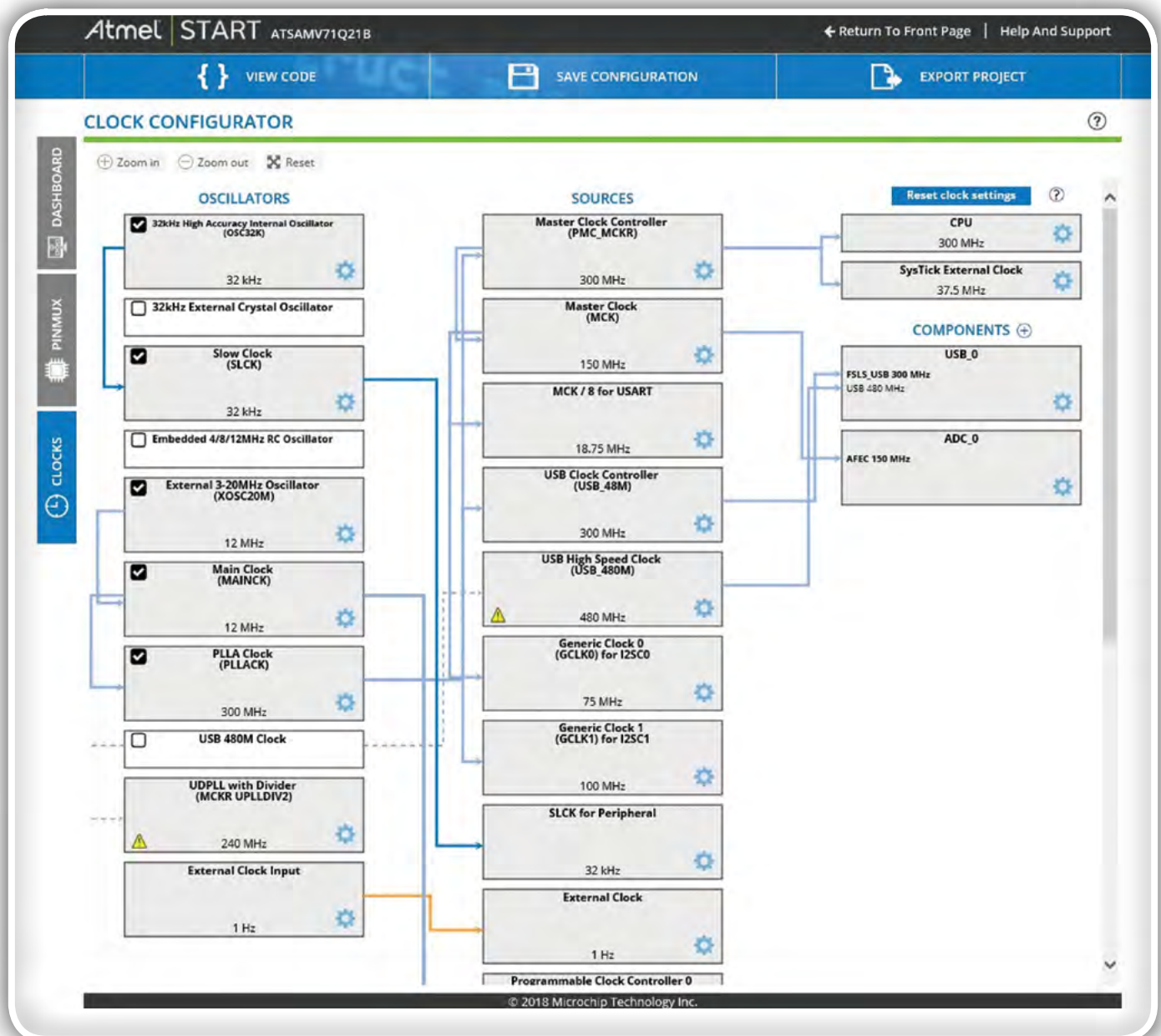
- Industrijski roboti
- Linearne osi
- Mobilni roboti

### 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



### Atmel Start: Izbira in nastavev generatorjev sistemskih taktov in njihova distribucija

kar sam dodal ali spremeniš. Poiskal sem svojo razvojno ploščo in od Atmel Studia zahteval izdelavo projekta, nakar sem projektu dodal zelene knjižnice. Tako je v pregledu ASF Explorer nastal kar zajeten seznam, a kljub temu za prižiganje vgrajenih LED in uporabo vgrajenega mikrostikala v programski kodi ni bilo potrebno veliko narediti.

