

SE  
310

REVIVA ZA ELEKTRONIKO, AVTOMATIKO, RAČUNALNIŠTVO IN TELEKOMUNIKACIJE

# ELEKTRONIKI SVET

ISSN 1318-4679



9 771 318 467 014



letnik XXIX  
september 2022  
številka 310  
cena:  
**5,00 €**



## Embedded World

**MICROCHIP**



MPLAB<sup>®</sup> SNAP  
(Part # PG164100)



**Osvojite  
Microchip MPLAB Snap  
razhroščevalnik v vezju**



**Specifikacije konektorjev za  
uporabo v medicini**

**Domača sončna elektrarna malo drugače**

**Državno robotsko tekmovanje  
ROBObum 2022**

**Izmerite temperaturo z NTC v Bascom-AVR**

**Odprava pretvornikov nivojev v  
mikrokontrolerskih aplikacijah (1)**

**Embedded World, junij 2022**

**FORESCOUT**  
Active Defense for the Enterprise of Things™

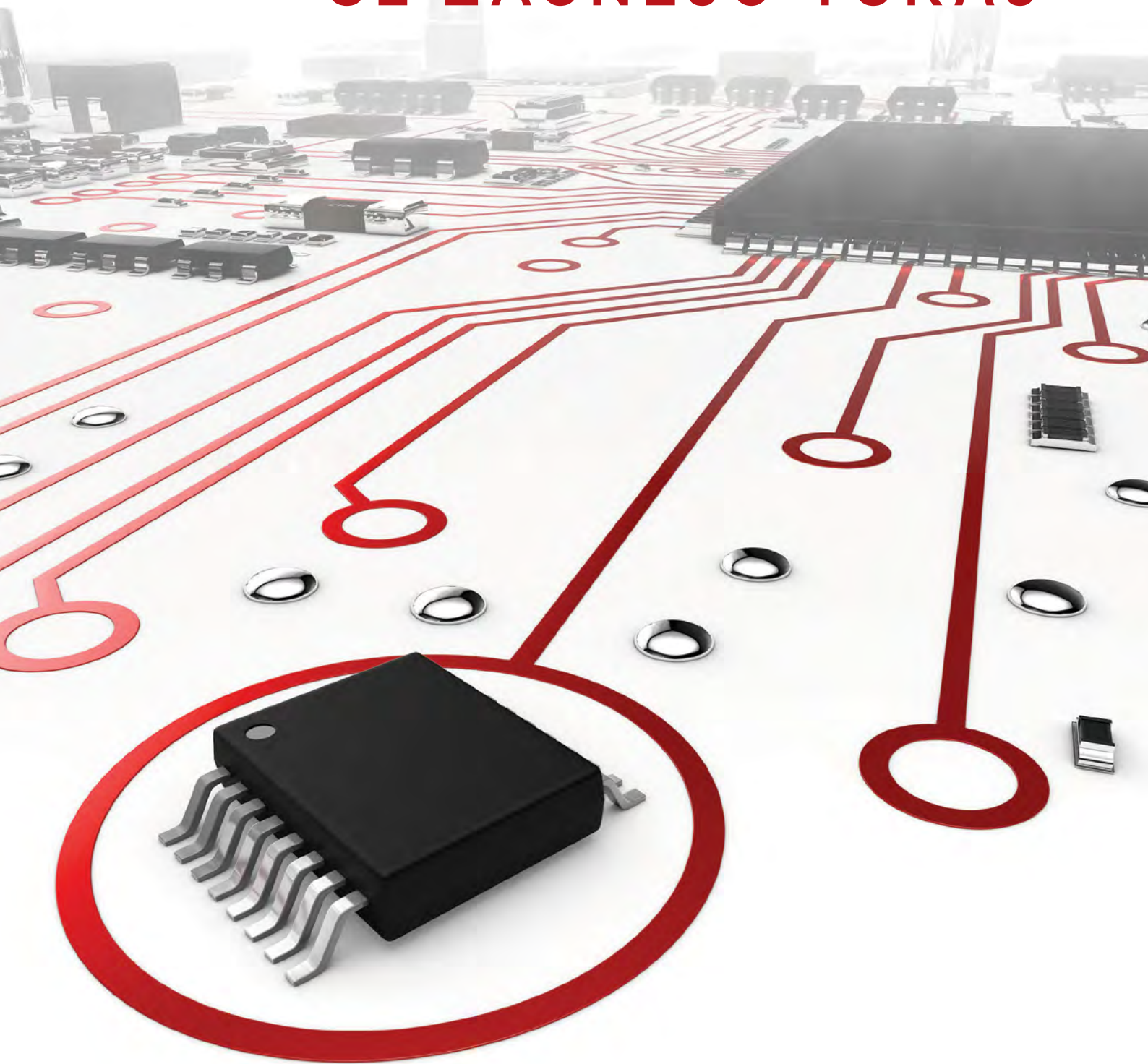
**AMNESIA :33**

Identify and Mitigate the Risk From Vulnerabilities  
Lurking in Millions of IoT, OT



**Zaščitimo Arduino Wi-Fi  
aplikacije pred hekerji**

# NOVI IZDELKI SE ZAČNEJO TUKAJ



Iščete najnovejše izdelke? Ne iščite več. Z več kot 400.000 novimi izdelki na zalogi smo pokrili vaše potrebe po elektronskih komponentah in avtomatizaciji.

Poiščite na [digikey.si/new](https://www.digikey.si/new) ali pokličite (+386)-1-888 9071.



**KAZALO**

**UVODNIK**

- 4 Jesen prinaša nov začetek  
*Jure Mikeln*

**NOVICE**

- 5 Rešitve za akumulatorje s pretočnim železom  
<https://essinc.com>
- 7 "Pametna različica" vsestranskega monitorja slepih tokov  
<https://danisense.com>
- 8 Nova družina krmilnikov občutljivih na dotik  
<https://www.microchip.com>
- 10 Allegro MicroSystems napoveduje prelomne nove senzorje položaja za ADAS aplikacije  
<https://www.allegromicro.com>
- 11 Odlično povprečje  
<https://www.eu.industrial.panasonic.com>

**PREDSTAVLJAMO**

- 12 Embedded World, junij 2022  
*Avtor: Jurij Mikeln*  
<https://svet-el.si>
- 20 Odprava pretvornikov nivojev v mikrokontrolerskih aplikacijah (1)  
*Avtor: Robert Perkel*  
<https://www.microchip.com>
- 24 Keramični varnostni kondenzatorji  
*Avtor: Jürgen Geier*  
<https://www.rutronik.com>
- 26 Specifikacije konektorjev za uporabo v medicini – pet pomembnih vidikov  
*Avtor: Rolf Horn*  
<https://www.digikey.com>
- 30 Državno robotsko tekmovanje ROBObum 2022  
*Avtorji: doc. dr. Alenka Hren, izr. prof. dr. Aleš Hace, doc. dr. Darko Hercog*  
<https://feri.um.si>, <https://www.um.si>

**PROGRAMIRANJE**

- 34 Zaščitimo Arduino Wi-Fi aplikacije pred hekerji - AVR, ESP, PIC in drugi, ko gre zares (13)  
*Avtor: dr. Simon Vavpotič*
- 41 Bascom AVR programska podpora za merjenje temperature z NTC termistorjem  
*Avtor: Mladen Čempuh*
- 45 Digitalni prikazovalnik (2) - Uporaba GUI-O vmesnika  
*Avtor: Brian Millier*

**SAMOGRADNJA**

- 52 Domača sončna elektrarna malo drugače  
*Avtor: Gregor Maček*  
<https://svet-el.si>

**STIK**

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

**OGLAŠEVALCI**

ALKATRON	09	MICROCHIP	23,19
DIGI-KEY	02	STROMBOLI D.O.O.	43
GZS	37	TZS	06

**Osvojite Microchip MPLAB Snap razhroščevalnik v vezju**

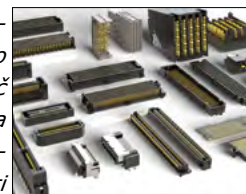
Osvojite Microchip MPLAB® Snap In-Circuit razhroščevalnik (PG164100) s pomočjo revije Svet Elektronike. In če ne boste zmogli, prejmite 15% popust pri naslednjem nakupu ter brezplačno dostavo. MPLAB Snap In-Circuit razhroščevalnik/programator omogoča cenovno ugodno, hitro in enostavno odpravljanje napak...



**Stran: 19**

**Specifikacije konektorjev za uporabo v medicini Digi-Key Electronics**

Načrtovalci medicinskih pripomočkov in sistemov potrebujejo konektorje, ki jim bodo v pomoč pri vse večji zapletenosti oziroma majhnosti oblik in ki bodo hkrati zagotavljali visoko raven zanesljivosti ter zmogljivosti pri različnih modelih uporabe. Nekateri konektorji so znotraj...



**Stran: 26**

**Zaščitimo Arduino Wi-Fi aplikacije pred hekerji**

V preteklem nadaljevanju smo se najprej lotili uvoza Arduino aplikacij v MPLAB X razvojno okolje, nato pa prebojnega testiranja Arduino IoT aplikacij. Na koncu smo izdelali še ojačevalnik Wi-Fi signala, ki pride prav predvsem v strnjenih naseljih, v katerih je si dostopne točke pogosto konkurirajo. V Arduino IoT...



**Stran: 34**

**Digitalni prikazovalnik (2) - Uporaba GUI-O vmesnika**

V članku, ki sem ga napisal za nedavno številko (SE307) revije Svet Elektronike, sem opisal projekt Digitalni prikazovalnik. Uporabniški vmesnik tega digitalnega prikazovalnika je bil sestavljen iz spletne strani, do katere je uporabnik lahko dostopal in kjer bi vnesel besedilo, ki ga želi prikazovalnik prikazati...



**Stran: 45**



Naslovnica: Embedded World



Jurij Mikeln

## Jesen prinaša nov začetek

Drage bralke, dragi bralci, morda pa jesen res prinese nov začetek. S hladnejšim vremenom in več dežja bodo trave spet ozelenele, žal pa bo jesenska mokrota prišla prepozno za marsikatero rastlinje, ki služi prehranjevanju ljudi in živali. In s to situacijo se bo treba spoprijeti – torej na nek način na novo začeti. Podobno bo z energenti – saj se vojna v Ukrajini (kot kaže zdajle, ko pišem ta uvodnik) ne bo končala prav kmalu. Vse to dviguje cene na velikem številu področij, kar gotovo ni spodbudno.

Je pa spodbudno to, da se jeseni zopet na novo začneja sejemska dejavnost, saj se septembra že tradicionalno veselimo sodelovanja na sejmu MOS v Celju. Vljudno vabljeni, da nas obiščete!

Med poletnimi meseci sem se pogovarjal z marsikom. In nekdo je rekel, da je kriza, kot ta, ki je že nastopila, v nekem smislu dobra, saj se v krizi rojevajo nove tehnologije na večjem številu področij. Od pridobivanja energije do načina shranjevanja energije. In ko že ravno teče beseda o energiji, si preberite članek Gregorja Mačka, ki je opisal, kako si narediti svojo fotovoltaično elektrarno, ne da bi za to morali odšteti ogromno premoženje ali čakati na soglasje vašega elektrodistributerja.

Prav tako vam ne bo potrebno bankrotirati, če bi si želeli nabaviti nov programator za PIC ali AVR mikrokontrolerje. Proizvajalec Microchip je namreč naredil izredno zanimivo družino mikrokontrolerjev, ki imajo vgrajenih veliko perifernih vezij, s katerimi bistveno zmanjšamo velikost tiskanega vezja. Zaradi naših poznanstev v podjetju Microchip smo za vas – drage bralke in dragi bralci, pridobili brezplačni programator teh novih mikrokontrolerjev. V sodelovanju s podjetjem Microchip pa smo pripravili tudi nagradno igro, v kateri boste lahko osvojili ta programator in začeli programirati te nove in zanimive mikrokontrolerje.

Ni vsak nov začetek nujno tudi slab. Vse pretekle krize z dobavo in visoko ceno nafte so prinesle silovit napredek pri razvoju motorjev z notranjim izgorevanjem. Zato sem ob tej krizi optimističen – gotovo bo prinesla nove tehnologije, ki bodo okolju bolj prijazne, saj bodo porabile manj energije, ki jo bo tako zelo manjkalo letošnjo in verjetno tudi naslednjo zimo.

*Lep pozdrav in se vidimo na MOS2022 v Celju!*  
Jure

### REVIJA ZA ELEKTRONIKO, AVTOMATIKO, RAČUNALNIŠTVO IN TELEKOMUNIKACIJE

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

Glavni in odgovorni urednik:  
JURIJ MIKELN, dipl.inž.  
Tel.: 01 549 14 00  
E-pošta: stik@svet-el.si

Tehnični urednik:  
DTP studio AX d.o.o.  
E-pošta: dtp@svet-el.si

Prodajni servis, naročnine:  
E-pošta: prodaja04@svet-el.si

Marketing:  
Tel: 01 549 14 00  
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.  
Depala vas 39, 1230 Domžale

Direktor:  
JURIJ MIKELN, dipl.inž.

Tisk:  
MR Grafik, grafične storitve, Rok Gobec s.p.  
Naklada do: 1.500 izvodov  
ISSN 1318 4679

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

Cena za posamezni izvod je 5,00 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.

## Električni pastir

**Pašni aparat majhne in srednje moči.  
Za domače živali (psi, mačke) ali  
za večje živali (ovce, koze, konje)  
Možen dokup tudi različnih dodatkov**

<https://svet-el.si>

Kode:  
5ELU0056, 5ELU0059,...

# Rešitve za akumulatorje s pretočnim železom

ESS Inc.

*Za večino ljudi kemija pretoka železa verjetno ni prva vrsta baterijskega sistema, ki jim pride na misel. Če vam je resnično mar za čisto, zanesljivo in stroškovno učinkovito dolgoročno shranjevanje energije, potem berite naprej.*

ESS rešitve za akumulatorje s pretočnim železom so zreli sistemi druge generacije, ki ponujajo neprimerljivo ceno in trajnost z zmogljivostjo, ki je tako zanesljiva, da jo zagotavlja neodvisna zavarovalnica Munich Re.

Običajne kemijske baterije z omejenim življenjskim ciklom lahko pričakujejo 7- do 10-letni življenjski cikel, preden jih je treba nadgraditi. Kemija pretoka železa ESS traja 20 let ali več brez zmanjševanja ali degradacije zmogljivosti.

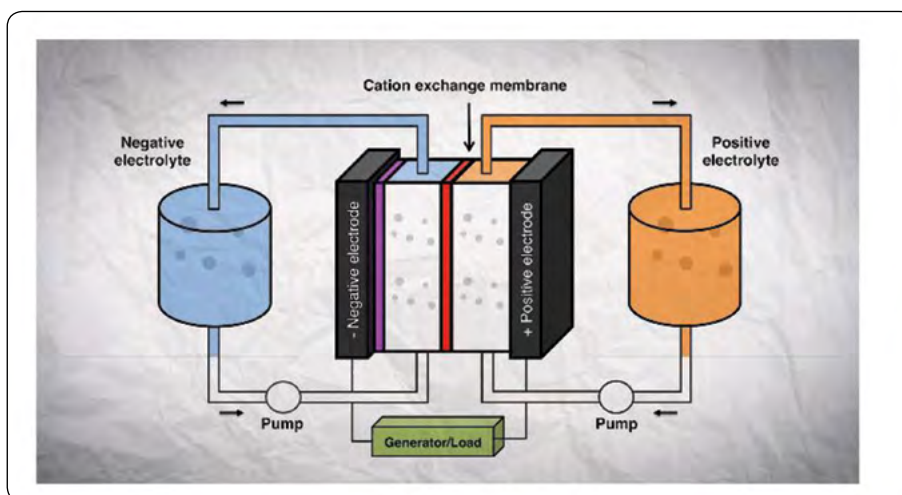
Baterije so čistejše in bolj trajnostne. Zahvaljujoč snovem, kot sta železo in sol v prehranski kvaliteti, ter vodi kot elektrolitu, so ESS baterije najbolj varen sistem na trgu. Ker kemija pretoka železa ne uporablja mineralov redkih zemelj, kot sta litij in vanadij, povzroča manj škode okolju pri pridobivanju materialov in proizvodnem procesu. To je razlog, da je ta izbira cenovno ugodnejša.

Ničelna degradacija v 20.000 ciklih: v železovih pretočnih baterijah krožijo tekoči elektroliti, ki skrbijo za polnjenje in praznjenje elektronov prek procesa, imenovanega redoks reakcija. Beseda "redoks" je združena beseda iz izrazov "redukcija", ki predstavlja pridobivanje elektronov, in "oksidacija" ali izguba elektronov. ESS uporablja isti elektrolit na negativni in pozitivni strani enačbe, kar odpravlja navzkrižno kontaminacijo in razgradnjo. Zato ostane ESS kemija stabilna za neomejeno število ciklov globokega cikla polnjenja in praznjenja.

Njihova patentirana zasnova elektrod in nadzorni sistem, skupaj s preprosto, a elegantno elektrokemijo, omogočata daljše delovanje z višjo učinkovitostjo in globljimi stopnjami praznjenja. V nasprotju s tipičnimi baterijami, pakiranimi kot fiksne celice ali moduli, ima pretočna baterija bistveno večjo zmogljivost shranjevanja energije, kar daje uporabniku prilagodljivost, da tako moč kot količino shranjene električne energije natančno uskladi z zahtevami projekta danes in v prihodnosti.

## Varnejši po zasnovi

ESS železove pretočne baterije ne predstavljajo požarne, kemične ali eksplozivne nevarnosti, kar odpravlja potrebo po opremi za gašenje požara, sekundarnem zadrževanju ali omejitvah nevarnih snovi. Njegova kemijska sestava ima podoben pH kot soda in vino in ne vsebuje strupenih snovi. Poleg tega



je baterijski sistem ob koncu življenjske dobe mogoče v veliki meri reciklirati.

## Naslednja generacija = izboljšave naslednje ravni

S platformo ESS generacije 2.0 dobite sistem, zasnovan za odpravo možnih točk okvare. Pri njihovi arhitekturi zlepljenih in zatesnenih skladov ni O-obročev, kar zagotavlja doživljenjsko tesnjenje. Povečali so gostoto moči in zmanjšali število povezav za več kot 60 %. Zasnovali so tudi baterije s samonosno strukturo, s čimer so odpravili potrebo po dragih in prostorsko zahtevnih regalih. Vse te izboljšave dodatno zmanjšajo potencialne točke okvare in povečajo vzdržljivost.

Baterije so prilagodljive. Investirali so v razširitev in avtomatizacijo njihovega obrata, da bi podprli 2 GWh proizvodnje baterijskih modulov za njihovi rešitvi Energy Warehouse™ [1] in Energy Center™ [2]. Poenostavljena arhitektura Gen2 omogoča, da so napajalni moduli ESS dovolj kompaktni in modularni za njihove 50 kW Energy Warehouse in še vedno dovolj razširljivi, da podpirajo uvedbo več MW Energy Center. Izboljšana arhitektura napajalnega modula omogoča tudi dvojno zmogljivost nanosa, kar podaljša čas praznjenja na ravni modula do 16 ur. Poleg tega je celoten baterijski sklop ESS zasnovan tako, da olajša robotsko proizvodnjo za natančno kakovost in hitrejšo proizvodnjo.

## Enostavno upravljanje in vzdrževanje

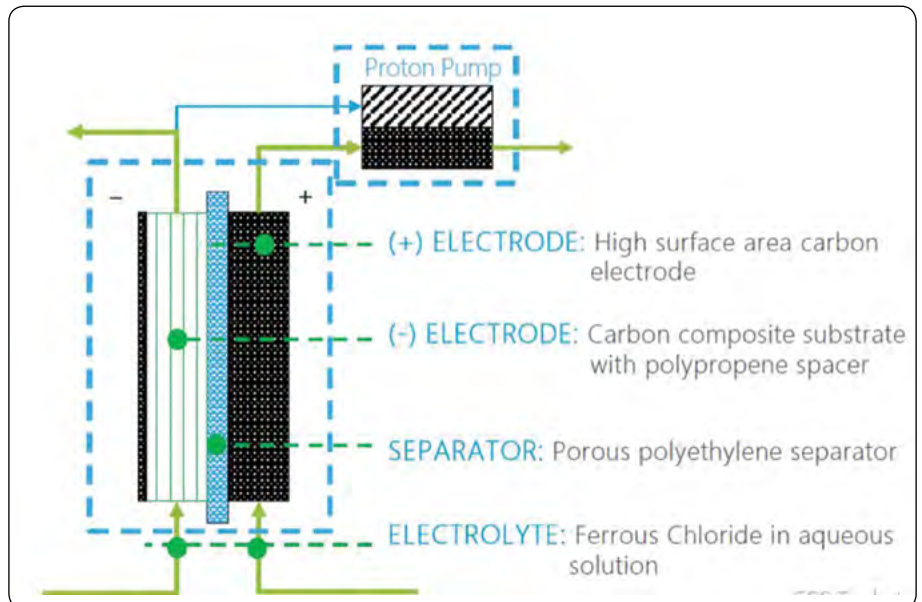
Vsak sklad Gen2 celic je individualno nadzorovan in napajalno pogojen z neodvisnimi DC-DC pretvorniki in nadzorom ravni

sklada. Sklade je mogoče zagnati na njihovi idealni delovni točki in jih spremljati glede stanja baterije in optimalne zmogljivosti. Vse napake je mogoče odkriti zgodaj in jih enostavno izolirati od preostalega sistema, kar omogoča podaljšanje časa delovanja in varnost sistema.

ESS baterija s pretočnim železom uporablja isti elektrolit na pozitivni in negativni strani. Protonska črpalka pa vzdržuje stanje napolnjenosti in zdravje baterije. (Slika: ESS Inc.)

## Izboljšano upravljanje z zdravjem elektrolitov

Izboljšani sistem za upravljanje z zdravjem elektrolitov Gen 2 očisti in ponovno uravnoteži elektrolit v realnem času, s čimer odpravlja potrebo po pogostih izpadih za obnovitev ali ponovno uravnoteženje, ki je potrebno pri drugih sistemih pretočnih baterij. Sistem deluje tudi v povezavi z cevним sistemom zaprtega kroga, da prepreči izgube zaradi izhlapevanja elektrolitov in omogoči delovanje sistema pri tlaku, ki je blizu atmosferskega. To izboljša varnost, poveča prilagodljivost in odpravi potrebo po dodajanju elektrolitov med življenjsko dobo izdelka.



### Viri:

- 1: <https://essinc.com/energy-warehouse/>
- 2: <https://essinc.com/energy-center/>

### Povzeto po:

- <https://essinc.com/iron-flow-chemistry/>

<https://essinc.com>



**PRENOVLJEN IN  
POSODOBLJEN PRIROČNIK  
MOTORNO VOZILO!**

Priročnik vsebuje izčrpno razlago **novjših tehnologij**, ki se danes uporabljajo v motornih vozilih.

**jasna  
in razumljiva  
razlaga**

**848 strani**

**številne barvne  
slike, skice,  
sheme in tabele**



**Motorno vozilo**

cena: 84,99 €

Tehniška založba Slovenije

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

TEHNIŠKA ZALOŽBA  
SLOVENIJE  
**080 17 90**

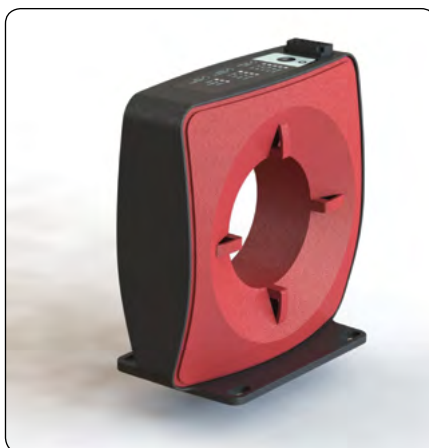
# "Pametna različica" vsestranskega monitorja slepih tokov

DANISENSE

*Slepi tokovi se lahko analizirajo preko USB povezave.*

## Ključne lastnosti:

- Merite enosmerni in izmenični slepi tok do 2 A RMS pri do 100 kHz
- Skladno z novo normo IEC62020-1, ki prihrani čas in redne preglede
- Najboljša stabilnost in natančnost v svojem razredu
- Slepi tokovi se lahko podrobno analizirajo preko USB povezave z dodatno Windows programsko opremo

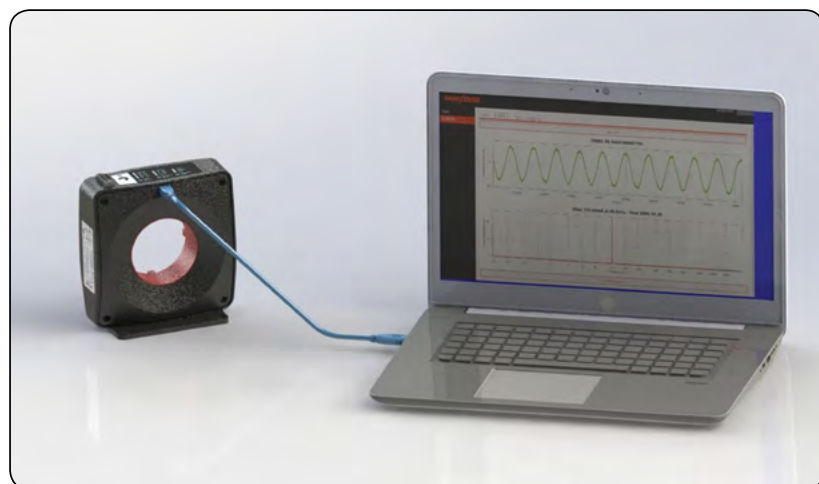


Podjetje Danisense je vodilno na področju zelo natančnih pretvornikov, ki zaznavajo tok za zahtevne aplikacije. Pred kratkim je podjetje predstavilo "pametno različico" svojega zelo vsestranskega monitorja slepega toka (RCM). Novi model SRCMH070IB+ ima USB povezavo, ki omogoča podrobno analizo slepih tokov prek osebnega računalnika z Windows programsko opremo. Poleg funkcije osciloskopa se lahko izvede tudi FFT analiza.

V podrobnostih novi model SRCM ponuja naslednje funkcije:

- Obseg za slepi tok
- FFT za slepi tok
- TRMS v frekvenčnih območjih
- Daljinska nastavitvev nazivne meje RC, frekvenčnega območja in časa integracije
- Spremenite nastavitve iz računalnika
- Dnevnik TRMS / Dnevnik stanja releja / Izvoz podatkov
- Samodejna nastavitvev bo predlagala ustrezno frekvenčno območje in čas integracije

Primeren za spremljanje slepih tokov v proizvodnih strojih ali podatkovnih centrih brez potrebe po hitri zaustavitvi sistema, naprava tipa B/B+ SRCM lahko meri enosmerne in izmenične



slepe tokove do 2 A RMS pri frekvencah do 100 kHz, kar ustreza širokemu razponu industrijskih aplikacij, nelinearnih obremenitev in proizvodnih virov, kot so obnovljivi viri energije. Pomembno je, da je izdelek v skladu s posodobljeno normo IEC62020-1. To pomeni, da se lahko uporablja za daljinsko spremljanje brez potrebe po rednem preverjanju izolacijske upornosti na kraju samem.

SRCMH070IB+ RCM ima 70 mm odprtino primarnega kabla / zbiralke in uporabniško izbrane nastavitve za frekvenčno območje, integracijski čas in nazivni preostali obratovalni tok, ima SRCMH070IB+ RCM tudi analogni izhod 4-20 mA. To predstavlja realnočasovno vrednost True RMS (TRMS) izmerjenega slepega toka za povezavo na primer s PLC.

Roland Buerger (inženir za poslovni razvoj) pri Danisense je dejal: »Trenutno lahko vidimo, da monitorji za slepi tok niso več samo povezani z običajnimi napravami za merjenje energije. V prihodnje bo nadzor prevzel PLC. Slepi toki, povezani s sistemom, se tako lahko povežejo z ustreznim statusom naprave. Na ta način je resnične tokove napak mogoče zaznati veliko natančneje in zanesljiveje.«

Več podrobnosti o ponudbi Danisense SRCMH070IB+ RCM je na voljo na:

- <https://danisense.com/products/residual-current-monitoring/>

## DANISENSE: Natančnost – inovativnost

S kombinacijo kompleksne magnetne zmogljivosti z napredno elektroniko Danisense zagotavlja učinkovite in natančne rešitve, ki ustrezajo zahtevam kupcev po vsem svetu v zahtevnih panogah. Danisense je bil ustanovljen leta 2012, danes pa ima sedež na Danskem in Japonskem. Ustanovitelji in ključni zaposleni podjetja so zelo izkušeni in imajo specializirano znanje o zelo natančnih tokovnih pretvornikih, kar Danisenseu omogoča ustvarjanje rešitev, ki svojim strankam omogočajo hitro in enostavno merjenje izmeničnih in enosmernih tokov z natančnostjo do 1 ppm. Njihovi izdelki so najvišje kakovosti in imajo izjemno raven frekvenčni odziv ter izjemno DC stabilnost.

<https://danisense.com>



# Nova družina krmilnikov občutljivih na dotik

Microchip Technology Inc.

*maXTouch® Knob on Display™ (KoD™) spreminja tradicionalne zasnove zaslonov na dotik.*



Krmilnik maXTouch KoD omogoča inovativne rešitve človek-stroj (HMI) vmesnika s kombiniranjem mehanskih tipk z obstoječimi zasloni, ki omogočajo večkratni dotik

Številni razvijalci avtomobilskih in industrijskih HMI občutljivih na dotik želijo združiti prednosti mehanskega vnosa z rotacijskim enkoderjem s prilagodljivostjo sodobnih zaslonov na več dotikov. Microchip Technology Inc. (Nasdaq: MCHP) danes najavlja krmilnik maXTouch® Knob on Display™ (KoD™) [1] kot prvo družino krmilnikov avtomobilskega razreda z zaslonom občutljivim na dotik, ki izvorno podpira zaznavanje in sporočanje kapacitivnih rotacijskih enkoderjev ter mehanskih stikal, ki se nahajajo na sprednji plošči. Za razliko od tradicionalnih mehanskih rotacijskih enkoderjev ta nova tehnologija omogoča namestitvev tipke neposredno na zaslon brez odprtine v krmilni plošči ali kakršnega koli prilagajanja vzorca na dotik, s čimer se poveča prilagodljivost zasnove in sistemski prihranek stroškov.

KoD tehnologija odpravlja potrebo po vzorcih senzorjev na dotik po meri, kar oblikovalcem omogoča, da enostavno implementirajo različno število tipk, obliko in položaj, da se prilagodijo različnim izdelkom za končne uporabnike. Prilagojene konfiguracije so nastavljive brez spreminjanja ugnezdene programske opreme maXTouch KoD krmilnika na dotik, kar vodi do hitrejšega in bolj prilagodljivega razvojnega cikla. MaXTouch KoD krmilnik omogoča oblikovalcem, da ohranijo udobje

vhodne naprave z rotacijskim enkoderjem, vendar ga kombinirajo s sodobnim in inovativnim dizajnom notranjosti z uporabo pametnih površin in zaslonov, ki omogočajo večkratni dotik.

Dodatna prednost, ki jo načrtovalci lahko pričakujejo, je enostavnost izdelave zaprtega modula vmesnika človek-stroj (HMI), ki je vedno bolj priljubljen za gospodinjne aparate in industrijske aplikacije. Uporaba tipke na zaslonu bo prav tako





povečala varnost za končnega uporabnika, na primer, med vožnjo jim ne bo treba gledati na zaslon, da bi prilagodili zvok ali klimatsko napravo.

»Sodobni uporabniški vmesniki običajno uporabljajo zaslone, ki omogočajo več dotikov in odstranjujejo mehanske tipke za vrhunsko oblikovanje. Kljub temu funkciji, kot sta temperatura ali glasnost zvoka, najbolje nadzorujem z rotacijskim enkoderjem,« je povedal Clayton Pillion, podpredsednik Human Machine Interface poslovne enote pri Microchip Technology.

"Nova maXTouch KoD tehnologija ponuja prednosti obeh svetov z zagotavljanjem podpore kapacitivnega rotacijskega enkoderja z družino krmilnikov občutljivih na dotik in celovito zbirko namenskih orodij za hitro implementacijo."

Z lansiranjem maXTouch KoD družine Microchip ponuja dve različici, ki strankam omogočata svobodo oblikovanja in prilagodljivost pri izbiri, kako bodo implementirali kapacitivni rotacijski enkoder. KD različica strankam omogoča, da izberejo svojega partnerja za oblikovanje tipk in ustvarijo svojo lastno rešitev z uporabo referenčnega dizajna, ki so ga skupaj razvili z BNL Bearings, kar ponuja možnost popolne prilagoditve dizajna za posebne aplikacije.

Dodatna MK različica podpira Magic Knob™, ki ga je razvil Panasonic Industry Co., Ltd. Microchip Panasonic Magic Knob (MPMK) rešitev ob ohranjanju prilagodljivosti za namestitve na standardne vzorce senzorjev občutljivih na dotik zagotavlja visoko raven prilagajanja za vrtenje in pritiskanje. haptične povratne informacije, kot tudi za izbiro materiala zgornjega pokrova.

## Razvojna orodja

Microchip ponuja obsežen nabor orodij za razvoj strojne in programske opreme za skrajšanje razvojnega cikla s kapacitivnim vrtljivim enkoderjem.

### Strojna oprema:

- ATEVK-MXT2912TDAT-A: 15.6" / ATEVK-MXT2113TDAT-A: 13.3" [2] OGS panelni kit občutljiv na dotik z vključeno razvojno ploščo in USB povezavo
- referenčni design za kapacitivni rotacijski enkoder s 30 kliki in funkcijo tipke

### Programska oprema:

- maXTouch® Studio (IDE – razvojno orodje) z namenskimi vtičniki KoD družine za oblikovanje tipk in nastavitve parametrov

## Dobavljivost

maXTouch Knob on Display (KoD) krmilnik [3] je trenutno na voljo za nakup. Za nakup se obrnite na prodajnega predstavnika družbe Microchip.

### Pregled družine maXTouch KoD:

- ATMXT2912TD-A KD varianta; do 112 kanalov za dotik; LQFP 176
- ATMXT2113TD-A KD varianta; do 97 kanalov za dotik; LQFP 144
- ATMXT2912TD-A MK varianta; do 112 kanalov za dotik; LQFP 176
- ATMXT2113TD-A MK varianta; do 97 kanalov za dotik; LQFP 144

### Viri:

- 1: <https://bit.ly/3z6l3sq>
- 2: <https://bit.ly/3PaRkV3>
- 3: <https://bit.ly/3cmoFOk>

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.

<https://www.microchip.com>



**PHOENIX CONTACT**  
INSPIRING INNOVATIONS

Edinstven sistem vrstnih spink **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 visokokakovostnimi industrijskimi napajalniki, ki dopolnjujejo vašo aplikacijo z najmodernejšo tehnologijo.

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

Phoenix Contactova tehnologija polnjenja postavlja nove standarde v elektromobiliteti.

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)

# Allegro MicroSystems napoveduje prelomne nove senzorje položaja za ADAS aplikacije

*Allegro MicroSystems*

*Nova tehnologija s TMR in navpičnimi Hallovimi elementi združuje vodilno natančnost v industriji z vgrajeno redundanco za varnostno kritične sisteme.*

Allegro MicroSystems, Inc. (»Allegro«) (Nasdaq: ALGM), vodilni svetovni proizvajalec rešitev za zaznavanje in napajanje za nadzor gibanja ter energetsko učinkovite sisteme, je objavil lansiranje svojih magnetnih senzorjev položaja A33110 [1] in A33115 [2]. Na konferenci Sensors Converge v San Joseju v Kaliforniji. Najnovejši Allegro senzorji, zasnovani za aplikacije naprednih sistemov za pomoč voznikom (ADAS), ki zahtevajo



visoko stopnjo natančnosti in redundanco heterogenega signala, združujejo vertikalno Hallovo tehnologijo (VHT) podjetja z vrhunsko tehnologijo tunelskega magnetnega upora (TMR), vse v enem ohišju senzorja. Ti prelomni kotni senzorji so prvi te vrste, ki imajo to kombinacijo tehnologije v enem ohišju. Ta VHT + TMR tehnologija je vrhunska heterogena redundantna senzorska rešitev in je bistven korak k zagotavljanju zanesljivosti, potrebne za napredne ravni avtomatizacije v vozilih.

Prihodnja avtomatizirana in avtonomna vozila zahtevajo napredne sisteme električnega servo krmiljenja (EPS) z natančnimi zmoglostmi krmiljenja motorja, pa tudi zavorne sisteme z zavoro krmiljeno po žici ali elektromehanske zavorne sisteme s hitrim odzivnim časom. Sodobni sistemi običajno uporabljajo velike senzorje magnetnega upora (GMR) ali Hallove senzorje. V primerjavi z GMR ekvivalenti Allegrova inovativna TMR-on-silicon tehnologija ponuja izboljšano ločljivost in natančnost ter zagotavlja do osemkrat večjo občutljivost. Merjeno v primerjavi s tradicionalnimi senzorji Hallovega učinka je izboljšanje ločljivosti še bolj izrazito.

Varno delovanje vozila zahteva najvišjo stopnjo diagnostične pokritosti v njegovih za varnost kritičnih sistemih. Allegrov VHT, predstavljen v novih A33110 in A33115, omogoča natančne varnostne preglede, vključno z zaznavanjem nizkega in manjkajočega magnetnega polja. Ti senzorji visoke ločljivosti so združljivi z ASIL D, s heterogeno redundanco, ki zmanjšuje verjetnost odvisnih okvar z izkoriščanjem najboljše TMR tehnologije in VHT.

"Ko se popolna avtonomija približuje realnosti, proizvajalci avtomobilov in dobavitelji prve stopnje iščejo senzorje položaja, ki zagotavljajo največjo natančnost in varnost, hkrati pa zmanjšujejo velikost in stroške sistema," je povedal Scott Milne, direktor poslovnega področja za senzorje položaja pri Allegru. »Z integracijo navpičnih Hall in TMR elementov v enem samem ohišju Allegrova nova linija senzorjev strankam omogoča izpolnitev teh potreb s senzorjem, ki zagotavlja visoko ločljivost in heterogeno redundanco skupaj z integrirano diagnostiko. Na

trgu ni ničesar podobnega in menimo, da spreminjajo igro v industriji.«

Allegrova senzorja A33110 in A33115 zagotavljata magnetno zaznavanje kota prek primarnega (TMR) in sekundarnega (navpičnega Hallovega) pretvornika, od katerih vsakega obdelujeta dva neodvisna kanala, vsak z neodvisnimi regulatorji in temperaturnimi senzorji. Ta edinstvena konfiguracija omogoča visoko raven varnosti in diagnostične pokritosti,

potrebne za avtomatizirano vožnjo, vključno s primerjavo kotov med kanali na čipu in neodvisno obdelavo v poteh digitalnega signala, brez skupnih digitalnih virov. Napredni algoritmi v modelih A33110 in A33115 zagotavljajo hiter odzivni čas, neodvisno korekcijo ojačenja/ofseta, izračun kota in zmogljivosti linearizacije, ki jih zahtevajo varnostno kritične ADAS aplikacije. A33115 vključuje tudi števec obratov, ki sledi gibanju v korakih po 90 stopinj, in način delovanja z nizko porabo in z delovnim ciklom, ki ga lahko programira uporabnik, ki zmanjša porabo energije, ko je IC v položaju za izklop ključa.

