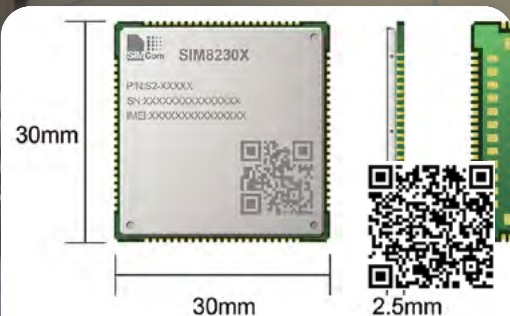




letnik XXXI  
december 2024  
številka 335  
cena:  
**5,00 €**



**Novi brezžični komunikacijski moduli RedCap podjetja SIMCom**



**Najmanjši dvopolni releji v industriji**

**Visokozmogljivi PCB rele zagotavlja večji prenosni tok**  
**Polnilna postaja z nekaj dodatki**  
**Generiranje negativnih napetosti iz pozitivnega napetostnega vira**  
**Programirajmo ESP32 module v Tasmota razvojem okolju**



**Bascom AVR programske knjižnice "Big number"**

Včasih ne gre za milijone delov. Za napredek vašega dizajna je včasih potreben le en specifičen del. Verjetno imamo ta del in še mnogo drugih, ko jih boste potrebovali.

Tukaj sem!



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

**DigiKey**

**we get technical**

DigiKey je pooblaščen distributer za vse partnerske dobavitelje. Dnevno dodajamo nove izdelke. © 2024 DigiKey Electronics, 701 Brooks Ave. South, Thief River Falls, MN 56701, ZDA

 ECIA MEMBER  
Supporting The Authorized Channel

**UVODNIK**

- 4 Obiskali smo sejem electronica 2024!  
*Jurij Mikeln*

**NOVICE**

- 5 Novi brezžični komunikacijski moduli RedCap podjetja SIMCom  
<https://www.simcom.com>
- 6 Visokozmogljivi PCB rele zagotavlja večji prenosni tok pri enaki masi in kompaktnih dimenzijah  
<https://omron.eu>
- 8 Najnovejša iteracija orodja za načrtovanje mikrovalovnih stikal  
<https://www.pickeringrelay.com>
- 9 Nova rešitev podjetja Microchip olajša izdelavo zapletenih grafičnih uporabniških vmesnikov za okolja MPLAB® Harmony v3 in Linux®  
<https://www.microchip.com>
- 11 Najmanjši dvopolni releji v industriji  
<https://www.pickeringrelay.com>
- 13 Podjetje Cambridge GaN Devices je na sejmu Ecce predstavilo vodilne GaN rešitve  
<https://www.camgandevices.com>

**PREDSTAVLJAMO**

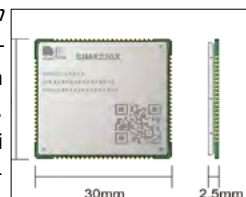
- 14 Kako PCIe® že danes omogoča avtomobil prihodnosti  
*Avtor: Richard Herbert*  
<https://www.microchip.com>
- 18 Poenostavite model za zdravstvo in industrijski model interneta stvari z mikrokontrolerji z nizko porabo energije  
*Avtor: Rolf Horn*  
<https://www.digikey.com>
- 24 Polnilna postaja z nekaj dodatki  
<https://www.rutronik.com>
- 27 Nova ponudba izdelkov ERKO  
<https://www.tme.eu>
- 28 Generiranje negativnih napetosti iz pozitivnega napetostnega vira: zahteve trga in rešitve  
*Avtorja: Erik Lamp, Randyco Prasetyo*  
<https://www.analog.com>

**PROGRAMIRANJE**

- 34 Bascom AVR programske knjižnice "Big number" za veliki format prikaza vrednosti spremenljivk na LCD-ju (2)  
*Avtor: Mladen Čempuh*
- 38 Shield-B, razvojna ploščica za Arduino Uno (6) – vsi motorji skupaj  
*Avtorja: Mag. Vladimir Mitrović, Robert Sedak*
- 44 Programirajmo ESP32 module v Tasmota razvojem okolju  
*Avtor: dr. Simon Vavpotič*
- 47 Namizni napajalnik, ki uporablja USB-C PD polnilnik  
*Avtor: Brian Millier*

**Novi brezžični komunikacijski moduli RedCap podjetja SIMCom**

Usklajujejo hitrost, zakasnitev in zanesljivost 5G omrežja s stroškovno učinkovitostjo. See SIMCom na sejmu Electronica, od 12. do 15. novembra 2024. SIMCom, vodilni ponudnik celičnih brezžičnih modulov in rešitev za IoT in M2M aplikacije, je predstavil novo serijo brezžičnih komunikacijskih modulov RedCap (zmanjšana zmogljivost)

**Stran:5****Visokozmogljivi PCB rele zagotavlja večji prenosni tok**

Omron Electronic Components Europe je predstavil visokozmogljiv rele G7EB-E2 za tiskana vezja. Gre za novo, zmogljivejšo različico releja iz serije G7EB, ki se ponša z izboljšano tokovno in odklopno zmogljivostjo ter predstavlja stroškovno učinkovito in hkrati zelo zanesljivo alternativo kontaktorjem.

**Stran:6****Najmanjši dvopolni releji v industriji**

Maksimalno izkorišča prostor na tiskanem vezju za zasnove ATE. Pickeringova nova serija 125 je najmanjši reed rele DPST v panogi, ki preklaplja do 1 A, 20 W na kompaktni razdalji 5 mm2 - postavlja novo merilo za gostoto pakiranja.

**Stran:11****Bascom AVR programske knjižnice "Big number"**

V tem članku bo opisan drugi del programskega paketa "Big Number", ki omogoča trivrstični in štirivrstični format prikaza vrednosti spremenljivk, vsak v eni vrsti fonta. Priloženi Bascom-AVR programi in pripadajoče programske knjižnice

**Stran:34**

Renesas: 64-bit RZ/G3S MCU podaljša življenje baterijam





Jurij Mikeln

## Obiskali smo sejem electronica 2024!

Kot smo dalj časa najavljali, smo 14. novembra obiskali sejem electronica v Münchnu. Na avtobusu je bila pisana družina udeležencev iz praktično vseh koncev Slovenije. Na poti na sejem smo se malce spoznali med seboj, na poti nazaj pa smo si podelili informacije, kaj vse je bilo videti na sejmu.

To je zelo zanimiva »refleksija«, saj je na tako velikem sejmu praktično nemogoče videti vse. Zanimivo je bilo poslušati udeležence, kaj vse so videli na sejmu – in česa vsega nismo videli. Tokratni sejem je bil največji odkar se je preselil na novo sejnišče, saj je bilo zasedenih vseh 18 hal. Moram priznati, da sem si na hitro ogledal le 3 hale, v katerih sem imel že v naprej dogovorjene sestanke in sem tako s še večjim zanimanjem poslušal udeležence, kaj vse so videli na sejmu.

Reportažo s sejma bomo pripravili v januarski številki, v tokratni številki pa si preberite kar nekaj zanimivih člankov.

Eden takih je generiranje negativnih napetosti iz pozitivnega napetostnega vira. Velikokrat to potrebujemo, še posebej, če napajamo operacijske ojačevalnike. Članek je zelo zanimiv in vam ga priporočam v branje.



Naslednji zanimiv članek je iz avtomobilskega sveta, kjer boste spoznali kako PCIe vodilo prodira v avtomobilski svet.

ESP mikrokontrolerji in različni moduli osvajajo svet – to je dejstvo. ESP module opisujemo skoraj v vsaki številki naše revije, zgolj programiranja teh modulov smo se pa lotili pred leti. Tokrat pa vam odpiramo vrata v programiranje ESP modulov s Tasmota operacijskim okoljem. Videli boste, da je to okolje zelo zanimivo in uporabnikom prijazno. Zato upam, da ga boste osvojili kmalu.

Tako boste imeli skozi praznične dni kar nekaj dela in vam ne bo dolgčas.

Na koncu leta 2024 naj se zahvalim vsem zvestim naročnikom, avtorjem člankov, seveda tudi oglaševalcem in Javni agenciji za raziskovalno dejavnost RS, ki je iz sredstev državnega proračuna iz naslova razpisa za sofinanciranje domačih poljudnoznanstvenih periodičnih publikacij subvencionirala našo revijo skozi mnogo let. Če se ne motim je Agencija pričela s subvencioniranjem revije Svet elektronike davnega leta 2011. Z letom 2025 Agencija ne bo več subvencionirala revije Svet elektronike. Razpisni pogoji so se namreč tako spremenili, da se založnik revije Svet elektronike, podjetje AX elektronika d.o.o., ni moglo prijavit, saj ni ustrezalo spremenjenim razpisnim pogojem.

Kljub temu vam v imenu vseh članov uredništva želim srečno in uspešno leto 2025! Naj vam bo posejano z dobrimi projekti iz področja elektronike! Nekaj teh projektov boste gotovo ugledali v najboljši reviji za elektroniko – Svet elektronike. K temu pa naj dodam tudi želje po zdravju, saj vam še tako dobri projekti nič ne pomagajo, če ni zdravja!

Lep pozdrav!  
Jure

REVIJA ZA ELEKTRONIKO,  
AVTOMATIKO,  
RACUNALNIŠTVO  
IN TELEKOMUNIKACIJE

Ustanovljena leta 1994, izhaja mesečno, 11 števk 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

Antivirusni program: PANDA security

Založnik in računalniški prelom:  
AX ELEKTRONIKA d.o.o.  
Depala vas 39, 1230 Domžale

Direktor:  
JURIJ MIKELN, dipl.inž.

Tisk:  
Tiskano v Sloveniji  
Naklada do: 1.500 izvodov  
ISSN 1318 4679

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

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. Za revijo Svet elektronike se plačuje in obračunava 5% DDV.

Izid publikacije je 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.



# Novi brezžični komunikacijski moduli RedCap podjetja SIMCom

SIMCom

*Usklajujejo hitrost, zakasnitev in zanesljivost 5G omrežja s stroškovno učinkovitostjo.*

**See SIMCom na sejmu Electronica, od 12. do 15. novembra 2024**

SIMCom, vodilni ponudnik celičnih brezžičnih modulov in rešitev za IoT in M2M aplikacije, je predstavil novo serijo brezžičnih komunikacijskih modulov RedCap (zmanjšana zmogljivost) za cenovno ugodne IoT aplikacije, kjer ni potrebna polna 5G zmogljivost. SIM8230 je večpasovni 5G NR/LTE-FDD/LTE-TDD modul, ki podpira R17 5G SA. Z bogatim naborom protokolov in vmesnikov, vključno s PCIe, USB2.0 in GPIO, modul zagotavlja veliko prilagodljivost in integracijo.

5G RedCap je nastajajoči standard za aplikacije, ki zahtevajo nekatere 5G prednosti - visoko hitrost, izjemno nizko zakasnitev in visoko zanesljivost - vendar ne morejo upravičiti stroškov polnega 5G. Prav tako v številnih regijah še ni vzpostavljena popolna 5G omrežna infrastruktura.