Poglejmo primer programske glavnega programa programske kode, s katerim prižgemo obe vgrajeni svetleči diodi in nato drugo svetlečo diodo (LED 1) upravljamo s z mikrostikalom, glej program 1.

Kot vidimo, se lahko skoraj v celoti zanesemo na ASF, saj nam ni potrebno vedeti imen priključkov. Slednja so že podana v definicijah v datotekah glav (\*.h). V prvem koraku izvedemo zagonsko kodo za nastavev sistemskih in nastavitve razvojne plošče, nakar za prižiganje prve LEDice uporabimo makro ukaz LED\_On, drugo pa prižgemo z ukazom ioport\_set\_pin\_level.

V glavni zanki preverjamo stanje prvega mikrostikala (switch 0), ki je logična 0, ko je stikalo pritisnjeno, sicer pa je logična 1. Ko je stikalo pritisnjeno, spremenimo stanje druga LEDice (LED1) in nato počakamo, da uporabnik spusti stikalo, s čemer preprečimo ponavljanje. Celoten primer programske kode je na voljo s spletnih strani Sveta Elektronike.

Po želji lahko na zunanje priključke dodamo tudi svoje LEDice, tako da jih vežemo v prevodni smeri med priključek mikrokontrolerja in maso preko 680-ohmskega upora. Pri tem moramo poskrbeti tudi za pravilne nastavitve izbranega priključka mikrokontrolerja. K sreči so priključki na testni plošči ATSAMV71 Xplained Ultra dobro označeni. Zato lahko s pomočjo električne sheme preizkusne plošče hitro ugotovimo, s katerimi priključki mikrokontrolerja so povezani. Če nov projekt začnemo v Atmel Start, lahko izbrani priključek nastavimo za prižiganje in ugašanje LEDice kar preko grafičnega vmesnika.

### Program 1: Upravljanje LEDic

```
int main (void)
{
    sysclk_init();board_init();
    LED_On(LED0);
    ioport_set_pin_level(LED_1_PIN, LED_1_ACTIVE);
    while(1){
if(!ioport_get_pin_level(SW0_PIN)){
        ioport_toggle_pin_level(LED_1_PIN);
        while(!ioport_get_pin_level(SW0_PIN));
}
}
}
```

stdio\_serial\_init(CONF\_UART, &uart\_serial\_options). Če uporabljamo razvojno ploščo ATSAMV71 Xplained Ultra lahko že izdelan podprogram (configure\_console) in konstante za terminalsko komunikacijo s 115.200 baudi in 8-bitni brez paritete in enim stop bitom, prenesemo iz enega od številnih primerov v ASF, denimo iz RTC\_Example.

Uporaba serijske komunikacije je enostavna, saj podatke na terminal izpisujemo z ukazi, kot je printf, iz njega pa jih beremo, na primer, z ukazom scanf. Pri tem so podprte