Allegro MicroSystems letno pošlje več kot 200 milijonov enot v ADAS aplikacije in tako služi globalni in raznoliki bazi strank. A33110 in A33115 sta najnovejši v Allegrovem portfelju inovacij za ADAS aplikacije in sta bila razvita v tesnem sodelovanju s ključnimi vodilnimi OEM in strankami Tier 1 na trgu. Za več informacij o teh izdelkih, vključno s podatkovnimi listi, razpoložljivostjo vzorcev in cenami, se obrnite na prodajno pisarno Allegro [3].

## O podjetju Allegro MicroSystems

Podjetje Allegro MicroSystems (Nasdaq: ALGM) na novo opredeljuje prihodnost tehnologij zaznavanja in napajanja. Od zelene energije do napredne mobilnosti in sistemov za nadzor gibanja, ekipa Allegro strastno razvija inteligentne rešitve, ki premikajo svet naprej in dajejo strankam konkurenčno prednost. Z globalnim inženiringom, proizvodnjo in podporo je Allegro zaupanja vreden partner tako velikim podjetjem kot vodilnim na regionalnem trgu po vsem svetu. Obiščite [www.allegromicro.com](http://www.allegromicro.com).

## Viri:

- 1: <https://bit.ly/3IiWRp0>
- 2: <https://bit.ly/3Ijp7sf>
- 3: <https://bit.ly/3NGOaa1>

<https://www.allegromicro.com>



# Odlično povprečje

*Nova serija relejev PhotoMOS® za splošno uporabo (GU) podjetja Panasonic Industry omogoča obremenitve do 100 V.*

Včasih niso vrhunske zmogljivosti tiste, zaradi katerih je lansiranje izdelka posebej zanimivo, ampak njegova čista pomembnost za številne trge. Z novim tipom optičnega sklopnika AQY215S za obremenitve do 100 V podjetje Panasonic Industry dopolnjuje svojo GU serijo MOSFET relejev na sredini lestvice funkcij.

Na voljo je v kompaktnem 4-polnem SOP ohišju, tako kot njegovi 60 V, 350 V in 400 V bratje in sestre. Pričakuje se, da bo novi 100 V tip idealna izbira za široko paleto robotskih aplikacij, PLC-jev, I/O modulov ter opreme za testiranje ali merjenje.

»Ime serije General Use govori samo zase. MOSFET rele odlikuje nizek tok izklopljenega stanja maks. 1µA, majhno ohišje ter njegova dokazana zanesljivost in učinkovitost. Zato smo zdaj z veseljem dodali nov model v našo uspešno GU družino »vsestranskih naprav PhotoMOS®«, kot pravi Michael Renner iz podjetja Panasonic Industry.

Izvedite več o novi vrsti 100 V in naši celotni seriji GU na našem spletnem mestu:

- <https://bit.ly/3RDfL8>

## O podjetju Panasonic Industry Europe

Panasonic Industry Europe GmbH je del globalne skupine Panasonic in zagotavlja avtomobilске in industrijske naprave, ključne elektronske komponente in celovite storitve v Evropi.

Portfelj Panasonic Industry zajema komponente, naprave in module naslednje generacije do popolnih rešitev in proizvodne opreme za proizvodne linije v širokem razponu industrij.

Več je na voljo na spletni strani podjetja Panasonic Industry Europe:

- <http://industry.panasonic.eu>

*Panasonic Automotive & Industrial Systems Europe GmbH*



## O skupini Panasonic Group

Globalno vodilno podjetje pri razvoju inovativnih tehnologij in rešitev za široko paleto aplikacij v potrošniški elektroniki, stanovanjskem, avtomobilskem, industrijskem, komunikacijskem in energetskem sektorju po vsem svetu je skupina Panasonic 1. aprila 2022 prešla na sistem delujočega podjetja s Panasonic Holdings. Korporacija je v obliki holdinga in osmih podjetij pod njenim okriljem. Skupina, ustanovljena leta 1918, je zavezana izboljšanju blaginje ljudi in družbe ter posluje na podlagi ustanovnih načel, ki se uporabljajo za ustvarjanje nove vrednosti in ponujanje trajnostnih rešitev za današnji svet. Skupina je poročala o konsolidirani neto prodaji v višini 56,40 milijarde evrov (7.388,8 milijarde jenov) za leto, ki se je končalo 31. marca 2022. Predana izboljšanju dobrega počutja ljudi je skupina Panasonic združena v zagotavljanju vrhunskih izdelkov in storitev, ki vam pomagajo živeti svoje najboljše.

Če želite izvedeti več o skupini Panasonic, obiščite:

- <https://holdings.panasonic/global/>

<https://www.eu.industrial.panasonic.com>



## **VARNOSTNI** MODUL ZA DVOROČNO PROŽENJE

DVT 100 je univerzalni varnostni modul za dvoročni vklop. Namenjen je vgradnji v krmilne omare na napravah s premočrtnim gibanjem orodja. DVT 100 povečuje varnost delavca za orodjem.

### Tehnični podatki modula DVT 100:

- napajanje: 24V AC/DC
- poraba: 4,5W
- izhodni kontakt: 6A/250V AC
- max. časovni razmik pritiska na tipki: 0,5s
- ohišje: plastično, za montažo na letev
- izhodni rele je aktiviran dokler sta tipki sklenjeni

**ZVD**

Atestiran pri zavodu  
za varstvo pri delu!

<https://svet-el.si>



# Embedded World, junij 2022

AX elektronika d.o.o.

Avtor teksta in fotografij: Jurij Mikeln

*Po dveh letih Covid-19 pavze, se je Embedded World (EW) konferenca zopet odvijala v živo. Zaradi Covid-19 situacije so organizatorji EW predstavili iz februarja na junij in si tako zagotovili solidno udeležbo tako razstavljalcev kot tudi obiskovalcev, ki je februarja gotovo ne bi imeli.*



Organizatorji so letos našli 724 razstavljalcev iz 39 držav, med njimi jih je bilo tudi nekaj iz Slovenije. Če to primerjamo s 1117 razstavljalci v letu 2019, potem se potrjuje naš občutek ob obisku sejma, da je bil sejem precej manjši. Kar pa je nekako razumljivo, saj je na sejmu manjkala večina kitajskih razstavljalcev, ki so se verjetno zaradi Covid-19 omejitev, ki jih ima Kitajska, odločili, da se ne odpravijo v tujino. Kot je bilo slišati na sejmu med udeleženci menda na Kitajskem velja odločba, da mora vsak, ki se vrne iz tujine, v 3 tedensko karanteno. Predstavljajte si torej neko podjetje, ki na sejem pošlje svojo ekipo in ta ekipa ob vrnitvi domov zaradi karantene ne sme v podjetje.

Konferenco in sejem je obiskalo 18.000 obiskovalcev in še 3.900 udeležencev preko spleta.

Čeprav kitajskih podjetij res ni bilo veliko, je pa bilo opaziti podjetja iz Tajvana, kjer nimajo takih omejitev, kot na Kitajskem. Po besedah predstavnika podjetja Asus, je v Tajvanu 93% ljudi 3x cepljenih in zato ni potrebe po tako drastičnih ukrepih, kot jih izvaja Kitajska.

## Kaj je bilo videti?

Ko sem ravno omenil podjetje **Asus**, me je pritegnil njihov sistem za spremljanje parkiranja. Sistem deluje s pomočjo kamer in programske opreme, ki si zapomni registrsko tablico avtomobila, ki pripelje v parkirno hišo. Sistem tudi zazna, ali je avto pravilno parkiran – to je, da ni parkiran preko dveh parkirnih mest. V tem primeru bi namreč lastnik takega avtomobila moral plačati dvojno parkirno. To pa še ni vse – sistem tudi zaznava razne nevarnosti, kot so dim, ogenj, nesreče in podobno ter v primeru recimo ognja zelo hitro kliče podporo gasilcev oziroma reševalcev.



Podjetje **Renesas** je na EW predstavilo prvi ARM Cortex-M85 mikrokontroler, s katerim ciljajo v avtomobilsko industrijo in

industrijo, kjer je potrebno intenzivno računanje, kot AI in podobno. Mikrokontroler je na alfa stopnji razvoja in planirajo, da ga bodo ponudili na trgu v začetku leta 2023, ne glede na težave z dobavljalnostjo polprevodnikov. Glede na predhodnika, družino M7x je ta družina 6x hitrejša glede na isto hitrost takta v MHz. Čip bo vseboval Helium tehnologijo, ARM M-profilno vektorsko razširitev, ki omogoča DSP/ML napredne zmogljivosti in pomaga pospešiti računalniško intenzivne aplikacije, kot je AI na robu.

Cortex-M85, ki zagotavlja več kot 6 CoreMark/MHz, omogoča zahtevne primere uporabe interneta stvari, ki zahtevajo najvišjo DSP ali ML računalniško zmogljivost, realizirano na enem samem Cortex-M procesorju, ki je preprost za programiranje. Značilnosti Cortex-M so deterministično delovanje, kratek odzivni čas prekinitve in najsodobnejša podpora za nizko porabo električne energije.

Novo Cortex-M85 jedro, ki temelji na ARM v8-M arhitekturi, podpira tehnologijo Arm TrustZone® za zaščito vsebin. V kombinaciji s TrustZone bo Renesasov integriran kriptografski mehanizem, nespremenljivo shranjevanje, upravljanje ključev in zaščita pred nedovoljenimi posegi pred DPA/SPA napadi stranskih kanalov zagotovila celovito in popolnoma integrirano funkcionalnost varnega elementa. Arhitektura ARM v8-M prinaša tudi varnostno razširitev za preverjanje pristnosti kazalca/prepoznavanje ciljev (PAC/BTI), novo arhitekturno funkcijo, ki zagotavlja izboljšano ublažitev groženj napadov na programsko opremo in pomaga doseči certificirano raven 2 PSA.



Renesas je poleg drugih izdelkov predstavil tudi DA1470 Bluetooth 5.2 SoC, s katerim so predstavili aplikacijo prepoznave govora. Na enostavni razvojni plošči so predstavili visok nivo integracije, saj se v njemu nahaja ARM Cortex-M33, ARM Cortex-M0, 1,5 MB RAM-a in drugi bloki.

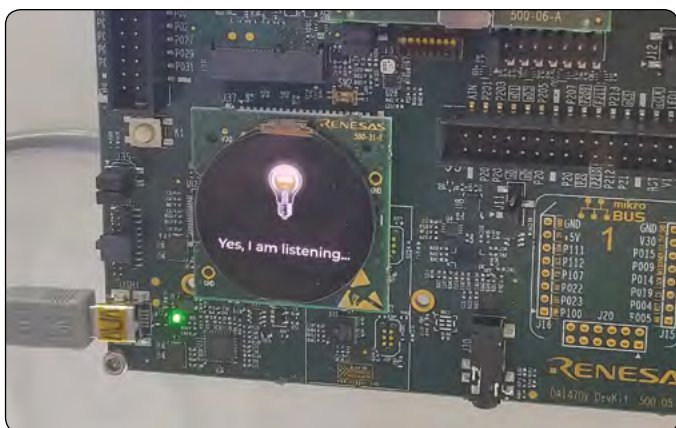
Aplikacije, na katere ciljajo v Renesasu so vse IoT aplikacije, ki

smartbond		RENESAS	
ARM Cortex-M33™ CPU	AES	HASH	
ARM Cortex-M0+™ CPU (SNC)		TRNG	
SWD	8kB Icache	RCX	
UART3 SPI3 I2C3 I2S PDM/PCM/SBC2	1.5MB RAM	RCLP 32/512K	
		XTAL32k	
		RCHS up to 96M	
		XTAL32M	
		PLL160M	
RTC	4kB OTP	Configurable MAC	Digital PHY
10 bit SAR ADC	32kB ROM		
11 bit 3D ADC	Secure QSPI FLASH I/F		
PGA	QSPI FLASH I/F		
VAD	QSPI PSRAM I/F		
eMMC	QSPI PSRAM I/F		
USB	8kB Dcache		
JETA Charger	2D GPU	Low I <sub>q</sub>	
6x24bit Timers		DCDC Buck	
White LEDs		DCDC Boost	
Display Controller			
Up to 79 GPIOs			



čip zbudi in prične s prepoznavo govora. Vse se dogaja na robu in čip ne potrebuje povezave z oblakom, kjer bi bile shranjene ključne besede za prepoznavo govora.

Kot lep primer nosljive elektronike smo na EW sejmu videli športni copat namenjen analizi teka vrhunskih športnikov. Sistem ima vgrajen majhen BLE modul, GPS modul in anteno za meritev lokacije in gibanja, ARM Cortex-M4 procesor in obilico senzorjev v podplatu.



potrebujejo uporabniški vmesnik, procesiranje obraza in zvoka, ob tem pa se napaja iz LiPo akumulatorjev. Ključno pri tem proizvodu je seveda poraba energije. Tako lahko v čipu ugasnejo določena procesorska jedra in zato prihranijo pri porabljeni energiji.

Poraba sprejemnika je 1,85 mA v režimu delovanja. Poraba toka med spanjem je odvisna od aplikacije in porabe spominskega dela in znaša nekaj 10  $\mu$ A. Imajo pa možnost zagona t.i. hibernacijskega načina delovanja, ko čip porabi 200 nA. Čip zbudi iz hibernacije s spremembo stanja na GPIO priključkih.

Na demonstraciji so pokazali delovanje prepoznave govora in ukrepanja na podlagi ključnih besed. Sistem je ves čas v režimu spanja. Ko A/D pretvornik zazna dovolj visok nivo govora z mikrofona, se

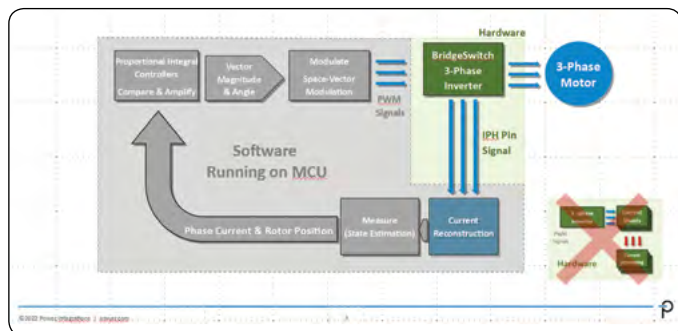


Podjetje **Quectel** ste naši bralci lahko spoznali že preko revije Svet elektronike in na preteklih IKTEM konferencah. Quectel je eno redkih kitajskih podjetij, ki se je udeležilo EW, seveda so na razstavnem prostoru bili evropski predstavniki podjetja, saj je v času trajanja EW Šanghaj bil zaprt zaradi Covid-19. Na EW so predstavili celularne module z vgrajeno anteno. Na ta način stranke dobijo delujoč modul in strankam se ni potrebno ukvarjati s problemi visokofrekvenčne antene. V Beogradu imajo laboratorij s 60 inženirji (kmalu jih bodo imeli 80). Za Beograd so se odločili rajši, kot za Sofijo, saj za vstop v Srbijo ni potrebna viza, kar za EU pač je. Laboratorij je ustrezno opremljen, kar strankam iz Srbije in okolice – tudi Slovenije, omogoča, da opravijo meritve na svojih izdelkih. Ekipa v Beogradu lahko za stranke podjetja Quectel opravi pregled vezja in jim na ta način prihrani veliko razvojnega časa.

NB IoT in LPWA trg še naprej raste, ob tem smo izvedeli, da se 3G ugaša po Evropi (v Sloveniji se 3G ugaša to leto), medtem, ko bo 2G deloval še naprej. Omenili so pa tudi, da svojim strankam nudijo SIM kartice, ki bodo delovale v 190 državah po vsem svetu in s preko 500 operaterji. To storitev imenujejo IoT Connectivity in nudi povezljivost z 2G, 3G, 4G, NB IoT in Cat M omrežji. Te SIM kartice bodo nudile popolno storitev gostovanja (roaming). Napovedali pa so tudi 5G module za industrijsko avtomatizacijo.

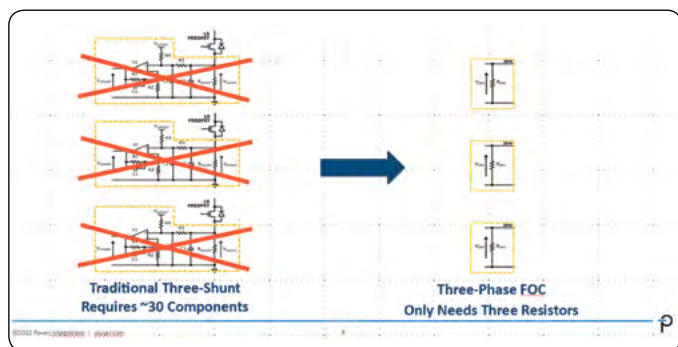
Glede dobavnosti polprevodnikov in njihovih modulov so omenili, da so dobavni roki sicer dolgi, ampak zanesljivi.

Podjetje **Power Integrations** je na EW predstavilo dramatično poenostavljeno krmiljenje BLDC motorjev. Predstavili so svoj nov izdelek BridgeSwitch™, s katerim poenostavijo vezje, s tem znižajo stroške in tudi izboljšajo učinkovitost, ter zmanjšajo EMI.



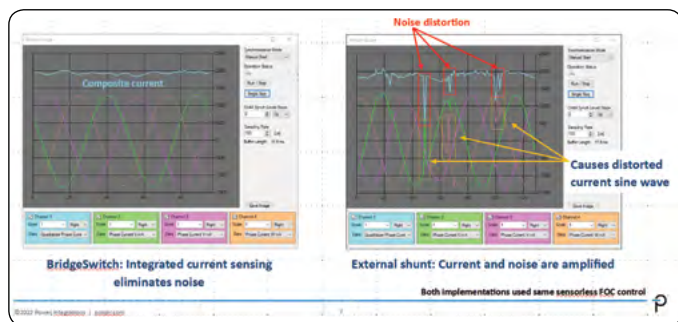
**Princip delovanja BridgeSwitch™ (fotografija: Power Integrations)**

Z novim pristopom so odstranili potrebo po shunt uporah in operacijskem ojačevalniku (na vsaki od treh BLDC linij) in tako prihranili veliko komponent in prostora na TIV.



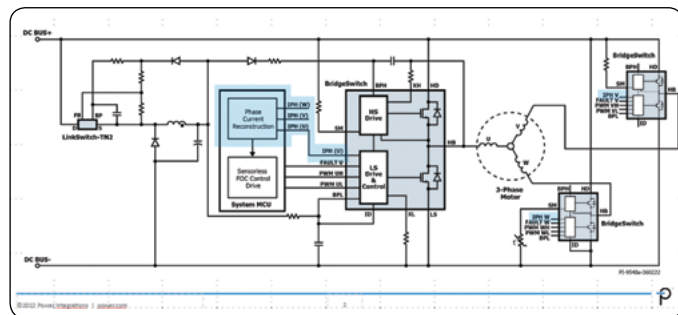
**Power Integrations ne potrebuje shunt upora in operacijskega ojačevalnika (fotografija: Power Integrations)**

Na ta način so izboljšali učinkovitost sistema in dinamični obseg ADC pretvornika. Pri starem načinu krmiljenja je tok preko shunt upora povzročil padec napetosti, kar je operacijski ojačevalnik ojačil in krmilil močnostna stikala. Ob tem ojačenju so se seveda ojačile tudi motnje, kar vidimo na sliki. Ojačene motnje pa so seveda problem zaradi EMC, zato so pri podjetju PI ubrali drugačen način.



**Operacijski ojačevalnik ojači tudi motnje (fotografija: Power Integrations)**

To so naredili tako, da znotraj vezja izmerijo pozitivno polperiodo sinusnega signala posamezne faze in negativno polperiodo nadomestijo s programsko opremo. Na ta način se izognejo ojačenju motenj in pa tudi večjim izgubam.

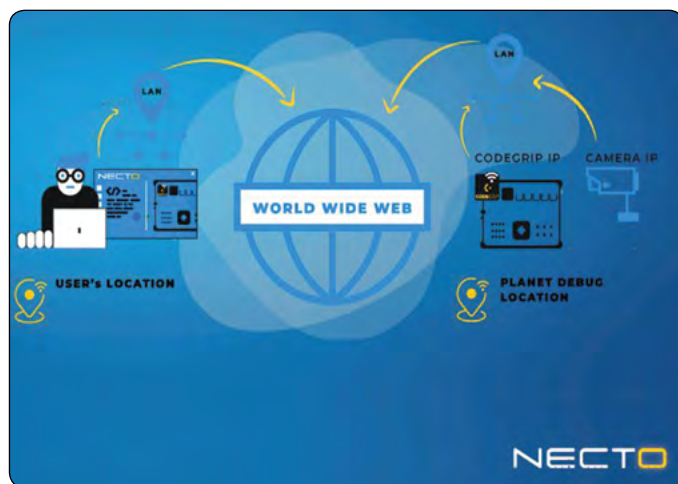


**Power Integrations zajema gornjo polperiodo sinusnega signala (fotografija: Power Integrations)**

Prednost te njihove rešitve je v tem, da zmanjšajo število komponent iz 30 na 3 in zmanjšajo TIV za 70%, ob tem pa izboljšajo EMC lastnosti vezja.

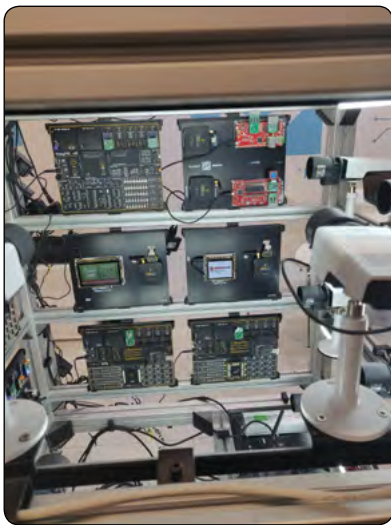
Glavno sporočilo je, da je BridgeSwitch™ in rekonstrukcija toka lahko delujeta v zelo velikem številu aplikacij, od industrijskih motorjev, ki delujejo pri 4.000 obratih/min, do tistih z visokimi obrati preko 90.000 obratov/minuto.

Podjetje **MikroE** je na EW predstavilo Planet Debug platformo, s katero želijo olajšati delo razvojnikom po celem svetu, pa tudi profesorjem in seveda tudi proizvajalcem polprevodnikov.



**Planet Debug podjetja MikroE (Fotografija: MikroE)**

Planet Debug je inovativen sistem, ki omogoča razvoj programske opreme preko spleta. Planet Debug platforma je v bistvu tako strojna oprema kot tudi storitev, ki razvijalcem omogoča razvoj in odpravljanje napak v ugnedzenih sistemih na daljavo brez vlaganja v strojno opremo. Za samo 4 USD/dan lahko razvijalci rezervirajo čas na Planet Debug oddaljeni postaji, ki je konfigurirana glede na njihove zahteve, ter razvijejo in razhroščujejo lastno programske kodo na daljavo prek NECTO Studio, ne da bi morali pridobiti strojno opremo, počakati, da prispe, ter namestiti in konfigurirati vsako element.



Planet Debug je tudi priložnost za proizvajalce polprevodnikov. Marsikatera razvojna plošča, ki jo proizvajalci podarijo potencialnim razvijalcem namreč nikoli ne zaživi. Preko Planet Debug pa je za majhen denar na voljo 24/7 praktično komur koli po vsem svetu. Tako tudi profesorjem olajša delo, saj lahko spremljajo, kaj delajo študenti na razvojnih ploščah.

Razvojne plošče so razporejene po celotnem svetu, s pomočjo kamer lahko razvijalci vidijo takojšen odziv na razvojni plošči. Na voljo je 1.000 razvojnih plošč, ki se bodo še dodajale v naslednjih mesecih in letih.

Na EW so predstavili tudi Necto prevajalnik, ki je brezplačen za uporabo za domače potrebe. Sicer je cena

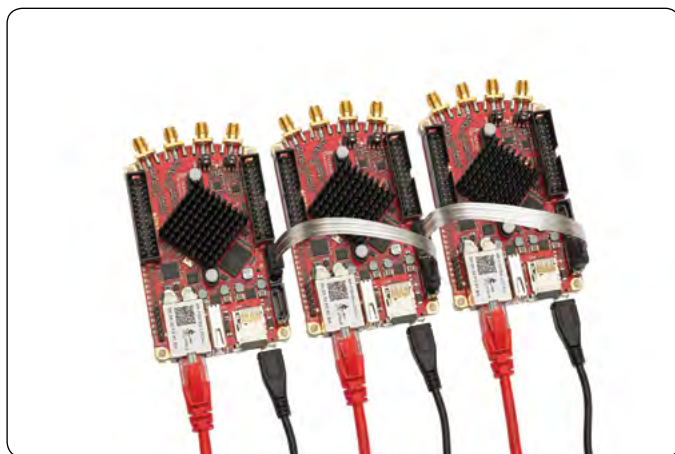
29 USD za mesec za 6 prevajalnikov in > 1000 primerov programov in možnost, da razvijalci delajo s katero koli razvojno ploščo v okviru Planet Debug.

Direktor podjetja MikroE Nebojša Matić je dejal: »NECTO Studio 2.0 ima naravno podporo za prevajalnike GCC za RISC-V. Trenutno podpiramo več kot štirinajst RISC-V MCU-jev, ki oblikovalcem nudijo pravo izbiro. Podpiramo pa tudi arhitekturo RISC-V v našem mikroSDK, saj nudimo celoten nabor knjižnic mikroSDK 2.0 za RISC-V, ki oblikovalcem omogoča uporabo vseh Click knjižnic na RISC-V MCU in enostavno preklapljanje med različnimi arhitekturami, ne da bi spremenili eno vrstico kode.«

Sicer je podjetje MikroE zelo napredovalo od časa, ko smo ga spoznali skoraj 20 let nazaj. Danes proizvedejo 1 nov proizvod na dan. Vzpostavili so sistem, v katerem se rojevajo nove ideje in novi proizvodi in ta sistem generira 1 nov izdelek vsak dan ob 10. uri, kot je povedal direktor g. Nebojša Matić. V podjetju je zaposlenih 92 sodelavcev (od tega 2/3 razvijalcev) pri tem pa g. Matić pravi, da zaradi optimizacije poslovanja zmanjšujejo število sodelavcev in v nekaj letih bo 50 sodelavcev naredilo več, kot teh 92 danes. Delovni proces so razdelili na 12 con, prva cona se imenuje: »Imam idejo.« Znotraj teh 12 con imajo 250 projektov, od tega je projekt lahko izdelava ohišja, ali postavitev spletne strani ali razvoj tiskanega vezja.

Podjetje **Red Pitaya** se je na EW že večkrat pojavilo. Tokrat so se na EW pojavili z novostjo: plošča STEMLab 124-14 podjetja Red Pitaya se širi na več kanalov.

Uporabniki in tudi večina razvojnih inženirjev pozna ploščico STEMLab 124-14 podjetja Red Pitaya, ki je bila razvita in se proizvaja v Solkanu. »Klasična« STEMLab 124-14 ploščica ima dva vhoda in dva izhoda. Ker pa so stranke želele več vhodov so v podjetju prisluhnila tej želji in na mestu dveh izhodov so namestili dva vhoda.



*Več povezanih STEMLab 124-14 x-channel razvojnih plošč, vsaka ima po 4 vhode (Fotografija: Red Pitaya)*

Sicer se STEMLab 124-14 uporablja v veliko različnih področjih, med drugih v letalski in vesoljski industriji za radarje in laserje, ter kvantnem področju za različne meritve in računanja.

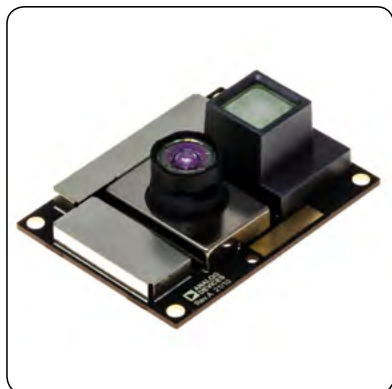
Podjetje **NeoCortec** smo že omenjali v naši poletni številki z novico o njihovih VF sprejemnikih z nizko porabo.

Podjetje NeoCortec je pričelo z delom 2008 kot startup podjetje, ki se je ukvarjalo z nišnimi izdelki na področju VF komunikacij. Leta 2014 so izdelek razvili skupaj s strankami in ga ponudili trgu s ključno tehnologijo, ki je programski protokolni sklad, ki je ciljan na komunikacijo z izjemno majhno porabo energije. Ta poraba se meri v desetinah  $\mu\text{A}$ , kar je poprečna poraba sprejemnika. To uporabnikom omogoča, da njihove naprave delujejo napajane z baterijami več let. Na ta način so vzpostavili komunikacijo v rudnikih, kjer so transiverji razporejeni v »mesh« omrežje. Sicer pa je njihov poslovni model malce drugačen od ostalih na sejmu. Pri podjetju NeoCortec sicer zelo občutijo pomanjkanje polprevodnikov, vendar oni prodajajo tudi programski sklad, kupec pa poskrbi za hardver v tem primeru. Zanimivo je tudi poslovni model podjetja, v katerem večino storitev najemajo. Tako najemajo prodajnike, strokovnjake za marketing, računovodstvo..., v podjetju pa ohranjajo ključne kadre.



Podjetje **Analog devices** (ADI) je med drugim predstavilo prostorski senzor. V bistvu gre za kamero, ki lahko meri dimenzije nekega prostora – recimo

škatele ali prostora v furgonu za prevoz predmetov. Modul z oznako ADF3175 omogoča prepoznavanje prostora do +/- 3



mm.  
V prihodnosti vidijo uporabo v robotih, kjer naj bi njihov modul nadomestil laserski skener.

Predstavili so tudi AI kamero na robu za prepoznavanje obrazov. Posebnost te kamere je

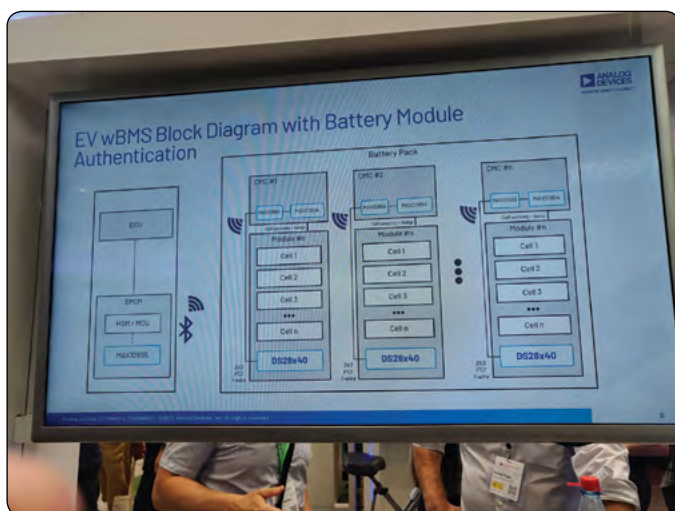


v tem, da porabi zelo malo energije, ki se meri v mikro Joulih. Kamera deluje z majhno LiPo baterijo več tednov, seveda odvisno od nastavitve porabe.

ADI je na EW med drugim predstavil tudi varne BMS sisteme,

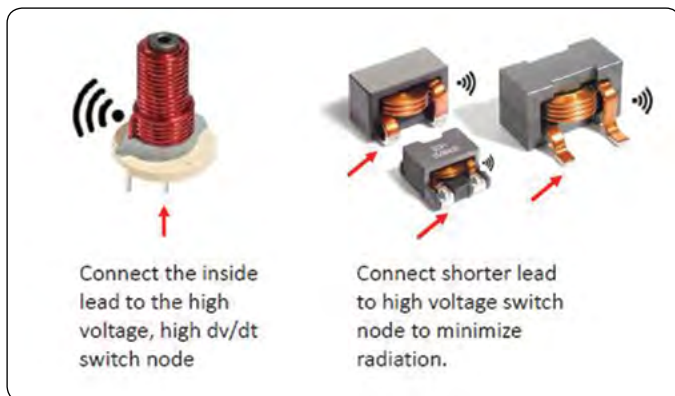


ki so še posebej zanimivi za električna vozila višjega cenovnega razreda. Varni BMS nepridipravom preprečuje, da bi v avto vgradili ponarejene akumulatorje.



Na EW smo se pogovorili tudi z dr. Georg Hetzendorf-om iz podjetja **Coilcraft**. Dr. Hetzendorf nam je razložil, zakaj je pri stikalnih napajalnikih pomembno, kako obrnemo močnostno tuljavo tako, da tuljava seva čim manj motenj v prostor.

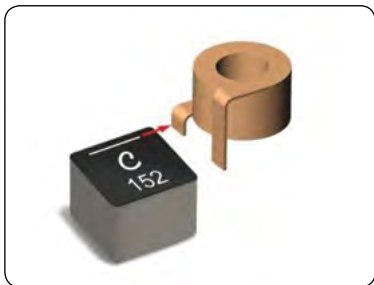
Na prvi pogled bi si mislili, da je vseeno, kako obrniti tuljavo v nekem vezju, saj vemo, da je tuljava pasivni element in kot tak



Slika 23: Pričetek ovojev tuljave (Fotografija Coilcraft)



je vseeno, kako ga obrnemo. V principu to tudi drži za aksialno tuljavo s priključkoma na desni in levi strani tuljave. V primeru, da pa imamo tuljavo z navpično montažo, kot je prikazano na sliki, pa je pomembno, kateri priključek tuljave vežemo na stikalni tranzistor.



**Oznaka začetka ovojev na tuljavi**  
(Fotografija Coilcraft)

ovoji tuljave delovali kot antena in bi na ta način celo generirali EMI motnje v okolico.

Podjetje **Infineon** je pred časom kupilo podjetje Cypress, ki je proizvajalec zanimivega čipa z imenom PSoC, ki smo ga v reviji Svet elektronike pred leti opisovali. Če se bralci spomnite, je bil PSoC prvi mikrokontroler, kateremu smo lahko konfigurirali periferne elemente. Ta inovativni pristop so kasneje uporabili praktično vsi proizvajalci mikrokontrolerjev. PSoC torej letos praznuje 20. obletnico, saj je leta 2002 luč sveta ugledal PSoC 1. Tako danes vidijo prihodnost PSoC 6 v IoT napravah, saj PSoC 6 vsebuje ARM Cortex M0 in M4, veliko Flash spomina, vse skupaj zgrajeno na 40 nm tehnologiji, ki porabi zelo malo energije. Ker so IoT naprave izpostavljene na spletu, so znotraj M0 jedra dodali varni operacijski sistem, aplikacijska programska oprema pa se izvaja v jedru M4. Na EW sicer niso predstavili novih proizvodov, ampak imajo zahvaljujoč novemu lastniku Infineonu v pripravi zelo zanimive proizvode, ki bodo morda predstavljeni na electronici v Münchnu.



Na sejmu smo videli tudi podjetje **Phoenix Contact**, ki je redni razstavljalca na EW. Kar pa je bilo zanimivo je to, da sem na sejmu videl podjetje Beckhoff Automation, ki se običajno ni pojavljalo na EW. In kot pika na i – na sejmu smo izvedeli, da

se podjetje Digi-Key podaja v prodajo komponent za avtomatizacijo. Kot eden največjih distributerjev z zalogo komponent za elektroniko želijo postati tudi eden največjih globalnih prodajalcev opreme za avtomatizacijo.



Seveda so se na sejmu pojavili tudi globalni distributerji, kot **Digi-Key**, ki je kot vedno do sedaj privabljal obiskovalce na svoj razstavljalni prostor z nagradnimi igrami. Digi-Key je na EW potrdil svojo filozofijo 98 % zaloge, kar je zelo zahtevno v časih, ko primanjkuje polprevodnikov. Kljub temu so v podjetju Digi-Key povedali, da so imeli letos v prvem kvartalu več naročil, kot v celotnem lanskem letu. Digi-Key je znan po tem, da naročeno blago tudi takoj pošlje. V zadnjem letu pa so si nabrali nekaj zaostanka, kar za podjetje ni običajno.



Če je Digi-Key vabil obiskovalce z igralnimi aparati, pa je **Mouser** obiskovalce vabil na svoj razstavnih prostor z brezplačno kavo, ki je postala že kar legendarna, še posebej, če ste kavo dobili v Mouser skodelici. Marsikdo je bil pripravljen čakati v vrsti na svojo skodelico.



## Nagrade

Na EW so podelili tudi tri nagrade razstavljalcem. V kategoriji Embedded Vision je letošnja nagrado prejel GrAI Matter Labs za svoj Life-Ready AI Chip. GrAI Matter Labs (GML) je razvil novo inteligentno računalniško arhitekturo toka podatkov, v kateri so združili načela bioloških sistemov, računanja v pomnilniku in množico vzporednih jeder.

**NXP Semiconductors** je uspelo pridobiti nagrado v kategoriji Strojne opreme. Glasovna inteligentna tehnologija (VIT) družbe NXP Semiconductors omogoča glasovno voden uporabniški vmesnik z vedno vključenim zaznavanjem besed in lokalnimi ukazi. VIT, ki temelji na najsodobnejši tehnologiji globokega učenja in prepoznavanja govora, je obsežna knjižnica programske opreme z avdio front-endom (AFE), ki podpira do tri mikrofone, vedno vklopljenim vezjem za prebujanje in glasovni ukazni mehanizem, pa tudi spletna orodja za ustvarjanje modelov besed bujenja po meri in modelov glasovnih ukazov.

**STMicroelectronics** si je nagrado v kategoriji Programske opreme zagotovil s svojim NanoEdge AI Studio. NanoEdge AI Studio je generator knjižnic za strojno učenje, ki tudi nestrokovnjakom omogoča, da izkoristijo zmogljivosti AI. S tem najsodobnejšim programskim orodjem »vse v enem« lahko uporabniki preprosto razvijejo rešitev, ki temelji na ML, za majhne naprave, ki temeljijo na STM32 MCU. Orodje



zagotavlja integriran potek dela, od pridobivanja podatkov do sklepanja na robu, vključno z učenjem v napravi.