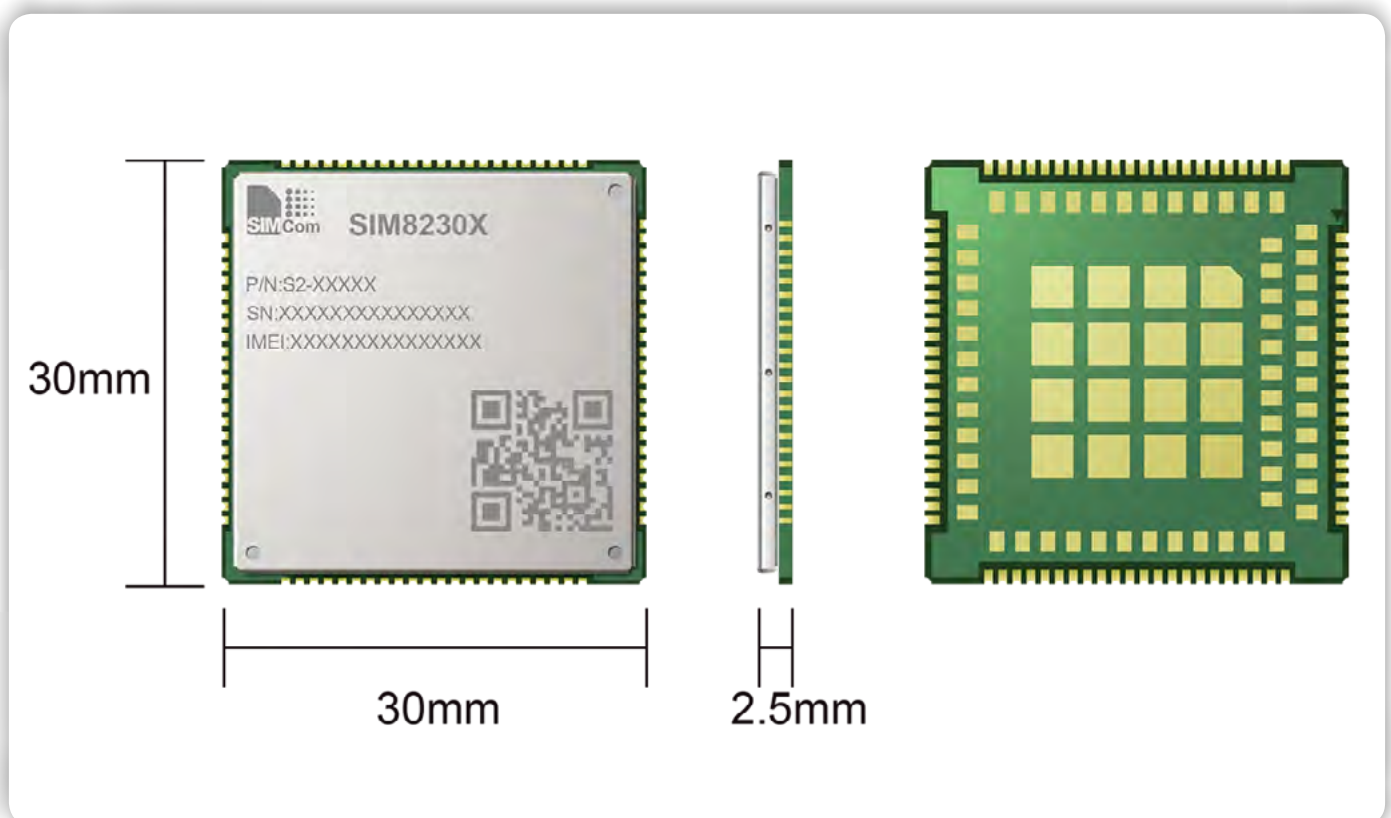
Mads Fischer, direktor prodaje SIMCom za Evropo je dejal: „RedCap je zelo privlačen za stranke, ki želijo hitro uvesti aplikacije interneta stvari, ki izpolnjujejo zahteve 5G, vendar morajo upoštevati tudi stroške. Naša nova ponudba modulov SIM8230 RedCap razvijalcem sistemov omogoča, da hitro in enostavno začnejo delovati.“

SIM8230 moduli se nahajajo v ohišju LGA +LCC z različnimi vmesniki in merijo 30 x 30 x 2,5 mm. AT ukazi modulov SIM8230 so združljivi z napravami serije SIM7600/8200/8260, kar tudi zmanjšuje stroške za stranke in skrajšuje čas za trženje. Moduli SIM8230 zagotavljajo do 220 Mb/s (DL)/100 Mb/s (UL) za Sub-6G SA ali 200 Mb/s (DL)/75 Mb/s (UL) za LTE. Moduli so na voljo v različnih variantah za uporabo v različnih regijah. Zaradi visoke učinkovitosti, varnosti in prilagodljivosti so moduli primerni za različne IoT in M2M aplikacije, vključno z notranjimi CPE, MIFI in industrijskim nadzorom.

## O podjetju SIMCom

Podjetje SIMCom, ki je bilo ustanovljeno leta 2002, je zavezano zagotavljanju različnih celičnih brezžičnih modulov in rešitev, vključno s 5G RedCap, 5G, 4G, LPWA, LTE-A, pametnim modulom, avtomobilskim modulom, 3G, 2G in GNSS. Z vrhunskim 5G laboratorijem, ki se razteza na več kot 5.000 kvadratnih metrih, in vodilno ekipo za raziskave in razvoj, ki šteje skoraj 1.000 strokovnjakov. SIMCom ohranja vlogo vodilnega podjetja v svetovni industriji IoT modulov ter zagotavlja napredne izdelke in visokokakovostne storitve več kot 10.000 strankam v 180 državah in regijah.

<https://www.simcom.com>



# Visokozmogljivi PCB rele zagotavlja večji prenosni tok pri enaki masi in kompaktnih dimenzijah

Omron Corporation

*Omron Electronic Components Europe je predstavil visokozmogljiv rele G7EB-E2 za tiskana vezja. Gre za novo, zmogljivejšo različico releja iz serije G7EB, ki se ponaša z izboljšano tokovno in odklopno zmogljivostjo ter predstavlja stroškovno učinkovito in hkrati zelo zanesljivo alternativo kontaktorjem.*

Naprava G7EB-E2, ki ima nazivno moč 150 A trajnega prenosnega in preklopnega toka, je primerna za do 100 kW pri trifaznem 400 VAC, 200 kW pri trifaznem 800 VAC in 7 kW pri 48 VDC. Primerne aplikacije vključujejo fotovoltaične (PV) inverterje, polnilnice za električna vozila (EV) in neprekinjeno napajanje (UPS). Pomembno je, da ima rele enake mere in težo kot njegov predhodnik G7EB-E, kar zagotavlja večjo zmogljivost na enaki površini. Ima široko kontaktno vrzel 3,6 mm in izjemno nizko kontaktno upornost 5 miliohmov.

G7EB-E2 poleg prenosa tudi odklopi pri 150 A za do 100 operacij pri 480 VAC in 30 operacij pri 800 VAC. Naprava je zato idealna za zagotavljanje varnega in zanesljivega delovanja sistema s funkcijo zaustavitve v sili ter odpravlja potrebo po drugih odklopnih napravah, kar omogoča manjše in lažje zasnove izdelkov z večjo zmogljivostjo. Rele je na voljo v dveh različicah napetosti tuljave: 12 VDC in 24 VDC.

V primerjavi s podobnimi kontaktorji je G7EB-E2 manjši in lažji, kar omogoča sprostitev prostora v zasnovah tiskanih vezij, saj ne potrebuje dodatnih napajalnih kablov. Poenostavljene zasnove tiskanih vezij lahko pripomorejo tudi k racionalizaciji in pospešitvi proizvodnih procesov izdelkov, medtem ko lahko njegova nižja cena v primerjavi z enakovrednimi kontaktorji zmanjša stroške komponent in enote.

V aplikacijah s fotonapetostnimi pretvorniki se G7EB-E2 lahko uporablja za priklop in odklop glavnega tokokroga v omrežje in iz njega. Njegova kontaktna vrzel 3,6 mm je skladna z zahtevami standarda IEC 62109. Pri industrijskih UPS se lahko njegovi izhodi od 50 do 100 kVA uporabljajo za prekinjanje ali sklenitev vhoda in izhoda glavnih tokokrogov izmeničnega toka, s čimer se zmanjša verjetnost okvar in hkrati izboljša varnost in odpornost med omrežjem in bremenom. Druga možnost je, da se uporabi za 48 V DC baterije in napajalne sisteme za varen priklop in odklop iz DC napajanja.

## O podjetju OMRON Electronic Components Europe

Podjetje OMRON Corporation je 1. aprila 2022 objavilo, da se je njegov oddelek za elektromehanske komponente (EMC) preimenoval v OMRON Device and Module Solutions (DMS) v skladu z globalno dolgoročno vizijo "Shaping the Future 2030." OMRON Electronic Components Europe je evropska podružnica oddelka za rešitve za naprave in module. Spremenjeno ime divizije od-



raža novo usmeritev v zagotavljanje rešitev strankam po vsem svetu in v Evropi. Podjetje OMRON se sooča z novimi družbenimi in okoljskimi spremembami, česar se zaveda in se nanje odziva. Podjetje želi svojim strankam ponuditi rešitve, ki jim bodo pomagale pri reševanju teh univerzalnih izzivov. V skladu z dolgoročno strategijo namerava OMRON še naprej prispevati k uvajanju novih virov energije in hitrih komunikacij, tako da bo omogočil izdelavo trdnjših, naprednejših in učinkovitejših naprav. Te naprave bodo ljudem olajšale in izboljšale življenje, zlasti z doseganjem ogljične nevtralnosti, uresničevanjem digitalne družbe in podaljševanjem povprečne življenjske dobe. OMRON Electronic Components Europe močno podpira svoje stranke v zahodni in vzhodni Evropi z osmimi regionalnimi pisarnami, mrežo lokalnih pisarn in partnerstvi s specializiranimi, lokalnimi, regionalnimi in globalnimi distributerji.

## O podjetju OMRON Corporation

Podjetje OMRON Corporation je vodilno podjetje na področju avtomatizacije, ki temelji na osnovni tehnologiji „zaznavanje in nadzor + razmišljanje“. Poslovna področja podjetja OMRON zajemajo širok spekter, od industrijske avtomatizacije in elektronskih komponent do sistemov družbene infrastrukture, zdravstvenih in okoljskih rešitev. Podjetje OMRON, ustanovljeno leta 1933, ima po vsem svetu približno 30.000 zaposlenih, ki zagotavljajo izdelke in storitve v približno 120 državah in regijah. Za več informacij obiščite <https://www.omron.com/global/en/>

<https://omron.eu>



# Telefoni do 300 evrov

Preizkusili smo 15 cenejših telefonov šestih blagovnih znamk.  
Kateri je najboljši?



## BREZ APPOVE INTELIGENCE

Čeprav Apple krivi evropsko zakonodajo, ki da je preveč nepredvidljiva, krivda za iPhone brez umetne inteligence ni le na eni strani.



### MONITORPRO:

- IT v bančništvu
- IT v zavarovalništvu

Playstation 5 Pro | Dodatki za Raspberry Pi 5 | Prepoved telefonov v šolah | Natrijeve baterije | S telefonom na koncert | Britanski samovozeči avtomobili



# Najnovejša iteracija orodja za načrtovanje mikrovalovnih stikal

Pickering Electronics

*Podjetja Pickering Interfaces v orodja dodaja simulacijo in načrtovanje shem.*

Posodobljena različica tega brezplačnega spletnega orodja, ki je debitirala na sejmu EuMW 2024 (24.-26. september, Pariz, Francija), nadgrajuje možnosti konfiguracije stikal.

Podjetje Pickering Interfaces, vodilni ponudnik modularnih rešitev za preklapljanje signalov in simulacijo za uporabo pri elektronskem testiranju in preverjanju, je objavilo, da je svoje orodje za načrtovanje mikrovalovnih stikal [1] - brezplačno spletno orodje za konfiguriranje specifičnih aplikacij PXI in LXI RF in mikrovalovnih preklopnih podsistemov z le nekaj kliki - posodobilo in vključilo možnosti shematskega načrtovanja in simulacije. Najnovejša iteracija tega spletnega orodja, ki je bila premierno predstavljena na sejmu EuMW (European Microwave Week) 2024, pospešuje proces načrtovanja do proizvodnje - od blokovne sheme do mehanske postavitve - in zmanjšuje tveganje, saj omogoča načrtovanje lastnega RF preklopnega podsistema po meri s takojšnjim vizualnim prikazom električne zmogljivosti.