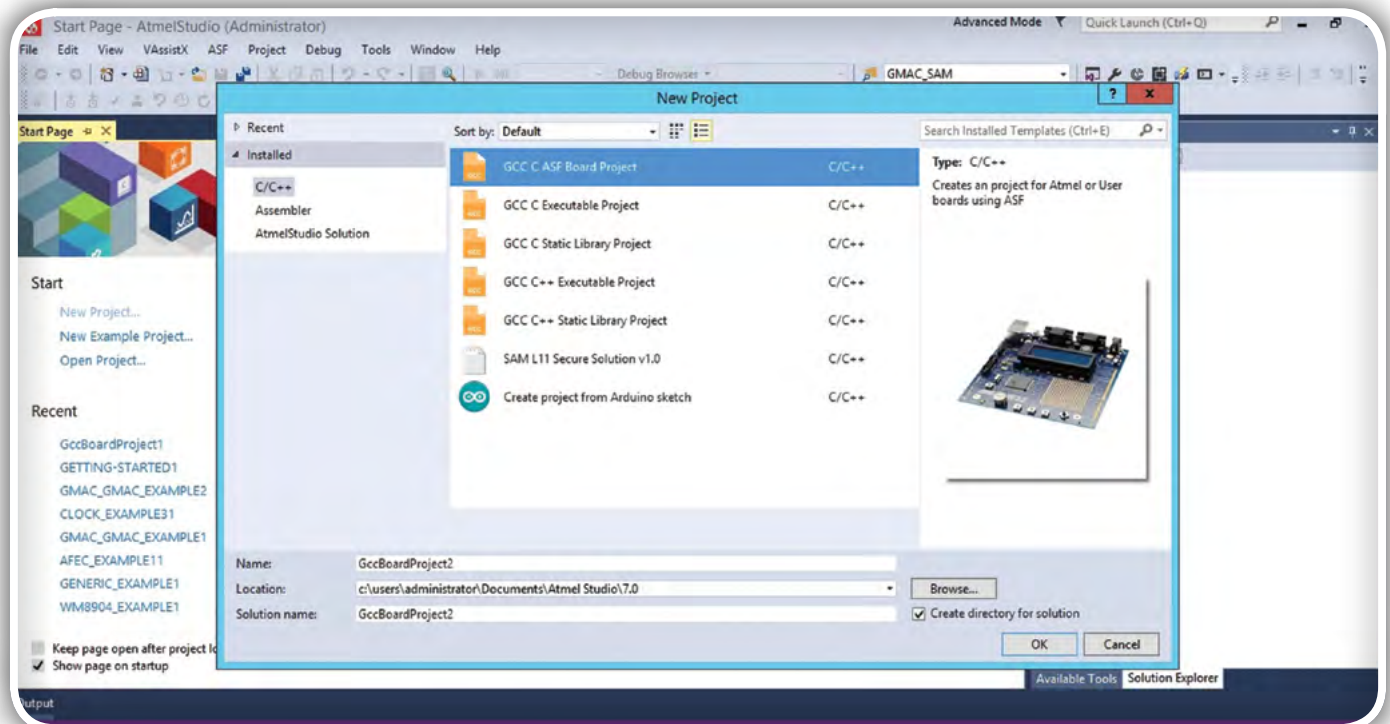
## Terminalsko okno

V preteklem nadaljevanju smo omenili, da lahko za zunanji nadzor delovanja mikrokontrolerja in razhroščevanje programske kode uporabljamo tudi terminalsko komunikacijo preko standardne zaporedne povezave po protokolu RS232, ali drugem programsko združljivem protokolu. Za tovrstno komunikacijo je v ASF na voljo posebna programska knjižnica, Standard serial I/O (stdio) – SAM implementation, ki podpira standardne ukaze za izpis teksta in branje znakov s tipkovnice v programskih jezikih C in C++. Po njeni vgradnji v programsko kodo, moramo popraviti ustrezne nastavitve UART enote, ki jo bomo uporabili za zaporedno komunikacijo, pri čemer moramo podati parametre komunikacije, kot so: baudna hitrost (število bitov na sekundo), število bitov, število stop bitov itn. Nastaviti moramo tudi ustrezno sistemsko uro za pogon izbranega UART. Vse to storimo z ukazoma: sysclk\_enable\_peripheral\_clock(CONSOLE\_UART\_ID) in