Zmagovalec v kategoriji Orodja je bil **Accemic Technologies GmbH** s CEDARtools®. Ključni dejavnik za pravilno testiranje in učinkovito odpravljanje napak je opazovanje – idealno brez vpliva na sistem. Točno to je tisto, kar CEDARtools® dostavlja; uporablja kompleksno elektroniko in pametno programsko opremo, ki generira žive digitalne dvojčke nadzorovanih procesorjev za izvajanje meritev pokritosti v živo ali testov izvajanja, definiranih v visokonivojskem jeziku.

## Zaključek

Konferenca/sejem EW 2022 ni prinesel nekih epskih novosti. Celotna industrija deluje na »hlape« zaradi pomanjkanja polprevodnikov. Na sejmu je bilo slišati, da proizvajalci že skrbno izbirajo, komu bodo poslali svoje komponente in komu tudi ne. Namreč razvila se je industrija »vojnih dobičkarjev« oziroma preprodajalcev komponent, ki s svojimi nakupi ustvarjajo umetno krizo in zvišanje cen. Tako kot vedno, se bo tudi ta »sistem« iznihal, kar naj bi se začelo dogajati konec leta 2023, ko naj bi bilo proizvedenih dovolj polprevodnikov. So pa vsi so-govorniki poudarjali, kako pomemben je osebni stik med kupcem in prodajalcem. Kako pomembno je poznati prodajalca, da ti v prvi vrsti zagotovi originalne komponente, da ti jih zagotovi po konkurenčnih cenah (ne po oderuških preprodajalskih) in da zagotovi nek razumen dobavni rok. Kaj je to razumen dobavni rok, je seveda v teh časih zelo relativno. Kot ste lahko prebrali v članku o pomanjkanju polprevodnikov, podjetja kot Tesla in Apple naročajo polprevodnike že za leta 2025 in 2026. Oni gotovo ne bodo ostali brez komponent.

Med vsemi razstavljalci in obiskovalci pa je bilo videti nek optimizem in veselje, da se zopet lahko družimo. Podobno smo opazili tudi na sejmu MIS v Celju, ko smo ugotavljali, da sejmi ne bodo izumrli.

Je pa zelo zanimivo tudi to, da marsikatero podjetje, ki je redno razstavljal na sejmu electronica v Münchnu, letos v München ne bo šlo. Razlogov za to je več: podjetja ne želijo tvegati in izpostavljati svojih sodelavcev možnim okužbam. Slišal sem tudi nekaj argumentov, da je strošek na tem sejmu enormen. Že pred leti sem od enega večjih razstavljalcev slišal, da je cena samo za razstavnih prostor okoli 1 milijon evrov, k temu pa je potrebno dodati še strošek za opremo prostora, vso reprezentanco, dnevnice in kilometrine... skratka strošek je ogromen.

Zato marsikaterega razstavljalca letos jeseni v München ne bo.

Svet elektronike pa v Münchnu bo – tja bomo peljali avtobus naših zvestih naročnikov, zato si že zdaj rezervirajte čas za obisk!

Naslednji Embedded World se predvidoma spet pripravlja februarja 2023, če takrat zaradi Covid-19 situacije ne bo spet prestavljen v kasnejši čas.

<https://svet-el.si>



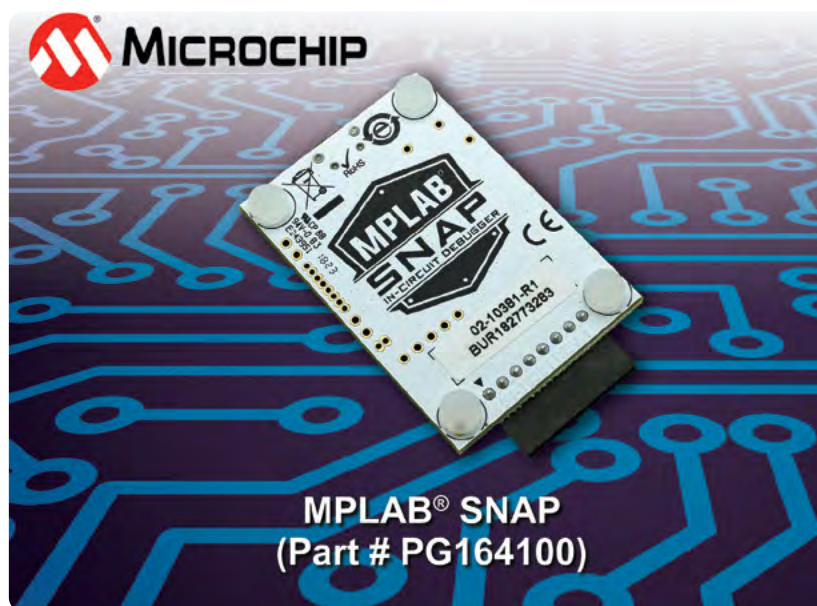
# Osvojite Microchip MPLAB Snap razhroščevalnik v vezju

svet  
**ELEKTRONIKE**



Za **BRALCE**  
revije

**Svet elektronike!**  
**Prijavi se in zmagaj!**



**MPLAB® SNAP**  
(Part # PG164100)

**Osvojite Microchip MPLAB® Snap In-Circuit razhroščevalnik (PG164100) s pomočjo revije Svet Elektronike. In če ne boste zmagali, prejmete 15% popust pri naslednjem nakupu ter brezplačno dostavo.**

MPLAB Snap In-Circuit razhroščevalnik/programator omogoča cenovno ugodno, hitro in enostavno odpravljanje napak in programiranje PIC®, dsPIC®, AVR in SAM Flash MCU in MPU z uporabo zmogljivega grafičnega uporabniškega vmesnika MPLAB X Integrated Development Environment (IDE) različice 5.05 ali novejše.

MPLAB X Integrated Development Environment (IDE) je razširljiv, visoko nastavljiv program, ki vsebuje zmogljiva orodja za pomoč pri odkrivanju, konfiguriranju, razvoju, odpravljanju napak in izboljšanju vgrajenih zasnov za večino naših mikrokontrolerjev in digitalnih signalnih krmilnikov.

MPLAB Snap je lahko povezan z računalnikom prek USB 2.0 vmesnika visoke hitrosti, s ciljnimi vezjem pa ga lahko povežete prek 8-pinskega priključka Single In-Line (SIL). Priključek uporablja dva vhodno-izhodna priključka in linijo za reset, s čemer se omogoči izvajanje razhroščevanja v vezju in zaporednega programiranja v vezju (ICSP™). Ponuja vso hitrost in funkcije, ki jih uporabniki na začetni ravni potrebujejo za hitro odpravljanje napak v svojem prototipu.

MPLAB Snap z zmogljivim 32-bitnim 300 MHz MCU SAME70 za hitrejše odpravljanje napak programira hitro. Poleg široke ciljne napetosti MPLAB Snap podpira napredne vmesnike, kot sta 4-žični JTAG in Serial Wire Debug s prehodom, ki omogoča pretok podatkov, hkrati pa je združljiv z demo ploščami, konektorji in ciljnim sistemi, ki uporabljajo 2-žični JTAG in ICSP.

Za priložnost, da osvojite Microchip MPLAB Snap In-Circuit Debugger ali prejmete 15 % popust pri naslednjem nakupu Microchip proizvodov in brezplačno dostavo, obiščite spodnjo povezavo in vnesite svoje podatke v spletni prijavnici obrazec.



<https://page.microchip.com/Svet-SNAP.html>

<https://svet-el.si>

# Odprava pretvornikov nivojev v mikrokontrolerskih aplikacijah (1)

Microchip Technology Inc.

Avtor: Robert Perkel

*Pri načrtovanju sistema je ena od najpomembnejših odločitev o načrtovanju izbira, katero napetostno področje bomo uporabili.*

Nekaterenapajalne napetosti, kot je 5 V, so primerne za težka delovna okolja z veliko šuma, kot so tista v industrijskih aplikacijah. Drugenapajalne napetosti, kot je 3,3 V, pa se pogosto uporabljajo za brezžično komunikacijo.

Vendar vsaka napajalna napetost poveča kompleksnost zasnove in zahteva sredstva za komunikacijo med napetostmi. V prvem delu te serije bo predstavljeno novo periferno omrežje za prilagajanje napetostnega nivoja v mikrokontrolerjih, imenovano Multi-Voltage I/O (MVIO). MVIO zmanjša zapletenost zasnove in število komponent, potrebnih za komunikacijo med napetostmi.

Pri načrtovanju sistema v idealnem primeru potrebujemo le eno napajalno napetost, kar poenostavi postopek načrtovanja. V mnogih primerih pa ena sama napajalna napetost ni mogoča, saj številni senzorji in moduli delujejo le pri določenih logičnih nivojih. Bluetooth® moduli in drugi moduli za brezžično komunikacijo pogosto delujejo s 3,3 V, medtem ko industrijske aplikacije običajno uporabljajo 5V logiko zaradi večje odpornosti proti šumom v težkih delovnih okoljih. V mikroprocesorjih in drugih visokozmogljivih napravah je pogosto tudi delovanje pri napajalni napetosti 1,8 V .

Pri komuniciranju med napetostnimi nivoji je zelo pomembno pretvarjanje iz enega nivoja v drugega. Večina naprav ne more pravilno prenesti višje napetosti (od delovne), ki je priključena na njihove vhodne priključke. To lahko povzroči poškodbe ali nepričakovano obnašanje naprave. Kot primer lahko navedemo industrijski 5V senzor, povezan s 3,3V mikrokontrolerjem. Senzor bo na vhode mikrokontrolerja dovajal 5 V, kar bi lahko

Input Low Voltage					
Symbol	Description	Min.	Typ.	Max.	Units
V <sub>IL</sub>	I/O PORT:				
	• With Schmitt Trigger buffer	—	—	0.2×V <sub>DD</sub>	V
	• With I <sup>2</sup> C levels	—	—	0.3×V <sub>DD</sub>	V
	• With SMBus 3.0 levels	—	—	0.8	V
	RESET Pin	—	—	0.2×V <sub>DD</sub>	V
	TTL level	—	—	0.8	V
Input High Voltage					
V <sub>IH</sub>	I/O PORT:				
	• With Schmitt Trigger buffer	0.8×V <sub>DD</sub>	—	—	V
	• With I <sup>2</sup> C levels	0.7×V <sub>DD</sub>	—	—	V
	• With SMBus 3.0 levels	1.35	—	—	V
	RESET Pin	0.8×V <sub>DD</sub>	—	—	V
	TTL level	1.6	—	—	V

*Slika 2: Primer mejnih vrednosti I/O pinov (ustvarjeno na podlagi preglednice 39-7 v podatkovnem listu AVR DB mikrokontrolerja)*

poškodovalo napravo ali druga priključena vezja. Slika 1 prikazuje absolutno največje nazivne vrednosti naprave iz AVR® DB družine mikrokontrolerjev [1]. V tem primeru 5 V vhodni signal presega nazivne vrednosti priključkov pri napajanju s 3,3 V.

Druga možna težava, ki se lahko pojavi je, da vhodni signal morda ne ustreza zahtevanim pragom nizke ali visoke vhodne napetosti. To bi lahko povzročilo mejno delovanje. Zasnova morda sploh ne bo delovala ali, kar je še huje, delovala bo le v posebnih robnih primerih ali pogojih delovanja.

Parameter	Condition	Rating	Units
Ambient temperature under bias		-40 to +125	°C
Storage temperature		-65 to +150	°C
Voltage on Pins With Respect to GND			
• On the V <sub>DD</sub> pin		-0.3 to +6.5	V
• On the V <sub>DDIO2</sub> pin		-0.3 to +6.5	V
• On the RESET pin		-0.3 to (V <sub>DD</sub> + 0.3)	V
• On all other pins		-0.3 to (V <sub>DD</sub> + 0.3)	V

*Slika 1: Primer omejitev I/O pinov (ustvarjeno na podlagi preglednice 39-1 v podatkovnem listu AVR® DB mikrokontrolerja)*

Standardna rešitev za to težavo je, da se v zasnovo doda zunanji pretvornik nivoja. Ta deluje na obeh napetostnih področjih in se premakne z A na B ali obratno. Vendar prilagodilniki nivoja prinašajo svoje stroške in težave pri načrtovanju. Obstaja veliko različnih velikosti in vrst prilagodilnikov nivoja z različnimi nabori funkcij. Pri obsežni in zapleteni zasnovi bo morda potrebnih več različic prilagodilnikov nivoja, da bodo izpolnjene zahteve naprave. Na primer, I2C je treba uporabljati z dvosmernim prilagodilnikom nivoja, medtem ko zaporedna vodila, kot je SPI, bolje delujejo s hitrejšim enosmernim prilagodilnikom nivoja z namenskimi vhodi in izhodi na obeh napetostnih nivojih. Poleg tega vsak zunanji prilagodilnik nivoja poveča seznam materiala (BOM) in potrebno površino plošče tiskanega vezja (TIV).

Da bi zmanjšali površino TIV in stroške, povezane z uporabo zunanjih prilagodilnikov nivoja, je Microchip predstavil novo periferno enoto, imenovano Multi-Voltage I/O (MVIO), ki je bila predstavljena v AVR DB družini mikrokontrolerjev. MVIO omogoča, da vrata mikrokontrolerja delujejo v ločenem napetostnem območju kot preostali del naprave. Ta posebna vrata še vedno ohranjajo običajno digitalno nastavljivost mikrokontrolerskih vhodov/izhodov. Ker so MVIO funkcije transparentne za strojno opremo, bodo digitalne periferne naprave na vratih delovale kot običajno (ko so napajane). To omogoča delovanje I2C, SPI, UART, PWM in drugih perifernih naprav ter izboljša energetska učinkovitost in zmogljivost mikrokontrolerja.

## Lastnosti MVIO

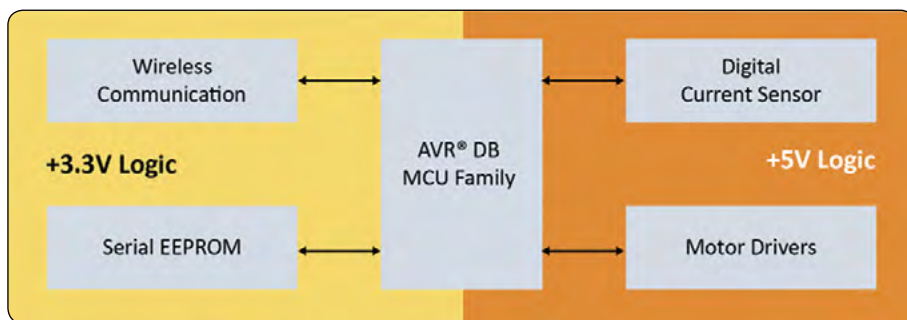
MVIO je pravi sistem za prilagajanje glede na napetostni nivo. MVIO vrata lahko delujejo na višjih ali nižjih napetostih kot preostali del mikrokontrolerja. Trenutno priporočeno območje delovanja MVIO v AVR DB družini je med 1,8 V in 5,5 V. MVIO za delovanje potrebuje namensko napajanje, vendar ne zahteva nekega zaporedja napajanja. Če je primarno napajanje mikrokontrolerja ali napajanje MVIO pod zahtevanimi minimumi, se MVIO priključki postavijo v visokoohmsko stanje.

Obnašanje priključkov ob ponovni vzpostavitvi napajanja je odvisno od tega, kateri vir je izgubil napajanje. Če napajanje izgubi MVIO, se vhodno-izhodni elementi ob vklopu napajanja vrnejo na svoje registrske nastavitve. Če mikrokontroler izgubi napajanje, se bodo priključki ob ponovnem zagonu mikrokontrolerja ponastavili na privzete nastavitve ob vklopu (Power-on-Reset - PoR).

Med delovanjem lahko mikrokontroler nadzoruje delovanje MVIO na tri načine:

- Preverjanje stanja napajanja
- Prekinitev ob spremembi stanja napajanja
- Merjenje z ADC

Register stanja MVIO kaže, ali napajanje za MVIO presega minimalno zahtevano napetost. Ta bit lahko mikrokontroler preverja ali pa se ob spremembi njegovega stanja sproži prekinitev. Poleg



Slika 3: Možen primer uporabe MVIO v industrijski aplikaciji

tega lahko analogno-digitalni pretvornik (ADC) v mikrokontrolerju meri MVIO napajanje prek notranjega napetostnega delilnika, ki deli napetost z 10.

## Enostaven prikaz delovanja MVIO

MVIO lahko vizualno prikažete tako, da modulirate napajalne napetosti, medtem ko opazujete digitalni izhod. Tako se ustvarijo oblike mešanih signalov, ki sledijo napajanju MVIO, medtem ko jih digitalni vhod/izhod krmili. Analogni signali v naslednji demonstraciji so bili ustvarjeni na AVR DB mikrokontrolerju prek vgrajenega digitalno-analognega pretvornika (DAC) in so bili ojačeni z enim od notranjih ojačevalnikov, s čemer se je napajal MVIO priključek.

Operacijski ojačevalnik se lahko uporablja za napajanje MVIO tudi v drugih aplikacijah, vendar ima dve pomembni pomanjkljivosti:

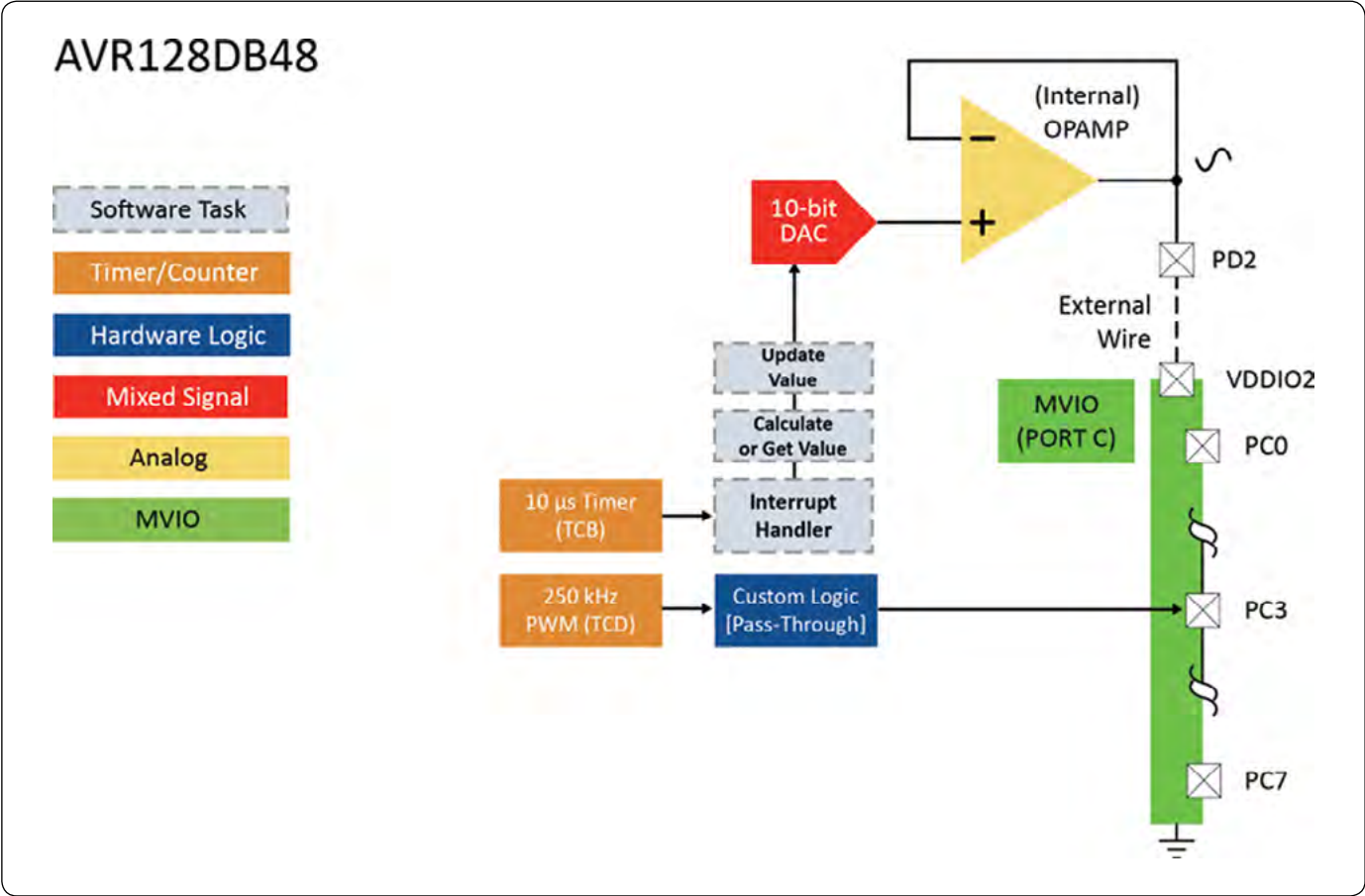
- Največja in najmanjša izhodna napetost ojačevalnika je omejena z napajanjem mikrokontrolerja in jakostjo izhodnega toka.
- Mirujoči tok te konfiguracije je veliko večji kot pri namenskem regulatorju napajanja.

V tej demonstraciji se vrednost v DAC pretvorniku posodobi vsakih 10  $\mu$ s iz timerja B (TCB), ki je namenjen prekinitvam (ISR). ISR bodisi prebere vrednost iz preglednice za iskanje bodisi izračuna vrednost DAC iz vnaprej programirane formule. Natančno obnašanje je odvisno od generirane oblike signala; sinusni signal se sintetizira iz fiksne preglednice, medtem ko druge oblike signalov izračuna mikrokontroler.

Za prikaz digitalne funkcionalnosti je bil na MVIO vratih nastavljen izhod s pulzno širinsko modulacijo (PWM). Timer/števec D (TCD) ustvari PWM signal s frekvenco 250 kHz in 50-odstotnim delovnim ciklom. Ker pa TCD nima izhoda na vratih MVIO, se za prenos signala na vhodno/izhodni MVIO priključek uporabi celica konfiguracijske logike po meri (CCL).

Izhodni potek signala je prikazan na sliki 5. DAC za napajanje MVIO generira fiksni sinusni val 1 kHz enosmerno prednapetostjo, tako da napajanje MVIO ne pade pod minimalno raven delovanja in se ne izklopi.

Izvorna koda in dokumentacija sta na voljo na [2].

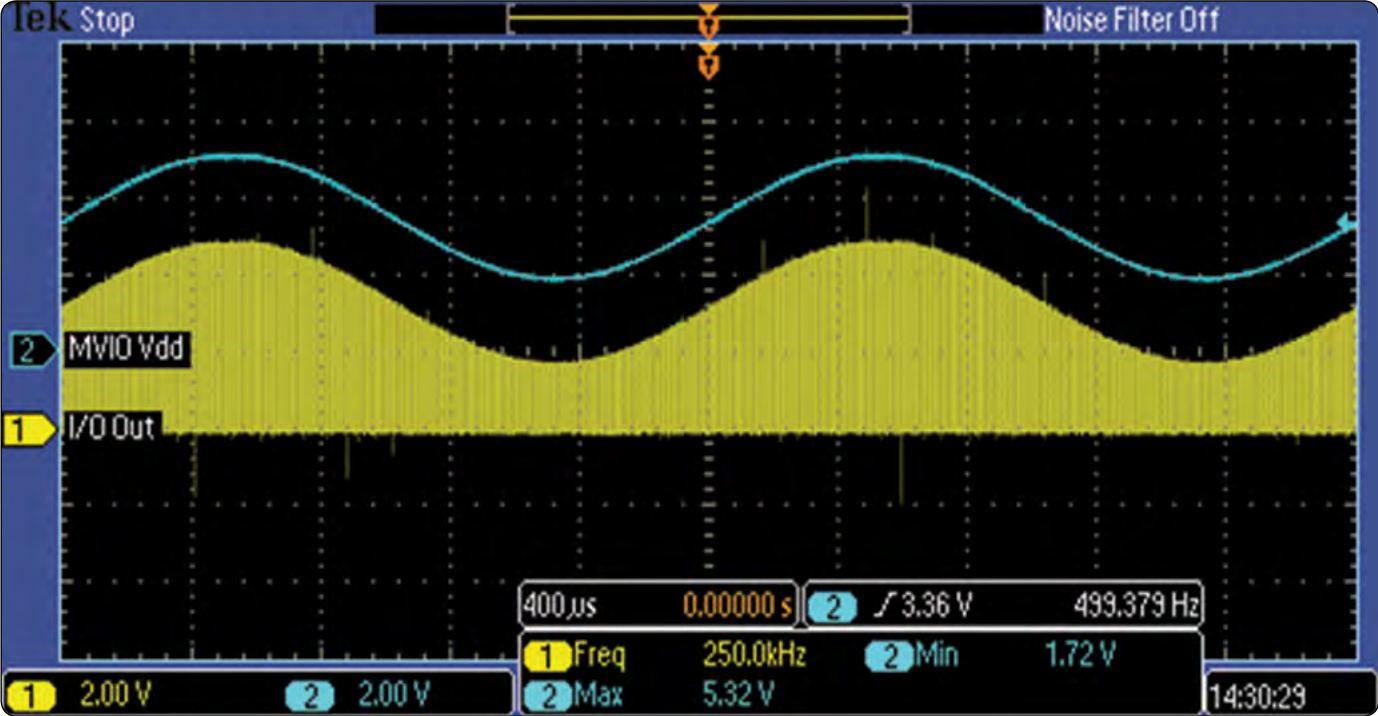


Slika 4: Blok diagram demonstracijskega vezja

### Povezovanje 1,8V z MPIO

Da bi prikazali bolj praktično uporabo MPIO, smo skupaj s podjetjem Melexis, svetovnim dobaviteljem mikroelektronskih

polprevodniških rešitev, razvili demonstracijsko vezje, ki uporablja njihov 3D magnetometer MLX90392 [3] kot senzor za varovanje oken.



Slika 5: Izhodni signal demonstracijskega vezja

Reed stikala so običajen način za ugotavljanje, ali je okno odprto ali zaprto, vendar so stikala občutljiva na prevaro z zunanjim magnetom, ki je nameščen v njihovi bližini. V nasprotju s tem MLX90392 meri magnetno polje v treh dimenzijah, zato je veliko bolj odporen na tovrstne napade. Uporabnik lahko programira tudi prag odprtega/zaprtega okna po meri, ki omogoča, da se okno rahlo odpre, ne da bi se sistem onesposobil.

MLX90392 magnetometer komunicira z mikrokontrolerjem prek I2C pri napetosti 1,8 V. Običajno bi bil za to potreben zunanji prilagodilnik nivoja, ker pa je MVIO na voljo na mikrokontrolerju, prilagodilnik nivoja ni potreben. Poleg tega je bil vgrajen tudi MLX90632 Far InfraRed (FIR) senzor [4] za spremljanje sobne temperature. Ta senzor se napaja iz 3,3 V, vendar ima različico, ki lahko komunicira tudi po 1,8-voltnem I2C vodilu.

Druga napajalna napetost v tem demonstracijskem vezju je 3,3 V. Ta napajalna napetost napaja mikrokontroler in RN4870 Bluetooth modul [5]. Bluetooth komunikacija je bila izvedena zato, da bi demonstracijsko vezje omogočilo interakcijo s pametnimi telefoni brez uporabe specializirane strojne opreme. V produkcijski aplikaciji se lahko za nadzorno vozlišče izbere druge preprostejše in manj zmogljive brezžične komunikacijske metode, kot je Sub-GHz radio [6].

Ta uporaba bo podrobneje obravnavana v naslednjem članku.

Izvorna koda in dokumentacija za to aplikacijo sta navedeni med viri na koncu članka.

Izvorna koda aplikacije in dokumentacija:

- <https://github.com/microchip-pic-avr-examples/avr128db28-smart-security-sensor-mplab>



**Viri:**

- 1: <https://www.microchip.com/en-us/products/microcontrollers-and-microprocessors/8-bit-mcus/avr-mcus/avr-db>
- 2: <https://github.com/microchip-pic-avr-examples/avr128db48-pam-generator-mplab>
- 3: <https://www.melexis.com/en/product/MLX90392>
- 4: <https://www.melexis.com/en/product/MLX90632>
- 5: <https://www.microchip.com/en-us/product/RN4870>
- 6: <https://www.microchip.com/en-us/products/wireless-connectivity/sub-ghz>

*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.*



<https://www.microchip.com>



## Vnesite "pametno" v pametni dom

### Enostavno načrtovanje s PIC16F18076 MCU družino

Ne glede na to, kaj gradite, vam lahko PIC16F18076 MCU družina pomaga ustvariti hitrejšo in funkcionalno bogatejšo tehnologijo pametnega doma. Zdaj lahko preprosto dodajate kapacitivne tipke na dotik, krmilite motorje, integrirate IoT povezljivost in spremljate zdravje sistema z uporabo pametne periferije vgrajene na čipu te družine. Ti cenovno učinkoviti MCU-ji se brezhibno povezujejo z našimi najnovejšimi orodji za konfiguracijo kode, ki temeljijo na grafičnem vmesniku, kar zagotavlja osvežujoče preprosto razvojno izkušnjo.

Še danes začnite graditi svojo naslednjo pametno domačo napravo z uporabo Curiosity Nano strojne opreme za hitro izdelavo prototipov.



[microchip.com/PIC16F180](https://microchip.com/PIC16F180)

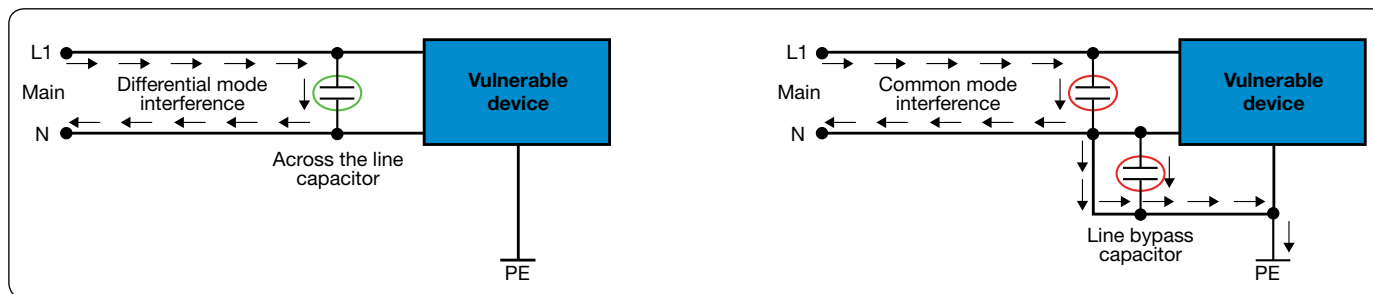


Ime in logotip Microchip ter logotip Microchip sta registrirani blagovni znamki podjetja Microchip Technology Incorporated v ZDA in drugih državah. Vse druge blagovne znamke so v lasti njihovih registriranih lastnikov.  
© 2022 Microchip Technology Inc. Vse pravice pridržane.  
MEC2437A-SLO-08-22

# Keramični varnostni kondenzatorji

Rutronik GmbH  
Avtor: Jürgen Geier

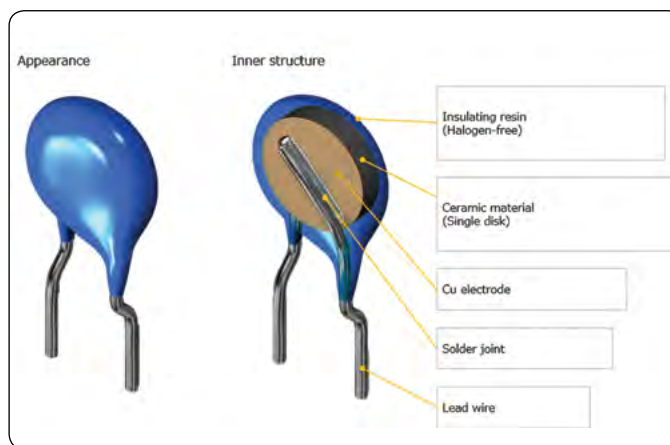
Zanesljiva izbira optimalnega kondenzatorja za dušenje motenj.



Slika 1: Odvisno od tega, ali motnje potujejo v isto ali nasprotno smer, se kondenzatorji za dušenje motenj vežejo med vodnika ali pa med vsak vodnik in ozemljitev. (Vir: Vishay)

Vprašanja pri razvrščanju keramičnih varnostnih kondenzatorjev se začnejo že pri poimenovanju. Za razliko od drugih keramičnih kondenzatorjev se namreč ne razvrščajo v razreda materiala 1 in 2 ter po vrstah keramike, kot sta NP0 ali Y5U. Namesto tega so označeni kot kondenzatorji za dušenje radijskih motenj ali RFI (radiofrekvenčne motnje – angl. Radio Frequency Interference) in se delijo na razreda X ter Y, odvisno od impulzne napetosti in vrste priključitve. Pripravili smo pregled in vodnik, ki vam bosta pomagala najti najprimernejše tipe.

Glavno področje uporabe varnostnih kondenzatorjev je dušenje motenj izmenične napetosti omrežja, zato morajo izpolnjevati varnostne zahteve standarda IEC 60384-14 in so opremljeni z ustreznimi oznakami za preizkuse.



Slika 2: Prerez zgradbe radialnega enoplastnega kondenzatorja (vir: TDK)

## Razlikovanje po vrstah motenj

Načeloma lahko kondenzatorje ločimo po vrsti motenj: diferencialne in sofazne. Diferencialne motnje so tiste, ki po vodnikih (L in N) potujejo v nasprotnih smereh. Tukaj se kondenzatorji za dušenje motenj vežejo med vodnika (prečno, angl. across the line), da se motnje medsebojno izničijo. Take kondenzatorje uvrščamo v razred X.

Pri sofaznih motnjah potujejo impulzi po obeh vodnikih v isto smer. Takrat kondenzatorje vežemo med vsak vodnik in ozemljitev (angl. line bypass), da se motnje odvedejo v ozemljitev. To so kondenzatorji razreda Y.

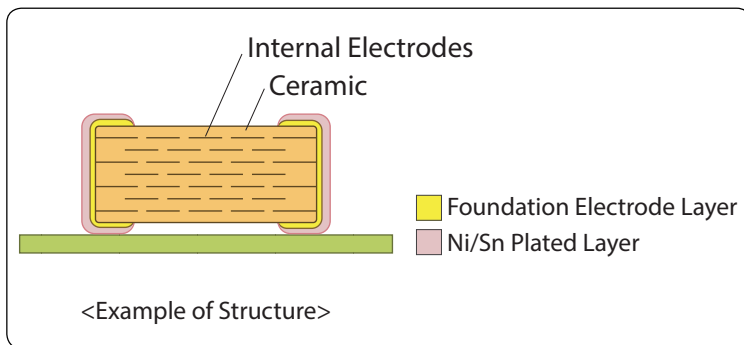
Ti kondenzatorji X oz. Y se nato skladno z zahtevami standarda IEC 60384-14 naprej delijo glede na različne preizkusne/impulzne napetosti v razrede X2 in X1 ter Y2 in Y1. Trenutno so običajne naslednje delitve:

Podrazred	Podatek o nazivni napetosti	Impulzna trdnost	Preizkusne napetosti
X1	275, 400, 440, 760 V~ 4 kV~	2,5/2,6 kV~	1075 V=; 1,5 kV=
X2	250, 275, 400 V~	2,5 kV~	
Y1	250, 300, 400, 500 V~ 8 kV~	4 kV~	2,5/2,6 kV~
Y2	250, 300, 400 V~	4 kV~	

Tabela 1: Pregled klasifikacije varnostnih kondenzatorjev (vir: Rutronik)

Najpogostejši sta kombinaciji X1Y2 in X1Y1, ki izpolnjujeta merila za uporabo v razredih X ter Y. Ti keramični kondenzatorji se zaradi največkrat relativno majhnih potrebnih vrednosti kapacitivnosti v glavnem uporabljajo kot





Slika 3: Prerez kondenzatorja MLCC (vir: Murata)

Y-kondenzatorji z vrednostmi od 10 pF do 4,7 nF, včasih pa tudi 10 nF in do največ 22 nF.

Druge razdelitve oz. obvezni podatki izhajajo iz različnih izvedb kondenzatorjev (žični ali SMD) in ali izpolnjujejo komercialne, industrijske ali avtomobilske zahteve.

## Različne izvedbe za različne zahteve

Najpogostejši in najbolj znani so radialni enoplastni kondenzatorji, torej enojne keramične ploščice, z rastrom 5 ali 7,5 mm za X1Y2 ter X2Y2 ali 10 ali 12,5 mm za različice X1Y1 in X2Y1 (slika 3).

Poleg tega je zdaj na voljo tudi veliko kondenzatorjev v ohišjih SMD, na primer različice X2 in Y2 ali X1Y2 kot MLCC (večplastni keramični kondenzator, angl. MultiLayer Ceramic Capacitor) in različice Y1 ali X1Y1 kot enoplastni kondenzatorji, vtisnjeni v umetno maso s priključnimi okvirji za ohišja SMD. V primerjavi

z žičnimi radialnimi izvedbami imajo te izvedbe prednost predvsem pri prostornini in višini. Če je poudarek na stroških, je treba uporabiti najmanjšo možno izvedbo, za najboljše dušenje motenj pa so priporočljive rešitve SMD.