Nova shematska in simulacijska orodja se brez težav povežejo z obstoječim konfiguratorjem plošč v orodju za načrtovanje mikrovalovnih stikal (MSDT), kar vam omogoča neposreden prehod z električnega shematskega diagrama s preverjeno RF zmogljivostjo na mehansko postavitev (sprednje in/ali zadnje plošče). Na ta način MSDT deluje kot močna razširitev vaše

inženirske ekipe, ki ji omogoča enostavno sodelovanje s Pickeringovo ekipo RF inženirjev. MSDT poenostavlja izdelavo RF in mikrovalovnih stikalnih in relejnih podsistemov po meri in na ključ za aplikacije usmerjanja signalov v vesoljski in obrambni industriji, brezžičnih komunikacijah, avtomobilski industriji, medicini in industriji polprevodnikov.

„Spletno aplikacijo Microwave Switch Design Tool smo posodobili in ji dodali izdelavo shem vezij in simulacijo RF vezij,“ pojasnjuje Simon Aylott, vodja oddelka za mikrovalovne frekvence pri podjetju Pickering Interfaces. „Te izboljšave inženirjem omogočajo, da grafično oblikujejo in preverijo svoj RF stikalni podsistem na virtualni platformi PXI ali LXI. Hitro lahko ustvarite sheme vezij in natančno simulirate električno delovanje svoje zasnove, kar vam omogoča takojšen vizualni prikaz predvidenega RF delovanja sistema. Nato lahko izboljšate in optimizirate zasnovo, preden se odločite za postopek izdelave sistema. Ta prilagodljivost prihrani veliko časa in virov ter zmanjša tveganja, povezana z zapletenimi projekti načrtovanja preklopnih sistemov RFIU.“

Spletni nabor grafičnih MSDT orodij, ki je na voljo brez namestitve brezplačno na spletu, zmanjšuje tveganje, saj omogoča intuitivno načrtovanje, preizkušanje in optimizacijo zapletenih radijskih in mikrovalovnih stikalnih sistemov v



virtualnem okolju, preden so izdelani fizični modeli. Orodje z dostopom do širokega nabora radijskih in mikrovalovnih komponent podpira električno načrtovanje z ustvarjanjem shematskih diagramov, vključno s povezovalnimi kabli in simulacijo vezja posameznih komponent in celotne signalne poti, ter mehansko načrtovanje z ustvarjanjem sprednjih in/ali zadnjih plošč.

Natančno napovedovanje električnega delovanja radijskih frekvenc povečuje zaupanje in s tem zmanjšuje tveganja, povezana s kompleksnim načrtovanjem izdelkov. Nabor komponent, ki jih ponuja MSDT, se nenehno razvija, za vključitev v podatkovno bazo komponent pa je mogoče zahtevati nadomestne elemente.

MSDT je del Pickeringovega rastočega nabora spletnih orodij za načrtovanje, ki testnim inženirjem pomaga grafično načrtovati, deliti, vzdrževati in vizualizirati različne dele arhitekture testnega sistema. Ponovna uporabnost podatkov in integracija s Pickeringovimi programskimi in simulacijskimi orodji povečujeta učinkovitost razvoja z zmanjšanjem odvečnih ročnih opravil in s tem povezanih napak.

Že več kot 35 let se testni inženirji zanašajo na Pickeringove vmesnike, ki jim pomagajo pospešiti razvojni cikel projekta in racionalizirati pripravljenost za proizvodnjo pri gradnji konkurenčnih, standardnih, visoko zmogljivih modularnih mikrovalovnih preklonih sistemov, ki zagotavljajo osnovo za visoko

rekonfigurabilne rešitve usmerjanja signalov. Posodobljeno orodje za načrtovanje mikrovalovnih stikal poenostavlja in pospešuje ta proces.

### O podjetju Pickering Interfaces

Pickering Interfaces razvija in proizvaja modularno preklapljanje in simulacijo signalov za uporabo pri elektronskem testiranju in preverjanju. Ponujajo največji izbor izdelkov za preklapljanje in simulacijo v industriji za aplikacije PXI, LXI in PCI. V podporo tem izdelkom ponujajo tudi kabelske in priključne rešitve, diagnostična preskusna orodja ter aplikativno programsko opremo in gonilnike, ki jih je ustvarila njihova ekipa za programsko opremo. Pickeringovi izdelki se uporabljajo v preskusnih sistemih, nameščenih po vsem svetu, in slovijo po odlični zanesljivosti in vrednosti. Podjetje Pickering Interfaces posluje po vsem svetu z neposrednimi dejavnostmi v ZDA, Združenem kraljestvu, Nemčiji, na Švedskem, v Franciji, na Češkem in na Kitajskem ter z dodatnimi predstavništvi v državah po obeh Amerikah, Evropi in Aziji.

Oskrbujejo vse elektronske industrije, vključno z avtomobilsko, letalsko in obrambno, energetsko, industrijsko, komunikacijsko, medicinsko in polprevodniško. Za več informacij o izdelkih za preklapljanje in simulacijo signalov ali prodajne stike obiščite: [www.pickeringtest.com](http://www.pickeringtest.com).



<https://www.pickeringrelay.com>



# Nova rešitev podjetja Microchip olajša izdelavo zapletenih grafičnih uporabniških vmesnikov za okolja MPLAB® Harmony v3 in Linux®

*Microchip Technology Inc.*

*Microchip Graphics Suite paket je zasnovan tako, da omogoča nemoteno prenosljivost med družinami izdelkov Microchip in okolji ter razvijalcem pomaga bistveno zmanjšati stroške razvoja in skrajšati čas uvajanja na trg.*

Oblikovalci v vse večje število elektronskih naprav vključujejo grafične uporabniške vmesnike (GUI), da bi izboljšali uporabniško izkušnjo z zagotavljanjem intuitivnih in vizualno privlačnih interakcij s sodobnimi aplikacijami. Da bi razvijalcem ugnезdenih naprav pomagali pri njihovem načrtovanju, so pri podjetju Microchip Technology (Nasdaq: MCHP) predstavili Microchip Graphics Suite (MGS), enostavno učljivo in celovito rešitev, ki poenostavlja postopek

vključevanja grafičnih vmesnikov, animacij in slik v zaslon na dotik.

Razvoj grafičnega vmesnika je lahko zapleten in dolgotrajen proces, ki zahteva veliko časa in sredstev za odpravljanje napak in integracijo kode iz različnih orodij. MGS je zasnovan za enostavno integracijo z Microchipovimi 32-bitnimi mikrokontrolerji (MCU) in mikroprocesorji (MPU) ter podpira več



razvojnih platform, vključno z okolji MPLAB® Harmony v3 in Linux®. Namen te celovite rešitve za izdelavo grafičnega vmesnika je pomagati oblikovalcem izboljšati ponovno uporabnost med projekti in poenostaviti zapleteno načrtovanje.

MGS ponuja orodja za sestavljanje, vključno s simulatorjem za izdelavo prototipov brez strojne opreme. S pomočjo MPLAB® Code Configurator (MCC) simulator pripravi C kodo, ki jo generira MCC, v spletnem ali izvornem načinu. V spletnem načinu orodje ustvari datoteko HTML, ki se lahko izvaja v večini spletnih brskalnikov s simulirano interaktivnostjo na dotik. V domačem načinu simulator omogoča odpravljanje napak v grafičnem vmesniku na namiznih računalnikih Windows®. Te funkcije omogočajo natančne demonstracije prikaza in funkcionalnosti, ki so neodvisne od razpoložljivosti strojne opreme.

MGS zagotavlja intuitiven vmesnik WYSIWYG s sodobno zasnovano, ki uporabnikom omogoča, da neposredno vidijo in upravljajo končni rezultat, kar zmanjšuje število napak in povečuje učinkovitost. Da bi bili grafični vmesniki bolj dostopni, je MGS vsestranski in lahko podpira širok nabor naprav z različno zmogljivostjo. Te lahko segajo od naprav z omejenimi viri z bistveno nižjimi zahtevami glede pomnilnika in zmogljivosti sistema do visoko zmogljivih naprav, ki podpirajo zaslone na dotik v velikosti tabličnih računalnikov z zelo natančnim predvajanjem videoposnetkov.

Ta rešitev je optimalna za razvijalce, ki želijo vrhunsko grafično zmogljivost brez dragih nadgradenj strojne opreme. Poleg tega MGS podpira široko paleto zaslonov, od enobarvnih OLED do 1080p 16,7M barvnih TFT, vključno z vmesniki MIPI® DSI®, LVDS, RGB, SPI in HDMI® ter zaslone na dotik z 2D/3D gestami.

„Pri Microchipu smo zavezani k temu, da strankam zagotavljamo celovite rešitve in vrhunska orodja, ki jim omogočajo izdelavo visokokakovostnih izdelkov in hitrejši prihod na trg,“ je dejal Rod Drake, podpredsednik Microchipovih poslovnih enot MCU32 in MPU32. „Ta inovativni nabor orodij poenostavlja postopek ustvarjanja privlačnih in odzivnih zaslonov za vse od naprav pametnega doma do industrijske opreme.“

Ta celovita rešitev poenostavlja integracijo grafičnega uporabniškega vmesnika od faze načrtovanja do izvedbe v številnih aplikacijah. MGS je zelo združljiv s široko paleto MCU PIC32, MPU SAM in krmilniki zaslona na dotik maXTouch®. Poleg tega lahko podjetje Microchip zagotovi druge ključne komponente, vključno s pomnilnikom, upravljanjem napajanja in rešitvami za povezljivost.

## Razvojna orodja

Paket Microchip Graphics Suite podpira različna razvojna orodja, vključno z MPLAB Harmony v3, MPLAB Code Configurator in Microchipova glavna distribucija Linuxa za 32-bitne MCU in MPU.

## Dobavljivost

Paket Microchip Graphics Suite je brezplačen in je zdaj na voljo za prenos. Za več informacij in prenos programske opreme obiščite spletno mesto.

*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>





# Najmanjši dvopolni releji v industriji

Pickering Electronics

*Maksimalno izkorišča prostor na tiskanem vezju za zasnove ATE.*

Pickeringova nova serija 125 je najmanjši reed rele DPST v paketu, ki preklaplja do 1 A, 20 W na kompaktni razdalji 5 mm<sup>2</sup> - postavlja novo merilo za gostoto pakiranja.

Podjetje Pickering Electronics, vodilni proizvajalec visokozmogljivih reed relejev, je predstavilo svoj najnovejši reed rele z visoko gostoto, serijo 125 - najmanjši dvopolni reed rele DPST (double-pole, single-throw) v industriji, ki preklaplja do impresivnega 1 A, 20 W, pri čemer se nahaja v kompaktnem ohišju 5 mm x 5 mm. Ta visoka gostota pakiranja povečuje prostor na tiskanem vezju, zato so releji idealni za aplikacije z zelo visoko gostoto, kot so preklopne matrice ATE (avtomatizirana testna oprema) ali multiplekserji. Rele se odlikuje tudi v okoljih z mešanimi signali, saj ima visoko izolacijsko upornost (>1012 Ω) in majhno kontaktno upornost, zahvaljujoč neparjenim rutenijevim stikalom, primernim za instrumentalno opremo.

Releji serije 125 z dvema normalno odprtima (NO) kontaktoma oblike A (DPST) lahko preklaplajo do 1 A, 20 W in imajo tuljave s 3, 5 ali 12 V. Na voljo sta dve vrsti stikal, obe s kontakti iz neparjenega rutenija za dolgo življenjsko dobo in visoko zanesljivost. Tip stikala številka 1 je primernejši za splošne aplikacije, saj ima nazivno moč 15 W, 1A (različici 3 in 5 V) ali 20 W, 1A (različica 12 V). Pod rutenijem ima plast bakra, ki pomaga odvajati toploto s področja stikov. S tem se izboljša sposobnost obvladovanja tokovnih impulzov, zato je primernejši pri večjih močeh. Stikalo tipa 2 je še posebej dobro za preklapljanje nizkih tokov in/ali napetosti (nazivna moč 10 W, 0,5 A) in ga

je treba izbrati za aplikacije z nizko ravno ali hladnim preklapljanjem.