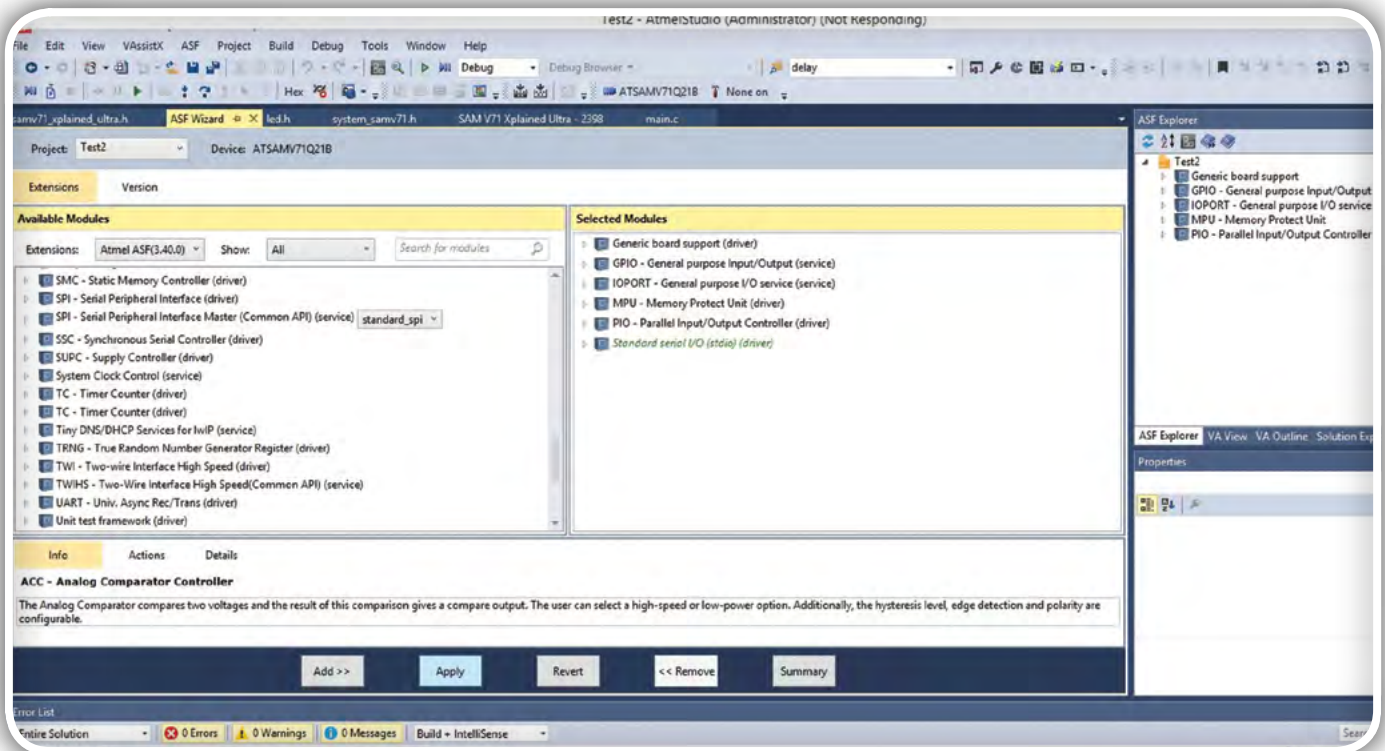
tudi standardne vrste spremenljivk. Denimo, vrednost celoštevilčne spremenljivke (integer) izpišemo takole: printf("Vrednost = %d ", spremenljivka). Podrobnosti najdete v primeru, ki je objavljen na spletnih straneh Sveta Elektronike.

## Ura realnega časa

Razvojna plošča ATSAMV71 Xplained Ultra ima vgrajen standardni resonator s 32,768 kHz tekočim kristalom, ki služi kot takt v mikrokontroler vgrajene ure realnega časa. Za uporabo slednje moramo v svoj projekt vključiti programsko knjižnico ASF RTC in napisati programsko kodo, v kateri s funkcijama rtc\_set\_time in rtc\_set\_date nastavimo začetni čas in datum. Pri tem kot argumente podamo referenco ure realnega časa, RTC, in celoštevilčne vrednosti delov časa (ure, minute, sekunde) in datuma (leto, mesec, dan, dan v tednu).