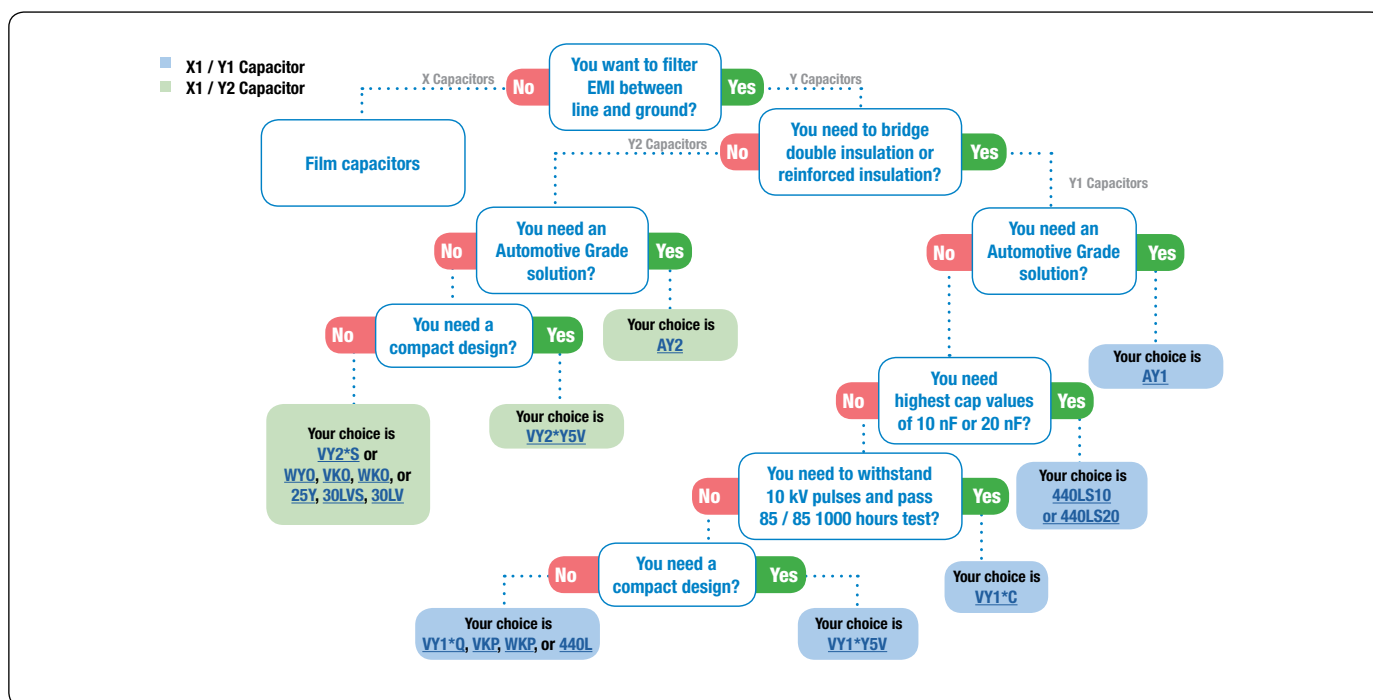
Poleg tega so včasih določeni tudi predpisi za enosmerno napetost ali podnebne razmere, na primer »Y1: 1500 VDC (Annex H)« ali »Humidity robustness IIB« (500 h pri 85 °C in zračni vlažnosti 85 % pri priključeni nazivni napetosti).

## Ne postavite preveč zahtev prezgodaj

Na seznamih komponent pazite, da naštejete samo ustrezen tip kondenzatorja, na primer X1Y2, skupaj s kapacitivnostjo in po potrebi še nazivno ter preizkusno napetostjo. Samo takrat lahko izbirate med različnimi različicami in serijami različnih proizvajalcev. Če na seznamu navedete celotno oznako določenega kondenzatorja, je za vsako razširitev potreben nov prevzem oz. odobritev, na primer s strani VDE.

Tudi če tak pregled olajša izbiro, pogosto ni preprosto izbrati optimalnega tipa kondenzatorja zaradi številnih parametrov, ki jih je treba upoštevati. Pri tem vam pomagajo tudi določeni proizvajalci (slika 4).

Rutronik GmbH, Podružnica v Ljubljani  
Motnica 5, 1236 Trzin, Slovenija  
rutronik\_sl@rutronik.com  
+386 1 561 09-80  
<https://www.rutronik.com>



Slika 4: Drevo odločanja iz podjetja Vishay podpira izbiro optimalnega varnostnega kondenzatorja (vir: Vishay)

# Specifikacije konektorjev za uporabo v medicini – pet pomembnih vidikov

Digi-Key Electronics

Avtor: Rolf Horn

*Načrtovalci medicinskih pripomočkov in sistemov potrebujejo konektorje, ki jim bodo v pomoč pri vse večji zapletenosti oziroma majhnosti oblik in ki bodo hkrati zagotavljali visoko raven zanesljivosti ter zmogljivosti pri različnih modelih uporabe.*

Nekateri konektorji so znotraj sistema nedostopni, zaradi česar je zanesljivost kritična. Druge konektorje redno uporabljajo kirurgi, zdravniki, zdravstveni delavci ali tehniki, zato sta pomembna tudi preprostost uporabe in visoko število ciklov spajanja.

Ovisno od uporabe morajo biti konektorji za medicinske pripomočke in sisteme skladni s standardi, kot so IEC 60601, ISO 80369-1 in ISO 13485, in lahko zahtevajo stroge okoljske preiskuse, ki presegajo običajne industrijske standarde in specifikacije.

Skupaj z uporabnim modelom in specifičnimi standardi morajo načrtovalci upoštevati tehnične kompromise med tehnologijo konektorjev brez vrnitve na nič (NRZ), imenovano tudi 2-nivojska pulzna amplitudna modulacija (PAM2), ter 4-nivojsko pulzno amplitudno modulacijo (PAM4) za doseganje optimalnih stroškov in zmogljivosti za določen primer uporabe.

Načrtovalcem je pri določanju najboljše rešitve na voljo širok nabor tipov konektorjev. Za pomoč pri procesu se ta članek začne s kratkim pregledom petih pomembnih dejavnikov, ki jih je treba upoštevati pri izbiri konektorjev za medicinske pripomočke. Nadaljuje se s predstavitvijo primerov možnosti konektorjev ponudnika Samtec, konča pa s pregledom vidikov uporabe pri integriranju konektorjev v sisteme, ki delujejo pri visokih hitrostih.

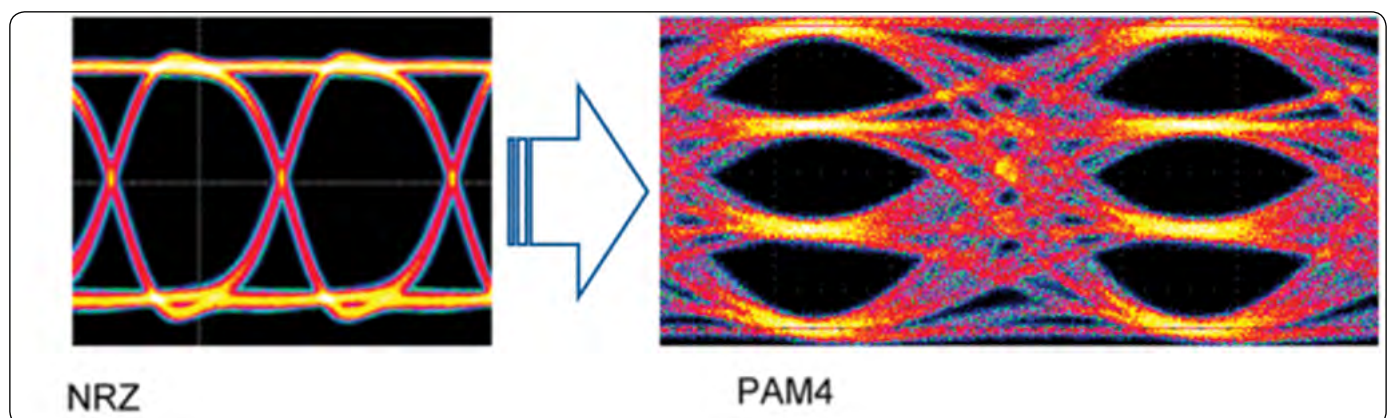
## Primerjava med NRZ in PAM4

NRZ oddaja 1 bit informacij na interval signala. PAM4 je format večnivojske modulacije signala s prepustnostjo 2 bita na interval. Pri NRZ »očesu«  
zgornji del predstavlja »1«, spodnji pa »0«, medtem ko je signal PAM4 sestavljen iz treh usklajenih očes, oblikovanih z uporabo štirih napetostnih nivojev: 00, 01, 10 in 11 (slika 1). Višina oči je pomemben dejavnik. Večja kot je višina očesa signala NRZ, kakovostnejši je signal. Tehnologija NRZ je preprostejša za uvajanje, vključuje nižje odboje oziroma boljše razmerje med signalom in šumom (SNR) ter je v primerjavi s tehnologijo PAM4 cenovno ugodnejša. Tehnologija PAM4 pa je sama po sebi hitrejša in se uporablja pri visokohitrostnih povezavah, kot so večgigabitne komunikacije.

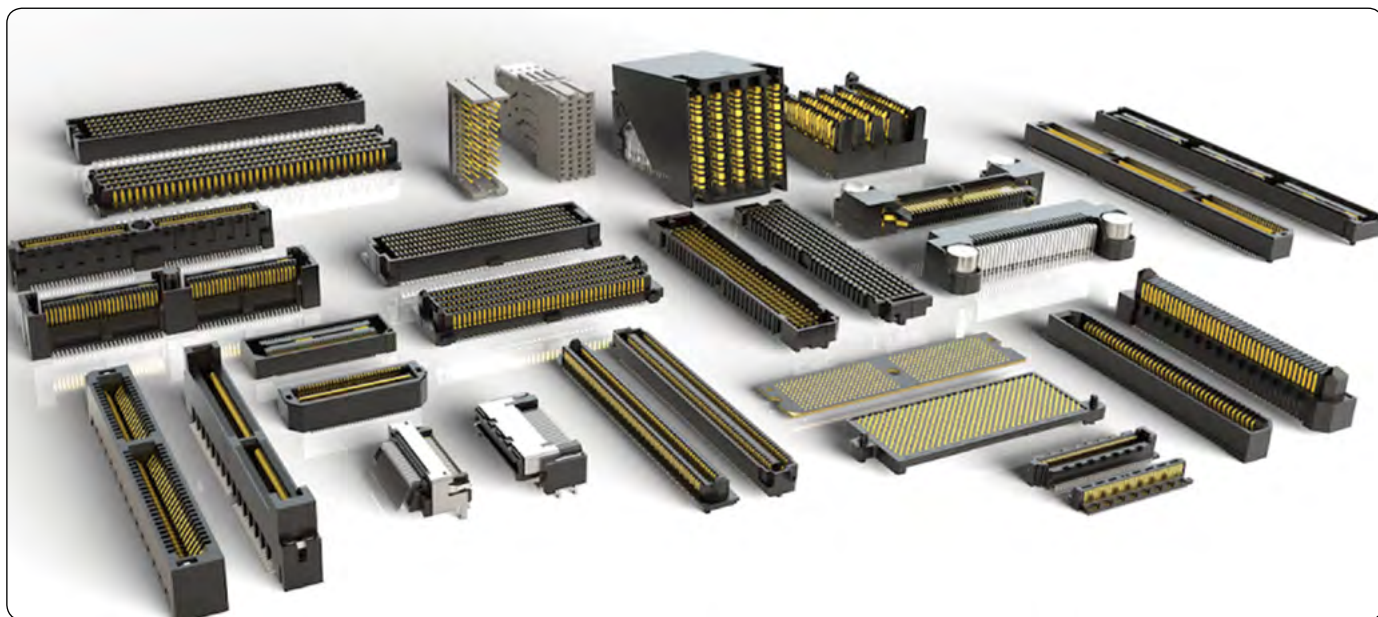
## Mehanski vidiki

Mehanski vidiki pri izbiri konektorjev vključujejo razmik kontaktov, tip spajanja, obliko zaključka in velikost (slika 2). Razmik določa razdaljo med osrednjimi deli kontaktov. Lahko je večštevilski; razmik med kontakti v posamezni vrsti in razmik med vrstami sta lahko enaka ali različna. Konektorji na tiskanih vezjih (PC-ploščah) lahko uporabljajo vodoravno, navpično ali pravokotno spajanje. Naslednji vidik je zadrževalna sila, ki določa stopnjo preprostosti odstranitve konektorja.

Običajne oblike zaključkov zajemajo THT zaključke, SMD zaključke, zaključke za pritrditev s spajkalno pasto in zaključke



*Slika 1: NRZ vključuje eno oko (levo) in prenaša 1 bit informacij na interval signala. PAM4 je format večnivojske modulacije signala s tremi očesi (desno) in vključuje pretočnost 2 bitov na interval. (Vir slike: Samtec)*



**Slika 2: Omejen izbor različnih razpoložljivih razmikov kontaktov, zaključkov in velikosti. (Vir slike: Samtec)**

za pritrditev s pritiskanjem. Vtični kontakti se namestijo skozi luknjo v tiskanem vezju in zagotavljajo trdne povezave med sloji tiskanega vezja. SMD konektorji se pritrjujejo na površino tiskanega vezja in ne zahtevajo vrtanja lukenj. V primerjavi THT konektorji lahko vključujejo manjše razmike. V vse večjem številu aplikacij se namesto THT zaključkov uporabljajo SMD zaključki.

Konektorji za pritrditev s spajkalno pasto se namestijo v luknje, ki niso v celoti zvrtno skozi tiskano vezje. Za uporabo pri površinski pritrditvi ali pritrditvi s spajkalno pasto mora biti material ohišja konektorja zmožen prenesti temperature ponovnega spajkanja, konektorji pa morajo imeti v vodoravni in navpični smeri dovolj prostora, da sprejmejo zahtevano količino spajkalne paste.

Zaključki za pritrditev s pritiskanjem ne vključujejo spajkanja in so cenovno ugodnejši, vendar zahtevajo posebno orodje za namestitve. Pritisnejo se v luknjo na tiskanem vezju, na mesto pa jih pritrdjujejo tlačne sile. Manj običajne oblike zaključkov zajemajo ploske mrežne nize, kroglične mrežne nize, ovijanje žice, stiskanje in vijačne zaključke.

## Preprostost uporabe

Kontaktna upornost, cikli spajanja in sila spajanja/ločevanja prispevajo k preprostosti uporabe konektorjev v aplikacijah, pri katerih je treba konektorje redno spajati in ločevati. Nižja kot je stopnja kontaktne upornosti, manj energije se izgubi prek konektorja. Majhna sila spajanja/ločevanja lahko prispeva k preprostosti uporabe, če je stopnja kontaktne upornosti dovolj nizka, da izpolnjuje električne zahteve. Specifikacije ciklov spajanja/ločevanja konektorjev so omejene in obsegajo od več deset ciklov do več tisoč ciklov. Življenjska doba konektorja mora biti usklajena z zahtevami aplikacije.

Ko se kontakti konektorja spojijo, se kontakt premakne in kovina se upogne. Upogibanje je pomembno in določa silo,

potrebno za spojitev in ločitev konektorja, ter kontaktno upornost. Poleg tega upogibanje povzroča obremenitve v kontaktih, zaradi česar se sila spajanja/ločevanja sčasoma zmanjša, stopnja kontaktne upornosti pa poveča. Življenjska doba cikla se podaljša, kadar medeninasto osnovno kovino, ki se običajno uporablja v kontaktih konektorjev, nadomesti dražja kovina iz fosforjevega bron. Fosforjev bron je prožnejši od medenine in manj dovzeten za obremenitve, ki omejujejo življenjsko dobo bronastih kontaktov.

## IEC 60601, ISO 80369-1 in ISO 13485

Za različne medicinske sisteme in pripomočke se uporabljajo številni industrijski standardi, specifični za posamezne aplikacije. Trije splošnejši standardi, ki jih je treba upoštevati pri vseh zasnovah, so:

- *ISO 80369-1: Ta standard se osredotoča na metodologijo načrtovanja za zmanjšanje tveganja napačnih povezav med medicinskimi pripomočki ali dodatki za različne aplikacije.*
- *IEC 60601: Ta standard se osredotoča na splošne zahteve za osnovno varnost in bistvene lastnosti, vključno z elektromagnetnimi motnjami (EMI) in elektromagnetno združljivostjo (EMC).*
- *ISO 13485: Ta standard se osredotoča na sisteme vodenja kakovosti, potrebne za sledenje komponent in procesov, ki se uporabljajo v proizvodnem procesu. Navezuje se na standard ISO-9001.*

## Preskušanje, ki presega industrijske standarde

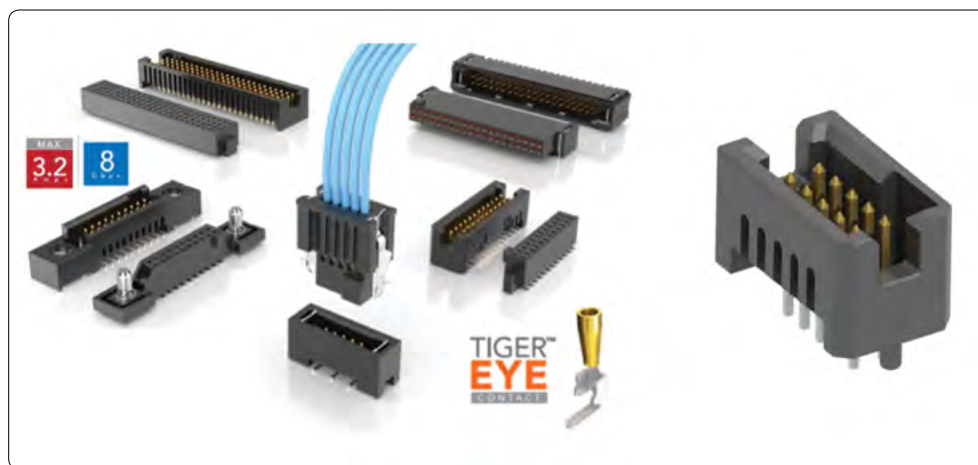
Preskušanje v zahtevnem okolju (SET) je nabor preskusov, ki jih je razvil ponudnik Samtec in ki presegajo običajne industrijske

standarde oziroma specifikacije ter vključujejo naslednje:

- 250 ciklov spajanja s 100-odstotno vlažnostjo
- Močni udarci in tresljaji na podlagi nizke stopnje kontaktne upornosti (LLCR) ter zaznavanje dogodkov
- Preskušanje LLCR z uporabo vrha 40-kratne standardne gravitacijske sile ( $g$ ), 11 milisekund ( $ms$ ), plosinska krivulja in 12 g RMS, 5–2000 hercev ( $Hz$ ), 1 ura/os
- Zaznavanje dogodkov v skladu s standardi EIA-364-87, EIA-364-27 in EIA-364-28 na podlagi enakega preskusnega postopka kot pri preskušanju LLCR
- 500 temperaturnih ciklov
- Temperaturno preskušanje neoperativnega razreda, pri katerem se za konektor izvedejo preskus LLCR, 100 ciklov pri izpostavljenosti temperaturam od  $-55$  do  $105$  °C, nato znova preskus LLCR, 100 ciklov pri izpostavljenosti temperaturam od  $-65$  do  $125$  °C in nato znova preskus LLCR. Konektor uspešno opravi preskušanje, če pri preskusu LLCR ohranja spremembo  $\leq 5$  miliohmov ( $m\Omega$ )
- Napetost dielektrične trdnosti na nadmorski višini 70.000 čevljev
- Preskušanje elektrostatične razelektritve (ESD) se pri konektorjih običajno ne izvaja, vendar je vključeno v preskušanje v zahtevnem okolju

## Konektorji, ki prenesajo 10.000 ciklov spajanja

Načrtovalci, ki potrebujejo do 10.000 ciklov spajanja nekega konektorja, lahko uporabijo nabor izdelkov TFM in SFM ponudnika Samtec, ki so del sistema konektorjev za medsebojno povezavo Tiger Eye. Ti konektorji so zasnovani za mikro, robustne, izjemno zanesljive aplikacije z velikim številom ciklov in so na voljo s tremi razmiki; 0,80, 1,27 in 2,00 milimetra ( $mm$ ). Ti konektorji imajo toplotno obdelane večprstne kontakte iz berilijevega bakra ( $BeCu$ ), ki so optimizirani za aplikacije z velikim številom ciklov, in so zasnovani za uporabo v zahtevnih okoljih (slika 3). Model TFM-105-01-S-D-A je na primer 10-položajna glava s kontakti z razmikom 1,27 mm.

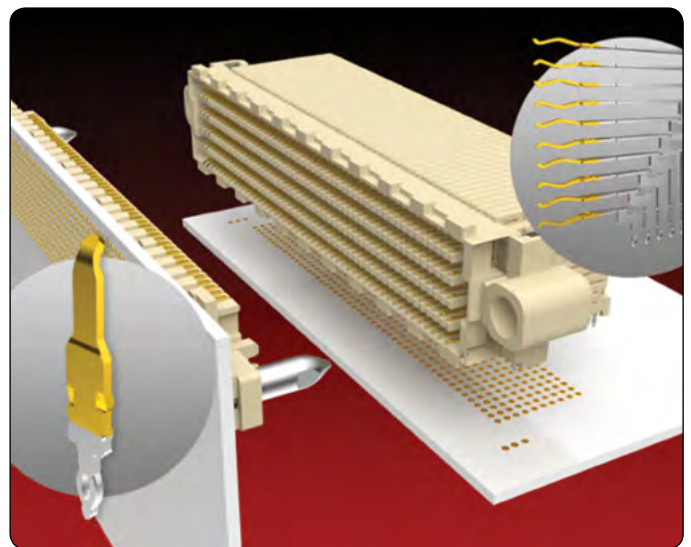


**Slika 3:** Konektorji za medsebojno povezavo Tiger Eye (levo) so na voljo v različnih formatih in velikostih ter zagotavljajo vzdržljiv kontaktni sistem s predvidenimi več kot 10.000 cikli spajanja. TFM-105-01-S-D-A (desno) je 10-položajna glava s kontakti z razmikom 1,27 mm. (Vir slike: Samtec)

Gladka površina za spajanje kontakta ne povzroča obremenitev na prevleko, kar zagotavlja nižjo stopnjo kontaktne upornosti, daljšo življenjsko dobo prevleke in daljšo življenjsko dobo cikla. Spajka zlahka prodre v mikro režo na zadnjem delu, kar zagotavlja večjo trdnost spajalnega spoja. Ti konektorji so polarizirani, da zagotovijo pravilno spajanje, izbirni torni zatiči pa povečajo varnost povezave.

## Konektorji z visoko gostoto za visoke hitrosti

Za aplikacije, ki zahtevajo visoko hitrost in visoko gostoto, se lahko uporabijo nizi pritisknih polj z odprtimi priključki SEARAY 1,27 mm ponudnika Samtec. Ti konektorji imajo do 500 kontaktov, optimiziranih za zagotavljanje celovitosti signala, in

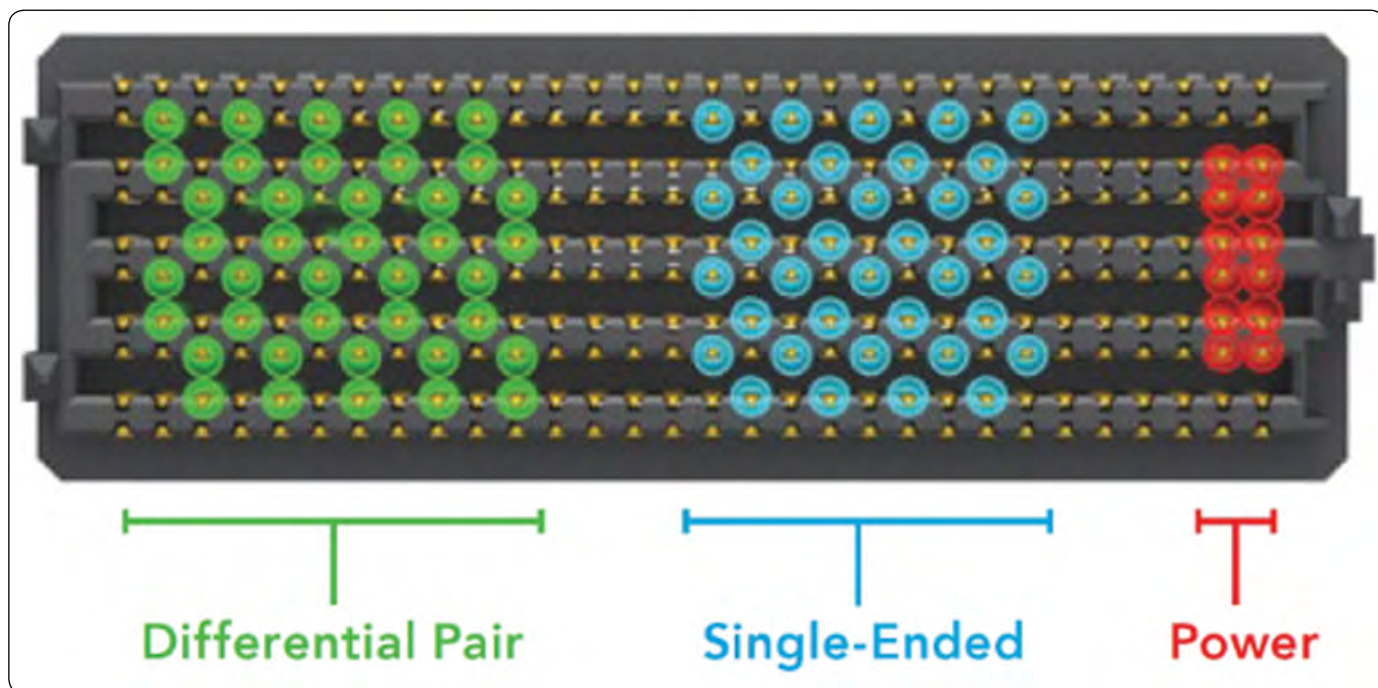


**Slika 4:** Nizi pritisknih polj z odprtimi priključki SEARAY 1,27 mm in visoko gostoto so na voljo v navpični ter pravokotni izvedbi (na sliki zgoraj). (Vir slike: Samtec)

so na voljo z možnostjo navpične ali pravokotne pritrditve (slika 4). Ta sistem vključuje do 10 vrst in 50 kontaktov na vrsto, kar omogoča prilagodljivost ozemljitve in usmerjanja, izbiro višine sklada 7 mm, 8 mm, 8,5 mm ali 9,5 mm ter zmožnost obdelave signalov do 28 gigabitov na sekundo ( $Gb/s$ ). Izdelek s številko dela SEAFP-40-05.0-S-06 je na primer zasnovan za navpično pritrditev z 240 kontakti in vtičnimi zaključki.

## Konektorji za PAM4 ali NRZ

Za aplikacije, ki zahtevajo večjo gostoto kontaktov in hitrost več



**Slika 5:** Nizi polj z odprtimi priključki in visoko gostoto SEARAY zagotavljajo kar največjo prilagodljivost ozemljitve in usmerjanja, vključno z diferencialnimi pari signalov, asimetričnim prenosom signala in napajanjem. (Slika: Samtec)

kot 28 Gb/s, se lahko uporabi nabor izdelkov SEARAY 56 Gb/s. Njihov razmik 0,8 mm zagotavlja dvakrat večjo gostoto kontaktov kot pri konektorjih z razmikom 1,27 mm, na voljo so z višino sklada 7 mm in 10 mm ter podpirajo komunikacije PAM4 ali NRZ. Konfiguracije so na voljo z do 12 vrstami po 60 kontaktov (skupaj 720 kontaktov). Ti nizi polj z odprtimi priključki zagotavljajo kar največjo prilagodljivost ozemljitve in usmerjanja, vključno s pari diferencialnih signalov, asimetričnim prenosom signala in napajanjem (slika 5). Izdelek s številko dela SEAF8-20-05.0-S-04-2-K vključuje 80 pozlačenih kontaktov in zaključke za površinsko pritrditvev. Ti konektorji so preskušeni v zahtevnem okolju.

## Vidiki uporabe konektorjev za visoke hitrosti

Pri uporabi konektorjev za visoke hitrosti v medicinskih aplikacijah morajo načrtovalci upoštevati številne dejavnike v zvezi s celovitostjo signala in elektromagnetnimi motnjami, zato nekateri od teh vidikov vključujejo naslednje:

- *Krajša razdalja pomeni boljši signal. Krajši konektorji zagotavljajo kakovostnejši signal. Krajši kot je konektor, krajši je čas, ki je na voljo za pojav odbojev in presluha.*
- *Pomembno je razmerje med signalom in ozemljitvijo. V večini primerov je razmerje 1 : 1 optimalno, vendar je za konektorje z velikim številom priključkov morda potrebno razmerje, manjše od 1 : 1, da se zagotovi zanesljivo visokohitrostno delovanje z asimetričnim prenosom.*
- *Zaščita z ozemljitvijo kontaktnih parov je priporočljiva za diferencialne konektorje, ki prenašajo signale 2,5 Gb/s ali hitrejšje.*
- *Neporavnanost lahko pri tiskanih vezjih z več konektorji*

*pomeni resno težavo. Natančno upoštevajte proizvajalčeve priporočene specifikacije za povezave zaključkov in ohranjajte tolerance premera lukenj za poravnavo  $\pm 0,002$  palca (0,05 mm).*

- *Težave z elektromagnetnimi motnjami niso omejene zgolj na tiskana vezja. Konektorji med vezji so lahko pomemben dejavnik v zvezi z elektromagnetnimi motnjami in jih je treba že od začetka obravnavati kot del celotne zasnove.*

## Zaključek

Izbira konektorjev za medicinske sisteme je pomembna in zapletena dejavnost. Konektorje je treba optimizirati, da izpolnjujejo zahteve glede mehanske vzdržljivosti, zanesljivosti in preprostosti uporabe, poleg tega pa morajo izpolnjevati električne specifikacije in podpirati komunikacijske protokole, kot sta NRZ in PAM4.

Upoštevanje ustreznih industrijskih standardov je pomembno, pogostokrat pa se zahteva preskušanje, ki presega industrijske norme (na primer z napravami Samtec, omenjenimi v tem članku), da se zagotovi visoka raven zmožljivosti, pričakovana v zvezi s konektorji v medicinskih pripomočkih in sistemih.

### Priporočeno branje:

- *Secure-by-Design Medical IoT and Wearable Devices*
- *Kako izbrati in uporabljati ustrezne komponente za zaščito medicinskih pripomočkov, uporabnikov in pacientov*
- *Kako pravilno uvesti uporabo zvočnih alarmov v zdravstveni nadzor*

<https://www.digikey.com>



# Državno robotsko tekmovanje ROBObum 2022

UM FERI

*Avtorji: doc. dr. Alenka Hren, izr. prof. dr. Aleš Hace, doc. dr. Darko Hercog*

*V torek, 17. maja 2022, je potekala na Univerzi Maribor (UM), Fakulteti za elektrotehniko, računalništvo in informatiko (FERI) tradicionalna celodnevna prireditev »Mariborski robotski izziv«, v okviru katere je bilo v kategoriji ROBOCupJunior (RCJ) izvedeno državno robotsko tekmovanje za osnovnošolce (OŠ) in srednješolce (SŠ).*



Namen organizacije prireditve in državnega tekmovanja je popularizacija robotike, mehatronike, avtomatike in na splošno tehnike ter spodbujanje inovativnosti in tekmovalnosti med mladimi vseh starosti. Največ tekmovalcev je na letošnji prireditvi sodelovalo v disciplini RCJ Reševanje Črta (17 ekip iz OŠ in 20 ekip iz SŠ). V disciplini RCJ Reševanje Labirint in RCJ Reševanje Simulacija sta sodelovali po 2 ekipi iz SŠ. Med najbolj atraktivnimi je tradicionalno disciplina RCJ Nogomet, kjer so tokrat sodelovale 4 ekipe. Skupno se je vseh tekmovalcev udeležilo 45 ekip, ki jih je sestavljalo 135 osnovnošolcev in srednješolcev, ki so se na tekmovanje pripravljali pod mentorstvom 30 učiteljev oz. profesorjev. Na regijskih predtekmovanjih je sodelovalo še več otrok, saj so si nastop na državnem tekmovanju izborile le najboljše med njimi. Najboljšim tekmovalcem na državnem tekmovanju RCJ smo podelili zlata in srebrna priznanja, nagrade podpornikov tekmovanja pa so prejele prve tri ekipe v posamezni disciplini. Najboljše ekipe iz letošnjega državnega tekmovanja se bodo lahko udeležile svetovnega robotskega tekmovanja RCJ v letu 2023, na letošnjem svetovnem prvenstvu RCJ 2022, ki bo izvedeno julija v Bangkoku na Tajskem, pa bodo sodelovale ekipe, ki so si pravico do udeležbe priborile na prejšnjem državnem tekmovanju.

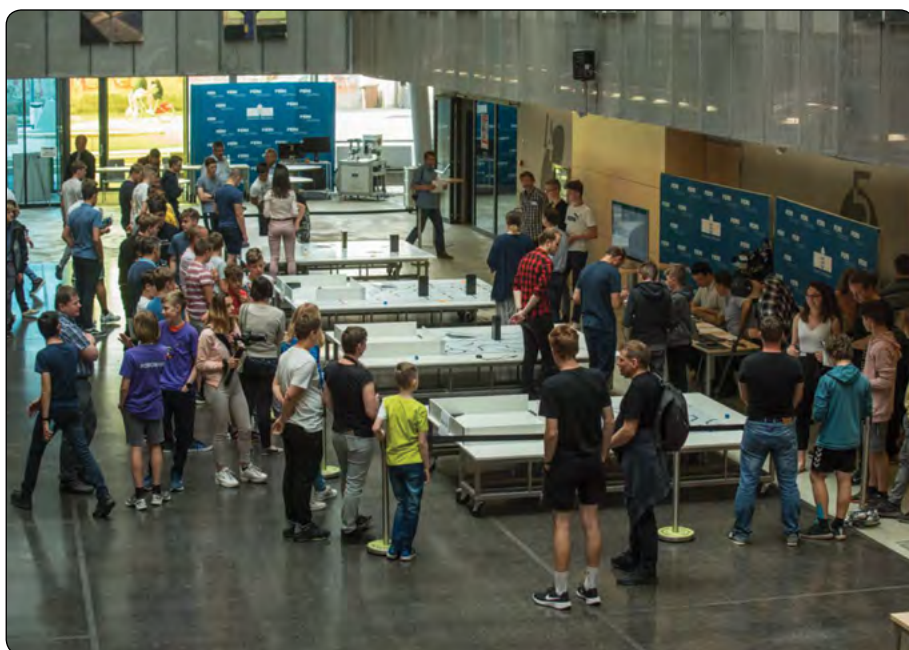
V preteklih več kot dvajsetih letih se je na robotskih tekmovanjih širom po Sloveniji in na vseh 21. državnih tekmovanjih, organiziranih v Mariboru na UM FERI, zvrstilo več tisoč osnovnošolcev, okrog 2000 srednješolcev in okrog 100 študentov. Tekmovalci SŠ prihajajo večinoma iz srednjih strokovnih šol s programi Mehatronika, Elektrotehnika, Računalništvo in vse več tudi iz tehniških in splošnih gimnazij. Pri organizaciji in izvedbi tekmovalnih disciplin sodeluje več kot 30 sodelavcev Inštituta za robotiko, drugih sodelavcev in študentov UM-FERI.

Otvoritev robotskega tekmovanja je potekala v avli stavbe G2, kjer so v nadaljevanju potekala tekmovanja RCJ Reševanje Črta in RCJ Reševanje Simulacija. Ob svečani otvoritvi je v imenu vodstva UM-FERI in organizacijskega odbora tekmovanja pozdravil zbrane goste, tekmovalce in njihove mentorje predstojnik

Inštituta za robotiko izr. prof. dr. Aleš Hace, ki je ob koncu nagovora tekmovanje tudi otvoril.

## Državno tekmovanje RCJ Slovenija 2022

Državno tekmovanje RCJ Slovenija je sestavni del svetovnega robotskega tekmovanja za osnovnošolce in srednješolce, ki je nazadnje v živo potekalo na začetku julija leta 2019 v Sydneyu v Avstraliji (<https://2019.robocup.org/>). Po prekinitvi v letu 2020 zaradi ukrepov, povezanih s covid epidemijo, so v lanskem letu organizatorji iz Francije poskrbeli za izvedbo tekmovanja na daljavo (<https://2021.robocup.org/>), letošnje svetovno prvenstvo bo ponovno potekalo v živo meseca julija na Tajskem. V preteklih letih so na svetovnih tekmovanjih več kot uspešno sodelovale tudi slovenske dijaške ekipe. Od leta 2018, ko je bilo prvo tekmovanje organizirano v Italiji, pa lahko slovenske ekipe kandidirajo tudi za nastop na evropskem RCJ tekmovanju. Po tekmovanju v Nemčiji 2019 in dvoletni prekinitvi je bilo letošnje evropsko prvenstvo v začetku junija organizirano na Portugalskem (<https://2022.robocupjunior.eu/>). Na evropskih tekmovanjih z veliko uspeha nastopajo predvsem osnovnošolske tekmovalne ekipe.



*Slika 1: Pogled na tekmovalno prizorišče ROBObum 2022*

Državno tekmovanje RCJ Slovenija 2022 je tradicionalno izvedeno dvonivojsko, zato so na državnem tekmovanju 17. maja 2022 sodelovale le najboljše ekipe z regijskih predtekmovanj. Vsi roboti na tekmovanju RCJ, ne glede na disciplino tekmovanja, morajo voziti avtonomno. Zato so pomembni osnovni gradniki vsakega robota, pa naj bo samograden ali zgrajen iz sestavljanke, motorji, senzorji (za zaznavanje črte, stene, žoge) in mikrokrmilnik s programom.

Svetovno tekmovanje RCJ obsega tri glavne discipline: (1) Reševanje (Rescue), (2) Nastop (Onstage) in (3) Nogomet (Soccer). Na letošnjem državnem tekmovanju so bila ob disciplini Nogomet izvedena še tri tekmovanja s področja Reševanja in sicer: (1) RCJ Reševanje Črta (RCJ Rescue Line), (2) Reševanje Labirint (RCJ Rescue Maze) in (3) RCJ Reševanje Simulacija (RCJ Rescue Simulation). Skupno vsem trem je, da tekmovalna arena predstavlja prizorišče naravne nesreče, na primer porušeno zgradbo po potresu. Naloga robota je reševanje ponesrečencev: na območju nesreče mora robot poiskati ponesrečencev in jih nato prenesti v varno območje.

Pri RCJ Reševanju Črta je pot, po kateri mora peljati robot po areni (slika 2), označena s črno črto na beli podlagi. Med vožnjo



*Slika 2: Tekmovalne arene za tekmovanje RCJ Reševanje Črta ločeno za OŠ in SŠ – pogled od zgoraj*

po areni mora robot uspešno prevoziti križišča, premagati občasne prekinitve črte, ovire, ki jih mora prevoziti ali zaobiti ter poiskati in prepeljati ponesrečence (srebrne in črne kroglice) v evakuacijsko točko (črn trikotnik). Nevarnosti, ki jih med vožnjo uspešno premaga robot, se točkujejo. Tekmovanje poteka v dveh tekih. Na sliki 2 sta v spodnjem delu prikazani tekmovalni areni za 1. in 2. tek za SŠ ekipe, zgornji dve areni sta bili namenjeni OŠ ekipam. Zmaga ekipa, katere robot zbere med vožnjo, ki je časovno omejena, največje število točk v enem izmed obeh tekov. Če ekipe dosežejo enako število točk, se razvrstijo glede na čas, ki so ga potrebovale za vožnjo. Osnovnošolci in srednješolci v Sloveniji v skladu z državnimi pravili še tekmujejo ločeno, trend na svetovnem nivoju pa gre v smeri brisanje tovrstnih razmejitev.