„S serijo 125 inženirjem ni več treba sklepati kompromisov med zmogljivostjo in prostorom, zato je idealna za tiste, ki morajo čim bolj izkoristiti prostor na tiskanem vezju,“ je dejal Rob King, vodja izdelkov za relejne releje pri družbi Pickering Electronics. „Zaradi dveh kontaktov oblike A je idealen za aplikacije, kot so preklopne ATE matrice ali multiplekserji. Popolno mu-metalno magnetno senčenje omogoča pakiranje enega ob drugem brez nevarnosti magnetne interakcije, kar omogoča namestitvev 288 relejev serije 125 na hčerinso kartico matrice PXI BRIC, da se omogočijo aplikacije za preklapljanje z zelo visoko gostoto.“

Mu-kovina, ki je znana po svoji visoki permeabilnosti in nizki magnetni remanenci, zagotavlja učinkovito magnetno zaščito. To odpravlja težave, ki bi jih sicer povzročila magnetna interakcija, ki se običajno meri kot odstotek povečanja napetosti, potrebne za delovanje releja, če delujeta še dva dodatna releja, nameščena na obeh straneh. Za primerjavo, pri nezaščiteni enoti, ki je postavljena poleg druge, bi interakcija običajno znašala približno 40 %. Zato brez magnetne zaščite tudi releji te majhne velikosti ne bi bili primerni za aplikacije, ki zahtevajo gosto pakiranje. Releji serije 125 običajno dosegajo interakcijsko število samo 1 %.

Čeprav je ohišje serije 125 majhno, omogoča vgradnjo dodatne

## Najpopolnejši Arduino KIT za nadebudne programerje

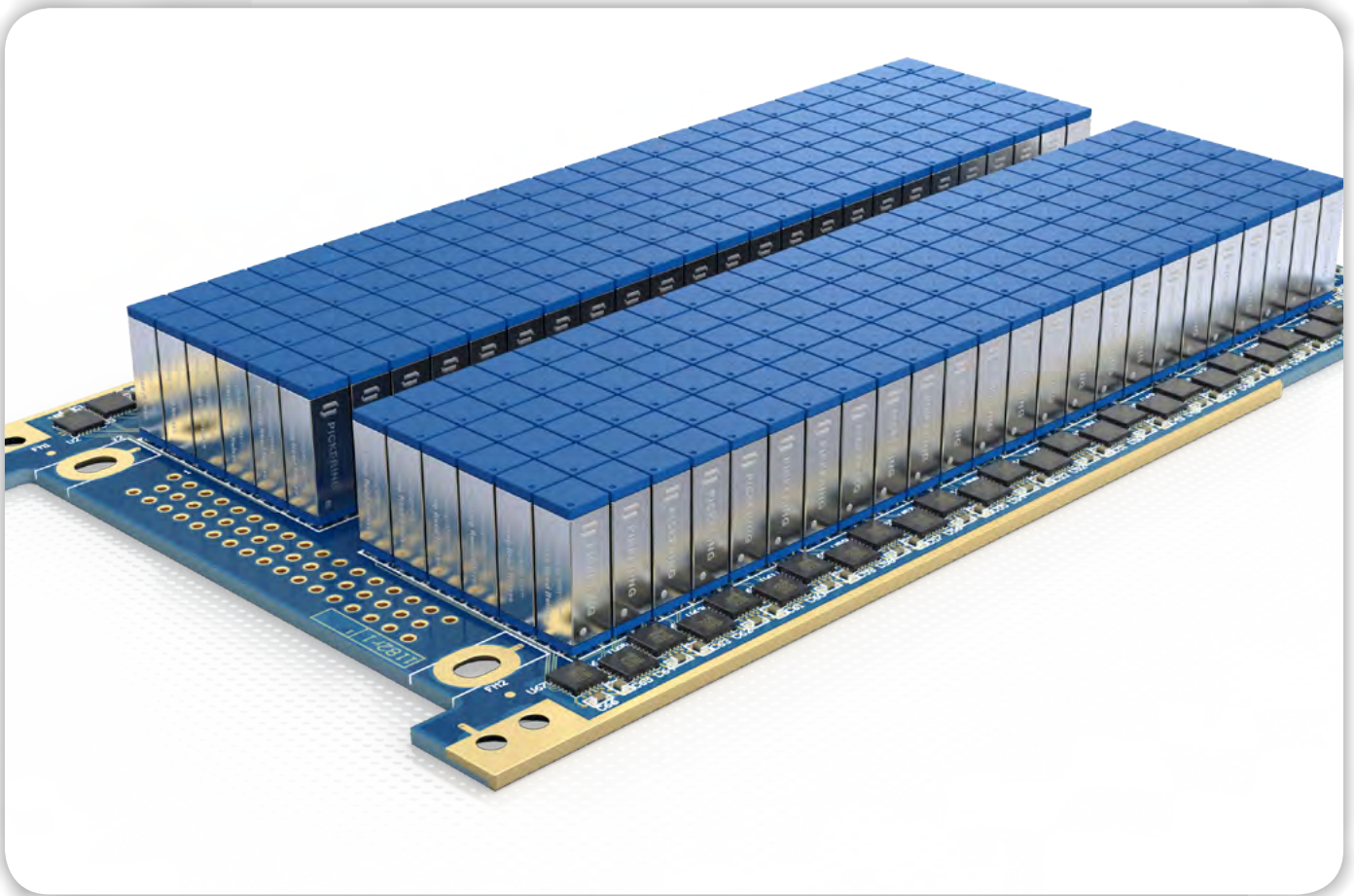
Vsebuje:

- displeje (LED, LCD, matrični)
- motorje (servo, koračne, DC)
- IR oddajnik in sprejemnik
- VF oddajnik in sprejemnik
- drobni material



AX elektronika d.o.o.





notranje diode. Ta preprečuje napetostne konice, ki jih povzroča induktivni povratni tok, ko je tuljava releja brez napetosti. Dioda zagotavlja pot, po kateri se napetost varno razprši, in tako ščiti občutljive komponente pred poškodbami ter zmanjšuje električni šum. Če ni vgrajena, bo morda treba diode namestiti zunaj.

Na zahtevo so na voljo dodatne možnosti izdelave, vključno z edinstvenimi konfiguracijami priključkov, nestandardnimi napetostmi/upornostjo tuljav, časi delovanja/izklopa, možnostjo impulzov, posebnim testiranjem življenjske dobe v posebnih pogojih obremenitve stranke in še več.

Vsi Pickeringovi reed releji so zelo zanesljivi zaradi vrhunskih postopkov izdelave, testiranja in nadzora kakovosti. Njihovi kontakti so izdelani iz rutenija, ki se uporablja za instrumente, in ne iz elektroplotiranega rodija, ki je pogostejši pri reed relejih nižje kakovosti z manj stabilno upornostjo kontaktov. Tehnologija Pickering SoftCenter™ zmanjšuje notranje obremenitve stikala, kar podaljšuje življenjsko dobo in zagotavlja stabilnost kontaktne upornosti. Konstrukcija tuljave brez nekdanje tuljave omogoča manjša ohišja, kot je značilno za to vrsto naprav, in povečuje magnetno učinkovitost, kar omogoča uporabo manj občutljivih reed stikal za optimalno preklopno delovanje in daljšo življenjsko dobo pri ekstremnih obratovalnih pogojih. Mu-kovinska zaščita odpravlja težave, ki bi se sicer pojavile zaradi magnetne interakcije pri tesnem zlaganju relejev.

Pickering zagotavlja zanesljivost tudi s 100-odstotnim preskušanjem vseh parametrov delovanja, vključno z dinamično analizo oblike kontaktnega vala s temeljitim preverjanjem podatkov, da

se zagotovi doslednost. V nasprotju z drugimi proizvajalci, ki izvajajo le preproste preskuse z enosmernim tokom ali serijske preskuse, kar lahko privede do dobave nedelujočih naprav, podjetje Pickering izvaja 100-odstotni nadzor v vsaki fazi proizvodnje. Poleg tega podjetje Pickering izvaja 100-odstotno stresno testiranje proizvodnih procesov s toplotnim cikličnim nihanjem od  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$  do  $+85\text{ }^{\circ}\text{C}$  in nazaj na  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ , kar se trikrat ponovi. To strogo testiranje drugi proizvajalci izvajajo le redko, kar pogosto povzroči ponavljajoče se okvare na terenu. Nazadnje, Pickering se zavzema za dolgo življenjsko dobo izdelka, saj svoje reed releje proizvaja in podpira več kot 25 let od uvedbe na trg, običajno pa še veliko dlje.

## O podjetju Pickering Electronics

Podjetje Pickering Electronics je bilo ustanovljeno pred več kot 50 leti z namenom oblikovanja in izdelave visokokakovostnih relejev, namenjenih predvsem za uporabo v merilni in preskusni opreми. Danes je Pickeringova ponudba relejev „single-in-line“ (SIL/SIP) daleč najbolj razvita v industriji relejev z napravami, ki so za 25 % manjše od številnih konkurentov. Ti majhni reed SIL/SIP releji se v velikih količinah prodajajo velikim podjetjem ATE (avtomatizirana testna oprema) in podjetjem za polprevodnike po vsem svetu.

Skupina Pickering v zasebni lasti vključuje tri proizvajalce elektronike: podjetje Pickering Electronics, ki proizvaja reed releje, Pickering Interfaces, ki načrtuje in proizvaja modularne izdelke za preklapljanje signalov in simulacijo, ter Pickering Connect, ki načrtuje in proizvaja kable in konektorje.

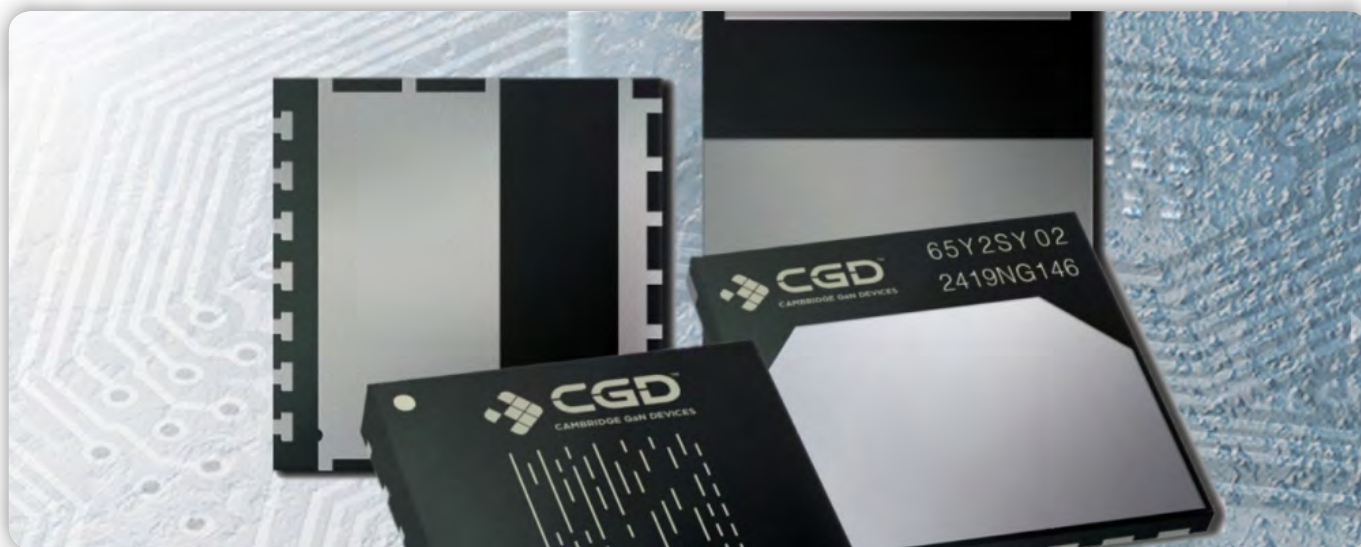
<https://www.pickeringrelay.com>



# Podjetje Cambridge GaN Devices je na sejmu Ecce predstavilo vodilne GaN rešitve

Cambridge GaN Devices

*Podjetje Cambridge GaN Devices (CGD), podjetje brez tovarne rezin (angl. fabless), ki razvija energetske učinkovite napajalne naprave na osnovi GaN, ki omogočajo bolj zeleno elektroniko, je razstavljalo na prestižnem kongresu in sejmu IEEE Energy Conversion Congress and Expo.*



ECCE 2024, ki je potekal že 16. leto, sta sponzorirala IEEE Industrial Application Society (IAS) in IEEE Power Electronics Society (PELS). Dogodek še naprej raste tako po številu udeležencev kot po vsebini. ECCE 2024 je vključeval dvostranske povzetke raziskav Late Break Research Briefs, predstavitve prispevkov po revijah in standardne tehnične prispevke. Ponujal je tudi posebne seje o nastajajočih tehnologijah in industrijsko usmerjenih temah ter seveda vaje, ki so postale osnovni element tehničnega programa ECCE.