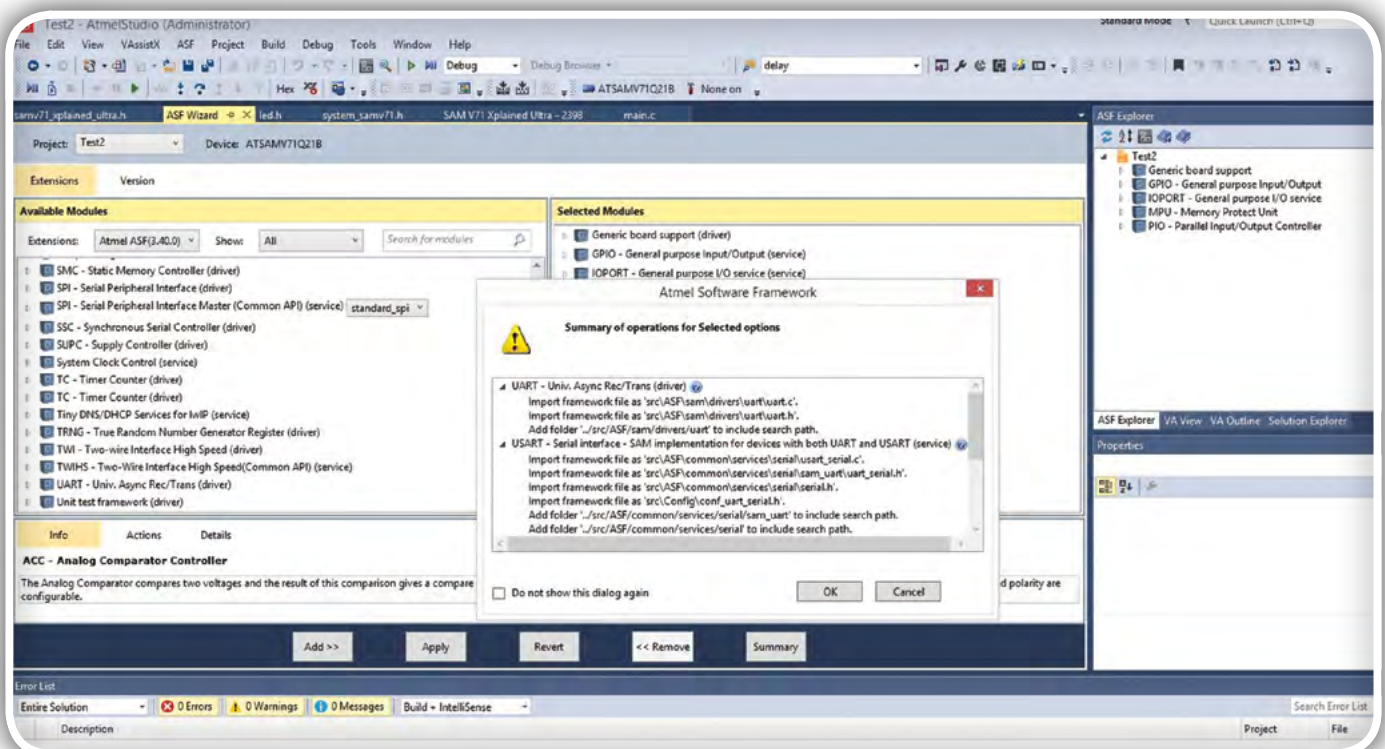
Atmel Studio: Izbira tipa novega projekta



#### Atmel Studio: Dodajanje novih ASF programskih knjižnic v obstoječi projekt

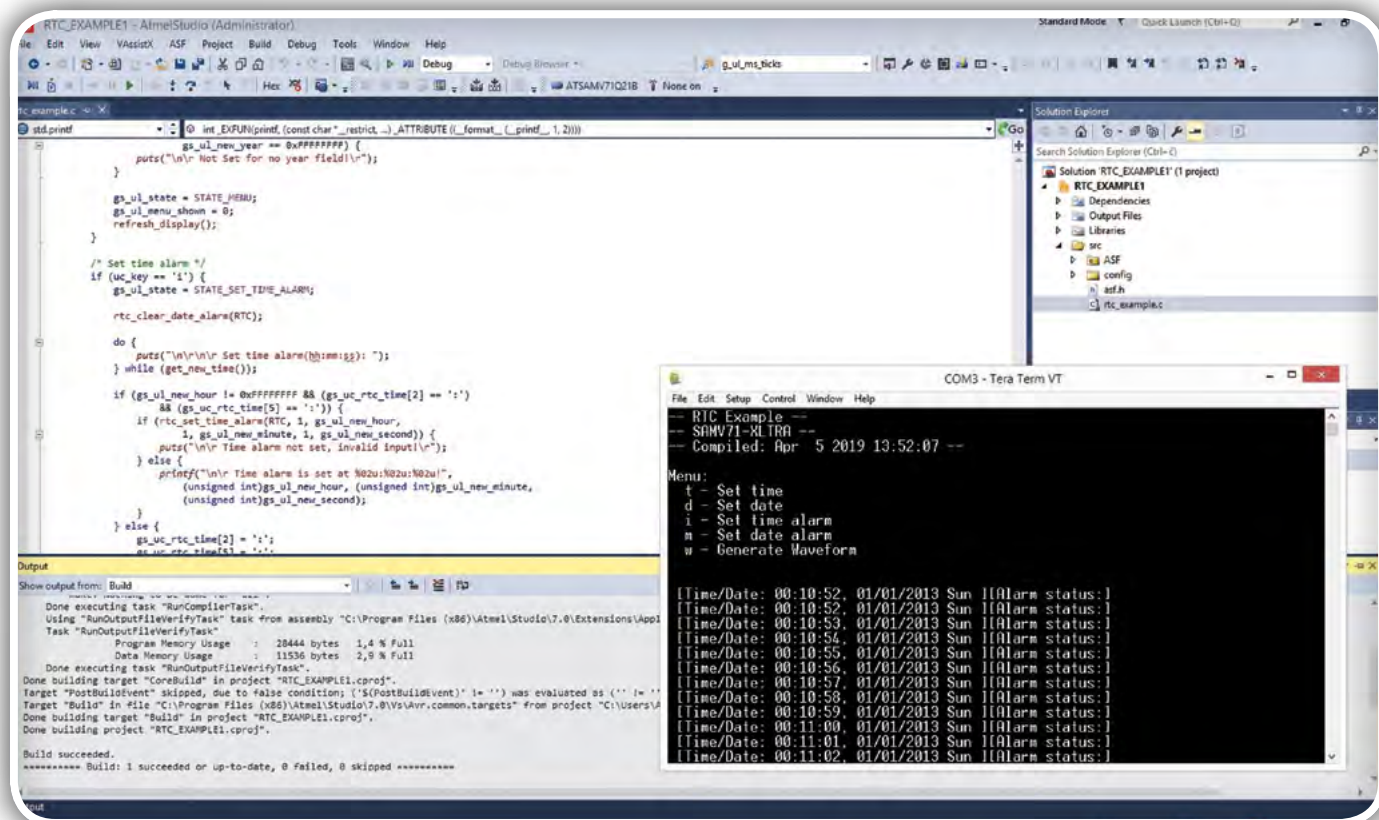
Branje realnega časa je preprosto, vendar moramo v ukazih `rtc_get_time` in `rtc_get_date` podati naslove celoštevilčnih programskih spremenljivk in ne vrednosti spremenljivk, v katere želimo shraniti dele časa in datuma (denimo `&h1` namesto `h1`, če je želimo v spremenljivko `h1` prenesti trenutno uro). Pri izpisu časa in datuma si lahko nato pomagamo s funkcijo `printf` v C in C++ programskih jezikih. Je pa res, da za izpis potrebujemo tudi terminalsko