Vsa leta je daleč najmnogičnejše državno tekmovanje RCJ Reševanje Črta. V kategoriji za učence OŠ se je tokrat pomerilo 17 osnovnošolskih ekip s 45 tekmovalci, ki so se na državno tekmovanje uvrstile kot najboljše ekipe iz regijskih predtekmovanj. Tudi slovenske srednješolske ekipe (20 ekip s približno 70 tekmovalci) so se na državno tekmovanje RCJ Reševanje Črta za SŠ uvrstile na osnovi uvrstitve na regijskih predtekmovanjih.

Tekmovalne ekipe za RCJ Reševanje Črta lahko svoje robote pred in med tekmovalnima vožnjama testirajo na preiskusnih arenah. Na sliki 3 je na levi strani prikazana preiskusna arena



*Slika 3: Preiskusne arene za tekmovanje RCJ Reševanje Črta ločeno za OŠ in SŠ*

za OŠ ekipe, na desni pa za SŠ ekipe. Tekmovalke na sliki dokazujejo, da gradnja robotov in njihovo programiranje ni zanimivo samo fantom, ampak tudi mnogim dekletom.

Na slovenskem državnem tekmovanju RCJ Reševanje Črta za OŠ je bila najuspešnejša ekipa »Ocvirki« iz OŠ Antona Šibelja – Stjenka Komen, ki sta ji sledili ekipa »NHR PLAVKO« iz OŠ narodnega heroja Rajka Hrastnik ter ekipa »OŠKP« iz OŠ Koper. Za odlične dosežke smo podelili zlati in srebrna priznanja.

Med srednješolskimi ekipami so se na slovenskem državnem tekmovanju RCJ Reševanje Črta za SŠ najbolje odrezale ekipe »Majstri« iz ŠC Nova Gorica s pridruženim članom iz OŠ Antona Šibelja – Stjenka Komen, ekipa »Mehatroniki 2« iz ŠC Celje, SŠ SMM ter ekipa »GIMKP« iz Gimnazije Koper, ki so osvojile prvo, drugo in tretje mesto. Za odlične dosežke smo tudi v tej konkurenci najboljšim tekmovalcem podelili zlati in srebrna priznanja.

Na tekmovanju RCJ Reševanje Labirint (slika 4) je prvo mesto na državnem prvenstvu brez konkurence zasedla ekipa »SERŠ TEAM« iz SERŠ Maribor.

Letos je bilo petič izvedeno tudi tekmovanje v disciplini RCJ Reševanje Simulacija, kjer sta se pomerili ekipe »SERŠ LER« in »SERŠ TEAM« iz mariborske srednje šole SERŠ, v medsebojnem obračunu je bila boljša slednja. V tej disciplini skušajo tekmovalci najprej s pomočjo računalniške simulacije najti najustreznejšo strategijo reševanja in jo potem tudi izvesti v virtualni tekmovalni areni.

Pri tekmovanju RCJ Nogomet tekmujejo ekipe v gradnji avtonomnih robotov, ki igrajo nogomet (slika 5). Robotsko nogometno ekipo po trenutno veljavnih pravilih sestavljata dva robota. Eden od robotov v ekipi je vratar, drugi pa napadalec. Na nogometni tekmi zmaga robotska ekipa, ki da nasprotni ekipi več golov, kot jih je prejela. Ekipe igrajo medsebojne tekme na izpadanje.

Glede na zmogljivost in velikost robotov ter tip uporabljene žoge se ta tekmovalna disciplina deli v dve kategoriji: (1) »Lahka« in (2) »Open«. V kategoriji »Lahka«, ki poteka z uporabo pasivne žoge, so letos tekmoval 3 ekipe, v kategoriji »Open«, v kateri se tekmuje s aktivno žogo pa je sodelovala le ekipa »Mojo Jojo« iz ŠC Ptuj, Elektro in računalniška šola. Slednja ekipa je svojo tekmovalno pripravljenost le demonstrirala.



*Slika 4: Tekmovalna arena RCJ Reševanje Labirint*

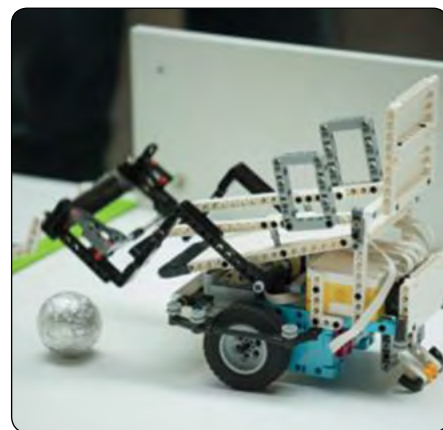
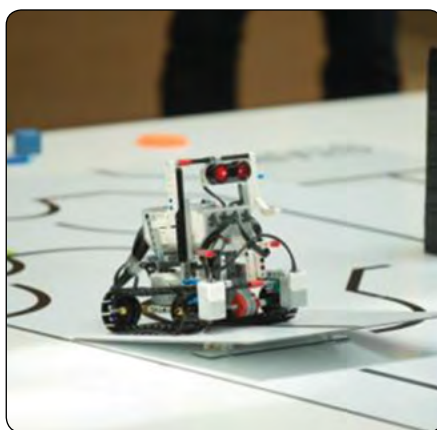
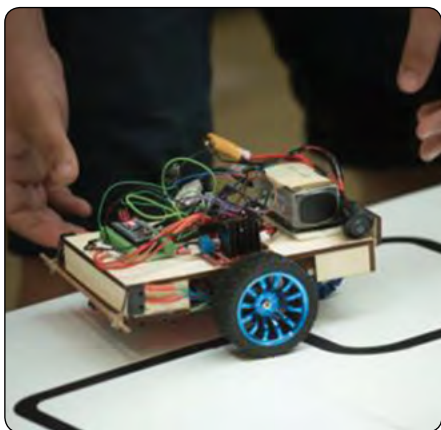
Na državnem tekmovanju RCJ Nogomet je v kategoriji »Lahka« zmagala ekipa »TSC FootBot«, drugouvrščena je bila ekipa »TSC LegoFoot« obe iz TŠC Maribor, Srednja strojna šola, tretje mesto je zasedla ekipa »E-Bot« iz ŠC Ptuj, Elektro in računalniška šola.

Za odlične dosežke na robotskem državnem tekmovanju ROBObum 2022 smo podelili priznanja za zmagovalna prva tri mesta, ter zlata in srebrna priznanja. Podelili pa smo tudi praktične in denarne nagrade, ki so jih prispevali podporniki robotskega tekmovanja: podjetje Legama d.o.o., kot zastopnik LEGO v Sloveniji, podjetje mCost d.o.o., kot zastopnik Universal Robots v Sloveniji, podjetje MIEL d.o.o, kot zastopnik industrijske opreme Omron, Emsiso d.o.o., HTE d.o.o., MKC Maribor



*Slika 5: Zelo atraktivna disciplina je robotski nogomet*





**Slika 6** Roboti z letošnjega **ROBObum** tekmovanja

in Svet elektronike. Nagrade podpornika Sveta elektronike so bile podeljene trem prvouvrščenim ekipam v disciplini RCJ Reševanje Črta SŠ:

- 1. mesto: Ekipi Majstri, mešana ekipa iz ŠC Nova Gorica in OŠ Antona Šibelja - Stjenka, Komen, mentorica Lucija Filipčič Križaj
- 2. mesto: Ekipi Mehatroniki 2, ŠC Celje, SŠ SMM, mentor Matej Veber
- 3. mesto: Ekipi GIMKP, Gimnazija Koper, mentor Robert Stegel

## Robotska tekmovanja

Robotska tekmovanja omogočajo primerjavo tekmovalcev/ekip znotraj države na državnih tekmovanjih, primerjavo tekmovalcev/ekip na mednarodnem nivoju na mednarodnih tekmovanjih. Ti cilji pa seveda niso edini, ki jih zasledujejo robotska tekmovanja. Na področju robotskih tekmovanj je olimpijsko vodilo tekmovanj razširjeno z željo po novih znanjih in se glasi: »Pomembno je sodelovati, se naučiti čim več novega in ne zmagati.« To pomeni, da je cilj robotskih tekmovanj spodbujanje izvirne gradnje robota in aktivno učenje ob tem, ko se trudimo zgraditi nov, boljši robot po svoji izvirni zamisli. Sam dogodek – tekmovanje – naj bi bil v prvi vrsti priložnost za srečanje, primerjanje in izmenjavo izkušenj, pridobljenih pri gradnji robota. Želja po gradnji čim boljšega in izvirnega robota daje sodelujočim vzpodbudo za aktivno osvajanje novih znanj in vseživljenjsko učenje. Sama narava robotskega tekmovanja postavlja okvire za projektno delo. Gradnja robota je projekt, ki se mora zaključiti na datum tekmovanja, kajti le-ta določa rok zaključka projekta. Slika 6 prikazuje tri izmed mnogih izvirnih robotov, ki so uspešno tekmovali na letošnjem državnem tekmovanju.

Mnoga svetovna robotska tekmovanja spodbujajo sodelovanje in skupinsko delo s tem, da lahko na tekmovanjih sodelujejo izključno ekipe, sestavljene iz več tekmovalcev. Opisane značilnosti robotskih tekmovanj so v skladu s pričakovanji družbe znanja, zato predstavljajo robotska tekmovanja odlično pripravo vsakega udeleženca tekmovanja na uspešno uveljavljanje v družbi znanja.

Robotska tekmovanja pogosto dopolnjujejo delavnice za tekmovalce in njihove mentorje, ki omogočajo hitro

prenašanje novih znanj na vse sodelujoče na robotskem tekmovanju.

Razen doslej naštetega pa robotska tekmovanja s srečanjem ekip in izmenjavo pridobljenih izkušenj med njimi omogočajo tudi sledenje odprtim raziskovalnim problemom področja tekmovanja in spremljanje trenutnega stanja razvoja področja tekmovanja.

Nenazadnje, robotska tekmovanja prav gotovo spodbujajo mnoge učence osnovnih šol, da se odločajo za nadaljevanje šolanja v eni od tehniških strok. Podobno velja za maturante splošnih gimnazij, da se večja delež tistih, ki nadaljujejo študij na eni od tehniških fakultet na programih mehatronika, elektrotehnika in strojništvo.

Za uspešno izvedbo robotskih tekmovanj gre posebna zahvala za vsestransko podporo pri organizaciji tekmovanj predstojniku Inštituta za robotiko izr. prof. dr. Alešu Hacetu in vodstvu UM-FERI, ki omogoča koriščenje avle v stavbi G2 skupaj s sosednjimi učilnicami ter uporabo ozvočenja in video projekcije. Zahvala velja avtorju fotografij Domnu Ulblu, kakor tudi vsem sodelavcem Inštituta za robotiko, Inštituta za avtomatiko, ostalim sodelavcem FERI in mnogim študentom. Prav tako velja zahvala vsem sodelavcem in mentorjem po srednješolskih tehniških centrih, ki izvajajo regijska predtekmovanja, kakor tudi vsem sponzorjem in donatorjem tekmovanja.

Tako kot vsa leta do sedaj, so se tudi letos vse ekipe udeležile tekmovanja brez plačila kotizacije.

### Vodje posameznih tekmovalnih disciplin:

- RoboCupJunior Reševanje Črta – Darko Hercog
- RoboCupJunior Reševanje Labirint in Simulacija – Suzana Uran
- RoboCupJunior Nogomet – Franc Mihalič

Vsi rezultati, fotografije, videoposnetki in medijski odzivi za letošnje državno tekmovanje kakor tudi za prejšnja tekmovanja so na voljo na:

- <https://robobum.um.si>.

<https://feri.um.si>  
<https://www.um.si>



# Zaščitimo Arduino Wi-Fi aplikacije pred hekerji - AVR, ESP, PIC in drugi, ko gre zares (13)

Avtor: dr. Simon Vavpotič

*V preteklem nadaljevanju smo se najprej lotili uvoza Arduino aplikacij v MPLAB X razvojno okolje, nato pa prebojnega testiranja Arduino IoT aplikacij. Na koncu smo izdelali še ojačevalnik Wi-Fi signala, ki pride prav predvsem v strnjenih naseljih, v katerih je si dostopne točke pogosto konkurirajo.*

V Arduino IoT ugnezdene programske opreme smo odkrili šibke točke in ranljivosti, ki napadalcu lahko omogočijo dekodiranje varnostnega gesla in spremljanje vsebine Wi-Fi kontrolnih in podatkovnih paketov pa tudi onemogočanje storitev. Zanimalo nas bo, kako to preprečimo, obenem pa tudi, kako zagotovimo drugi in tretji nivo zaščite podatkov. Ranljivosti so tudi v programskih knjižnicah proizvajalcev razvojnih plošč, ki so osnova za gradnjo ugnezdene programske opreme. K sreči te pogosto lažje nadomestimo z novimi različicami, kot popravimo svojo programsko kodo.

Za začetek se lotimo leta 2019 odkritih ranljivosti priljubljenih ESP8266 in ESP32 modulov, ki so nevarne predvsem v okoljih, v katerih uporabljamo načeloma varnejšo EAP (Extensible Authentication Protocol) avtentikacijo namesto enostavnejše PSK (Protected Access Pre-Shared Key (WPA-PSK), ki jo večinoma uporablja v domačih projektih.

## Ranljivosti Espressif Systems ESP modulov

V knjižnicah za gradnjo ugnezdene programske opreme priljubljenih ESP8266 in ESP32 modulov mrgoli hroščev, vendar večina njih vpliva zgolj na stabilnost delovanja modulov, ne pa tudi na varnost podatkovnih komunikacij. Obenem večino zaozbidemo s prilagoditvijo svoje ugnezdene programske opreme.

Kljub temu so leta 2019 hekerji na področju Wi-Fi komunikacij odkril tri ključne ranljivosti: namestitev glavnega šifrirnega ključa z vrednostjo 0 (Zero PMK Installaton, uradna oznaka CVE-2019-12587) v Enterprise odjemalce, sesutje odjemalca WPA2 Enterprise, ki uporablja EAP protokol (EAP Client Crash, uradna oznaka CVE-2019-12586), in sesutje ESP8266 z napačno oblikovanimi kontrolnimi paketi za iskanje dostopnih točk (Beacon Frame Crash, uradna oznaka CVE-2019-12588).

Zaradi Zero PMK Installation so omrežni protokoli WPA, WPA2 in WPA3 pri ESP8266 in ESP32 v kombinaciji z EAP-PEAP, EAP-TTLS in EAP-TLS (namesto z običajnim PSK) precej neuporabni, saj lahko heker z injekcijo paketa povsem zaobide varnostni mehanizem in povzroči namestitev ničelnega šifrirnega ključa, s čemer lahko vstopi v omrežje in dekodira vse pakete, ne da bi poznal geslo.

Ranljivosti je Espressif Systems za ESP32 module zakrpal v

ESP-IDF SDK-jih od različic 3.1.5, 3.3 in 4.0 naprej, medtem ko so popravki za ESP8266 od SDK 2.2.1 in SDK 3.0.2 naprej. Zakaj toliko različic? Razvoj SDK za ESP32 in ESP8266 module je zaradi njihove pestre uporabe precej razvejan in mnogi programerji ne morejo takoj priti na novejši tip SDK (npr. iz različice 2.x.x. na različico 3.x.x), saj je delovanje nekaterih funkcij spremenjeno in je potrebno prilagoditi tudi vgrajeno programsko opremo, kar zahteva veliko testiranja. Vsekakor pa so varnostni popravki nujni za vse različice.

## So ogrožene tudi Arduino ESP IoT aplikacije?

Seveda! Podpora za ESP32 in ESP8266 temelji na Espressif Systems SDK knjižnicah. Različica razvojnega okolja Arduino, v tem primeru ni tako pomembna, saj uporabljamo predvsem njen grafični vmesnik, medtem ko so programske knjižnice del vtičnikov za razvoj Arduino aplikacij za ESP8266, ESP32 in ESP32C. Za razvoj ugnezdene programske opreme za ESP32 moramo namestiti vsaj različico 1.0.3 vtičnika za razvoj programske opreme za ESP32 module, oziroma tako, ki temelji na dovolj novem ESP-IDF SDK. Če imate vtičnik že nameščen, ga lahko enostavno posodobite na zadnjo različico prek interneta. Podobno velja tudi za vtičnik za razvoj ESP8266 Arduino aplikacij.

Po drugi strani, je pri razvojnih ploščah na osnovi AVR mikrokontrolerjev zelo pomembna tudi različica Arduina, saj je bil ta v osnovi razvit zanje in zato ne potrebujejo vtičnikov. Je pa tudi res, da so bile omenjene ranljivosti odkrite le pri ESP modulih. Kakorkoli, v času nastajanja tega članka je bila zadnja stabilna različica Arduino razvojnega okolja 1.8.19, na uradno izdajo pa je še vedno čakala različica 2.0.

## AMESIA:33 - skupek ranljivosti več kot milijona IoT modulov

Hekerji pri napadih na v Wi-Fi omrežja uporabljajo tudi druge načine. AMNESIA:33 je nabor 33 ranljivosti IoT sistemov, ki temeljijo na odprtokodnih skladih TCP/IP: uIP, FNET, picoTCP in Nut/Net, ki jih uporablja velika večina IoT naprav. Večinoma gre za kombinacije nepravilnega upravljanja pomnilnika

in nepravilno sestavljenih podatkovnih kontrol ali paketov, kar ima za posledico poškodovanje podatkov v pomnilniku, kar lahko omogoči tudi izvajanje zlonamerne programske kode vdiralca.

Na virtualni konferenci BlackHat Europe 2020 je bil pred dvema letoma na to temo predstavljen tudi zanimiv prispevek How Embedded TCP/IP Stacks Breed Critical Vulnerabilities (Kako ugnježeni TCP/IP skladi porodijo kritične ranljivosti), ki podrobneje opisuje ranljivosti, njihove sprožilce in posledice pri IoT napravah, ki jih uporabljamo v vsakdanjem življenju. Po izsledkih raziskave so potencialno ogrožene IoT naprave 158 različnih proizvajalcev, ki uporabljajo omenjene TCP/IP sklade. Najhujše ranljivosti so odkrili v odprtokodnih skladih CVE-2020-24336 v uIP, CVE-2020-24338 v picoTCP in CVE-2020-25111 v Nut/Net. uIP sklad pri procesiranju DNS naslovov prek NAT64 protokola ne preverja dolžine polja z odgovorom, kar pomeni nevarnost poškodovanja podatkov in programov v pomnilniku, posledično pa lahko heker v nekaterih primerih vnese in zažene zlonamerno strojno kodo. picoTCP sklad prav tako ne preverja dolžine DNS imen, zato so naprave, katerih vgrajena programska oprema temelji na tem skladu, enako ogrožene. Nut/Net med analizo imena DNS ne preverja razpoložljivosti pomnilniške kopice (heap), kar omogoča napadalcu zapisovanje poljubnega števila bajtov v pomnilnik naprave, s čimer prav tako dobi možnost vnosa in zagona zlonamerne programske kode.

Med velikimi proizvajalci naprav in programskih razvojnih okolij za gradnjo IoT naprav so se med prvimi odzvali pri Microchipu, ki je glede odkritih ranljivosti izdal belo listino (white paper) s priporočili graditeljem strojne opreme, v kateri najdemo tudi povezavo na pomemben dokument: AMNESIA:33 Identify and Mitigate the Risk From Vulnerabilities Lurking in Millions of IoT, OT and IT Devices s priporočili za proizvajalce strojne opreme. Posebej velja izpostaviti 4 kritične ranljivosti, ki lahko napadalcu omogočijo popoln nadzor nad IoT naprave. Ocenjujejo tudi, da je ogroženih okoli milijon različnih naprav.

Microchip je pri popularnih Wi-Fi modulih WINC1500 in WINC3400 odkril kar 5 ranljivosti, ki jih lahko odpravimo s posodobitvijo vgrajenih programskih oprem na ATWINC3400 Firmware v1.4.1 oziroma ATWINC1500 Firmware v19.7.3, od leta 2021 pa smo že lahko kupimo tudi module s tovarniško vgrajenimi različicami programskih oprem s popravki.

Nadalje, so v razvojem okolju Harmony 3.x odkrili dve ranljivosti (CVE-2020-17439 in CVE-2020-17441), ki sta odpravljeni v Harmony 3.7 in novejših različicah. Medtem, ko se ranljivost CVE-2020-17470 (FSCT-2020-0025) nanaša na programsko

The image shows the cover of a white paper titled 'AMNESIA:33' by Forescout. The top left features the Forescout logo with the tagline 'Active Defense for the Enterprise of Things'. The top right says 'AMNESIA:33 | WHITE PAPER'. The main title 'AMNESIA:33' is in large, bold letters, followed by the subtitle 'Identify and Mitigate the Risk From Vulnerabilities Lurking in Millions of IoT, OT and IT Devices'. Below the title is a grid of 20 circular icons representing various IoT and IT devices. The bottom section contains statistics: '33 Zero-Day Vulnerabilities in Four Widely Used Open Source TCP/IP Stacks', '4 CRITICAL VULNERABILITIES', '150+ VENDORS AFFECTED', and '1M+'. A list of vulnerability types is provided: Remote code execution (RCE), Denial of service (DoS), and Information leak (Infoleak).

Slika 1: AMNESIA:33 je skupek ranljivosti večine IoT naprav na svetu.

kodo, ki jo ustvari MPLAB Code Configurator. Odpravljena je bila šele februarja 2021 z različico 2.2.14 tega priljubljenega orodja.

V programskem okviru s programskimi knjižnicami Microsoft Libraries for Applications (MLA) so odkrili ranljivosti, do katerih pride pri njihovi uporabi z WINC1500 ali WINC3400 modulom in jih odpravimo z namestitvijo že omenjenih posodobljenih vgrajenih programskih oprem. Dobra novica pa je, da pri rešitvah z moduli WILC1000 in WILC3000 ranljivosti niso odkrili.

## AMNESIA:33 - Ranljivosti Arduino razvojnih plošč

Veliko Arduino ChipKIT IoT razvojnih plošč za Wi-Fi komunikacije uporablja module WINC1510 in WINC3400, zato so izpostavljene zgoraj omenjenim ranljivostim. Edina rešitev je posodobitev tovarniško nameščene ugnježene programske opreme modulov, v kolikor to razvojne plošče omogočajo.

Vendar to ne pomeni, da so na AMNESIA:33 občutljive le razvojne plošče z Microchipovimi mikrokontrolerji, prej da je Microchip eden izmed redkih proizvajalcev strojne opreme, ki je ponudil konkretne rešitve za odkrite varnostne luknje v skladih odprtokodnih programskih knjižnic.

## ESP32 Wi-Fi Penetration Tool

Vsekakor odkritje in zakrpanje ranljivosti v ESP-IDF SDK hekerjev ni odvrnilo od uporabe ESP32 modula za napade na Wi-Fi omrežja, po drugi strani so tudi varnostni inženirji iskali način, kako preveriti varnost in zanesljivost delovanja ESP in drugih razvojnih modulov z Wi-Fi povezljivostjo. Tako je nastalo orodje ESP32 Wi-Fi Penetration Tool, ki smo ga površno opisali v preteklem nadaljevanju.

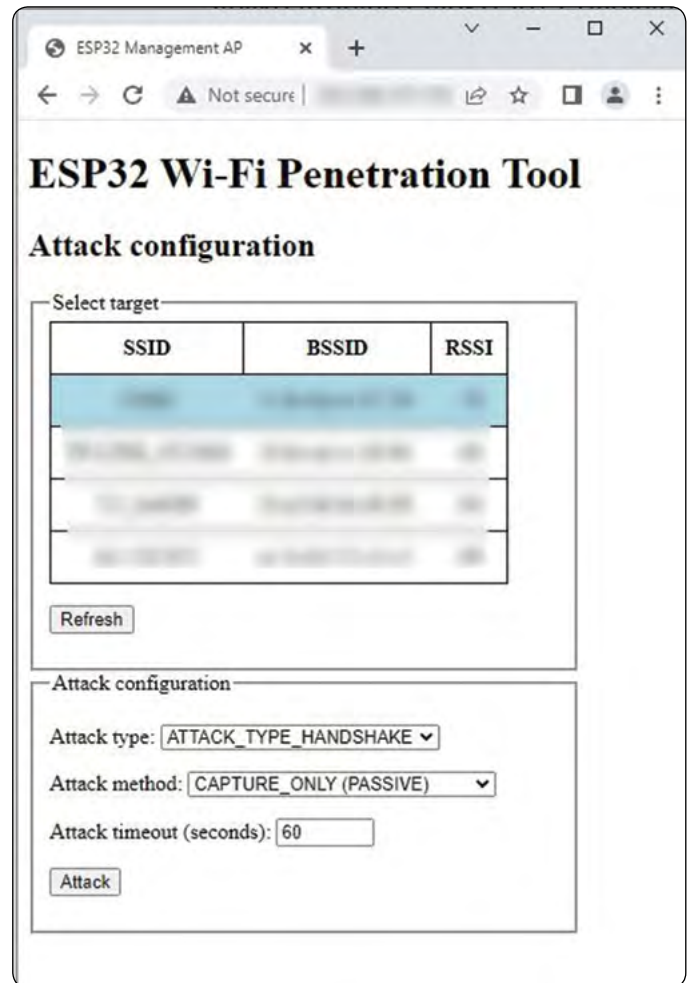
Orodje omogoča ne samo izvajanje napadov, ampak tudi zajemanje EAPOL paketov s hash kodami, ki jih lahko nato dokaj enostavno prenesemo v osebni računalnik in se z orodjem, kot je hashcat lotimo ugibanja gesla. Pakete zajema v datoteke capture.pcap in capture.hccapx, kar omogoča analizo podatkov tudi v programskih orodjih, kot je priljubljeni zastojni WireShark, ki je na voljo za skoraj vse platforme in operacijske sisteme. Če boste WireShark namestili v Microsoftov Windows, morate za neposredno zajemanje podatkov iz omrežnih kartic (tudi Wi-Fi) namestiti še aplikacijo Ncap.

Tokrat pa ga bomo uporabili za preverjanje varnosti Arduino IoT in drugih Wi-Fi aplikacij. Še posebej ogrožene so aplikacije, ki uporabljajo storitve javnih računalniških oblakov, kot so: Google Cloud in Amazon AWS in Microsoft Azure, ki uporabljajo protokol MQTT. Slednji mora biti dodatno zaščiten z uporabo ustreznega kriptografskega algoritma (npr. TLS), kar pa obenem močno obremeni procesor v razvojnih moduli in lahko upočasnijo njihovo delovanje.

Kako odkrijemo in odpravimo ranljivosti svoje IoT aplikacije? Mnogi ob branju o številnih ranljivostih IoT strojne in programske oprem zamahnejo z roko misleč, da se jih hekerji pač ne bodo lotili. Vsekakor je malo verjetno, da bi se naključni heker med pitjem kave v sosednjem lokalno zavzeto lotil prav vaših domačih računalnikov, če za to ne bo imel posebnega razloga. Po drugi strani, hekerji uporabljajo tudi avtomatizirana programska orodja, ki naključno iščejo nove tarče predvsem za to, da bi ugrabili nove računalniške zmogljivosti za napad na večje tarče, pri katerih lahko računajo tudi na finančne koristi. Če želimo doma narejeno strojno opremo vsakodnevno uporabljati, moramo vsekakor zakrpati vsaj najbolj kritične ranljivosti.

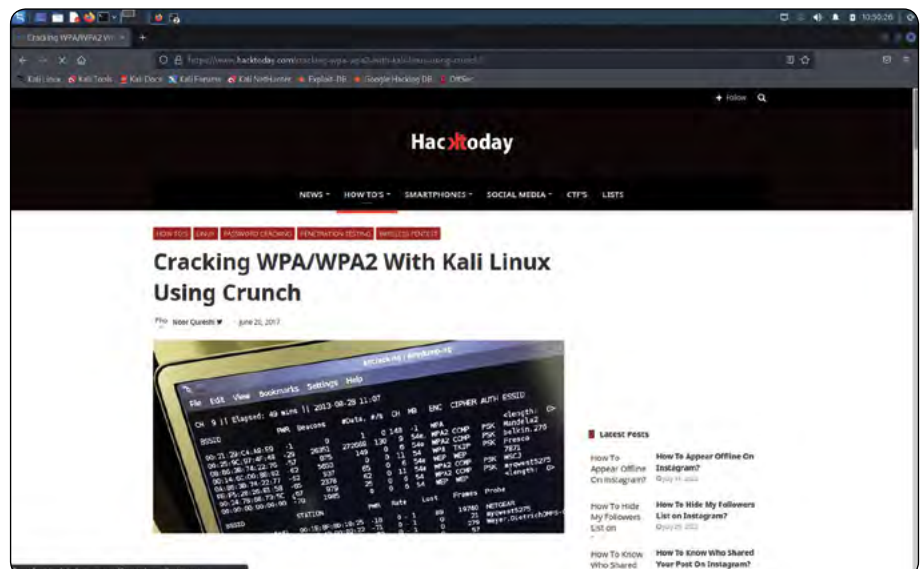
Slednje lahko razdelimo na tiste, ki se nanašajo na nevarnost hekerskega vdora prek Wi-Fi omrežja, kot tudi tiste, ki prežijo na aplikacije, ki uporabljajo odstop do interneta in storitve prej omenjenih javnih računalniških oblakov. Prve se nanašajo na redke varnostne luknje v protokolih WPA, WPA2 in WPA3, ki so jih proizvajalci IoT razvojnih modulov večinoma že zakrpati, medtem ko so druge večinoma zajete v že omenjenem skupku ranljivosti AMNESIA:33.

V prvem koraku se moramo vprašati, ali smo naredili dovolj za zavarovanje dostopa do Wi-Fi omrežja. Pomembna je tako uporabljena različica protokola za varnostno kodiranje podatkov (WEP,



Slika 2: Orodje za prebojno testiranje ESP32 Wi-Fi Penetration Tool

WPA, WPA2 ali WPA3), kot tudi način, na katerega postaja (npr. prenosni računalnik, pametni telefon, ...) vzpostavi povezavo z dostopno točko (npr. kabelski modem z Wi-Fi povezljivostjo). Doma pretežno uporabljamo PSK protokol, medtem ko naj bil v podjetjih protokol EAP nudil večjo stopnjo

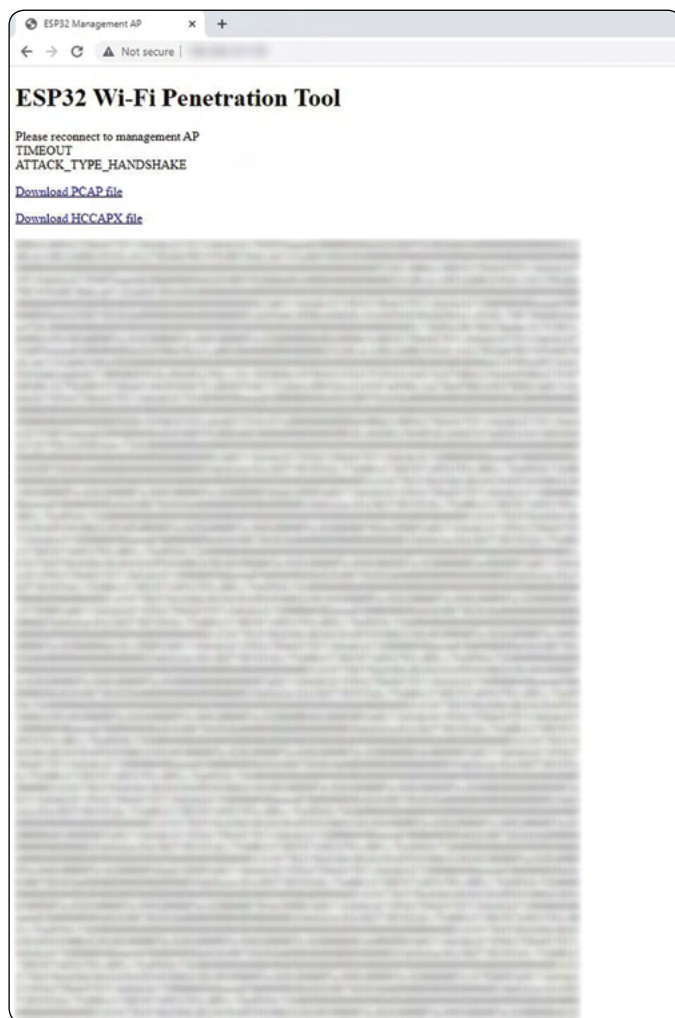


Slika 3: Kali Linux zbirka hekerskih in analitičnih orodij.

varnosti. Kot ste lahko prebrali, vsaj med samograditelji pri priljubljenih ESP modulih ni bilo vedno tako. Druga težava je protokol WPS (Wi-Fi protected setup), ki mora biti izklopljen, saj lahko heker v največ 11.000 korakih ugame pin in prebere celotno konfiguracijo dostopne točke, vključno s pristopnim geslom, zato je tveganje pri njegovi morebitni uporabi navadno preveliko.

Pomembno vlogo igra tudi izbira pristopnega gesla, saj imajo hekerji pri vseh WPA protokolih možnost na tak ali drugačen način zajeti koda hash s šifrirnimi ključi. Iz slednjih lahko hekerji ugamejo pristopno geslo, če imajo dovolj časa in dovolj zmogljivo strojno opremo. Potrebne zmogljivosti lahko najamejo tudi v javnih računalniških oblakih...

V naslednjem koraku se lotimo oddivanja Wi-Fi ranljivosti s programskimi orodji. Za to moramo v enega od domačih računalnikov namestiti programsko opremo in po potrebi tudi strojno opremo za prebojno testiranje. Kot slednja zadošča Wi-Fi vmesnik z možnostjo oglednega načina delovanja (angl. monitor mode), v katerem spremlja in po potrebi shranjuje vse kontrolne in podatkovne pakete, ki si jih izmenjujejo postaje in dostopne točke različnih Wi-Fi omrežij, ne da bi moral se moral za to v njih prijaviti. Od programske opreme smo že omenili WireShark in hashcat, a povsem dovolj je, da v svoj računalnik namestimo Kali Linux, ki vsebuje omenjeni in še vrsto drugih orodij, ki jih uporabljajo tako varnostni inženirji kot hekerji. Vendar je za začetnika pogosto prezapleteno, da bi znal uporabiti prav vsa orodja iz ukazne vrstice, zato je v Kali Linuxu na voljo tudi več programov v Pythonu, ki združujejo več osnovnih orodij in samodejno izvajajo osnovne prebojne teste, denimo Wifite. Omenimo še, da lahko Kali Linux namestimo tudi v Raspberry Pi, kar vsekakor ni slaba ideja, saj ta nima težav niti z oglednim načinom delovanja Wi-Fi



Slika 4: S ESP32 Wi-Fi Penetration Toolom zajeto rokoavanje s štirimi paketi EAPOL

Gospodarska zbornica Slovenije  
Zbornica elektronske in elektroindustrije

# Dan najboljše prakse

SRIQTOP

## Agilna in digitalna proizvodnja z logistiko

Gospodarska zbornica Slovenije, 4. oktober 2022

vmesnika, kakor tudi z injiciranjem podatkovnih ali kontrolnih paketov. Druga možnost je uporaba PIC32 Wi-Fi Penetration Toola, ki ga lahko izdelamo sami, pri čemer moramo zajete EAPOL pakete prenesti v zmogljivejši računalnik z orodji za njihovo analizo.

Večino nevarnosti prek Wi-Fi lahko odpravimo z uporabo novejših različic programskih knjižnic za razvoj ugnezdene programske opreme. Napake v odprtokodnih knjižnicah seveda lahko odpravljamo tudi sami, vendar je to zaradi količine programske kode in omejenih možnosti razhroščevanja pogosto neprimer- no težje.

## Kako odvrniti ali vsaj omiliti nevarnosti prek spleta?

Čeprav se zdi skupek ranljivosti AMNESIA:33 za programerje skorajda nerešljiv problem, saj so ranljivosti iz njega prisotne skoraj v vseh odprtokodnih skladih programskih knjižnic, je v osnovi dovolj da se izognemo le tistim, ki podpirajo delovanje funkcionalnosti naše aplikacije. Če aplikacija prek Wi-Fi ne dostopa do interneta, odsotnost kontrole dolžine DNS imen ni tako pomembna, saj DNS funkcionalnosti morda ne bomo potrebovali. Tudi, če jo bomo uporabili, bo ta znotraj zaprtega omrežja računalnikov, za katere lahko verjamemo, da ne bodo okuženi z zlonamerno kodo.