„Za CGD je pomembno, da širimo naše sporočilo, da je GaN prihodnost močnostne elektronike v smislu energetske učinkovitosti, gostote moči in najmanjšega ogljičnega odtisa ter da so naši ICeGaN® GaN močnostni integrirani čipi najbolj robustni in za uporabo najpreprostejši. Zato smo veseli, da bomo prvi razstavljali na sejmu ECCE,“ je dejal Andrea Bricconi, glavni direktor za trženje v podjetju CGD.

CGD je na dogodku prikazal številne demonstracije, ki uporabljajo ICeGaN, med drugim:

- 3 kW PFC referenčni design;
- razvojni komplet za motorne pogone QORVO, razvit v sodelovanju s podjetjem CGD in z uporabo ICeGaN
- tanek 100W adapter;
- pol-mostič, polni-mostič in tudi ICeGaN v paralelnih razvojnih ploščah;
- 300W PFC+LLC ;
- eno vejo 3-fazne razvojne plošče avtomobilskega pretvornika,

*ki je bil razvit v sodelovanju s francoskim R&I inštitutom, IFP Energies nouvelles (IFPEN);*

- primerjava ICeGaN proti diskretnim GaN vezjem v polmostični vezavi

## O podjetju Cambridge GaN Devices (CGD)

Podjetje Cambridge GaN Devices (CGD) oblikuje, razvija in trži GaN tranzistorje in integrirana vezja, ki omogočajo korenito spremembo energetske učinkovitosti in kompaktnosti. Njihovo poslanstvo je uvesti inovacije v vsakdanje življenje z zagotavljanjem energetske učinkovitih rešitev GaN brez napora. Tehnologija ICeGaN<sup>®</sup> podjetja CGD je dokazano primerna za velikoserijsko proizvodnjo, podjetje pa hitro povečuje obseg proizvodnje in vzpostavlja partnerstva s strankami. Podjetje CGD, ki nima tovarne rezin, je bilo ustanovljeno na Univerzi v Cambridgeu, njegova ustanoviteljica, izvršna direktorica Dr. Giorgia Longobardi in tehnični direktor, profesor Florin Udrea, pa sta še vedno močno povezana s svetovno znano skupino za visokonapetostno mikroelektroniko in senzorje (HVMS) na tej univerzi. CGD-jeva tehnologija ICeGaN HEMT je zaščitena z močnim in stalno rastočim portfeljem intelektualne lastnine, ki je rezultat zavezanosti podjetja k inovacijam. Tehnično in komercialno strokovno znanje ekipe CGD skupaj z obsežnimi izkušnjami na trgu močnostne elektronike je bilo temeljnega pomena za tržno uveljavitev njene lastniške tehnologije.

<https://www.camgandevices.com>





# Kako PCIe® že danes omogoča avtomobil prihodnosti

Microchip Technology Inc.

Avtor: Richard Herbert, vodja trženja izdelkov za avtomobilsko omrežje

*Razvoj osnovnih naprednih sistemov za pomoč vozniku (ADAS) je zdaj običajen, vendar je treba za omogočanje izboljšanih funkcij - tudi takih, o katerih se nam še ne sanja - na različnih stopnjah kompleksnosti vozila, vozilo opremiti z zmogljivimi integriranimi procesorji in jih povezati s standardnim komunikacijskim vmesnikom, da se lahko obdelani podatki delijo kot bogati podatkovni nizi za druge funkcije v vozilu.*

Tako bi lahko posamezne funkcije vozila delovale usklajeno, na primer tako, da bi bili podatki o zaznavanju nevarnosti iz kamer in radarjev na voljo sprednjim žarometom, ki bi osvetlili značilnosti ceste, polmer ovinka ali pešca, ki stopa na cesto. PCIe® omogoča izmenjavo podatkov med številnimi SoC-i, da se razširijo na več funkcij vozila, medtem ko programski model, ki ga uporablja, omogoča nemoteno širjenje zmogljivosti med generacijami PCIe, generacijami SoC-jev in nazadnje generacijami avtomobilskih platform. Želja po zagotovitvi prihodnosti današnjih platform za več let spodbuja uporabo tehnologij PCIe.

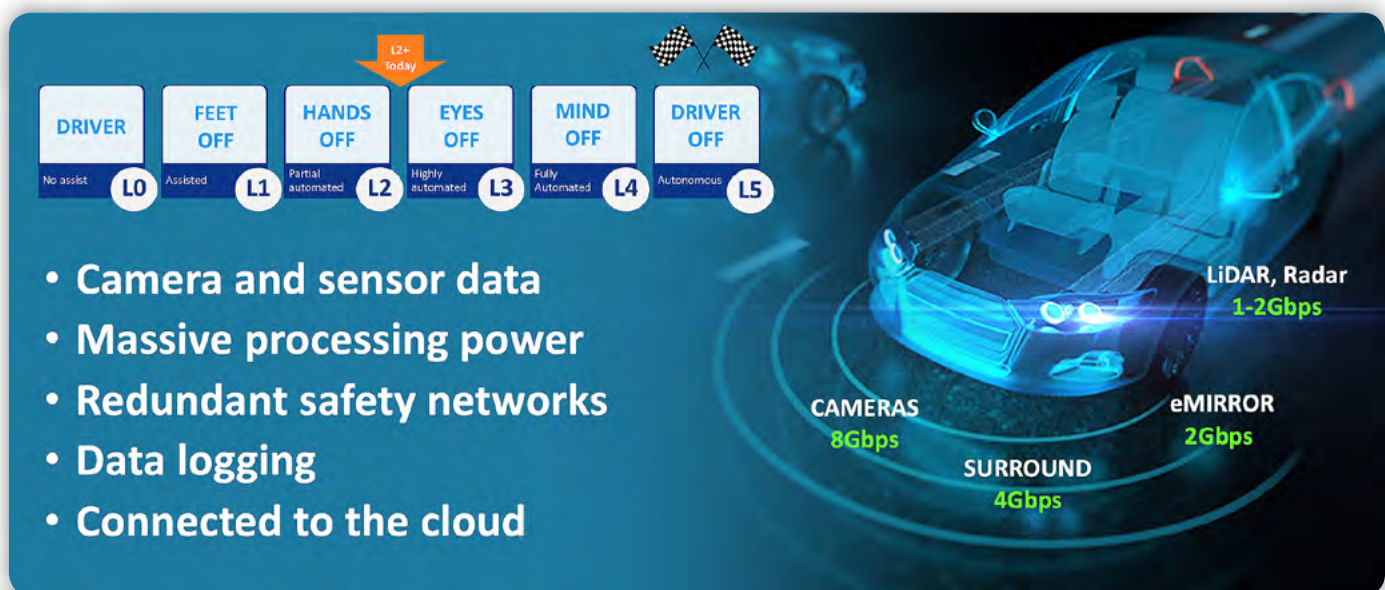
## Zgodovina PCIe

Zgodovina PCI sega več generacij nazaj do vzporednega računalniškega vmesniškega vodila, ki se je uporabljalo v številnih strežnikih, vgrajenih in domačih osebnih računalnikih kot periferni vmesnik. Opredeljen in standardiziran je bil znotraj skupine PCI SIG (Special Interest Group). PCIe je omogočal povezavo številnih naprav z enim SoC. Na začetku so bile to predvsem naprave Intel ali AMD x86, ki so se povezovale z omrežjem, hitrimi perifernimi napravami ali grafičnim krmilnikom. Razvil se je iz 32-bitnih v 64-bitna podatkovna vodila, ki so delovala pri frekvencah od 32 MHz do 64 MHz, sčasoma pa

je postal serijski. PCIe je omogočal hitre podatkovne povezave prek diferencialne povezave, ene za prenos in ene za sprejem. Par diferencialnih povezav se običajno imenuje „steza“. Steze so lahko združene v vrata, odvisno od priključene periferne naprave ali SoC, širina pa je lahko od ene steze na vrata do 16 ali 32 stez na vrata.

## Prednosti Ethernet omrežja

V primeru osebnega računalnika je hierarhija poveztljivosti preprosta, saj je na voljo en zmogljiv SoC, na katerega je priključenih več hitrih perifernih naprav. Enako je bilo tudi pri strežnikih, vendar je bila z razvojem strežnikov prednost dveh SoC-jev v neposredni bližini, ki sta si delila periferne naprave - dostop do pomnilnika, hitrega pomnilnika in včasih tudi podatkov. To je temelj PCIe stikal. PCIe stikalo bo omogočilo neodvisen, ločen dostop SoC (označen kot korenski kompleks) v sistemu z več SoC do skupnega nabora perifernih naprav, znanih kot končne točke. Vsak SoC misli, da ima neodvisen dostop do teh perifernih naprav zaradi funkcije, znane kot ne transparentna premostitev (NTB). SoC, ki v tej vrsti sistema uporablja PCIe stikalo, izkorišča zelo visoko hitrost in zelo majhno zakasnitev podatkovne poveztljivosti, običajno na kratki razdalji.



Slika 1: Slika ravni sistema ADAS/AD, ki morda poudarja tudi funkcije vklopa/izklopa rok

PCI Express link performance<sup>[47][48]</sup>

Version	Introduced	Line code		Transfer rate per lane <sup>[9][10]</sup>	Throughput <sup>[9][10]</sup>					
					x1	x2	x4	x8	x16	
1.0	2003	NRZ	8b/10b	2.5 GT/s	0.250 GB/s	0.500 GB/s	1.000 GB/s	2.000 GB/s	4.000 GB/s	
2.0	2007			5.0 GT/s	0.500 GB/s	1.000 GB/s	2.000 GB/s	4.000 GB/s	8.000 GB/s	
3.0	2010			8.0 GT/s	0.985 GB/s	1.969 GB/s	3.938 GB/s	7.877 GB/s	15.754 GB/s	
4.0	2017			128b/130b	16.0 GT/s	1.969 GB/s	3.938 GB/s	7.877 GB/s	15.754 GB/s	31.508 GB/s
5.0	2019				32.0 GT/s	3.938 GB/s	7.877 GB/s	15.754 GB/s	31.508 GB/s	63.015 GB/s
6.0	2022	PAM-4 FEC	1b/1b FLIT	64.0 GT/s 32.0 GBd	7.563 GB/s	15.125 GB/s	30.250 GB/s	60.500 GB/s	121.000 GB/s	
7.0	2025 (planned)			128.0 GT/s 64.0 GBd	15.125 GB/s	30.250 GB/s	60.500 GB/s	121.000 GB/s	242.000 GB/s	

Primerjajmo to z Ethernetom, ki temelji na standardu, ki ga je razvil IEEE, in je v celoti združljiv za nazaj. Ethernet je namenjen doseganju naprav, ki so med seboj oddaljene več metrov, prek hrbteničnih povezav, ki so danes 100 Mb/s ali 1000 Mb/s, v prihodnosti pa se bodo povečale na 10 Gb/s. Poleg tega je bil Ethernet razvit v okviru združenja Open Alliance, da bi se dodale posebne avtomobilске funkcije, kot so indikatorji kakovosti signala in način budnosti/spanca.