okno, ali drug prikazovalnik. Vendar moramo za slednjega sami izdelati ustrezno podporo, če ni že podprt v okviru ASF. V že omenjenem primeru programske kode najdete primer terminalskega izpisa ure in datume, ki se v terminalsko okno izpišeta vsakokrat, ko pritisnemo prvo mikrostikalo na razvojni plošči. Ponovimo še to, da terminal vzpostavimo preko navideznih vrat COM preko funkcionalnosti Atmel Studia, veliko enostavneje



#### Atmel Studio: Potrditev dopolnitev programske kode, ki je potrebna pri dodajanju nove ASF programske knjižnice





Tera Term: Aplikacijskih izpis datuma in ure v terminalskem oknu

### Ko gre vse narobe!

Redko se zgodi, da mikrokontroler na razvojni plošči ATSAMV71 Xplained Ultra nikakor noče naložiti nove programske kode in vgrajeni programator vrne napako; denimo da ne more zagnati programa za reprogramiranje. Iz zagate se lahko rešimo z mostičkom, ki je poleg mikrokontrolerja, nad katerim je napis »ERASE«. Dovolj je, da ga pri vklopljenem napajanju kratko sklenemo za nekaj sekund in vsi programi v mikrokontrolerju bodo izbrisani. Programator zdaj ne bo imel več težav pri ponovnem programiranju, razen v primeru fizičnih poškodb tiskanega vezja ali mikrokontrolerja.

Pravkar opisani postopek sem nehotе preizkusil pri izgradnji tokratnega primera ugnezdenе programske kode, ko se je mikrokontroler nesrečno »zaklenil«, saj nisem pravilno izvedel vseh programskih nastavitvev za terminalsko komunikacijo. Pri tem ni pomagal niti odklop in ponovni priklop napajanja. Mikrokontroler je dovolil reprogramiranje šele, ko sem izbrisal vsebino vseh vgrajenih EEPROMov.