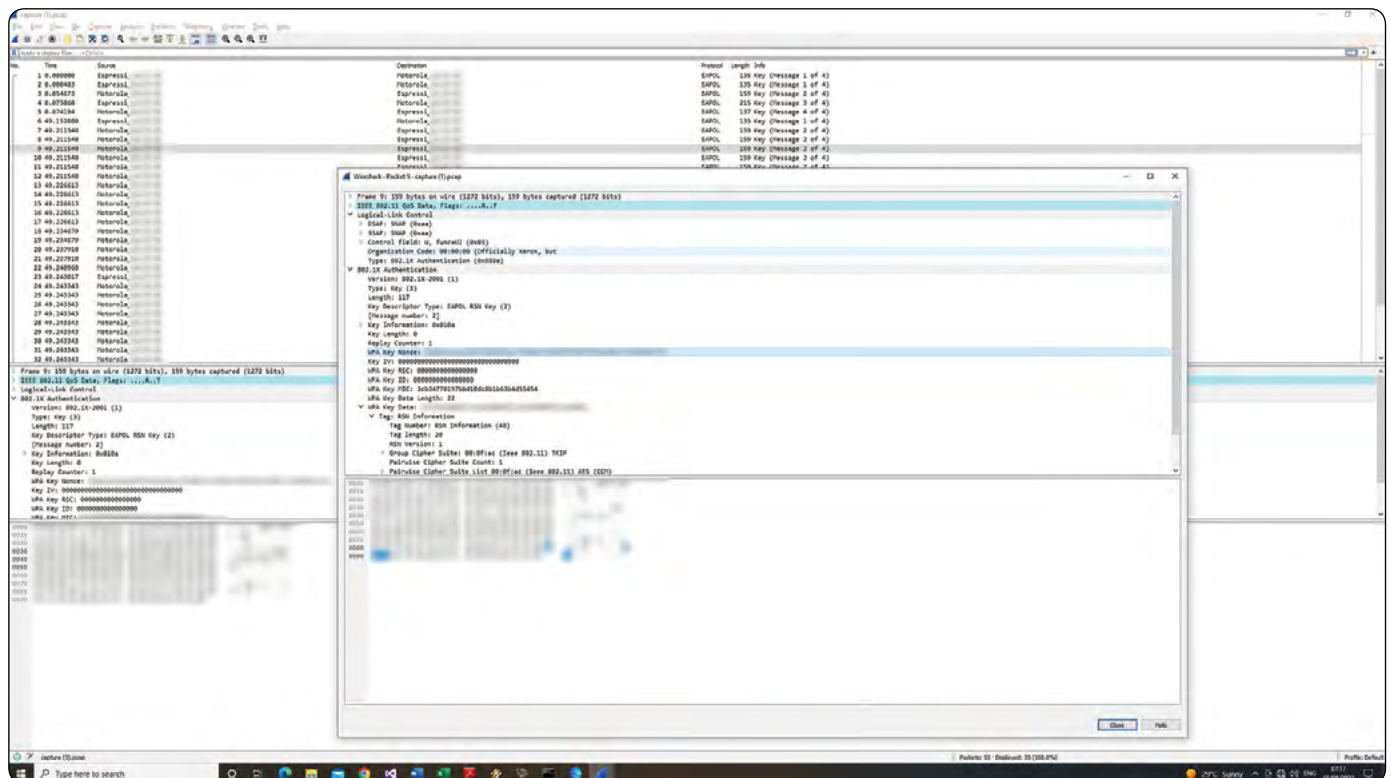
IoT naprave lahko zaščitimo tudi tako, da vzpostavimo varni usmerjevalnik, namenjen samo Wi-Fi komunikaciji računalnikov v lokalnem omrežju z IoT napravami. Pri tem lahko dovolimo le določene načine komunikacije, ki se ne nanašajo na

omenjeni skupek ranljivosti. Kaj pa aplikacije, ki uporabljajo storitve velikih javnih računalniških oblakov, denimo tiste za razpoznavanje predmetov na sliki s kamere? Ker se najhujše ranljivosti nanašajo na pretvorbo DNS ime v IP naslove, si tu lahko pomagamo tudi tako, da namesto DNS imen v aplikaciji vgradimo kar IP naslove, a je to pogosto nepraktično. Namesto tega je mogoče tudi preverjanje dolžine naslovov v aplikaciji, preden te posredujemo programskim knjižnicam DNS sklada. Skratka, dvojno preverjanje.

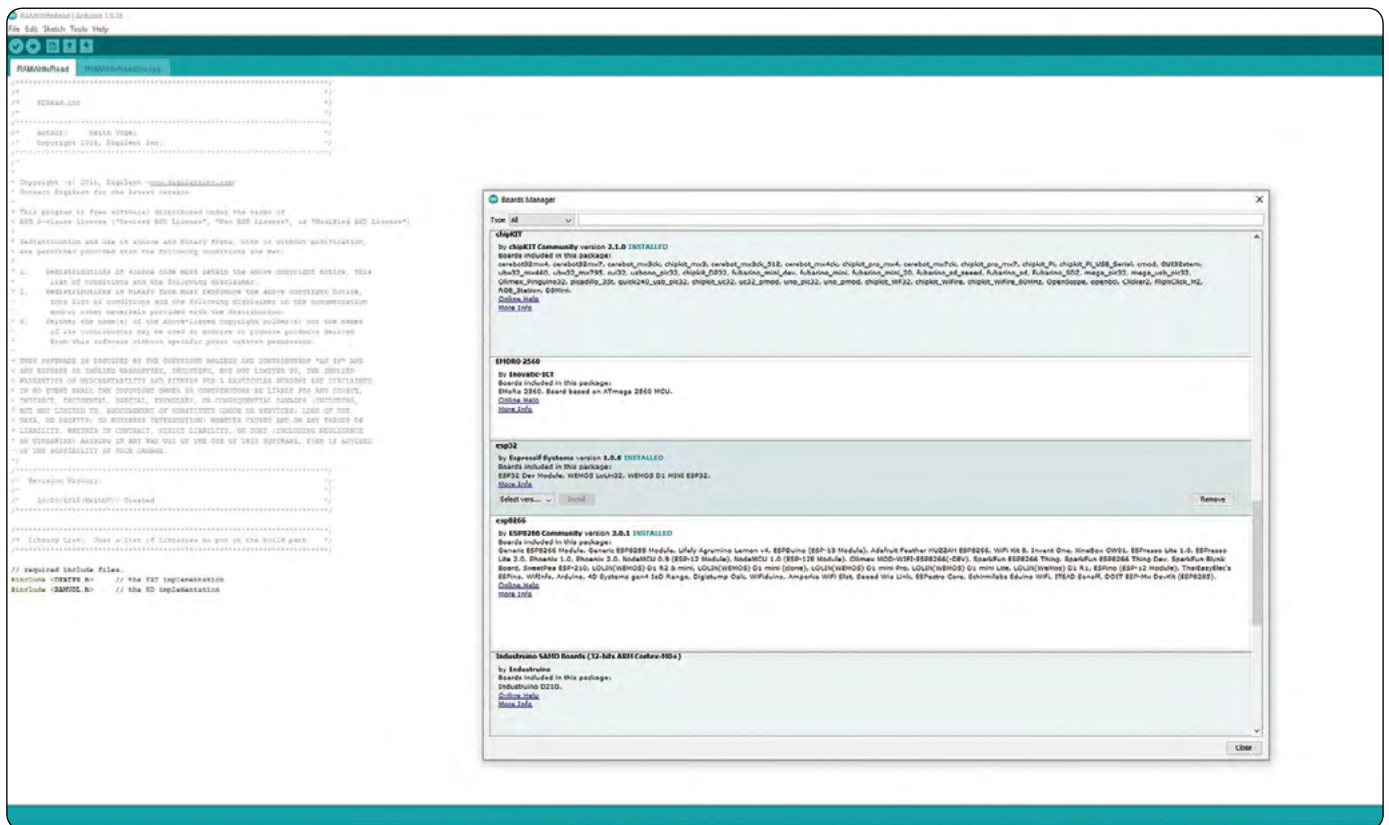
Kaj pa funkcionalnosti, ki v ozadju kličejo funkcije DNS? Tu skoraj ne moremo uvesti dodatne kontrole v osnovi programski kode, ker pa imamo na voljo izvorne kode programskih knjižnic, lahko te enostavno vključimo v svoj projekt in dopolnimo njihove kode – torej sami odpravimo težave. Pri iskanju mesta napake v programskih knjižnicah si lahko pomagamo z zastojnimi orodji, kot je Sublime Text, ki omogočajo preiskovanje velikega števila datotek z izvorno programsko kod z enim samim ukazom, hkrati pa lahko s pomočjo logičnih izrazov tudi zelo natančno opredelimo, kaj iščemo. Slabi lastnosti take rešitve sta predvsem dve: zahteva poglobljeno programersko znanje ter predelane programske knjižnice ne bomo mogli preprosto nadomestiti z novo različico, ko bo ta na voljo, saj moramo v slednjo iz stare prenesti tudi svoje morebitne spremembe in popravke.

## Pes čuvaj in varovanje pomnilnika

Sodobni mikrokontrolerji se po zmogljivosti vse bolj spogledujejo s PCji, zato zmogljivejši že dobivajo možnosti za strojno



Slika 5: Analiza EAPOL paketov z orodjem Wireshark



**Slika 6: Grafčni vmesnik za nameščanje, posodabljanje in odstranjevanje vtičnikov in paketov programskih knjižnic za različne strojne platforme v Arduino IDE 1.8.19**

zaščito pomnilnika, kar pomeni, da se ob prekoračitvi obsega programske kopice ali programskega sklada samodejno sproži past, oziroma sistemska prekinitev. Če nam sklad sistemskih programskih knjižnic to omogoča, lahko sistemsko prekinitev večemo na lastno funkcijo za njeno obravnavo, ki podrobneje ugotovi vzrok, prepreči kontaminacijo delovnega pomnilnika, s tem pa tudi morebiten vnos zlonamerne programske kode. Obenem moramo v aplikaciji implementirati tudi povratno vstopno točko, prek katere lahko ta normalno nadaljuje z delovanjem.

Ena izmed pomembnih aplikacijskih varovalk je lahko tudi strojno podprta funkcionalnost psa čuvaja (watch dog), ki preprečuje neskončne zanke zaradi nepredvidenih napak, ki bi sicer zaustavile delovanje aplikacije. Ker poznamo trajanje določene funkcije, lahko pred izvajanjem le te določimo najdaljši čas njenega izvajanja. V primeru prekoračitve trajanja, oziroma, če aplikacija v vnaprej določenem času ne ponastavi psa čuvaja, se ta sproži in aplikacijo vrne v vnaprej določeno stanje, ki omogoča nadaljnje delovanje kljub težavi. Pri tem opozorimo, da preprosti programski ponovni zagon mikrokontrolerja pogosto ni najboljša rešitev, posebej če pri tem izgubimo pomembne podatke, denimo trenutni čas in datum, ali pa se sesujejo vse Wi-Fi povezave s trenutno povezanimi postajami, ki se morajo po restartu ponovno povezati.

Dobro je, če programsko kodo koncipiramo tako, da ob sistemskih napakah odpravi vzrok, denimo odklopi postajo, ki je povzročila napako, nato pa čim bolj nemoteno deluje naprej z drugimi postajami. Priznam, da se je za slednje potrebni precej potruditi.

## Praktični primer

### Kako ohraniti povezavo med postajo in dostopno točko?

Heker pri poskusih odkrivanja pristopnega gesla ali onemogočanju delovanja spletnih storitev, pogosto uporabi napad z deavtentifikacijskimi paketi, s katerimi nemalokrat uspe prekiniti že vzpostavljeno povezavo med našima Wi-Fi postajo in Wi-Fi dostopno točko. Kadar podatki nimajo posebnega pomena za hekerja, je pomembno predvsem, da zna postaja povezavo ponovno samodejno vzpostaviti. Denimo, Wi-Fi dostopna točka je le merilnik za zunanjo temperaturo, ki jo periodično bere vremenska postaja, ki deluje tudi kot Wi-Fi postaja, ki periodično odčitava izmerjeno temperaturo.

Predpostavili bomo, da za transport podatkov prek Wi-Fi povezave uporabljamo telnet, saj ne gre za strogo varovane podatke. Četudi bi heker odkril pristopno geslo, bi lahko zgolj izvedel zunanjo temperaturo, ki jo lahko kadarkoli izmeri tudi s svojo napravo. Zato je vseeno, če se postaja takoj po izgubi povezave poskuša ponovno povezati s dostopno točko, ne da bi prej izvedla kakšne preventivne ukrepe.

Toda kako to učinkovito storiti v Arduino programski kodi (C/C++)? Dejansko imamo dve povezavi, Wi-Fi povezavo med postajo in dostopno točko na fizičnem nivoju in logično TCP/IP telnet povezavo na logičnem nivoju. Ob zrušitvi Wi-Fi povezave, moramo istočasno ugotoviti tudi zrušitev TCP/IP telnet povezave. Mogoče je tudi, da se iz kateregakoli vzroka TCP/

program 1

```
void WiFiEvent(WiFiEvent_t event){
EventStr=«[WiFi-event] event: »+String(event,DEC)+String(«\n«);
switch (event) {
case SYSTEM_EVENT_AP_STACONNECTED:
err=esp_wifi_ap_get_sta_list(&sta_list);
break;
...

```

program 2

```
ip4_addr_set_u32(&client_ip[i],serverClients[i].remoteIP()); // add a new client
for(m=0;m<sta_tcpip_list.num;m++){ // get MAC for client
sta_tcpip=sta_tcpip_list.sta[i];
if(ip4_addr_cmp(&client_ip[i],&sta_tcpip.ip))client_mac[i]=macToString(sta_tcpip.mac);}

```

IP telnet povezava ne vzpostavi ali pa da se ta prekine kljub obstoječi Wi-Fi povezavi. Vzrok je lahko tudi na strani dostopne točke, v kateri zataji TCP/IP telnet strežnik. Zato moramo tako v postajo kot v dostopno točko vgraditi detekcijo tovrstni stanj, za večjo zanesljivost delovanja pa morebiti tudi poseben kanal, prek katerega lahko postaja dostopno točko obvesti, da telnet strežnik ni sprejel njene zahteve.

Zanimivo, da med Arduino primeri izvornih kod ugnезdenih programskih oprem na GitHub ali iz drugih spletne strani skoraj ne najdemo primera, ki bo vključeval samodejno ponovno vzpostavitev Wi-Fi povezave. Velika večina priložnostnih programerjev se tako uvršča med prave zanesenjake, manj večim nadobudnimi domačim programerjem pa tako ob porušitvi povezave ne preostane drugega kot ponovni zagon naprav.

Kakorkoli, najlaže bomo do rešitve za ohranjanje Wi-Fi povezave prišli, če se odločimo, da bo največje število hkrati povezanih postaj z dostopno točko omejimo na 1, kar omogoča bistveno poenostavitev programske kode, saj nam MAC naslovov postaj ni potrebno povezovati s TCP/IP naslov, ki so jim dodeljeni ob povezavi z telnet strežnikom. Če se poruši Wi-Fi povezava, lahko smatramo, da je padla tudi TCP/IP povezava, zato se v tem primeru lahko postopek povezovanja postaje in dostopne točke začne znova, ne da bi morali karkoli ugotavljati. Če se poruši samo telnet povezava, pač ponovno vzpostavimo le to.

Če pa lahko dostopna točka hkrati sprejme več postaj, moramo enako funkcionalnost podpreti tudi pri telnet strežniku. Vsaka postaja mora dobiti svoj IP naslov, prek katerega se pogovarja s telnet strežnikom, prav tako pa moramo ob zaznani prekinitvi njene Wi-Fi povezava na fizičnem nivoju, prekiniti tudi njeno logično povezavo s telnet strežnikom. No, vsaj to je ena izmed možnosti. Lahko iz sveta PCjev vemo, da je mogoča tudi zahtevnejša implementacija, ko povezavo TCP/IP obdržimo pri življenju kljub zrušitvi in ponovni vzpostavitvi Wi-Fi povezave. Pogoj za to je, da porušitev in ponovna vzpostavitev ne trajata dlje od časovne omejitve nedejavnosti TCP/IP povezave. Posebno programsko logiko potrebuje tudi telnet strežnik, saj mora omogočati ponovno sinhronizacijo s postajo.

## Kako zgraditi Wi-Fi kontrolno logiko?

Že takoj povejmo, da osnovne Arduino funkcije niso dovolj. Povezovalno tabelo med MAC in IP naslov moramo vzpostaviti z porabo funkcij ESP-IDF SDK, oziroma drugega SDK, ki podpira delovanje vmesnika Wi-Fi na razvojni plošči in na katerem hkrati temeljijo enostavne Arduino funkcije. Poglejmo **program 1**.

Ko vidimo, smo v povratno klicano funkcijo WiFiEvent, katere delovanje vzpostavimo na v zagonski funkciji Setup ob vzpostavitvi delovana dostopne točke s klicem funkcije WiFi.onEvent(WiFiEvent), vstavili ukaz esp\_wifi\_ap\_get\_sta\_list, ki tabelo sta\_list napolni s podatki trenutno povezanih postaj, vključno s podatki na novo povezane. Ključen je seveda MAC naslov, ki ga pri določitvi IP naslova v TCP/IP strežniku (v našem primeru telnet strežniku) povežemo z MAC naslovom, kot sledi **program 2**.

Kot vidimo, ob povezavi nove postaje s TCP/IP strežnikom njen IP naslov povežemo z njenim MAC naslovom, kar omogoča, da ob njenem odklopu, odklopimo tudi njeno logično povezavo s TCP/IP strežnikom in sprostimo njen IP naslov.

## Nova nadaljevanka

Microchip je v v zadnjem času predstavil kopico novih tehnologij, pa tudi novih mikrokontrolerjev s številnimi novimi funkcionalnostmi, s katerimi lahko pohitrilo razvoj zahtevnih aplikacij.

V novi nadaljevanki nas bo zanimalo, kako izbrati ustrezen mikrokontroler in razvojno orodje, s katerima bomo najhitreje prišli želene aplikacijske rešitve.

### Spletna stran:

- <https://sites.google.com/site/pcusbprojects>

<https://svet-el.si>





# Bascom AVR programska podpora za merjenje temperature z NTC termistorjem

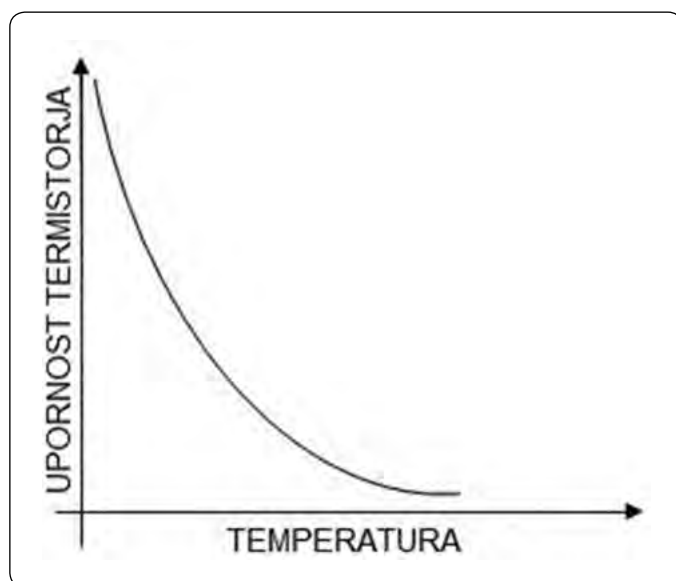
Avtor: Mladen Čempuh

*Ta programska podpora omogoča Bascom AVR uporabnikom merjenje temperature z NTC termistorjem na zelo enostaven način. Narejena je programska knjižnica „NTC.inc“ s katero se izračunava trenutna temperatura uporabljenega NTC termistorja v °C, seveda odvisno od Beta vrednosti ali B-konstant termistorja in vrednosti AD konverzije napetosti, ki se menja s spremembo temperature NTC termistorja.*



## Kaj je termistor?

Termistor je upor, kateremu se upornost v funkciji temperature znatno menja. V kolikor mu z rastjo temperature upornost raste, ima pozitiven temperaturni koeficient upornosti in to se imenuje PTC termistor. Če se mu z rastjo temperature upornost zmanjšuje, je to NTC termistor in ima negativen temperaturni koeficient upornosti. PTC termistorji imajo svojevrstno prelomno točko, kar lahko močno vpliva na upornost na nekaterih temperaturah in tako je uporaba PTC termistorja za merjenje



*Odvisnost upornosti NTC termistorja od temperature*

temperature nekaj bolj zahtevna v nasprotju z uporabo NTC termistorja. V našem primeru bomo uporabili izključno NTC termistorje, katerih uporaba je zelo pogosta in te termistorji spadajo v poceni senzorne za elektronsko merjenje temperature. NTC termistorji so izdelani v kombinaciji kovinskih oksidov, ki so šli preko procesa sintranja, kar jim daje negativno električno upornost glede na temperaturo. Zato veliko negativnega nagiba in mala sprememba temperature povzročita veliko spremembo električne upornosti. Odvisnost upornosti termistorja od temperature je nelinearna, pa kljub takšni nelinearni karakteristiki se lahko zelo točno izračuna upornost termistorja v funkciji temperature in obratno. Razpon delovne temperature termistorja je odvisen od vrste materiala iz katerega je izdelan in najpogostejši obseg merjenja znaša od -55°C do 125°C.

## Kako meriti temperaturo z NTC termistorjem s pomočjo mikrokontrolerja?

**Obstaja več načinov kako to narediti.**

Če merimo temperaturo v samo nekaj temperaturnih vrednostih (točkah), med VCC in GND serijsko vežemo NTC termistor in upor  $R_s$  približno iste vrednosti, kot je nazivna upornost NTC termistorja. Termistor in upor  $R_s$  tvorita delilnik napetosti. Naj bo npr. NTC termistor z enim koncem vezan na VCC, upor  $R_s$  pa z enim koncem vezan na GND. Merimo napetost na upor  $R_s$  in določimo vrednosti AD konverzije, ko je NTC termistor na izbranih temperaturah. Te vrednosti AD konverzije vpišemo v naš program npr. znotraj If ... Then ali Select ... Case programskih segmentov ali na neki drugi način in programsko napišemo

postopek, ki se mora izvršiti, kadar AD pretvorb doseže določeno vrednost. Za takšno merjenje moramo razpolagati s čim bolj točnim termometrom, ki ga uporabimo kot etalon. Poleg tega je potrebno imeti tudi opremo, s katero lahko termistor segrejemo in vzdržujemo na želeni temperaturi t.i. termo blok. Takšna oprema, odvisno od točnosti vzdrževanja temperature, lahko ima znatno ceno. Odvisno od števila merilnih temperaturnih točk bi lahko bilo programiranje več ali manj komplicirano. To je nekontinuirano merjenje temperature. V nekaterih enostavnih primerih kadar npr. moramo vključiti nek grelnik pri eni fiksni temperaturi, in ga izključiti pri drugi fiksni temperaturi, je ta način je ustrezen.

Naslednji način je da nelinearno karakteristiko NTC termistorja pokušamo za ožje temperaturno merilno področje čim bolj linearizirati. To se naredi z vezavo upora paralelno z NTC termistorjem. Izračun vrednosti tega paralelnega upora za določeno temperaturno merilno področje, s katerim se linearizira karakteristika NTC termistorja, nie enostavna. Taj način se bolj pogosto uporablja pri analognih merilnih vezjih, ki so narejena z operacijskimi ojačevalniki ali pri mikrokontrolerjih, ki ne vsebujejo aritmetike s plavajočo vejico.

Za nelinearne elemente kot je NTC termistor obstaja t.i. Steinhart-Hartova enačba, ki povezuje temperaturo in upornost termistorja. To je enačba s 3 neznankami (konstante) A, B in C, ki jih moramo računsko določiti, ker jih proizvajalec NTC termistorja v glavnem ne navaja.

Steinhart-Hartove enačba je takšna:

$$\frac{1}{T} = A + B \ln(R) + C [\ln(R)]^3$$

T je temperatura v K (Kelvinih), R je upornost termistorja pri temperaturi T.

Da bi matematično določili vrednosti neznank A, B in C, je potrebno napraviti tri meritve upornosti termistorja pri treh različnih temperaturah.

Pretvorba temperature iz Celzijeve skale v Kelvine se izvede po formuli:

$$T = t (^{\circ}\text{C}) + 273,15 \text{ K}$$

Tako dobimo naslednje 3 enačbe, ki jih moramo rešiti:

$$\begin{aligned} \frac{1}{T_1} &= A + B \ln(R_1) + C [\ln(R_1)]^3 \\ \frac{1}{T_2} &= A + B \ln(R_2) + C [\ln(R_2)]^3 \\ \frac{1}{T_3} &= A + B \ln(R_3) + C [\ln(R_3)]^3 \end{aligned}$$

Po izračunu neznank A, B in C iz gornje enačbe lahko s pomočjo Steinhart-Hartove enačbe določimo absolutno temperaturo

NTC termistorja (v Kelvinih) v odvisnosti od njegove upornosti. Ta način s točno izračunanimi vrednostmi za A, B in C daje najboljšo točnost, vendar zaradi večjega števila meritev in računanja ta način ni optimalen za programiranje merjenja temperature v AVR mikrokontrolerjih, čeprav ga je mogoče uporabiti.

Za merjenja temperature NTC termistorja s pomočjo AVR mikrokontrolerja je precej bolj ugodna t.i. Beta enačba, ki je manj točna od Steinhart-Hartove enačbe. To je poenostavljena verzija Steinhart-Hartove enačbe in ima samo eno konstanto t.i. Beta vrednost (B-konstanto). Vsi proizvajalci NTC termistorjev v glavnem navajajo Beta vrednost v K (Kelvinih), če pa za neki NTC termistor nimamo tega podatka, ga lahko sami izračunamo z merjenjem upornosti termistorja pri sobni temperaturi npr. 20°C in pri neki višji temperaturi npr. 70°C.

Izračun Beta vrednosti:

$$B_{T1/T2} = \frac{\ln\left(\frac{R_{T1}}{R_{T2}}\right)}{\left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2}\right)} = \frac{T_2 \cdot T_1}{T_2 - T_1} \cdot \ln\left(\frac{R_{T1}}{R_{T2}}\right)$$

T1 je temperatura v K za sobno temperaturo npr. 20°C, T2 je višja temperatura v K za npr. 70°C, RT1 je upornost NTC termistorja pri temperaturi T1, RT2 je upornost NTC termistorja pri temperaturi T2. Za predhodno navedene temperature bo izračunana Beta vrednost imela oznako B20/70.

Za izračunano Beta vrednost B20/70 se temperatura NTC termistorja računa z uporabo Beta enačbe:

$$\frac{1}{T} = \frac{1}{T_{20C}} + \frac{1}{B_{20/70}} \cdot \ln\left(\frac{R_{th}}{R_{th20C}}\right)$$

V tej formuli B20/70 je izračunana Beta vrednost, Rth je upornost NTC termistorja na absolutni temperaturi T v Kelvinih, ki jo želimo določiti, Rth20C je upornost NTC termistorja na temperaturi 20°C.

Proizvajalci najbolj pogosto navajajo Beta vrednost B25/50 določeno z merjenjem upornosti NTC termistorja na temperaturah 25°C in 50°C ali pa B25/85 določene z merjenjem upornosti NTC termistorja na 25°C in 85°C.

Za Beta vrednosti proizvajalca se absolutna temperatura izračuna po Beta enačbi:

$$\frac{1}{T} = \frac{1}{T_{25C}} + \frac{1}{B} \cdot \ln\left(\frac{R_{th}}{R_{th25C}}\right)$$

V tej formuli B je Beta vrednost, ko jo je določil proizvajalec, Rth je upornost NTC termistorja pri absolutni temperaturi T, ki jo želimo izračunati, Rth25C je upornost NTC termistorja pri temperaturi 25°C.

Končna temperatura  $t(^{\circ}\text{C})$  se izračuna iz absolutne temperature  $T$  po formuli:

$$t(^{\circ}\text{C}) = T - 273,15$$

Nazivna upornost NTC termistorja se daje za temperaturo  $25^{\circ}\text{C}$ . Vendar pa lahko imajo NTC termistorji pri temperaturi  $25^{\circ}\text{C}$  odstopanje nazivne upornosti od  $\pm 1\%$  do  $\pm 5\%$  pa tudi več, odvisno od razreda točnosti termistorja, ki jo navede proizvajalec. Prav tako ima Beta vrednost, ki jo daje proizvajalec, določen pogrešek. Predlagam, da za točnejše meritve uporabite termistor z odstopanji nazivne upornosti ne večjimi od  $\pm 1\%$  in odstopanji Beta vrednosti do  $\pm 1\%$ .

Za zmanjšanje pogreška meritve temperature NTC termistorja je važno čim bolj točno poznati njegovo upornost  $R_{th25C}$  (upornost pri  $25^{\circ}\text{C}$ ). Ta upornost preverimo z Ohm-metrom, ko je termistor segret na  $25^{\circ}\text{C}$ . V kolikor je zaradi nekkih razlogov problem zagotoviti ogetost termistorja na  $25^{\circ}\text{C}$ , se takrat s poznavanjem Beta vrednost, sobno temperaturo  $T$  v Kelvinih, na kateri se termistor nahaja in njegovo izmerjeno upornost pri tej sobni temperaturi  $R_{th}$ , lahko izračuna njegovo upornost  $R_{th25C}$  za temperaturo  $25^{\circ}\text{C}$  po formuli:

$$R_{th25C} = \frac{R_{th}}{e^{B \cdot \left( \frac{1}{T} - \frac{1}{T_{25C}} \right)}}$$

$T$  je sobna temperatura v Kelvinih,  $R_{th}$  je upornost termistorja v  $k\Omega$  pri tej sobni temperaturi.  $T_{25C}$  je temperatura  $298,15\text{ K}$ , kar ustreza temperaturi  $25^{\circ}\text{C}$ ,  $R_{th25C}$  je upornost termistorja v  $k\Omega$  pri  $25^{\circ}\text{C}$ ,  $e$  je baza naravnega logaritma,  $B$  je Beta vrednost termistorja.

## Merjenje temperature NTC termistorja z AVR mikrokontrolerjem z Bascom AVR programsko podporo

Za merjenje temperature NTC termistorja z AVR mikrokontrolerjem ja bila napisana programska knjižnica "NTC.inc" za Bascom AVR.

Ta programska knjižnica podpira ukaz:

```
Ntc Beta , x
```

V tem ukazu je Beta številčna vrednost Beta tega NTC termistorja,  $x$  pa je neka splošna Single spremenljivka, v kateri se nahaja podatek o izračunani srednji vrednosti večjega števila zaporednih AD pretvorb napetosti na upor  $R_s$ , ki je serijsko vezan z NTC termistorjem (glej shemo). Da bi se odstranile eventualne motnje na ADC vhodu in dobila čim bolj natančna ADC vrednost, ki je proporcionalna z napetostjo na  $R_s$  upor, se naredi večje število AD pretvorb in iz njih se izračuna srednja vrednost v splošni Single spremenljivki  $x$ , v priloženem primeru je to v Single spremenljivki  $Adc\_mean$ . V Bascom AVR programu "NTC temperatura.bas" za merjenje temperature z

NTC termistorjem, sem za izračun srednje vrednosti izbral 100 zaporednih AD pretvorb, da bi si zagotovil kvalitetno filtriranje eventualnih motenj na ADC vhodu in da se decimalni del vrednosti temperature ne bi prehitro menjal. V tem primeru je izbran analogni vhod ADC0. Če obstaja potreba po hitrejšem izvrševanju Do-Loop zanke, se število branj za izračun srednje vrednosti AD konverzije lahko zmanjša na npr. 10 ali manj. Prav tako se lahko zmanjša pavza v ukazu Waitms na koncu Do-Loop zanke ali se ta pavza celo lahko odstrani.

Ukaz Ntc Beta,  $x$  iz ADC vrednosti v Single spremenljivki  $x$  najprej izračuna vrednost upornosti  $R_{th}$  za NTC termistor pri temperaturi, ki jo z njim merimo. Iz te upornosti z uporabo Beta enačbe izračuna se absolutna temperatura NTC termistorja v Kelvinih, z odštevanjem vrednosti  $273,15$  dobimo temperaturo NTC termistorja v  $^{\circ}\text{C}$ , katero ukaz shrani v Single spremenljivko  $Ntc\_temperature$ . Ta spremenljivka, kot tudi ostale potrebne spremenljivke, so dimenzionirane znotraj programske knjižnice "NTC.inc". Znotraj navedene knjižnice je dimenzionirana tudi bit spremenljivka  $Ntc\_err$ . Če je vrednost izračunane srednje vrednosti AD pretvorbe v Single spremenljivki  $x$ , ki je argument Ntc ukaza, manjša od 2, takrat je temperatura manjša od  $-70^{\circ}\text{C}$ , to pa je izven merilnega področja termistorja ali pa je NTC termistor uničen ali pa je prekinjena žica. Če je  $x$  večji od 1021, takrat je temperatura večja od  $280^{\circ}\text{C}$  pri Beta vrednosti  $3950\text{ K}$ , kar je prav tako izven merilnega področja večine termistorjev, ali pa je termistor uničen oziroma so njegove žice v kratkem stiku. V obeh primerih ukaz Ntc Beta,  $x$  postavi bit spremenljivko  $Ntc\_err$ . V kolikor je  $x$  v področju od 2 do 1021 to pomeni, da je NTC termistor dober in  $Ntc\_err$  je 0. Mejne vrednosti za  $x$  lahko uporabnik po potrebi zamenja v knjižnici "NTC.inc". Z uporabo stanja te bit spremenljivke lahko v uporabniškem programu izpišemo sporočilo o uničenem termistorju ali izpišemo izmerjeno temperaturo. Zaradi večje točnosti merjenja je v program potrebno vpisati izmerjeno vrednost upornosti  $R_s$  na kateri koli poprečni sobni temperaturi in točno vrednost upornosti  $R_{th25C}$  ki predstavlja upornost NTC termistorja na  $25^{\circ}\text{C}$ . Če je termistor na sobni temperaturi točno  $25^{\circ}\text{C}$ , potem izmerimo upornost NTC termistorja in to upornost vpišemo v program kot  $R_{th25C}$  Alias ... . Če pa je sobna temperatura drugačna, potem jo izmerimo in izmerimo upornost NTC termistorja pri tej sobni temperaturi, ter z uporabo prej navedene formule za izračun upornosti  $R_{th25C}$  izračunamo upornost NTC termistorja za temperaturo  $25^{\circ}\text{C}$  in vpišemo to izračunano upornost v program.

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

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

Navedete geslo  
SVET ELEKTRONIKE.

**12 števil**  
**BREZPLAČNO**

Naročite lahko na:  maja@stromboli.si  01 620 88 00





### NTC senzori

Uporabljal sam NTC termistor MF52 od  $10k\Omega \pm 1\%$ , Beta 3950 K  $\pm 1\%$ , malih dimenzij, prevlečen z epoksi smolo, ki je primeren za merjenje temperature zraka, ter NTC termistorje W1209 z upornostjo  $10k\Omega \pm 1\%$ , Beta 3950K  $\pm 1\%$ , vodoodporne, v izvedbi s kablom in bakrenim prstanom za montažo z M4 vijakom in v paličasti izvedbi s kablom.

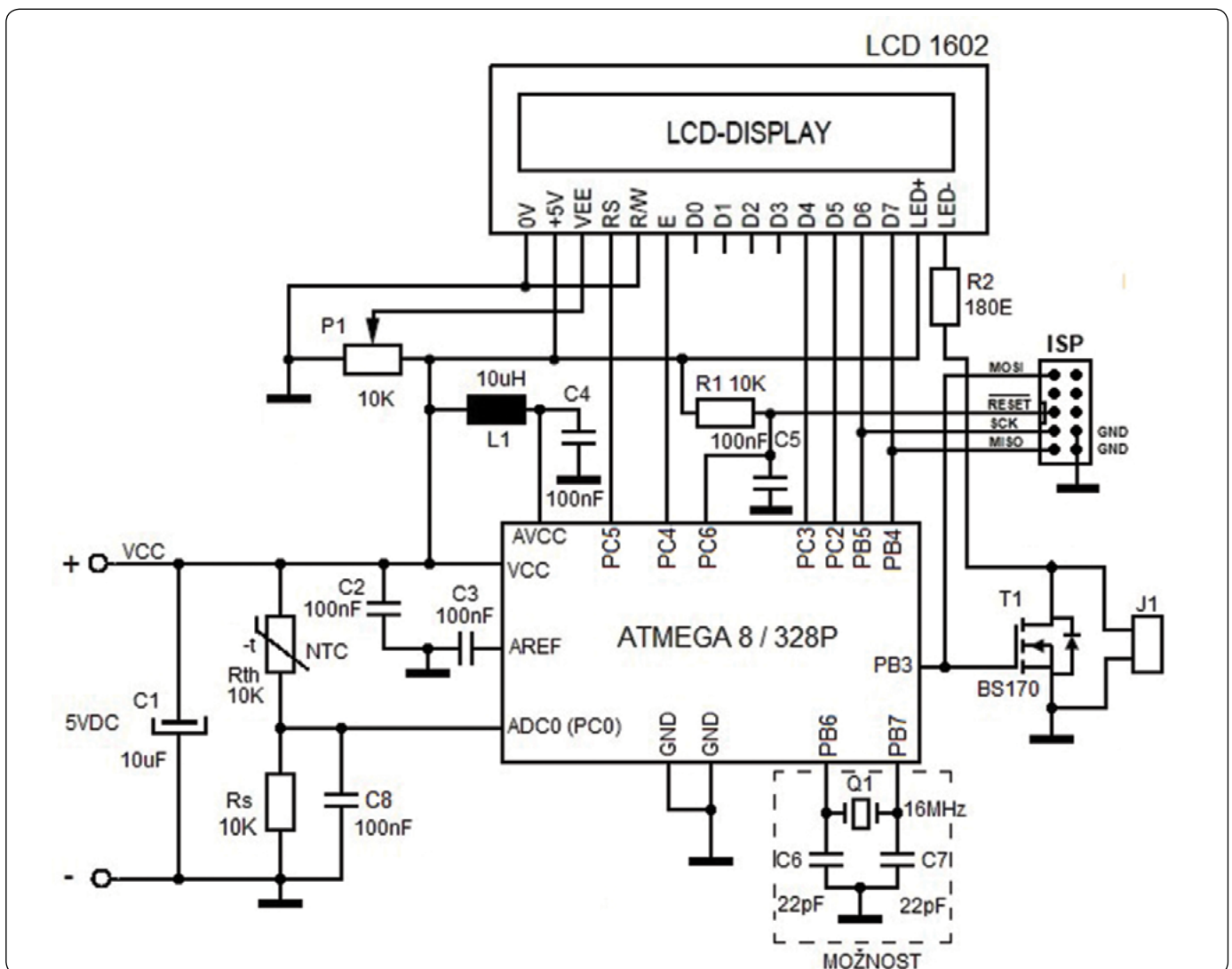
## Shema vezja

Vezje se napaja s 5VDC. S trimer potenciometrom P1 se nastavi kontrast na LCD 1602. Dušilka L1 in kondenzator C4 tvorita filter za napajanje AD pretvornika v mikrokontrolerju preko pina

AVCC. AD pretvornik se konfigurira tako, da je Reference = Avcc in pretvarja napetosti v obsegu od 0 do 5VDC. Mikrokontroler Atmega 8/8A/328P se programira preko ISP konektorja. Gate NMOSFET tranzistorja BS170 je vezan na izhod PB3, s katerim se vključuje ali izključuje osvetlitev ozadja LCD-ja. Če vgradimo kratkostičnik J1, je osvetlitev ozadja LCD-ja stalno vključena. NTC termistor upornosti  $10k\Omega$  se veže serijsko z uporom  $R_s$  vrednosti  $10k\Omega$ . Meri se napetost na upor  $R_s$  preko ADC0 vhoda mikrokontrolerja. Opcijsko se paralelno upor  $R_s$  lahko doda tudi keramični kondenzator C8 za dodatno filtriranje motenj, čeprav tudi sam program filtrira motnje na vhodu ADC0 (C8 ni obvezen). Mikrokontroler lahko dela na taktu internega RC oscilatorja (npr. 8MHz) ali na taktu določenim z zunanjim kvarčnim kristalom npr. 16MHz (v shemi označeno kot možnost). Namesto zgornjega vezja lahko uporabite Arduino Nano ali Arduino Uno.