Komutacija, ki temelji na nadzoru dostopa do medijev (MAC) na drugem sloju, omogoča, da paket preide iz katere koli točke prek fizičnih vmesnikov z različnimi hitrostmi Etherneta na stikalnih napravah do katere koli druge točke v vozilu. Homogenost vseprisotnega Ethernet omrežja je njegova prednost in je široko podprta med industrijskimi uporabniki.

Ethernet, ki deluje pri razmeroma visokih hitrostih in na daljših razdaljah ter hkrati podpira izboljšave standarda, se razlikuje od PCIe, ki deluje na krajših razdaljah z zelo visokimi hitrostmi prenosa podatkov. Vendar pa ne smemo domnevati, da eden nadomešča drugega, temveč da imata oba zaradi vseh teh razlogov trdne temelje v vozilih.

## PCIe omogoča povezljivost z več napravami

Čeprav sem opisal dve situaciji, v katerih lahko SoC-i komunicirajo med seboj, jih v resnici povezuje pojav sistema ADAS tretje stopnje in višje. Pri varnostno kritičnih sistemih, ki v svoje procese odločanja pogosto vključujejo podatke iz kamer v živo, ni bistveno le, da so na voljo surovi video podatki v živo, ki niso stisnjeni, temveč se je treba izogibati tudi dodatnim zakasnitvam, ki jih vključuje pakiranje v Ethernetni ali kateri koli drug tip okvirja. V večini primerov so podatki kamere neposredno povezani z ustreznimi video vmesniki na SoC. Za delitev te delovne obremenitve ali zaje-manja v realnem času ter soobdelave video tokov je lahko na voljo več SoC-ov. Na voljo so tudi pospeševalniki, ki posebej podpirajo delovne tokove in podatkovne nabore umetne inteligence in ML.

Zmanjšanje zakasnitve prenosa podatkov znotraj tega visokozmogljivega računalnika v vozilu, kjer se pogosto uporablja isti nabor podatkov, je idealno za uporabo PCIe vmesnika.

Naprava, ki omogoča to skupno izmenjavo podatkov med več korenskimi SoC sklopi in napravami, kot so SSD in omrežne vmesniške kartice, je PCIe stikalo, ki prav tako ponuja prej opisane NTB funkcije. Preprostejše možnosti povezovanja so lahko na voljo prek omrežnih struktur, vendar je prav programska in konfiguracijska določljivost, ki jo ponuja PCIe stikalo tista, ki omogoča popolno uporabo sistemskih virov. Souporaba virov je ključna lastnost sistema, ki jo želijo OEM proizvajalci aktivno uporabljati.

PCIe stikalo ponuja tudi izrazite prednosti pri načrtovanju včasih stroškovno optimiziranih in vedno varnostno kritičnih sistemov.

PCIe stikalo lahko omogoča modularno povezovanje SoC-ov, ki so morda delno nameščeni na koncu linije, nato pa jih prodajalec nadgradi z dodatnimi moduli. Čeprav bodo vsa vozila podpirala posodobitve in izboljšave po zraku, uporaba HPC odpira tudi tok donosov za OEM od naslednjih lastnikov istega vozila. Na primer, nove tokove donosov je mogoče ustvariti po prvem ali drugem lastniku s ponudbo znatnih nadgradenj zmogljivosti ali funkcij. Pojavi se „avto kot storitev“.

Kritičnega elementa varnosti ni mogoče zanemariti. Stikalo PCIe omogoča tudi skupno namestitvev podobnih delovnih enot v istem vozilu, tako da eno okvaro obvladuje delovni sistem, da se prepreči težka okvara.

## Kako PCIe zagotavlja razširljiv model programske opreme

Narava delovanja PCIe v vseh teh sistemih je zelo podobna. Vsi SoC-i uporabljajo skupne transakcije za prenos podatkov iz pomnilnika v naslovni prostor PCIe naprave nekje na stikalu. To

se razlikuje med SoC-i in med generacijami PCIe in tako je že od časov prvotnega PCI.

Poleg tega je mogoče konfiguracijo PCIe stikala prilagoditi maksimalni konfiguraciji, tudi če se na koncu linije izvede delno prilagajanje podmnožice modulov ali virov. Primer je lahko namestitev enega SoC, ki pa omogoča nadgradnjo na tri. Vgradnja enega SSD-ja, ki pa omogoča kasnejšo vgradnjo dodatnega. In celo možnost, da se sistemu pozneje doda nadomestno PCIe stikalo.

Na strani PCIe stikala lahko omogočimo racionalizacijo prihodnjega razvoja sistema. Programska oprema SoC za podporo PCIe lahko ostane statična, razvijalski viri OEM-ov pa se lahko osredotočijo na funkcije uporabnikov, ki jih bodo podpirali v vgrajenem SoC modulu. PCIe stikalo bo edini element v sistemu, ki se bo ukvarjal z zmogljivostjo in nadgradnjami sistema, pri čemer bo uporabljal funkcije, ki jih podpira samo stikalo in jih ni treba podpirati v SoC-ih.

Primeri nadgradljivosti lahko vključujejo vključitev virtualnega korenškega kompleksa, ki stikalu omogoča prepoznavanje dodatnih SoC v življenjski dobi platforme, omogoča zamenjavo možnosti SoC in celo izboljšave za varno avtorizacijo dostopa SoC do skupnih virov na zaščiten način po preverjanju pristnosti.

Drugi primer je priljubljen mehanizem podatkovnih centrov, ki več SoC-em omogoča dostop do polprevodniških pogonov, pri čemer je dostop vsakega SoC-a neodvisen, zaščiten in upravljan z mehanizmom, imenovanim SR-IOV (Single Root IO Virtualisation). To se običajno izvaja z zapletenim skladom programske opreme na SoC, vendar lahko to organiziramo z enim samim gonilnikom v stikalu. To je spet še en primer, kjer je zapletenost razvoja programske opreme poenostavljena, singularizirana in še vedno dostopna s standardiziranim gonilnikom PCIe v SoC.

## Različni načini razširitve zmogljivosti PCIe

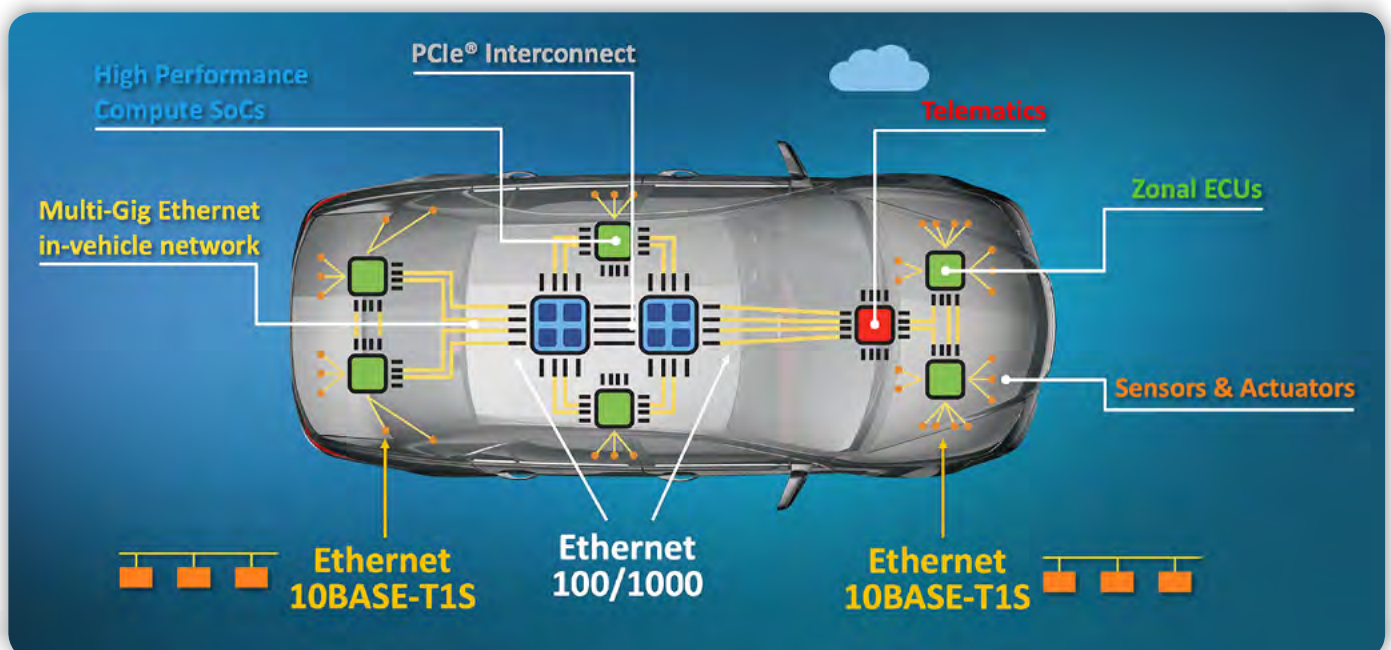
Kot smo že omenili, so lahko SoC-i nameščeni kot zamenljive enote na osnovno ploščo, ki vsebuje PCIe stikalo. Sistem je lahko na začetku v celoti zapolnjen ali pa je zapolnjen s prihodnjimi razširitvami. Povezljivost PCIe je mogoče razširiti tudi z dodajanjem dodatnih osnovnih plošč ali ohišij in njihovim medsebojnim povezovanjem na nek način.

Povezljivost PCIe je običajno dosežena prek sledi tiskanega vezja zadnje plošče in spajkanih konektorjev na kratkih razdaljah. Kaj pa, če je treba omogočiti drugo ohišje? V mnogih primerih je lažje to dodati kot popolnoma drugo enoto in ne kot nadgradnjo že vgrajene enote. Drugo ohišje lahko omogoča funkcije naslednje generacije, pomislite na nadgradnjo ravni 4 v tovarniško opremljeno vozilo ravni 2. Lahko pa doda nadgradnjo zmogljivosti z večjo zanesljivostjo (pomislite na delavca/stanovanje v pripravljenosti in preklap v primeru odpovedi).

Lažje je zagotoviti ločen prostor v vozilu in vanj napeljati kabelski snop, kot pa odstraniti naprave in dostopati do že vgrajene enote. Povezljivost s priključki in kabli je zdaj zahteva. In čeprav lahko to vedno storimo za več metrov v domeni Ethernet, bi to storili na račun podatkovne pasovne širine. Izvajanje tega z visoko hitrostjo prek kratkega kabla je lahko odgovor na te sanje o nadgradnji.

Microchip razvija referenčno ploščo PCIe za avtomobile, ki je opremljena z industrijskimi standardnimi priključki H-MTD in uporablja kabelske sklope, ki niso namenjeni avtomobilskim podatkovnim centrom. S tem smo ocenili uporabo sestavnih delov, ki so na voljo na prodajnih policah, pri omogočanju razširjenega dosega

PCIe prek kabla in pomagali našim strankam razumeti zahteve





glede EMC skladnosti v teh sistemih. Pri testiranju v resničnem svetu je bil dosežen večmeterski doseg z uporabo povezav PCIe Gen3 in Gen4.