### Zagon raziskovalca knjižnice ASF

Čeprav lahko v PC zaženeš poljubno število kopij Atmel Studia, ni rečeno, da bomo lahko zagnali tudi poljubno število raziskovalcev ASF. ASF deluje le v kopiji Atmel Studia, ki je bila zagnana prva, v vseh ostalih lahko le prevajamo programsko kodo, pri poskusu uporabe funkcionalnosti ASF pa dobimo obvestilo o napaki. Zato je morda bolje, da naenkrat uporabljamo le eno kopijo Atmel Studia. Če se vseeno kaj zatakne, je priporočljivo Atmel Studio zapreti in ga po nekaj sekundah ponovno odpreti. Za hitrejše delovanje je dobro imeti stalno vzpostavljeno povezavo z Internetom, saj Atmel Studio z ASF pogosto poskuša iz spleta prenesti dodatne vsebine. Če tega ne more ASF ob zagonu počaka, da se izteče časovna zakasnitev, po kateri ugotovi, da Microchipovi spletni strežniki niso na voljo.

pa kar z zastojnim namenskim programčkom, kot je Tera Term, ki lahko posnema različne oblike terminalske komunikacije.

### Prihodnjč

Razvojni plošča ATSAMV71 Xplained Ultra in programska knjižnica ASF programerju omogočata lahek dostop do funkcionalnosti mikrokontrolerja in vgrajene periferije. Tokrat nam je zmanjkalo prostora za opis projekta izdelava pogona za masovno hrambo podatkov. Zato se bomo temu problemu posvetili prihodnjč. Prednost ATSAMV71 Xplained Ultra je enostavnost uporabe terminalske povezave, s katero lahko na enostaven način spremljamo delovanje ključnih funkcionalnosti vgrajenih aplikacij. Zato nam, na primer pri pogonu za masovno hrambo podatkov, ki deluje preko priključka USB, ni potrebno ugotoviti vzroka morebitnih težav pri vzpostavljanju in uporabi aplikacijske povezave USB. Vse lahko spremljamo preko zaporedne povezave, ki jo preko svojega priključka USB prenaša vgrajeni programator na navidezna vrata COM osebnega računalnika.

<https://svet-el.si>

## 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.
- 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 PRIMEK)

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

- Verjame, 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!

# Postani naročnik revije Svet elektronike



svet  
**ELEKTRONIKE**



**AX ELEKTRONIKA**

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

**Tematike:**

- novice
- predstavljamo
- programiranje
- samogradnje

**Naročnine:**


- ◆ **N1 - PRAVNE OSEBE (1 leto)** Cena naročnine je 44,96 EUR.
- ◆ **N2 - FIZIČNE OSEBE (1 leto)** Cena naročnine je 39,97 EUR.
- ◆ **N5 - INTERNET NAROČNINA (1 leto)** Cena naročnine je 20,33 EUR.


Vsak naročnik prejme tudi **brezplačni letnik v PDF-ju**,  
PDF je lahko katerikoli.

Darilo: vsi letniki na PDF-ju do leta 2005'

Prijava na naročnino za revijo  
Svet elektronike:

<https://svet-el.si> 

[prodaja04@svet-el.si](mailto:prodaja04@svet-el.si) 

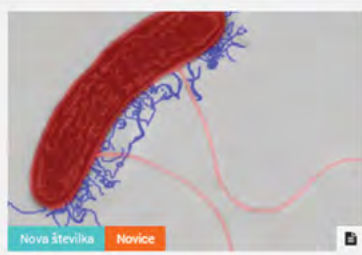
01 528 56 88 



Nova številka Programiranje 1. JUNIJ, 2019

**Napravimo FM radijski sprejemnik: Bascom-AVR knjižnice za Arduino module (16)**

V NOVI ŠTEVILKI



Nova številka Novice

1. JUNIJ, 2019

**Električno prevodne bakterije**

ScienceDaily 2019\_275\_05 Raziskovalci razkrivajo neverjetne biološke "žice", ki jih do sedaj nismo videli. Znanstveniki so odkrili presenetljivo odkritje, kako lahko čudne bakterije, ki živijo v...