Upam, da vam bodo ta članek in programska knjižnica "NTC.inc" ter priloženi primer Bascom AVR programa koristni in olajšati izdelavo raznih vaših vezij za merjenje temperature s pomočjo NTC termistorja.

<https://svet-el.si>



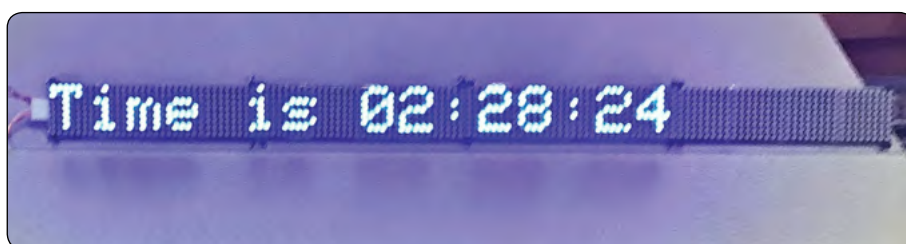
### Shema

# Digitalni prikazovalnik (2) - Uporaba GUI-O vmesnika

Avtor: Brian Millier

*V članku, ki sem ga napisal za nedavno številko (SE307) revije Svet Elektronike, sem opisal projekt Digitalni prikazovalnik. Uporabniški vmesnik tega digitalnega prikazovalnika je bil sestavljen iz spletne strani, do katere je uporabnik lahko dostopal in kjer bi vnesel besedilo, ki ga želi prikazovalnik prikazati.*

Dolga sporočila bi se počasi pomikala v eno ali drugo smer. Ker bi digitalni prikazovalnik občasno prikazoval tudi čas, je obstajal tudi način za prilagoditev ure realnega časa prikazovalnika na pravičen čas. Slika 1 je fotografija prikazovalnika, ki prikazuje čas.



Digitalni prikazovalnik je kot krmilnik uporabljal ESP8266, saj lahko zlahka gosti spletni strežnik. Napisal sem dve različici programske opreme:

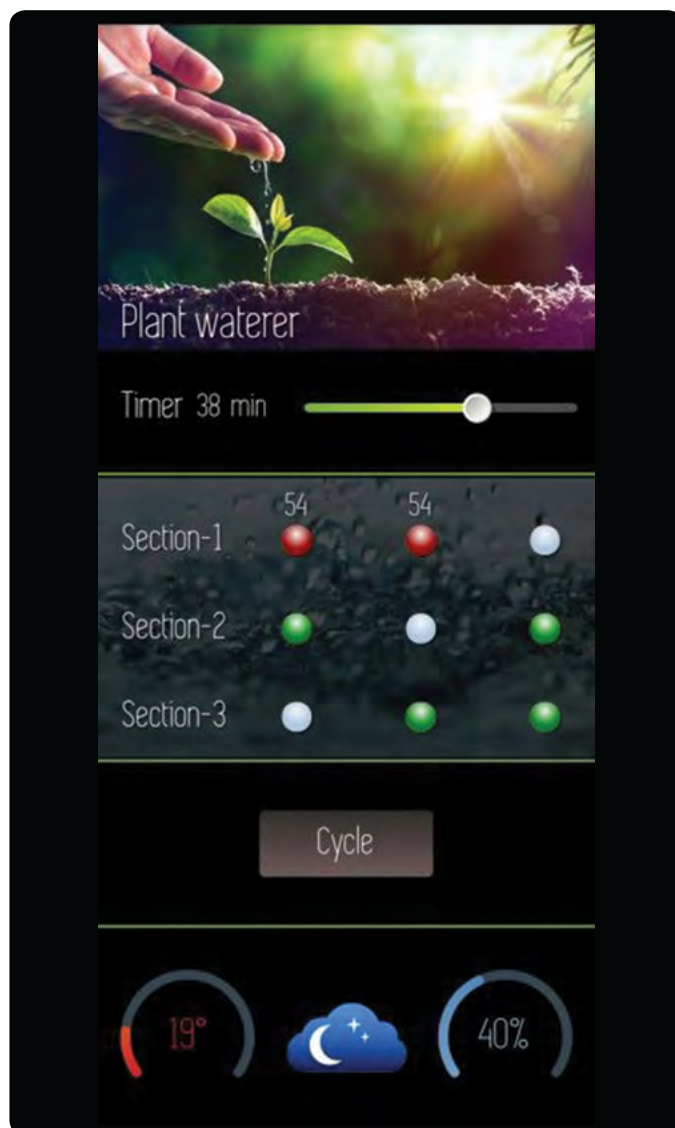
Slika 1

- ESP8266 bi bil nastavljen v načinu dostopne točke. V tem načinu bi moral uporabnik izbrati ESP8266 kot delujočo Wi-Fi dostopno točko in se z brskalnikom pomakniti na spletno stran. Ker ni bilo neposredne povezave z internetom, je ta različica vsebovala čip - uro realnega časa za spremljanje časa.
- ESP8266 bi se povezal s katero koli Wi-Fi dostopno točko, ki je bila na voljo v bližini. V tem primeru uporabniku ne bi bilo treba izbrati nove Wi-Fi dostopne točke, temveč bi se le pomaknil na spletno stran prikazovalnika. V tem primeru je bila nastavitvev časa digitalnega prikazovalnika izvedena prek interneta z uporabo NTP časovnega strežnika.

Mislil sem, da je zasnova tega projekta precej praktična in poceni. Pred kratkim sem izvedel za programsko opremo GUI-O, ki jo je napisalo slovensko podjetje. Programska oprema GUI-O je v bistvu aplikacija, ki deluje na Android pametnem telefonu ali tabličnem računalniku. Z MCU, ki je uporabljen v vašem projektu po meri, lahko komunicira na različne načine, od katerih je večina brezžična (na primer Bluetooth).

Aplikacija GUI-O je v bistvu tolmač: bere ukaze, ki temeljijo na besedilu, ki ga pošlje MCU vašega projekta, in jih prikaže z uporabo najrazličnejših zaslonskih pripomočkov. S prilagajanjem ukazov, ki jih pošljete v GUI-O aplikacijo, lahko na Android napravi prikažete »Nadzorno ploščo«, ki vsebuje veliko ali malo pripomočkov, pač kolikor jih potrebujete za upravljanje/nadzor vaše zunanje naprave. Ti pripomočki so bodisi vhodni objekti, občutljivi na dotik, kot so drsniki, bodisi statusni objekti, ki prikazujejo stanje, ki je prisotno v zunanji napravi. Slika 2 prikazuje primer »nadzorne plošče« GUI-O z drsnikom, nekaterimi indikatorji/merilniki stanja in lepo sliko.

Nekdo iz GUI-O ekipe me je kontaktiral, ko je prebral moj članek o Digitalnem prikazovalniku v reviji Svet Elektronike, in predlagal, da bi bila GUI-O aplikacija še en način za izvedbo mojega projekta. V bistvu bi lahko opustil idejo o spletnem



Slika 2

mestu in uporabil GUI-O aplikacijo na Android telefonu za nadzor digitalnega prikazovalnika, na primer prek Bluetooth. Strinjal sem se, vendar je prišlo do enega zapleta - GUI-O je trenutno samo aplikacija za Android, jaz pa uporabljam samo IOS (iPhone in iPad) naprave.

Vendar sem imel srečo - obrisal sem prah s stare Samsung Galaxy Note 10.1 tablice, ki je nisem uporabljal že vrsto let - Samsung je opustil posodobljanje tablice Note 10.1 nazaj na Android 4. Z iskanjem po Youtube sem odkril, kako posodobiti operacijski sistem na tem starem tabličnem računalniku na Android 9, s pomožnim nalaganjem Lineage 16 operacijskega sistema. S tem novim operacijskim sistemom sem lahko prenesel brezplačno demo različico GUI-O iz trgovine Google Play.

Po nalaganju enega od vzorcev na spletnem mestu GUI-O v ESP32 razvojno ploščo, mi je uspelo zagnati GUI-O aplikacijo in komunicirati z ESP32 z uporabo Bluetooth, vse dokaj hitro. To je bilo impresivno, zato sem se odločil, da poskusim svoj projekt Digitalni prikazovalnik pretvoriti v nadzor z GUI-O.

## GUI-O komunikacijski protokoli

Preden opišem, kako sem projekt Digitalni prikazovalnik pretvoril v GUI-O, je koristno razpravljati o različnih metodah povezave, za katere je mogoče konfigurirati GUI-O. Te metode so naslednje:

- 1) Bluetooth (klasični način z uporabo serijskega perifernega profila ali SPP)
- 2) Bluetooth z nizko porabo energije (BLE)
- 3) Wi-Fi (z razpoložljivo dostopno točko)
- 4) Ethernet (žični)
- 5) USB (žični)

Za telefon ali tablico sta najpogosteje uporabljeni metodi 1 in 2. Metodi 3 in 4 sta v bistvu načina povezave, pri katerih se telefon/tablični računalnik Android povežeta z MQTT strežnikom, ki gostuje v internetu, in vaša naprava po meri se poveže z istim MQTT strežnikom, bodisi brezžično ali prek Etherneta. Številka pet, način USB povezave deluje samo, če vaš telefon lahko zagotovi emulirana COM vrata z uporabo USB vrat, ki so namenjena tudi polnjenju baterije.

Ker sem že zasnoval spletni vmesnik za Digitalni prikazovalnik, sta bili samo metodi 1 in 2 zanimivi možnosti. Moram priznati, da čeprav sem naredil veliko projektov z ESP8266 in ESP32 podjetja Espressif, sem pozabil, da ESP8266 upravlja samo Wi-Fi, ne pa tudi Bluetooth. To je pomenilo, da ESP8266, ki sem ga uporabil v prvotnem projektu, ne bi deloval z Bluetooth GUI-O metodo povezave. Vendar sem bil navdušen nad preizkusom GUI-O, zato sem se odločil zgraditi novo krmilno ploščo za Digitalni prikazovalnik z uporabo ESP32.

## Klasični Bluetooth proti BLE

Ker redno uporabljam iPhone/iPad, sem imel nekaj izkušenj s poskusom povezovanja lastnih naprav po meri s temi IOS napravami. Glede na to, kar sem ugotovil, bodo IOS naprave

delovale z BLE, vendar ne delujejo s klasičnim Bluetoothom - vsaj ne z uporabo Serial Peripheral Profile, ki ga najraje uporabljam. Android naprave očitno delujejo z obema Bluetooth protokoloma, saj je GUI-O aplikacija samo za Android in podpira oba.

Vsekakor obstaja prostor tako za klasični Bluetooth z uporabo SPP, kot za BLE, glede na nadzor/nadzor zunanje naprave, s pametnim telefonom. Poglejmo si različne prednosti/slabosti.

Klasični Bluetooth v SPP načinu:

- Razmeroma preprosto pisanje kode, saj ta protokol v bistvu samo posnema standardno serijsko UART povezavo.
- Dodajanje Bluetooth SPP povezave na osebni računalnik (za razvoj in odpravljanje napak) je preprosto z uporabo poceni USB-Bluetooth modula HC05.
- Zahteva več energije - to je v resnici samo premislek na zunanjem perifernem koncu povezave in le takrat, ko ga napaja majhna baterija, kot je recimo gumb baterija.

## Bluetooth Low Energy (BLE):

Precej težko je napisati kodo za zunanji MCU del povezave. To se zgodi, ker obstaja veliko vnaprej določenih plasti protokola, ki se jih je treba naučiti: Storitve, Karakteristike, Vrednosti itd. Vsi ti parametri so določeni z uporabo dolgih šestnajstistiških nizov, ki si jih je težko zapomniti, zato ste dovzetni za napake. Če lahko obvladate zaplete v 1) zgoraj in če vaša naprava izvaja običajno funkcijo, boste morda lahko uporabili obstoječo komercialno aplikacijo na delu povezave s telefonom/tablico. To pomeni, da vam morda ne bo treba napisati lastne aplikacije po meri za telefon.


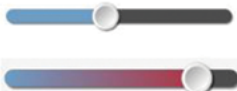




Kot pove že ime, BLE porabi manj energije, zato je koristno, če vaša zunanja periferna naprava deluje na majhno baterijo, je nenadzorovana in mora delovati dolgo časa.

V primeru digitalnega znaka le-ta črpa 5-10 vatov energije iz električnega omrežja (odvisno od nastavljenega nivoja svetilnosti). Edina uporabljena baterija je gumb celica, ki napaja samo čip RTC, tako da Bluetooth poraba energije ni problem - tudi na telefonu, saj se konfiguracija digitalnega znaka izvaja redko. Iz tega razloga sem za ta projekt izbral klasični Bluetooth način z uporabo SPP.

## GUI-O gradniki

Projekt Digitalni prikazovalnik ne zahteva modernega uporabniškega vmesnika ali »nadzorne plošče«. Pravzaprav je začetna različica mojega projekta uporabljala zelo preprosto spletno stran, ki je vsebovala le nekaj besedilnih polj in gumbov. Ta različica projekta ima bolj moderno "nadzorno ploščo" kot spletna različica, vendar še vedno uporablja le majhen del pripomočkov, ki so na voljo v GUI-O. Slika 3 prikazuje nekaj GUI-O gradnikov - nekatere sem uporabil v tem projektu.

Priročnik za GUI-O razvijalce je zelo dobro napisan in ilustriran. Opisal bom samo nekaj osnov, povezanih z nastavitvijo vaše nadzorne plošče in branjem rezultatov, ki jih pošlje nazaj, ko uporabnik na nek način komunicira s to nadzorno ploščo.

Widget type	Visual example
Toggle	
Slider	
Circular bar	
Number input	
Text input	
Scrollable text area	

**Slika 3**

Ko zaženete GUI-O aplikacijo v telefonu, morate določiti povezavo z neko zunanjo napravo. O tem postopku bom razpravljajal pozneje, a za zdaj je dovolj vedeti, da bo GUI aplikacija poslala naslednje sporočilo z zahtevo za inicializacijo prek Bluetooth SPP na ESP32:

```
@init
```

Vaš program mora spremljati dohodna Bluetooth sporočila in ko prejme to inicializacijsko sporočilo, se mora odzvati s pošiljanjem serije sporočil, da na zaslon postavi potrebne pripomočke. Ta postopek se začne z nekaj preprostimi ukazi za brisanje zaslona in nastavitve barve ozadja:

```
sendMsg("@cls\r\n");
sendMsg("@guis BGC:#FFFFFF\r\n");
```

Upoštevajte, da je `sendMsg()` funkcija, ki pošlje ukazno sporočilo nazaj v Android telefon/GUI-O aplikacijo prek Bluetooth SPP. Medtem ko se predpona »@« uporablja za številne interakcije z GUI-O aplikacijo, ko postavljate nove pripomočke na zaslon, te pripomočke določite z ukazom, ki se vedno začne s simbolom črte »|« . Seznam 1 je koda, ki sem jo uporabil za risanje nadzorne plošče za ta projekt.

Vsaka vrsta gradnika vsebuje ime iz dveh črk: LB je oznaka, TI je vnos besedila, SL je drsniik itd. Vsakemu gradniku je treba dodeliti edinstven ID uporabnika (UID) – ta UID se uporabi drugje v vaši kodi, če spremenite kateri koli atribut tega gradnika ali preberite njegovo stanje (v primeru uporabniško nastavljenih gradnikov, kot je na primer drsniik ali gumb). Vsi atributi gradnika, kot so velikost, barva, položaj itd. so določeni z označevalcem (z velikimi črkami), ki mu sledi »:« in nato vrednost tega atributa.

Eno posebnost teh ukaznih vrstic lahko vidite v naslednjem ukazu:

```
sendMsg("|LB UID:lb1 X:50 Y:10 FSZ:5 FFA:\\"
font1\| TXT:\|ESP32 Digital Sign\|\r\n");
```

Upoštevajte, da je za TXT parametrom (ki določa besedilo, za katerega želite, da je prikazano v gradniku Label) prikazan »\« pred vsakim pojavom simbola dvojnega narekovaja. "\" je simbol ESCAPE. Potreben je, ker funkcija `sendMsg` pričakuje posredovanje spremenljivke String. Ker je spremenljivka String zaključena s simbolom dvojnega narekovaja, in če morate v ukazni niz GUI-O vdelati dvojni narekovaj, morate uporabiti simbol ESCAPE »\«, sicer bo funkcija `sendMsg` predvidevala, da se niz konča s prvim dvojnimi narekovajem, ki ga najde znotraj ukaza.

Najboljši način za razumevanje GUI-O gradnikov je, da si ogledate mojo kodo v seznamu 1, si ogledate stran priročnika za razvijalce za vsak uporabljeni gradnik in pogledate tudi, kako je videti na zaslonu vašega telefona.

Kadar koli uporabnik komunicira z GUI-O aplikacijo, na primer s premikanjem drsniikov, se GUI-O odzove z:

- *ustrezno spreminjanje videza ikone na zaslonu*
- *pošiljanje sporočila, kot je @sl1 20.0\r\n*
- *kar pomeni, da se je slider1 premaknil na 20.0*

Vsi takšni odgovori se bodo začeli s simbolom »@«, ki mu bo sledil UID gradnika, ki smo se ga dotaknili. Vaš MCU bo moral spremljati dohodna sporočila iz pametnega telefona prek Bluetooth povezave za ta sporočila in jih razčleniti, da določi ime gradnika, ki smo se ga dotaknili, in kakšna je nova vrednost. V mojem programu je ta funkcija `parseGuiMsg()` funkcija. Na primer, ko uporabnik vnese besedilo v polje za vnos besedila ti1, bo GUI-O odgovoril:

```
@ti1 xxxxxxx\r\n
```

kjer je xxxxxx besedilo, ki je bilo vneseno v polje za vnos besedila (brez dvojnih narekovajev). \r\n sta simbola za vrnitev na začetek in nova vrstica.

Eden zanimivih gradnikov je gradnik imenovan Slika (angl. Image). Zanimivo je, kje je shranjena slikovna datoteka - ni shranjena v MCU Flash zunanje naprave. Namesto tega MCU zunanje naprave zgolj kaže na željeno sliko na enega od dveh načinov:

- 1) Z določitvijo imena datoteke. V tem primeru mora biti PNG slikovna datoteka vnaprej naložena v Flash pomnilnik pametnega telefona v naslednjo mapo:

```
/Android/data/com.guio.guioapp/files/Pictures/
```

ali izmenično na istem mestu na kartici uSD, če je v telefonu.
- Z navedbo URL-ja, ki vsebuje zahtevano sliko v .PNG formatu.

Morda ste nesrečni glede uporabe možnosti 2), ker telefon morda ni ves čas povezan z internetom in/ali internet ni statičen. Slik, ki danes gostujejo na določenem URL-ju, morda v prihodnosti tam ne bo več. Vendar, če je uporabljena možnost 2), bo

aplikacija GUI-O v spletu poiskala samo to sliko, ko prvič naleti na URL v dohodnih ukazih. Ko ga najde, ga shrani v predpomnilnik na mestu mape, prikazanem zgoraj v možnosti 1). Predpomnjena bo na uSD kartici, če je prisotna, sicer bo v notranjem datotečnem prostoru Androida.

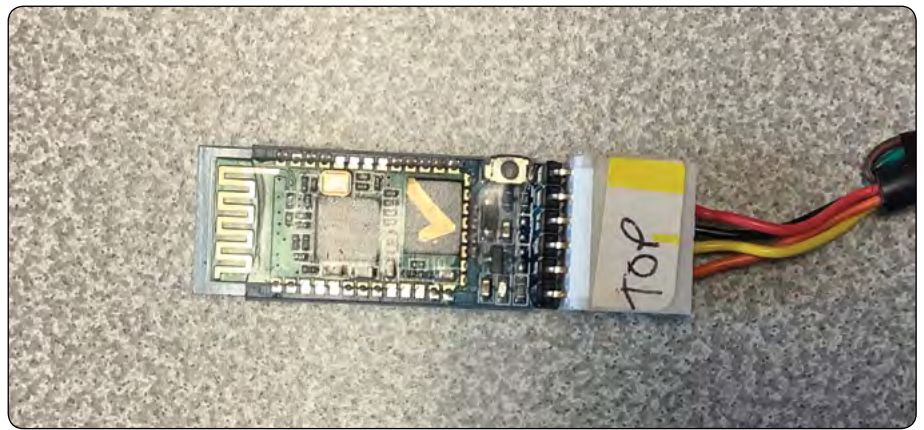
## Razvijanje vaših GUI-O zaslonov z Live Designerjem

Vsi GUI-O gradniki so ustvarjeni z berljivimi ASCII ukaznimi vrsticami, priročnik za razvijalce pa vsebuje odlično dokumentacijo za vse. Če pa ste leni, boste morda želeli preizkusiti GUI-O Live Designer aplikacijo. Obstajata različici te aplikacije za Windows in Linux.

Ta aplikacija se izvaja na vašem računalniku in se poveže z vašim Android telefonom/tablico namesto vaše zunanje naprave. Njegov edini način komunikacije je prek COM vrat v vašem računalniku. Zato za povezavo z Android telefonom potrebujete način za povezavo s COM vrati. V bistvu obstajajo trije načini za to:

- 1) Vaš osebni računalnik vsebuje Bluetooth vrata, ki jih je mogoče konfigurirati za zagon Serial Peripheral Profile (SPP). Ko zaženete GUI-O Designer in pregledate seznam razpoložljivih COM vrat, bi izbrali tista, ki ustrezajo notranjim Bluetooth vratom računalnika (konfiguriranim kot SPP).
- 2) Priključite USB-Bluetooth modul, kot modul HC05 (slika 4). Modul se bo prikazal v upravitelju naprav kot USB serijska vrata (COMxx). Modul HC05 se ne identificira nič bolj podrobno kot to, zato ga boste morda morali priključiti/odklopiti, medtem ko gledate upravitelja naprav, da vidite, katera COM vrata navaja kot USB serijska vrata.
- 3) Če vaš telefon dovoli, da se njegova USB/polnilnik vrata označijo kot serijska vrata (in veste, kako jih nastaviti kot taka), lahko priključite USB kabel telefona v računalnik in vidite, katera COM vrata so prikazana v Upravitelju naprav (Device manager).

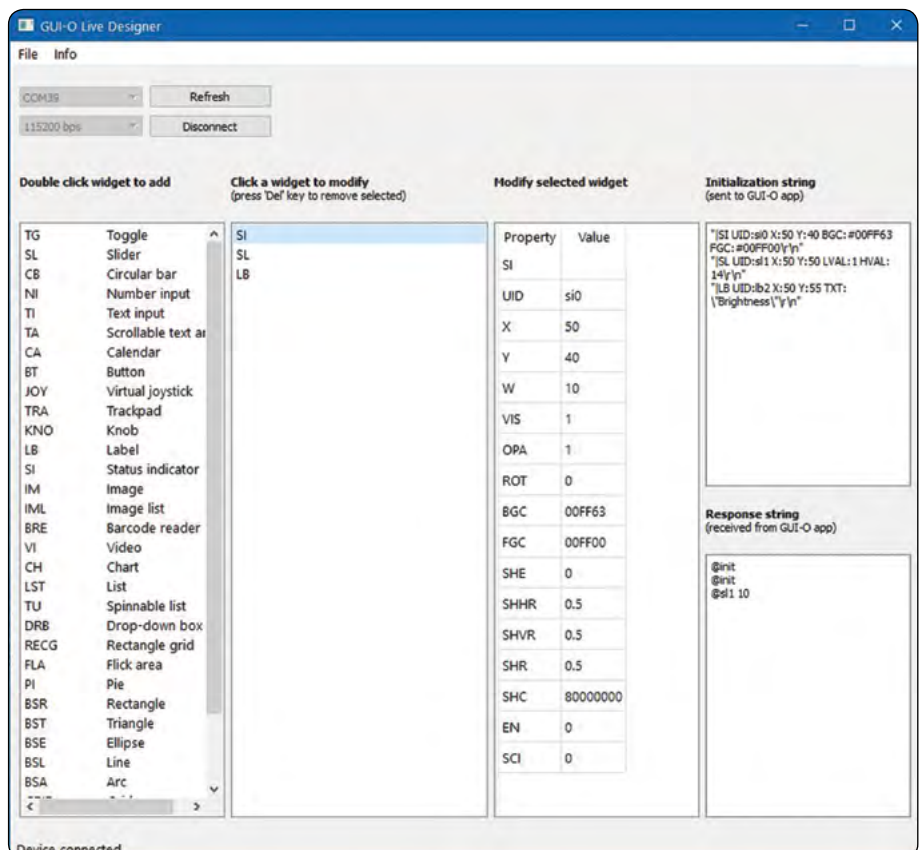
Moj Dell računalnik vsebuje Bluetooth vrata in lahko sem ga konfiguriral v SPP načinu in se nato poskusil povezati z njim v GUI-O programu za oblikovanje. Čeprav sem lahko »videl« Bluetooth vrata računalnika, ko sem v GUI-O aplikaciji na svojem tabličnem računalniku iskal



Slika 4

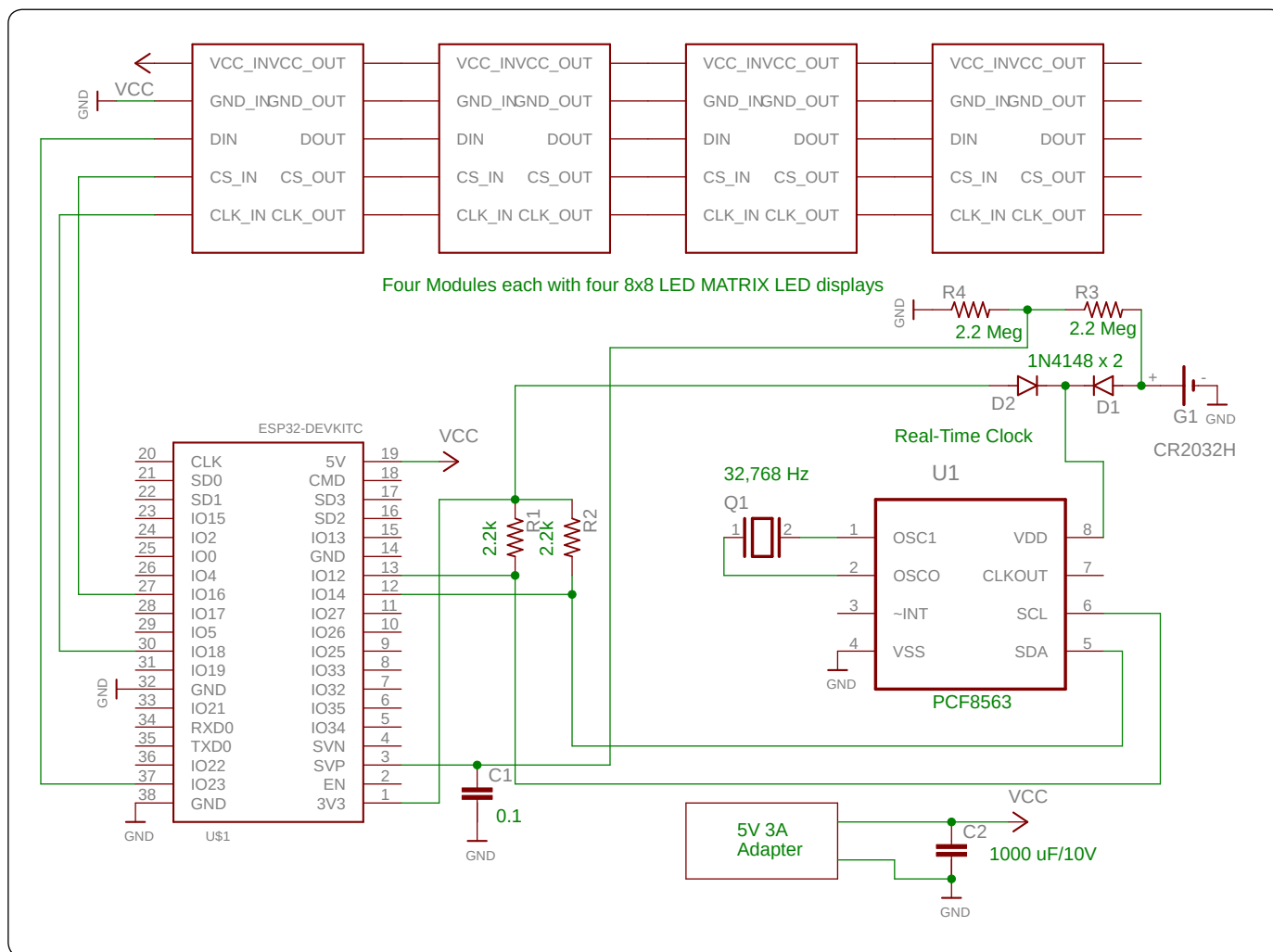
Bluetooth naprave, se z njimi nikoli nisem mogel povezati. Včasih je moj tablični računalnik Note 10.1 prikazal zaslon, ki mi je dal kodo za seznanjanje za oskrbo druge naprave. Vendar moj računalnik nikoli ni prikazal zaslona, ki bi zahteval to kodo. Torej, metoda 1) zame nikoli ni delovala.

Metoda 2) je dobro delovala. Znotraj GUI-O Live Designer aplikacije sem se lahko povezal s COM vrati, ki jih je navedel HC05 modul. V GUI-O aplikaciji na mojem Samsung Note 10.1 je skeniranje razpoložljivih Bluetooth naprav pokazalo napravo z imenom HC05 in ob njeni izbiri me je sistem pozval k kodi za seznanjanje, ki je za HC05 »1234« (tovarniško privzeto). Po seznanitvi je GUI-O Live Designer program lahko poslal ukaze za zaslon, ki sem ga oblikoval, na moj Android tablični



Slika 5





Slika 6

računalnik, kjer je bil prikazan v rdeči. Če premaknete drsnik, bi odgovorni niz poslali nazaj v GUI-O Live Designer, kjer bi se prikazal v spodnjem desnem oknu Live Designerja.

Nisem mogel najti načina, da bi svojemu tabličnemu računalniku Samsung Galaxy Note 10.1 dovolil, da USB/polnilnik vrata delujejo kot serijska vrata, tudi ko sem ga postavil v način za razvijalce in omogočil funkcijo ADB (kar je bilo edino, kar sem lahko pomislil med poskušanjem). Ko sem Note 10.1 prestavil v način za razvijalce, se je takoj, ko sem ga priključil na računalnik, pojavilo okno upravitelja datotek, ki prikazuje vsebino notranjega datotečnega sistema in nameščene kartice uSD. Tako sem potrdil, da so bile GUI-O slikovne datoteke shranjene v mapi, ki je navedena v Priročniku za razvijalce GUI-O.

GUI-O Live Designer uporablja privzeto hitrost prenosa 115.200 baudov, kot je razvidno na vrhu slike 5. Če uporabljate USB-Bluetooth HC05 modul, bo tovarniško nastavljen na hitrost prenosa 9600 baudov (ob predpostavki, da prihaja iz iste tovarne kot moj modul!).

Medtem ko bi to počasnejšo hitrost lahko izenačili z izbiro 9600 baud v meniju Live Designer, sem se odločil ostati pri (višji) 115.200 baud hitrosti s spremembo privzete baudne hitrosti na HC05 modulu. To je mogoče storiti na naslednji način:

Prestavite HC05 modul v AT ukazni način tako, da ob vklopu pritisnete tipko - LED bo zdaj v ukaznem načinu utripala vsaki 2 sekundi.

V AT načinu je privzeta hitrost prenosa 38400, zato spremenite emulator računalniškega terminala na to nastavitvev.

Vtipkajte AT+UART=115200,1,2,  
Modul vrne "OK".

Ponovno vklopite napajanje na HC05 ne da bi pritisnili tipko.

Ko je GUI-O aplikacija v Android napravi seznanjena s HC05 modulom, LED lučka HC05 preneha hitro utripati in namesto tega dvakrat utripne približno vsakih 7 sekund.

Live Designer je dokaj preprost za uporabo. Gradnik, ki ga želite dodati, izberete v levem polju tako, da ga dvokliknete. Nato se prikaže v polju na desni. Če izberete gradnik iz tega polja, bodo v polju na desni strani prikazani vsi parametri, ki jih je mogoče urejati za ta gradnik. Ko opravite ta urejanja, bo pripomoček takoj osvežen v Android telefonu/tabličnem računalniku. Inicializacijski niz, ki ga je treba poslati v Android napravo za implementacijo gradnika, bo prikazan v zgornjem desnem polju. Podobno se zgodi, če se dotaknete gradnikov za vnos, kot je drsnik ali gumbi v napravi Android. Takrat se bo

nova vrednost prikazala v polju Live Designer spodaj desno – v popolnoma enaki obliki, kot bi jo videli, če bi dohodno sporočilo razčlenili z MCU v vaši zunanji ciljni napravi.

## Nov krmilnik za Digitalni prikazovalnik za GUI-O

Kot sem že omenil, sem moral oblikovati nov krmilnik z uporabo ESP32, ker je prvotni uporabljal ESP8266, ki nima možnosti Bluetooth komunikacije. Krmilnik digitalnega prikazovalnika ni preveč zapleten, zato me ni motilo sestaviti še enega.

Slika 6 prikazuje shematski diagram novega krmilnika. Prikazujem modul ESP32 DEVKITC, ker je običajen in ki ga običajno uporabljam. V tem primeru sem dejansko uporabil modul WE-MOS LOLIN32 Lite, vendar sta oba modula zamenljiva, če periferne naprave povežete s pravilnimi priključki ESP32 modula.

Štirje LED 32x8 matrični moduli so verižno povezani skupaj in povezani na SPI vrata ESP32 z uporabo IO23 za MOSI, IO18 za CLK in IO16 za linijo CS. To je privzeto ožičenje SPI vrat, ki ga pričakuje knjižnica Max72xxPanel, ki jo uporabljam za pogon LED matrice, vendar ji morate posredovati GPIO16 priključek, ki se uporablja za linijo CS.

Moj prejšnji projekt digitalnega prikazovalnika je uporabljal MCP79401 RTC čip, ker je imel ta RTC čip nekatere funkcije, ki so bile potrebne na PC ESP8266 plošči z nizko porabo energije, ki sem jo zasnoval prej, za drug projekt. Pri roki sem imel eno od teh tiskanih vezij in sem ga uporabil za začetni digitalni prikazovalnik.

Za ta projekt sem uporabil pogostejši NXP PCF8563 RTC. Ta čip nima ločenega priključka za baterijo, zato sem moral uporabiti 2 diodi 1N4148, da sem ga napajal iz glavnega Vcc ali iz CR2032 gumb celice.

R3, R4 tvorita napetostni delilnik 2:1 iz CR2032 celice za napajanje notranjega ADC ESP32. Za razliko od ESP8266 ADC, ki ima izjemno visoko vhodno impedanco in fiksno FS območje 1 volta, ima ADC ESP32 programabilni slabilnik z več razponi, vendar ima tudi nižjo vhodno impedanco. Uporabil sem ADC\_6db obseg, ki daje vhodni FS obseg približno 2 volta, kar se ujema z največjo napetostjo 3,0 volta gumb celice, ko je znižan preko napetostnega delilnika R3, R4. Kondenzator C1 filtrira šum, ki je lahko prisoten v tem vezju z dokaj visoko impedanco.

Lolin32 Lite ni bil popoln ESP32 modul za ta projekt – bil je edini pri roki, ko sem zgradil vezje. Čeprav vsebuje vtičnico za LiPo celico in polnilnik, nima posebnega Vin pina, ki bi ga lahko napajal s 5 volti za napajanje modula. Posledično sem moral uporabiti mikro-USB kabel, zarezati v kabel ter uporabiti črno in rdečo žico za napajanje s 5 volti.

Slika 7 je fotografija celotne krmilne plošče digitalnega prikazovalnika.

## Program za ESP32 digitalni prikazovalnik

Ugnezdena programska oprema, tako kot pri mojem prvem projektu digitalnega prikazovalnika, je napisana v C z uporabo Arduino IDE. Če želite omogočiti, da Arduino IDE deluje z Espressif ESP8232, morate namestiti jedrno knjižnico ESP32. To enostavno dosežete s klikom na Tools-> Board-> Board Manager in v iskalno polje vnesete ESP32. Videli boste vnos z imenom esp32 podjetja Espressif Systems. Uporabljam najnovejšo različico (2.0.3-RC1), ki zdaj podpira novejša naprave ESP32 S2, S3 in C3.

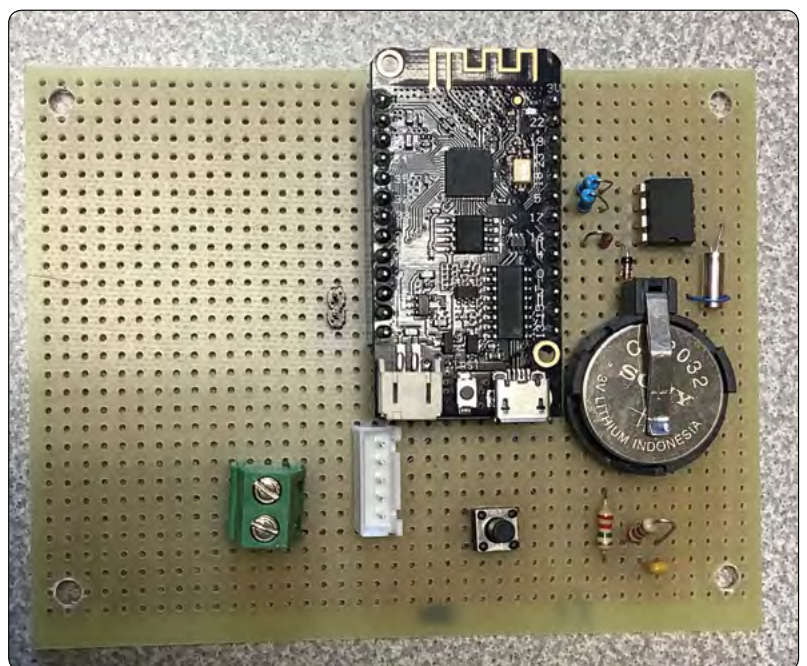
Za pogon LED matrične plošče uporabljam Max72xxPanel knjižnico. Za ta članek sem vključil mapo "arduino-Max72xxPanel-master", ki vsebuje to knjižnico – je v mapi Software na spletni strani Svet elektronike. Ta knjižnica zahteva, da imate prisotno tudi knjižnico »Adafruit\_GFX«, vendar jo lahko preprosto dodate tako, da zaženete Sketch / Include Library / Manage Libraries in jo poiščete po imenu.

Podobno morate dodati BluetoothSerial knjižnico in EEPROM knjižnico. Datoteki »RTC.h« in »PCF8563.cpp« sem vključil v programsko mapo projekta, ker so na voljo številne knjižnice RTC, vendar je ta tista, ki deluje z mojim programom.