## FuSa v sistemu PCIe z visoko zmogljivimi SoC-i

Številni napredni SoC-i iz razreda, ki se uporabljajo za avtonomno in polavtonomno vožnjo, podpirajo višje ravni funkcionalne varnosti (FuSa), na primer raven ASIL D. Za raven D je potrebnih več jeder v zaklenjenem koraku, kar je v razredu številnih SoC-jev, ki so po zmogljivosti dovolj napredni za zagotavljanje funkcije ADAS, stroškovno previsoko.

Za doseganje ocene sistema na ravni C ali višji je potrebna funkcionalna dekompozicija in delitev s komponentami na ravni ASIL B. PCIe ponuja številne zaščite, ki omogočajo to certificiranje sistema, in sicer v povezavah na ravni fizičnega in virtualnega vsebnika ter z notranjimi podatkovnimi potmi.

Ta notranja zaščita poti, funkcionalna razčlenitev, delitev in možnost rezervnih ali rezervnih enot v sistemu, kot smo opisali prej, je tisto, kar lahko zagotovimo sodobnim proizvajalcem originalne opreme na tem varnostno kritičnem

področju pomoči vozniku na ravni 3 in kar si želi vsak proizvajalec.

## Ko se vse sestavi v zaključek

Čeprav se kot končni cilj morda vidi avtonomna vožnja četrte stopnje, želi OEM sprejeti platformni pristop, ki omogoča dodajanje funkcij in storitev na modelih, ki se začnejo z ADAS druge ali tretje stopnje. To sili k razmišljanju o razširljivosti in širitvi, ne pa k vnaprejšnji zagotovitvi za prihodnje najzahtevnejše delovne obremenitve.

Ponujanje skalabilnosti SoC, razširjena souporaba virov skozi čas in dodajanje dodatnih ohišij, ki vsebujejo PCIe stikala, omogoča, da je osnovna platforma skupna med modeli in platformami v več modelskih letih. Potrošnik bo uporabljal „avtomobil kot storitev“, ki temelji na programsko opredeljenem vozilu, ki uporablja podatkovni center na kolesih. Vse to je mogoče doseči že danes.

*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>



## PIC64GX MPU

### 64-bit RISC-V® štiri jedrni procesor z asimetrično večnitno obdelavo (AMP)

Predstavljamo mikroprocesor (MPU) PIC64GX podjetja Microchip, ki je zasnovan tako, da izpolnjuje zahteve sodobnih inteligentnih aplikacij na robu v panogah, kot so industrija, avtomobilska industrija, komunikacije, internet stvari ter letalska in obrambna industrija. Družina PIC64GX ponuja neprimerljivo računsko moč in skalabilno zmogljivost, kar inženirjem omogoča zanesljivo inoviranje.

Ob podpori našega robustnega razvojnega ekosistema MPLAB® in obsežnega nabora knjižnic boste pospešili postopke načrtovanja, odpravljanja napak in preverjanja ter tako znatno skrajšali čas do prihoda na trg. Odkrijte moč serije PIC64GX za ustvarjanje visoko zmogljivih AMP sistemov v realnem času, ki se vedno izvajajo brezhibno.



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 last njihovih registriranih lastnikov.  
© 2024 Microchip Technology Inc. Vse pravice pridržane.  
MEC2587A-SLO-11-24

# Poenostavite model za zdravstvo in industrijski model interneta stvari z mikrokontrolerji z nizko porabo energije

DigiKey

Avtor: Rolf Horn

*Razvijalci modelov z nizko porabo energije za uporabo v industriji, zdravstvu in raznoliko uporabo pri internetu stvari (ang. Internet of Things – IoT) se soočajo z nenehnim povpraševanjem po rešitvah, ki temeljijo na mikrokontrolerjih in ponujajo obsežno funkcionalnost, brez da bi ogrozili nizke stroške za energijo.*

Med razvijanjem pogosto tvegajo presežek mejnih vrednosti največje porabe energije, da bi zadovoljili specializirane zahteve glede funkcionalnosti.

Ta članek prikazuje, kako portfelj mikrokontrolerjev z izjemno nizko porabo energije družbe Analog Devices lahko izpolnjuje te zahteve.

## Izpolnjevanje zahtev za specializirano uporabo

Projektanti morajo izpolniti temeljne zahteve glede visoke zmogljivosti in nizke porabe energije, da bi se učinkovito odzvali na pričakovanja strank. Na tako raznolikih področjih uporabe, kot so zdravstvo, industrija in internet stvari, so te temeljne zahteve običajno prevladovala pri odločitvah glede načrtovanja modelov in usmerjale razvoj platform strojne opreme, ki se v bistvu med seboj ne razlikujejo. Posledica tega je, da so lahko projektanti hitro uporabili pridobljene izkušnje z načrtovanjem modelov strojne in programske opreme, na enem področju uporabe, da bi zadovoljili temeljne potrebe na drugem.

Z naraščajočim povpraševanjem po vse bolj sofisticiranih izdelkih na teh področjih je za projektante postal večji izziv izpolnjevanje posebnih zahtev za specializirano uporabo, ne da bi pri tem žrtvovali svojo sposobnost izpolnjevanja temeljnih zahtev. Segmenti uporabe so se začeli močno razlikovati z edinstvenimi zahtevami glede povezljivosti, varnosti in umetne inteligence. Zaradi teh spreminjajočih se potreb se je razvil koncept skupne platforme strojne opreme, ki projektantom omogoča, da izpolnijo temeljne zahteve glede visoke zmogljivosti in nizke porabe energije, medtem ko se zanašajo na znani nabor procesorjev, nadgrajenih s specializiranimi zmogljivostmi.

## Osnova procesorja, prilagojena za specializirane zmogljivosti

Zgrajeni okoli procesorjev z izjemno nizko porabo energije Arm

Cortex-M4 z enotami za operacije s plavajočo vejico (ang. floating point unit – FPU), modeli portfelja mikrokontrolerjev z izjemno nizko porabo energije družbe Analog Devices ponujajo projektantom znano platformo, ki lahko izpolni temeljne zahteve glede porabe energije in zmogljivosti.

Da bi zadovoljila edinstvene zahteve na različnih področjih uporabe je družba Analog Devices prilagodila to osnovo s specializiranimi zmogljivostmi pri štirih modelih v portfelju, vključno z naslednjimi:

- Mikrokontroler MAX32655 je za uporabo na področjih pri katerih je potrebna povezljivost nizkoenergijske tehnologije Bluetooth (ang. Bluetooth Low Energy – BLE) in podaljšana življenjska doba baterije, hkrati pa zagotavlja dovolj pomnilnika in zmogljivosti.
- Mikrokontroler MAX32690 je za uporabo na področjih pri katerih je potrebna povezljivost BLE, robustna zmogljivost in obsežen pomnilnik.
- Mikrokontroler MAX32675C je za uporabo na področjih pri katerih so potrebne zahteve mešanega signala za industrijske in medicinske senzorje.
- Mikrokontroler MAX78000 izpolnjuje vse večje povpraševanje po inteligentnih robnih napravah.

## Obraznava povezljivosti

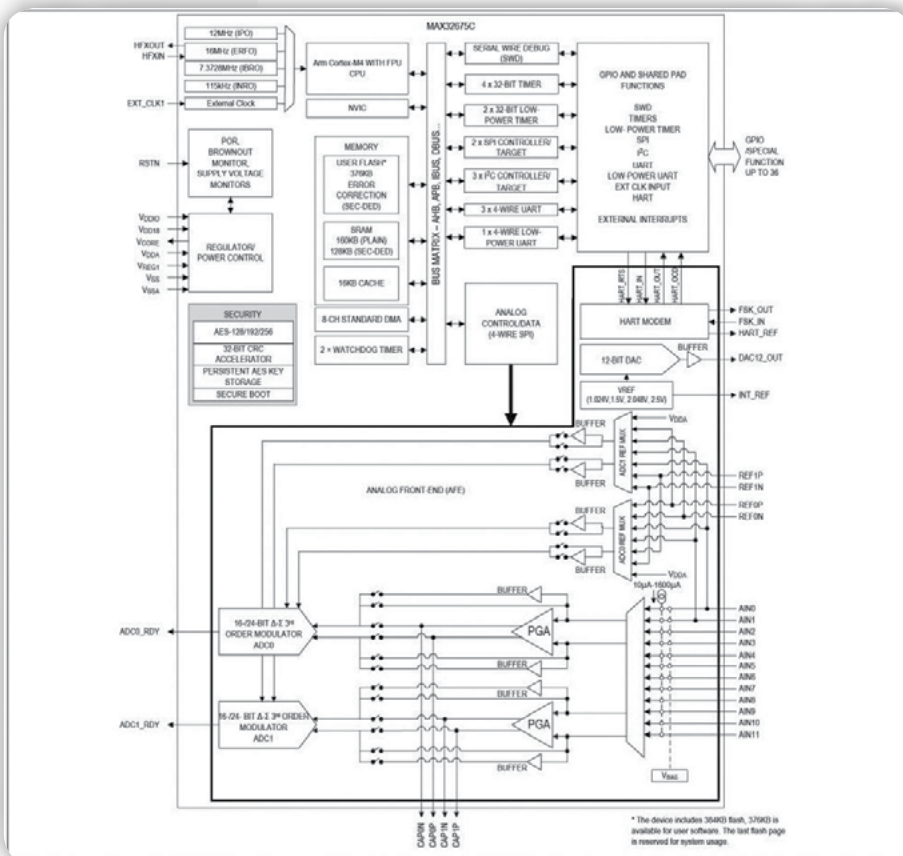
Mikrokontroler MAX32655 družbe Analog Devices integrira 100 megahercev (MHz) zmogljiv procesor Arm Cortex-M4 z enoto FPU, 512 kilobajtov zmogljiv bliskovni pomnilnik, 128 kilobajtov zmogljiv statični bralno-pisalni pomnilnik (ang. static random-access memory – SRAM) in 16 kilobajtov zmogljiv predpomnilnik navodil in zagotavlja učinkovito kombinacijo zmogljivosti procesorja in pomnilnika, potrebno pri običajni uporabi z nizko porabo energije. Poleg tega podsistema za obdelavo, naprava ponuja obsežen nabor funkcijskih blokov za varnost, upravljanje porabe energije, časovni raspored ter digitalne in analogne zunanje naprave, ki so običajno potrebne v napravah za sledenje sredstev, nosljivih napravah in napravah za spremljanje v zdravstvu (slika 1).

Za izpolnjevanje različnih zahtev glede povezljivosti Bluetooth za uporabo na različnih področjih, mikrokontroler









**Slika 5: Integrirana modul AFE in modem HART mikrokontrolerja MAX32675C zagotavlja podsisteme, potrebne za izpolnjevanje zahtev po majhnem odtisu in nizki porabi energije pri industrijskih in medicinskih senzorjih. (Vir slike: Analog Devices)**

serijskega zunanjskega vmesnika (ang. serial peripheral interface – SPI) in zagotavlja nabor zunanjih naprav, ki so običajno potrebne pri uporabi na področju industrijskih in medicinskih senzorjev, vključno z 12-bitnim digitalno-analognim pretvornikom (ang. digital-to-analog converter – DAC) in dvojnimi visoko natančnimi delta-sigma analogno-digitalnimi pretvorniki (ang. analog-to-digital converter – ADC), ki jih je mogoče konfigurirati za 16-bitno ali 24-bitno delovanje. Vsak pretvornik ADC ima namenski 1- do 128-kratni nizkošumni programabilni ojačevalnik ojačanja (ang. programmable gain amplifier – PGA), ki ga poganja 12-kanalni vhodni multiplekser, katerega je mogoče konfigurirati za 12-kanalno enojno ali 6-kanalno diferencialno delovanje.

Mikrokontroler MAX32675C je še posebej primeren za izpolnjevanje zahtev po industrijskih terenskih instrumentih z nizko porabo energije, ki temeljijo na senzorjih in oddajnikih z močjo 4–20 miliamperov (mA). Pravzaprav je ta mikrokontroler izrecno zasnovan tako, da nikoli ne preseže mejnih vrednosti porabe energije pri uporabi na področjih z močjo 4–20 mA, s čimer rešuje pogosto težavo med zagonom, ko so mikrokontrolerji imeli težave z vzdrževanjem mejnih vrednosti porabe energije.