Nova številka Novice

**LEDica v zaporni smeri bi lahko hladila računalnike prihodnosti**

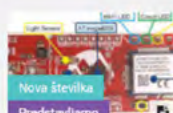
1. JUNIJ, 2019



Nova številka Predstavljamo

**Regijsko predtekovanje v robotiki ROBObum za učence in dijake**

1. JUNIJ, 2019



Nova številka Predstavljamo

**Hitro in varno povezovanje aplikacij IoT s platformo Google Cloud**

1. JUNIJ, 2019

PRAKTIČNI PROJEKTI PROIZVODNJA REVIJA LITERATURA BAZA ZNANJA ZA ZAČETNIKE



Predstavljamo Samogradnje

19. APRIL, 2019

**MINI PAŠNI APARATI**



**Pastir za polže**

1. MAJ, 2018



**Brezžični vklop T-Rex - prenovljena verzija**

1. OKTOBER, 2017

Industrijska elektronika Samogradnje



**AX ELEKTRONIKA**

# PCB parcele

profesionalna tiskana vezja:  
stop lak, montažni tisk, poljubne oblike

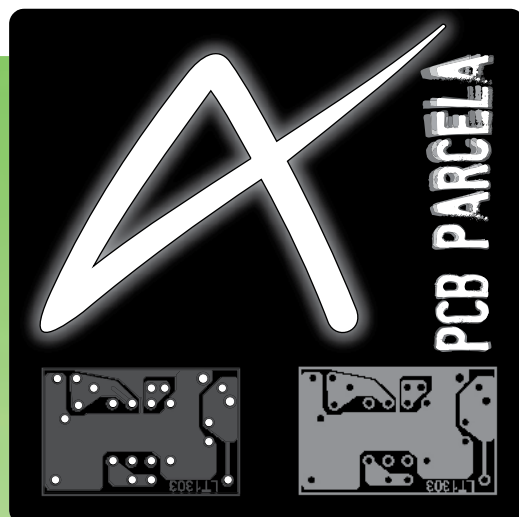
hitra izdelava

vaše tiskanine izdelamo v 7 do 14 dnevih  
od dneva naročila

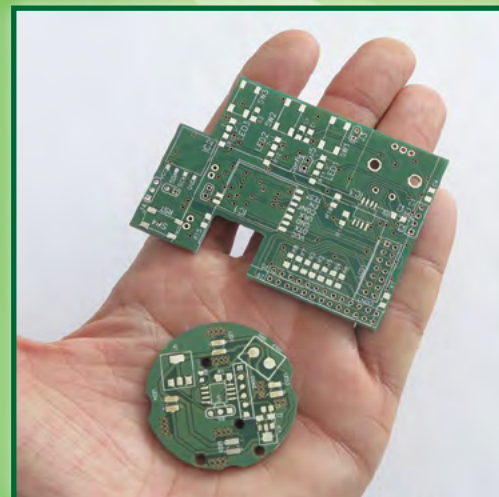
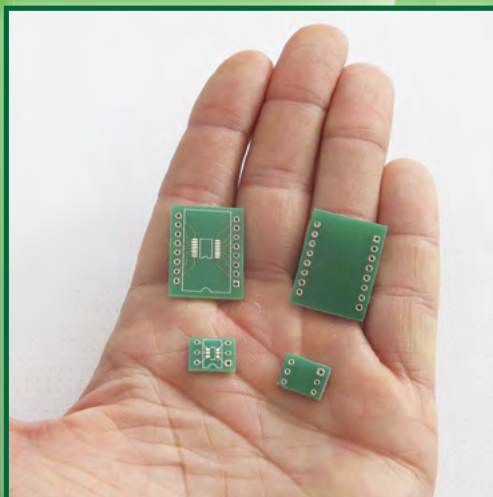
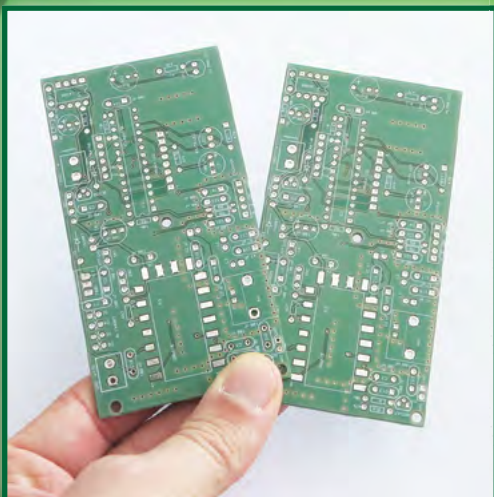
cenovno ugodno:

enostranska ali dvostranska vezja  
po ceni 0,22 Euro/cm<sup>2</sup>

racionalna količina za prototipe:  
najmanjše naročilo 2 kosa



Najcenejša  
izdelava  
vašega  
prototipnega  
vezja  
v Sloveniji!



telefon: 01 549 14 00,  
e-pošta: bojan@svet-el.si

enoslojna ali dvoslojna  
tiskana vezja, enaka cena

AX elektronika d.o.o  
Špruha 33  
1236 Trzin  
<http://svet-el.si>