Če želite uporabljati LED matrične zaslone, morate določiti razred Max72xxPanel, kot sledi:

```
Max72xxPanel matrix = Max72xxPanel(pinCS,
  numberOfHorizontalDisplays,
  numberOfVerticalDisplays);
```

PinCS sem definiral kot 16, ker uporabljam GPIO16 za signal CS zaslona. Ker uporabljam 4 module, od katerih vsak vsebuje 4 matrične zaslone, je spremenljivka »numberOfHorizontalDisplays« v



Slika 7

programu nastavljena na 16. Če bi želeli zaporedno povezati več zaslonov, bi morali spremeniti to spremenljivko. Vendar pa obstajajo tudi druge stvari, ki jih bo morda treba spremeniti. Definiral sem največje število znakov (MAXCHARS) pri 300, kar dodeli dovolj velika polja SRAM za obdelavo toliko znakov. Vsak znak ima 6 slikovnih pik vodoravno, tako da bi teoretično potrebovali  $300 * 6$  slikovnih pik/32 slikovnih pik na modul ali 58 diskretnih matričnih plošč za prikaz toliko znakov hkrati. Imam samo 4 plošče in program sem preizkusil samo za to velikost zaslona.

Uporabil sem le 8x8 LED matrične zaslone enega dobavitelja. Pri izdelavi prvotnega projekta digitalnega znaka sem ugotovil, da so prve knjižnice gonilnikov, ki sem jih preizkusil, definirale usmerjenost LED matrike na tak način, da je bil zaslon navpični stolpec, ne vodoravna usmerjenost, ki sem jo želel. Sumil sem, da so morda na voljo 8x8 LED matrični moduli, ki določajo vrstni red povezav 64 LED na drugačen način.

Knjižnica Max72xxPanel vsebuje `matrix.setRotation` funkcijo, ki omogoča izbiro med 4 možnimi usmeritvami. Na začetku svoje `setup()` rutine pokličem to funkcijo za vsakega od 16 matričnih modulov in ji posredujem orientacijo 1. Če so vaši LED matrični moduli konfigurirani za drugačno orientacijo, lahko to vrednost spremenite v razpon od 0 -3, kot sledi:

- 0- brez vrtenja
- 1- 90 stopinj CW (v smeri urinega kazalca)
- 2-180 stopinj
- 3-90 stopinj CCW (v smeri proti urinem kazalcu)

Uporabljam EEPROM ESP32 knjižnico (ki emulira EEPROM v Flash pomnilniku ESP32 modula) za shranjevanje sporočila, ki je prikazano na znaku, tako da preživi cikel izklopa. Ob prvem zagonu programa bo EEPROM polje vsebovalo vse bajte postavljene na 0xFF, ker ni inicializirano. Funkcija `RetrieveMessageFromEEPROM` bo preverila ta "prazen" EEPROM in prikazala "Hello there-" namesto naključnih znakov.

Rutina `parseGuioMsg()` je funkcija, ki pregleduje dohodna sporočila iz GUI-O aplikacije v Android napravi in obravnava različna sporočila. Na primer, kot odgovor na sporočilo »@init«, poslano iz GUI-O aplikacije ob zagonu, bo izvedla kodo, prikazano v Listing 1, za risanje pripomočkov uporabniškega vmesnika v Android napravi. Vsa sporočila naprej in nazaj se zaključijo s CR in LF znakoma.

Čeprav tega ne prikazujem v shemi, sem dodal stikalo vezano med GPIO27 in maso. Ko v `Loop()` rutini vidim, da je bilo to stikalo pritisnjeno, izdam naslednji ukaz GUI-O: `@caps`. To pove GUI-O, naj posname zaslon - tako sem dobil sliko 8 - nadzorna plošča za digitalni prikazovalnik.

Na sliki 8 je besedilno okno, ki prikazuje RTC čas prikazovalnika. Upoštevajte, da ni prostora, kjer bi uporabnik lahko nastavil RTC čas za prikazovalnik - bodisi na začetku delovanja bodisi za spremembo poletnega časa. Aplikacija GUI-O ima funkcijo, kjer lahko prebere čas/datum iz same Android naprave. Med ukazi, ki jih pošljem GUI-O aplikaciji ob zagonu, je tisti, ki GUI-O pove, naj občasno prebere čas na Android napravi in ga pošlje zunanji napravi. Ko se to branje zgodi enkrat, zaradi česar je čas digitalnega prikazovalnika pravilno nastavljen, je



**Slika 8**

periodično branje Android ure z GUI-O onemogočeno. Po nastavitvi lahko traja približno minuto, da se prikaže pravi čas zaradi časa osveževanja.

Enojni drsnik se uporablja za pošiljanje vrednosti med 1 in 15 nazaj v digitalni prikazovalnik. Ta vrednost se uporablja za nastavitev `displayBrightness` spremenljivke, ki se posreduje `matrix.setIntensity()` rutini.

## Nastavitev digitalnega prikazovalnika z uporabo GUI-O

Ko je ESP32 krmilnik za digitalni prikazovalnik pripravljen in deluje, bi odprli aplikacijo GUI-O, izbrali ikono menija na vrhu (3 vodoravne vrstice) in izbrali Povezave ter nato Bluetooth in IOT. Kliknite Razpoložljive naprave in skeniranje bi moralo prikazati vnos z imenom »Digital Sign«. Ko kliknete na to, bi moralo biti prikazano »Bluetooth Connected« (s precej blede zelenimi črkami). Nato zaprite menijsko funkcijo z "X" zgoraj desno. Zdaj, ko kliknete utripajočo začetno ikono GUI-O, bi morali videti GUI-O nadzorno ploščo, prikazano na sliki 8. RTC čas prikazovalnika bo neko naključno število, vendar bo pozneje, ko bo dobil pravi čas iz Android naprave, prikazana pravilna vrednost. Prikazana bo napetost RTC gumb baterije in ikona stanja na desni strani okna napetosti. Ta se bo spremenila iz zelene v rdečo, ko bo napetost baterije prenizka.

GUI-O lahko nastavite tako, da se samodejno poveže z digitalnim prikazovalnikom, ne da bi sledili zgornjemu postopku, tako da v meniju GUI-O vklopite `AutoConnect`.

Mimogrede, brezplačna demo različica GUI-O vam omogoča, da jo preizkusite z do 6 gradniki. Pravzaprav bi lahko poenostavili mojo zasnovo nadzorne plošče za ta projekt, tako da bi uporabljal samo 6 gradnikov in bi lahko bil še vedno uporaben.

<https://svet-el.si>



# Domača sončna elektrarna malo drugače

Avtor: Gregor Maček

*Izgradnja hibridnega solarnega sistema brez oddajanja v omrežje*



Sončna elektrarna je sistem elementov, s katerimi pretvarjamo sončno sevanje v električno energijo. Učinkovitost pretvorbe PV (solarnih) modulov se iz leta v leto viša, njihova cena pa zaradi velike proizvodnje niža, kar nam omogoča relativno poceni izgradnjo domačega sistema delne samooskrbe z električno energijo. Sonce za Zemljo predstavlja najpomembnejši energetski vir. Že podatek, da vsako uro na Zemljo iz Sonca pride toliko energije, kot jo človeštvo porabi v enem letu, nam da vedeti da je energije dovolj, le izkoristiti jo moramo.

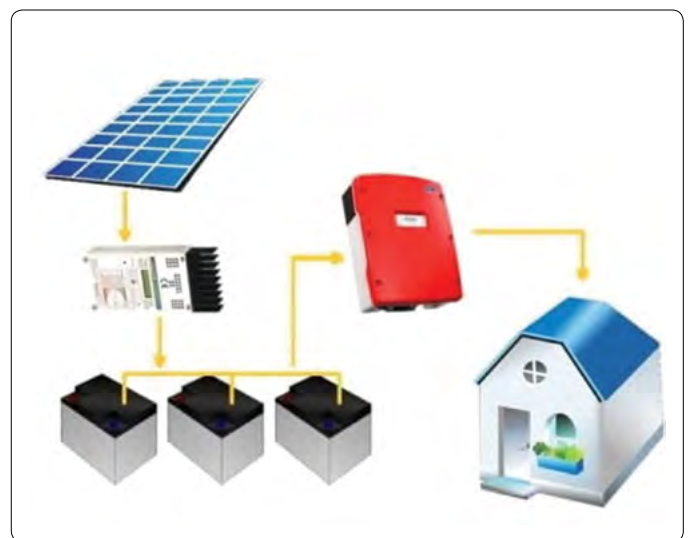
## Tipi sončnih elektrarn

Najbolj razširjena rešitev je t.i. netmetering - vračanje

električne energije v omrežje (tudi on-grid sistem, samooskrbni sistem), kjer imamo na objektu nameščene solarne module ter preko DC-AC razsmernikov (inverterjev) viške pridobljene električne energije pošiljamo v omrežje elektro distributerja. Prevezeta električna energija se nam obračuna enkrat letno ob zaključku leta kot razlika med prevzeto in oddano delovno električno energijo (kWh), pri čemer se uporabi eno-tarifno merjenje električne energije. Največja oddajna moč naprave je omejena na 80 % priključne moči merilnega mesta oz. pogojena s strani elektro distributerja glede na stanje lokalnega električnega omrežja. Glede na skokovit porast izgradnje sončnih elektrarn pri praktično nespremenjenem elektro distribucijskem omrežju v zadnjih



*Shema ongrid fotovoltaičnega sistema. Vir: [www.kenbrooksolar.com](http://www.kenbrooksolar.com)*



*Shema offgrid fotovoltaičnega sistema. Vir: [www.kenbrooksolar.com](http://www.kenbrooksolar.com)*



**Shema hibridnega fotovoltaičnega sistema. Vir: [www.kenbrooksolar.com](http://www.kenbrooksolar.com)**

desetletjih ponekod sploh ni več mogoča priključitev sončne elektrarne ali pa je oddajna moč omejena na par kW.

Na drugi strani poznamo otočne solarne sisteme (off-grid sistem), kjer gre za samozadosten sistem, ki ni priključen v omrežje. Posebej primeren je za počitniške objekte, planske kočice, kamp prikolice, plovila – skratka za primer, ko ni možnosti dostopa do elektroenergetskega omrežja. Pri otočnih sistemih znaten strošek predstavljajo akumulatorji električne energije, ki poskrbijo, da je ta na voljo tudi ko sonce zaide.

Vmesna varianta so t.i. hibridni sistemi, kjer gre v osnovi za otočni solarni sistem, ki pa lahko energijo jemlje tudi iz električnega omrežja. Skladno z nastavitvami razsmernik primarno energijo zagotavlja iz PVmodulov, če pa te ni dovolj, pa primanjkljaj zagotovi iz akumulatorjev in nato, če so prazni tudi ti (ali jih v sistemu sploh ni – nekateri razsmerniki omogočajo tudi to!) iz električnega omrežja. Ker v primeru hibridnega sistema v omrežje ne oddajamo ničesar, tako ne potrebujemo posebnih soglasij za priključitev tovrstnega sistema s strani elektro distributerja. S labost takšne rešitve je višja cena zaradi akumulatorjev oz. nižji izkoristki, če akumulatorjev nimamo, saj v tem primeru viškov energije ne moremo skladiščiti.

## Finančni vidik

Dandanes je velika večina sončnih elektrarn omrežnega (on-grid) tipa in običajne moči za enodružinsko hišo se gibljejo okrog 5 – 15 kW. Takšni sistemi se trenutno delajo »na ključ« po ceni približno 1 – 1,3 € na watt. Trenutno povpraševanje bistveno presega ponudbo, tako da je večina izvajalcev zasedena več mesecev vnaprej. Svoje prida še čakanje na potrebno soglasje elektro distributerja in kasneje še pregled in vklop sistema v omrežje, kar trenutno pomeni čas izgradnje sončne elektrarne na pol leta do leto dni. Potrebna površina za sončne celice je seveda odvisna od tipa (izkoristka) celic in se okvirno giblje okrog 200 W/m<sup>2</sup>. Običajno jih namestimo na streho objekta, pa tudi na nadstreške

itd. V slednjem primeru se lahko PV module uporabi tudi kot primarno kritino, kar bistveno poceni izvedbo, saj pritrdilni material ni zanemarljiv strošek in lahko pri določenih tipih strehe predstavlja tudi dve tretjini cene PV modula!

V primeru manjših površin se cena elektrarne na ključ (na kW) bistveno poveča, saj potrebni postopki (potrebna soglasja, projekt za izvedbo del, zamenjava števca, izvedba uradnih meritev inštalacij itd.) niso nič drugačni, če se dela 3 kW ali pa 20 kW on-grid sončno elektrarno, pa tudi samega dela z inštalacijami itd. ni bistveno manj. Tako sem se tudi avtor srečal s problemom rentabilnosti postavitve elektrarne manjše moči (dobre 3 kW), saj za več PV modulov na hiši dvojčku pač ni prostora. Izbira komponent sistema

Po nekaj raziskovanju vseh možnih rešitev ter preračunavanju vseh opcij sem se odločil za izvedbo hibridnega sistema na osnovi hibridnega razsmernika GrowattSPF 5000, ki omogoča delovanje tudi brez akumulatorjev (običajno razsmerniki ne omogočajo tovrstnega delovanja, to dovoljujeta zgolj modela SPF 3500 in SPF 5000). Podnevi lahko koristimo energijo sonca, po potrebi pa razsmernik manjkajočo energijo dodaja iz omrežja. Na izhod razsmernika sem priklopil hišne porabnike, ki so konstantni porabniki energije (hladilnik, zamrzovalna skrinja, akvariji, pralni, sušilni in pomivalni stroj ...), vso razsvetljavo ter seveda toplotno črpalko in klimatsko napravo.

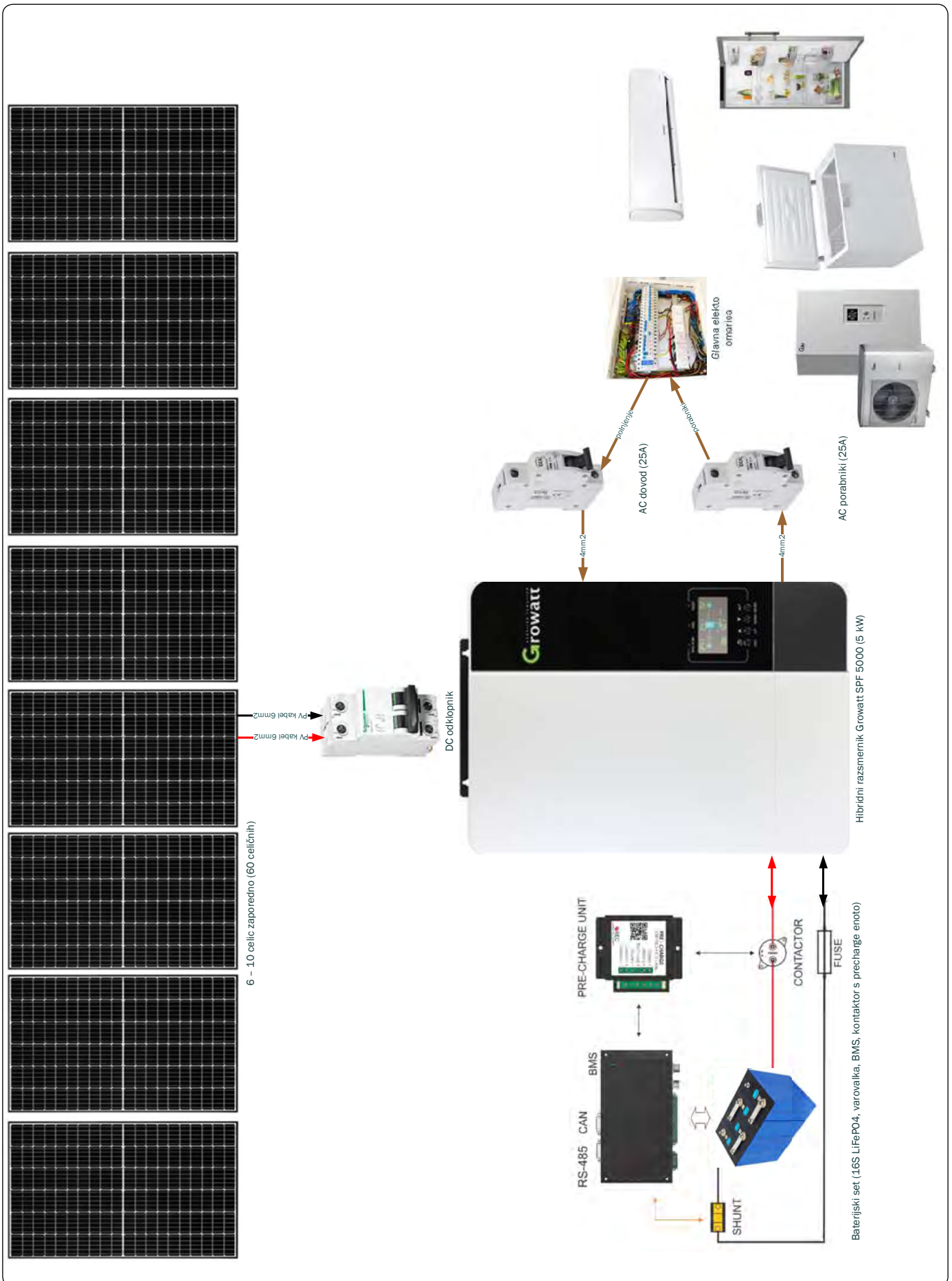
Omenjeni Growatt razsmernik obstaja v dveh izvedbah, 3,5 kW in 5 kW trajne moči. Omogoča tudi vzporeden priključitev na isto fazo ali tudi v trofazni sistem, pri čemer si delijo akumulator. Vsak posamezni razsmernik pa v takem primeru potrebuje svoje PV module in sicer 5 (raje 6) do 10 modulov zaporedno, saj smo na MPPT vhodu omejeni z napetostnim območjem, ki ga razsmernik dovoljuje.

Dobil sem dobro priložnost za nakup akumulatorskih celic in izdelal sem paket iz 16 zaporedno zvezanih celic EVE 280 Ah (EVE280K), kar znese približno 15 kilovatnih ur. To omogoča že tudi precejšnjo avtonomijo vseh porabnikov, priključenih na izhod razsmernika. Deklarirana življenjska doba izbranih LiFePO<sub>4</sub> celic je čez 6.000 ciklov, kar v praksi pomeni med 10 in 15 let delovanja (v tem času kapaciteta pade na 70 % deklarirane).

Akumulatorske celice nadzira RecBMS enota, ki preko CAN-BUS vodila komunicira z razsmernikom in mu sporoča napolnjenost v odstotkih (SOC), prav tako pa lahko tudi krmili polnilni tok. Razsmernik lahko sicer brez BMS enote nastavimo tudi po CC/CV krivulji in limite polnjenja ter praznjenja nastavimo na fiksno napetost. V primeru kritičnih napak BMS seveda tudi odklopi glavni kontaktor, da zaščiti akumulatorske celice.

## Praktična izvedba

Najprej je seveda potrebno nakupiti vse komponente sistema. Razsmernik sem dobil pri »sosedih«, v podjetju Velog, ki se sicer pretežno ukvarja s prodajo akumulatorjev. Dodatno sem dokupil še WIFI vmesnik, ki omogoča daljinski pregled nad sistemom, pa tudi spreminjanje nastavitvev, kar se je v fazi testiranja izkazalo kot odlična funkcija.



Shema sistema. Vir: avtor



***Panelli so na strehi! Vir: avtor***

PV module sem naročil pri slovenskem proizvajalcu Bisol, kjer se da včasih kupiti manjše količine modulov po izredno konkurenčnih cenah (dejansko ceneje kot s Kitajske) – smiselno je spremljati njihovo akcijsko ponudbo v njihovi spletni trgovini. Akumulatorje sem naročil direktno s Kitajske in zaradi težav s COVIDom v Shanghaiju (in posledičnih zamud v pristanišču) so k nam prispeli po približno dveh mesecih. Sistem za nadzor akumulatorjev (BMS) je plod slovenskega znanja podjetja REC iz Postojne.

Seveda se v praksi izkaže, da je potrebno še več »malenkosti«: varovalke za dovod in odvod z inverterja, DC odklopnik, s katerim odklopimo dovod elektrike s PV modulov v primeru posegov na razsmerniku, UV-obstojni kabli in namenski konektorji za povezavo PVmodulov, kar sem ugotavljal sproti, tekom montaže.

Ko sem se že hotel lotiti montaže, pa ugotovim, da sem pozabil na en »majhen« detajl: način montaže PVmodulov na streho. Montažni material mi je priskrbel kolega Aleš iz podjetja Tehnosol, kjer se ukvarjajo s postavljanjem sončnih elektrarn, ampak kljub »prijateljski« ceni so bili nosilci nemškega proizvajalca K2 še vedno v vrednosti dveh tretjin cene PVmodulov. Najcenejša je montaža na valovito ali pločevinasto streho, montaža na betonsko ali opečnato kritino pa zahteva bolj kompleksen sistem pritrjevanja in s tem gre cena konkretno v višave. Moram pa priznati, ceni navkljub, da so nosilci tako optimalno zasnovani, da je sestavljanje na strehi (ko že tako skrbiš, da ne padeš iz nje ...) izredno učinkovito in enostavno, možnost napak pa minimalna. Ko sem videl nekatere »sisteme« pritrjevanja iz južnih in vzhodnih krajev, se mi je le še potrdilo, da K2 nosilci ne stanejo zamaš toliko, kot pač stanejo.

Predhodno sem pripravil kablensko inštalacijo. PV module se na razsmernik priključuje z namenskimi UV obstojnimi kabli z dvojno izolacijo in presekom bakra 6 mm<sup>2</sup> ter namenskimi konektorji. Povezavo med glavno elektro omarico in razsmernikom sem izvedel s 4 mm<sup>2</sup> mehkožilnim kablom, pri čemer je potrebno pripeljati tako dovod kot odvod in seveda ozemljitev. Kabel do akumulatorjev je zaradi visokih tokov (do 80 A)

najbolj kritičen in bi moral biti praviloma čim krajši, vendar v mojem primeru to še vedno pomeni dobrih 10 metrov. Računsko bi bil idealen presek 35 mm<sup>2</sup>, dobavljiv pa je bil tedaj le denarnici bolj prijazen 25 mm<sup>2</sup>. Tolažim se s tem, da so tokovne špice relativno kratkotrajne in da je povprečna moč okrog 0,5 – 1 kW. Pri teh tokovih je izredno pomembno, da so vsi spoji narejeni perfektno, zato je treba delati natančno in s pravim orodjem (ustrezne tulke, klešče ...)

Razsmernik sem se zaradi vgrajenih ventilatorjev, ki znajo pri večjih tokovih biti kar glasni, odločil montirati zunaj hiše, na pokrit balkon, ki gleda na severovzhod. Poleg sem zmontiral še manjšo elektro omarico, kamor sem vgradil DC

odklopnik za PV module ter dovodno in odvodno varovalko, da lahko v primeru dela na razsmerniku odklopim napajanje. Kabli z izjemo solarnih povečini niso odporni na UV sevanje, zato jih je priporočljivo zaščititi z UV obstojno kablensko cevjo.

Življenjska doba LiFePO<sub>4</sub> celice je v veliki meri odvisna od temperature, zato sem se odločil za montažo celic v notranjost hiše, kjer sem idealen prostor našel nad prekladama vrat. Poleg je ravno še dovolj prostora za BMS enoto, močnostni odklopnik in shunt upor za merjenje toka. Kasneje bom



***Vse kable sem pripeljal na mesto montaže inverterja. Vir: avtor***



**Montiran razsmernik in omarica z DC odklopnikom ter varovalkama. Vir: avtor**

omenjen sklop zaprl s suhomontažnimi ploščami in pustil le revizijska vratca na strani elektronike.



**16 celic EVE280K s pripadajočo elektroniko nad preklado. Vir: avtor**

Kot je razvidno iz grafa proizvajalca, se v primeru pregrevanja celic njihova življenjska doba več kot razpolovi, kar pri njihovi ceni vsekakor opraviči montažo v notranjost objekta, če za to le obstaja možnost.

Druga stvar, ki tudi vpliva na življenjsko dobo in ni splošno znana je kompresija celic. Velike LiFePO4 celice se tekom ciklov rahlo širijo in krčijo (»dihajo«) in to gibanje vpliva na razslojevanje internih slojev. Pri manjših celicah to ni tako občutno, saj ohišje le-teh zadovoljivo stiska sloje, pri velikih ploščatih celicah pa ohišje tega ne zmore več. Proizvajalci tako definirajo potrebno silo, s katero naj bi bile celice stisnjene skupaj, da tovrstno razslojevanje v veliki meri preprečimo. To sem izvedel tako, da en osmerček celic povezujejo navojne palice, ki celice stiskajo skupaj. Osem celic sem izbral zato, da je tak sklop še možno normalno dvigniti – tehta cca. 45 kg.

## Rezultati

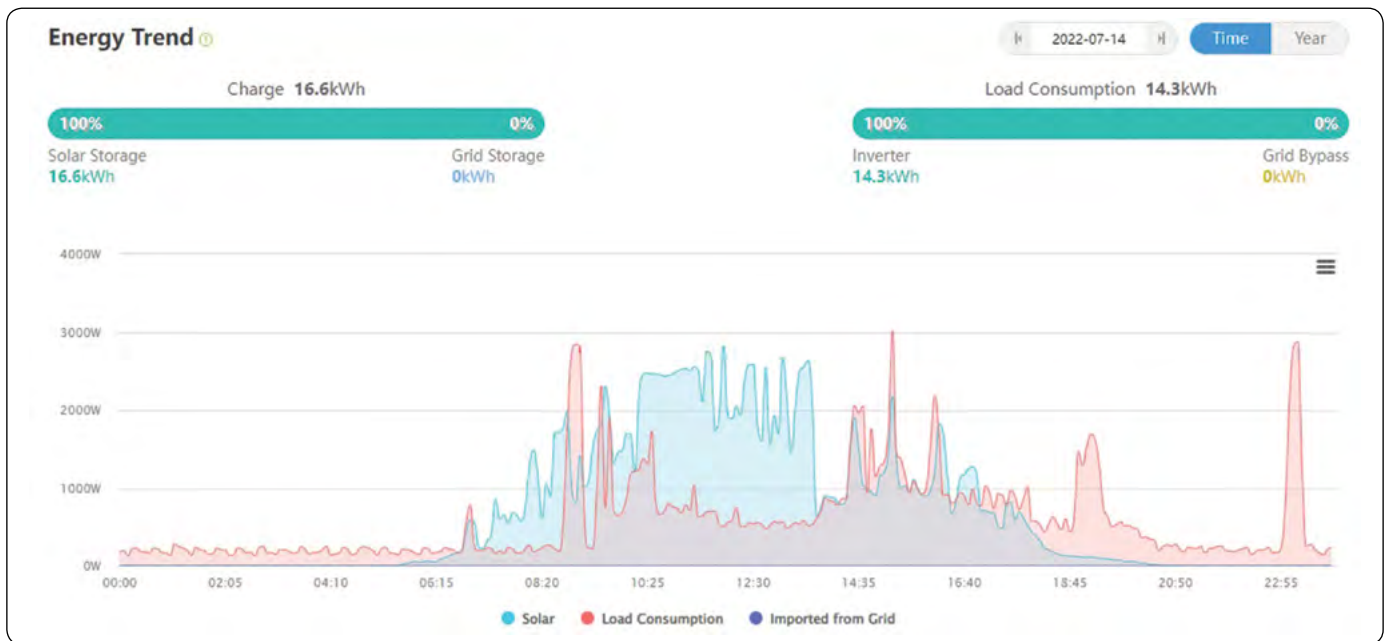
Dnevno omenjeni sistem moči 3,1 kW pridela dnevno med 10 in 20 kWh električne energije, kar je od aprila dalje dovolj za napajanje toplotne črpalke, klime, hladilnika, dveh hladilnih skrinj, pralnega, pomivalnega in sušilnega stroja, vseh luči in še nekaj manjših porabnikov. Kapaciteta akumulatorja brez kakršnihkoli varčevanj zadostuje za nekje 24 ur brezprekinitvenega napajanja v primeru, da ni na voljo ne sonca ne elektrike.

Žal še ne vem, koliko energije bo na voljo v zimskem času, bo pa račun za elektriko tudi v tem času občutno nižji – omenjeni razsmernik namreč omogoča tudi polnjenje akumulatorja iz omrežja v času nizke tarife in oddajo le-te bremenom v času visoke tarife, kar bom zagotovo vsaj delno uporabljal v zimskem času.

Strošek celotnega sistema je bil okrog 4.000 EUR, pri tem da je dobra polovica stroška strošek akumulatorjev s pripadajočo elektroniko, ki v principu ni nujen del takšnega hibridnega sistema, ampak brez njega izgubimo vse viške električne energije (razliko med produkcijo in trenutno porabo) in – v mojem primeru bistveno pomembnejše – ostanemo brez funkcije brezprekinitvenega napajanja za primer izpada primarnega dovoda električne energije.

Po trenutnem ceniku plačujem ponudniku GenI 1 kWh 14,3 centa (10,11+4,182) oz. 10,04 centa (6,82 + 3,215), kar pomeni da se na dan povprečno pridela okrog 2 do 3 EUR elektrike. Seveda to zgolj ob sončnih dnevih, pozimi bo izplen se razume manjši, a še vedno občuten, saj sistem omogoča tudi polnjenje akumulatorjev ponoči v času nizke tarife in praznjenje podnevi, ko je elektrika dražja.





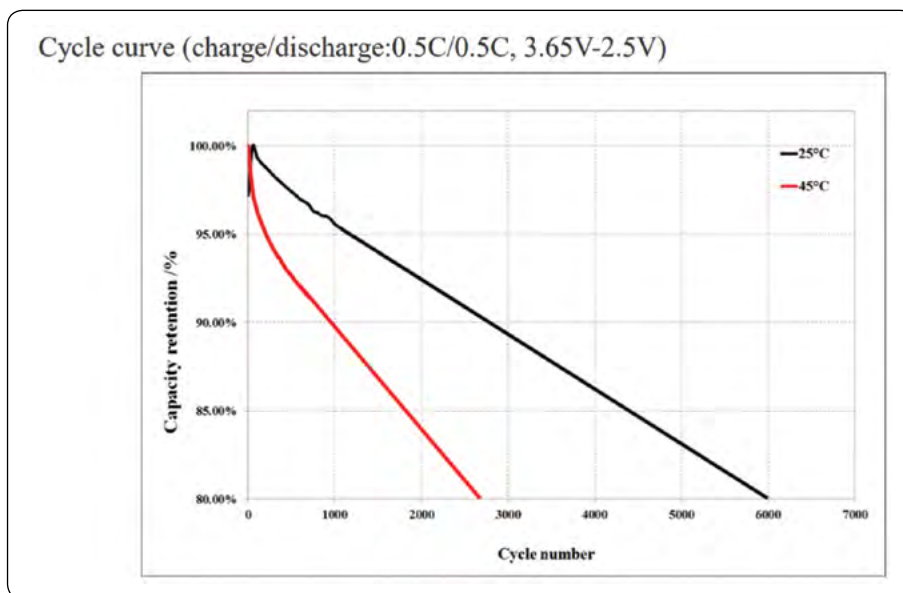
**Proizvodnja in poraba na povprečen dan s spremenljivo oblačnostjo. Vir: avtor**

V poplavi vseh mogočih on-grid ponudnikov fotovoltaičnih sistemov se mi zdi opisani sistem dobrodošla alternativa, ki je cenovno sprejemljiva (akumulator, ki predstavlja nekje polovico investicije, se lahko doda kasneje), enostavno razširljiva (možno povečanje števila PV modulov in/ali razsmernikov) in zanjo ni potrebno pridobivanje nikakršnih soglasij. Takšen sistem za razliko od klasičnih on-grid sončnih elektrarn primarno električno omrežje še dodatno razbremeni in tega se v določeni meri zavedajo tudi zakonodajalci, saj se končno napovedujejo spremembe v smeri sofinanciranja domačih hranilnikov energije, saj glavna težava »zelene« energije (fotovoltaika, vetrne elektrarne ...) ni njena količina, pač pa dobavljivost takrat, ko energijo dejansko potrebujemo.



Sonce in veter ne delujeta na ukaz in tega bi se morali za-

**Kompresija Vir: avtor**



**Življenska doba EVE280K celic glede na zunanjo temperaturo.**

vedati tudi določeni »ekološko ozaveščeni« akterji, ki brez poznavanja osnovnih elektroenergetskih sistemov propagirajo solarno in vetrno energijo v eni sapi, v drugi sapi pa zahtevajo zaprtje termo in jedrskih elektrarn (pa, Bog ne daj, še postaviti kakšno hidroelektrarno), ki trenutno edino lahko zagotavljajo kolikor toliko stabilno električno omrežje.

**Viri in reference:**

- [www.ikSOR.si](http://www.ikSOR.si)
- [www.akumulator.si](http://www.akumulator.si)
- [www.bisol.si](http://www.bisol.si)
- [www.ece.si](http://www.ece.si)
- [www.ginverter.com](http://www.ginverter.com)
- [www.kenbrooksolar.com](http://www.kenbrooksolar.com)
- [www.rec-bms.com](http://www.rec-bms.com)
- [www.tehnosol.si](http://www.tehnosol.si)

<https://svet-el.si>



## KAKO, KJE in KAJ potrebujem za naročilo?

- Naročilo je možno poslati po pošti (AX ELEKTRONIKA d.o.o., Depala vas 39, 1230 Domžale), po telefonu (**01 528 56 88 ali 01 549 14 00**) ali e-pošti (prodaja04@svet-el.si). Naročeni material pošiljamo preko Pošte 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 48 urah 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 Nataša Stružnik.
- 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 **49,50 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 **44,00 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 **41,25 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 **21,99 EUR**. Nujna je prijava na spletni strani, kjer si lahko ogledate tudi svojo 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 željeno 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: prodaja04@svet-el.si.
- AVTORJI** člankov imajo brezplačno pisno naročnino (svojo naročnino lahko tudi podarijo komur koli)

Vse cene naročnin in izdelkov »od podjetja AX, d.o.o. in revije Svet elektronike« vsebujejo DDV.

**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 priimek)
- ulica / hišna številka / pošta / kraj
- davčna številka / zavezanec (da ali ne)
- telefon 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 2006

Vsi letniki do 2006 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 željeno pisno naročnino, ter jo obkrožite skupaj z internet naročnino.



## Brezplačni ogledni izvod

- Verjamemo, 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!



programming has never been easier

# Smo uradni zastopnik za ELNEC v Sloveniji!

## BeeProg3



70-0074



## BeeProg2

## BeeProg2C



## BeeProg204P

70-0036




AX, d.o.o. • Depala vas 39 • 1230 Domžale • 01 528 56 88 • <https://trgovina.svet-el.si> • [stik@svet-el.si](mailto:stik@svet-el.si)

# Cena: 21,90€

# ARDUINO 2

Naročite lahko preko naše virtualne trgovine: <https://trgovina.svet-el.si>

Knjigo lahko za Bone kupite v knjigarnah Mladinske knjige po Sloveniji!

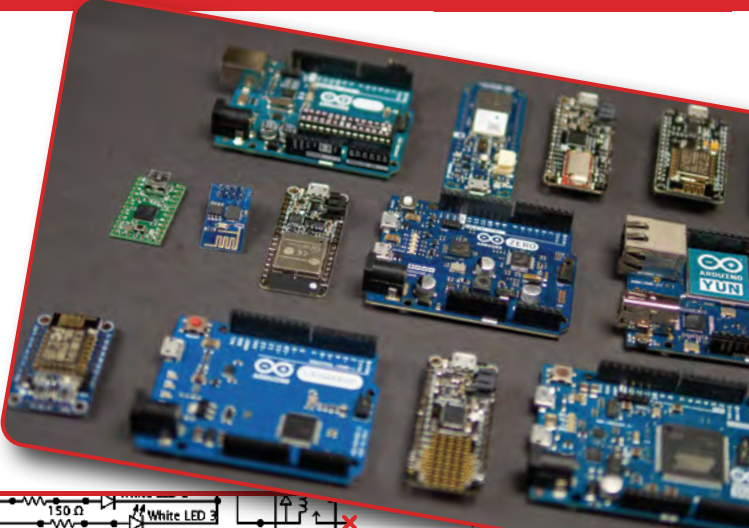



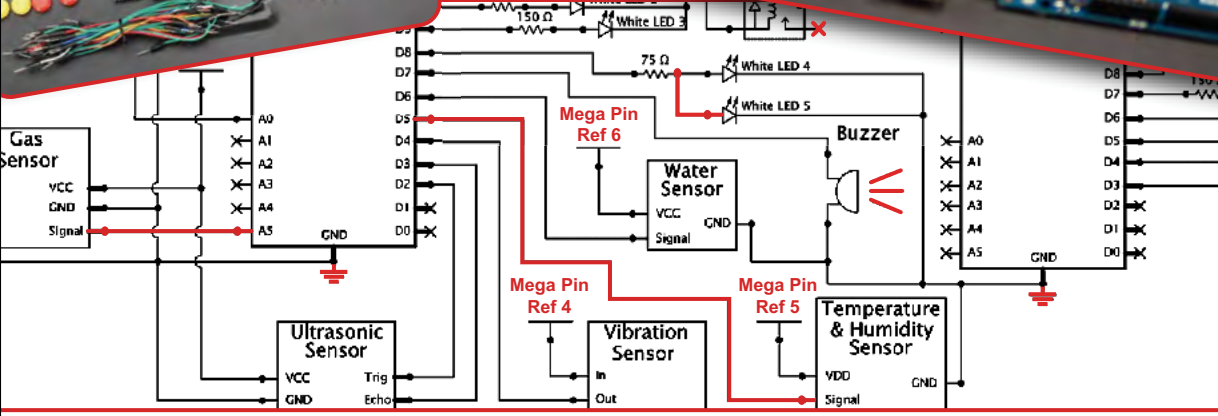
9 789616 680202


2

# ARDUINO

Začetni koraki in praktični Arduino projekti za vsakogar!








USB priključek

Sistemska ura

Napetostni pretvornik

Napajalni priključek

AVR CPU	PERIFERNE ENOTE:	Razhroščevanje in ISP
<b>Pomnilniki:</b> Flash Statični pomnilnik (SRAM) EEPROM	serijska vrata števci/merilniki časa I/O priključki SPI TWI ADC	Konfiguracijske varovalke Stražni mehanizem (WDT) Notranje sistemske ure

  
**↑**  
**INFO**

<https://svet-el.si>