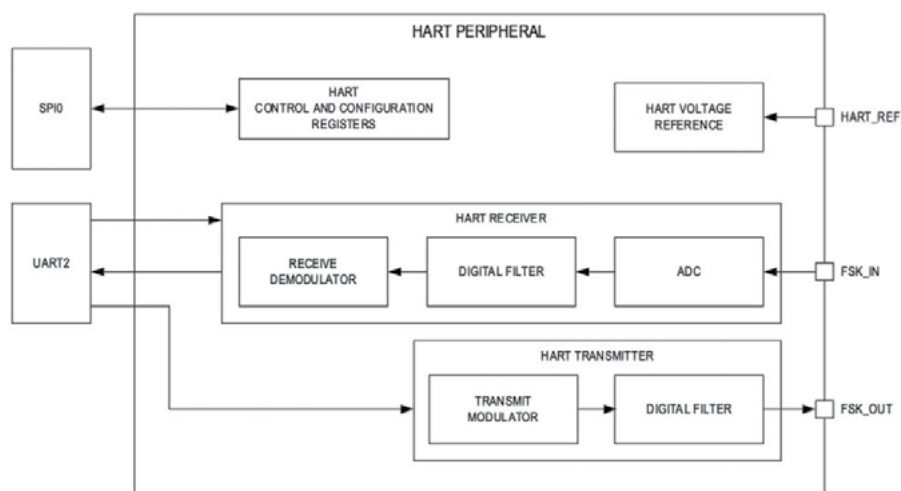
Kot podpora bistvene zahteve za številne obstoječe industrijske krmilne sisteme modul AFE zagotavlja popoln modem HART, ki poenostavlja implementacijo industrijskih terenskih instrumentov prek zračnega toka z močjo 4–20 mA (slika 6).

Z mikrokontrolerjem MAX32675C lahko razvijalci pri uporabi na področju industrije enostavno konfigurirajo in nadzorujejo terenske instrumente prek povezave vmesnika SPI modema HART s procesorjem Arm Cortex-M4.

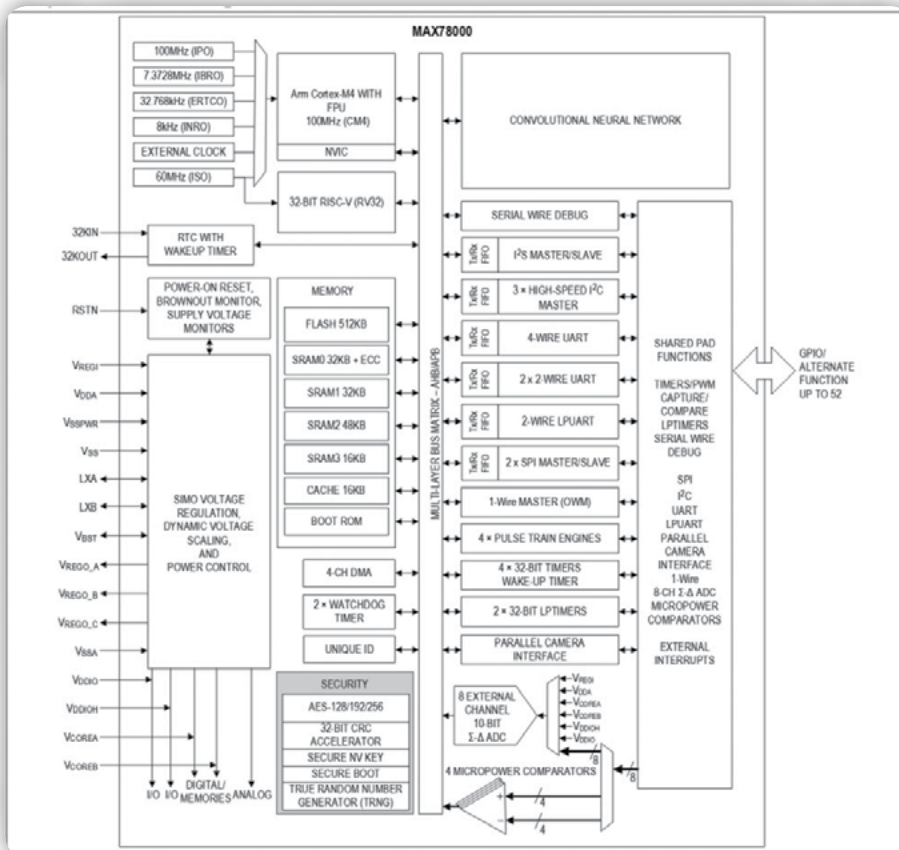
Družba Analog Devices poleg dokumentacije in drugih virov za razvoj ponuja Komplet za vrednotenje MAX32675C MAX32675EVKIT za pospešitev testiranja in razvoj prototipa.

## Izpolnjevanje nastajajočih zahtev za robne naprave umetne inteligence

Za izgradnjo in učinkovito uporabo na vedno večjem številu področij morajo razvijalci implementirati robne naprave, ki učinkovito izvajajo algoritme umetne inteligence za inteligentno obdelavo časovnih vrst ali prepoznavanje predmetov, besed ali obrazov. Mikrokontroler MAX78000 družbe Analog Devices je zasnovan posebej za podporo teh zmogljivosti, hkrati pa ohranja temeljno zahtevo po nizki porabi energije.



**Slika 6: Modul AFE mikrokontrolerja MAX32675C vključuje namenski modem HART za podporo obstoječim terenskim instrumentom z močjo 4–20 mA pri uporabi na tipičnih področjih industrije. (Vir slike: Analog Devices)**



**Slika 7: Skupaj s procesorjem Arm Cortex-M4 z enoto FPU in 32-bitnim koprocesorjem RISC-V mikrokontroler MAX78000 integrira pospeševalnik CNN za izboljšanje zmogljivosti sklepanja pri uporabi robnih naprav umetne inteligence. (Vir slike: Analog Devices)**

Tako kot prej opisani mikrokontrolerji z izjemno nizko porabo energije je tudi mikrokontroler MAX78000 (slika 7) zgrajen

Tako kot pri drugih, tukaj obravnavanih mikrokontrolerjih, visoka

s procesorjem Arm Cortex-M4 z enoto FPU, 512 kilobajti zmogljivim bliskovnim pomnilnikom, 128 kilobajti zmogljivim pomnilnikom SRAM in 16 kilobajti zmogljivim predpomnilnikom, da zadosti temeljnim zahtevam pri izvajanju in uporabi. Za podporo rešitvam robnih naprav umetne inteligence je podsistem obdelave mikrokontrolerja MAX78000 nadgrajen s parom dodatnih virov, vključno z naslednjimi:

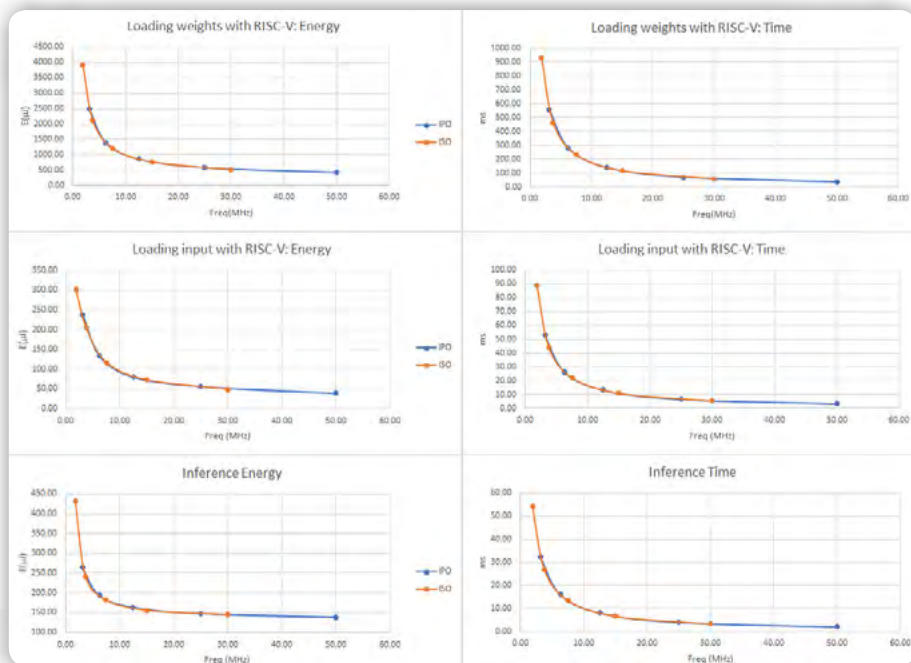
- 32-bitni koprocesor RISC-V, ki sistemu zagotavlja zmogljivosti obdelave signalov z izjemno nizko porabo energije
- Integriran pospeševalnik konvolucijske nevronske mreže (ang. convolutional neural network – CNN) na osnovi strojne opreme za izpolnitev nastajajočih zahtev po robnih napravah umetne inteligence

Mikrokontroler MAX78000 podpira enake načine delovanja nizke porabe energije in način izklopa, kot so opisani za mikrokontroler MAX32655, pri čemer pospeševalnik CNN ostane na voljo v načinih mirovanja in nizke porabe energije, stanju zadrževanja v načinu mikro porabe energije, stanju pripravljenosti in načinu varnostnega kopiranja ter načinu za uporabo med hrambo in distribucijo končnega izdelka.

KWS20: Operation Mode	Clock Frequency (MHz)			Kernel Loading				Input Loading				Inference			
	Arm	RISC-V	CNN	E(mJ)	t(ms)	I(mW)	A(mW)	E(mJ)	t(ms)	I(mW)	A(mW)	E(mJ)	t(ms)	A(mW)	
Arm Only	Always ACTIVE	100	N/A	50	0.146	11.6	7.2	19.8	0.013	1.1	7.2	19.27	0.14	2	37.45
	SLEEP	100	N/A	50	0.148	11.6	7.02	19.8	0.013	1.1	7.02	19.33	0.136	2	35.82
	LPM	60	N/A	30	0.154	19.3	5.33	13.29	0.014	1.8	5.33	13.06	0.139	4.1	18.32
Arm and RISC-V	Always ACTIVE	100	50	50	0.42854	34.72	5.47	17.81	0.04001	3.31	10.45	22.52	0.1401	1.99	21.86
	Only Arm SLEEP	100	50	50					0.04036	3.31	5.5	17.71	0.14077	2.01	21.89
	Both SLEEP	100	50	50					0.03829	3.15	5.47	17.63	0.14055	2.19	21.41
	Both SLEEP	60	30	30	0.487	50.3	3.48	13.16	0.0481	5.53	3.63	12.31	0.14595	3.38	13.06
	LPM	60	30	30					0.0456	4.7	3.48	12.92	0.1424	3.5	13.67

**Slika 8: Študije primera KWS20 za uporabo je pokazala, da je višja frekvenca procesorja povzročila manjšo porabo energije zaradi krajših časov nalaganja, zlasti ko je bil uporabljen samo procesor Arm. (Vir slike: Analog Devices)**





**Slika 9:** V študiji primera KWS20 je uporaba višjih frekvenc procesorja samo s koprocesorjem RISC-V za uporabo pri nalaganju in upravljanju pospeševalnika CNN povzročila manjšo porabo energije zaradi krajših časov nalaganja in sklepanja. (Vir slike: Analog Devices)

stopnja integracije mikrokontrolerja MAX78000 razvijalcem pomaga izpolniti zahteve glede minimalne kosovnice materiala (ang. bill of materials – BOM) in velikosti končnega izdelka. Z integriranim pretvornikom ADC naprave in zmožnostmi obdelave signalov lahko razvijalci uporabljajo mikrokontroler MAX78000 z nekaj dodatnimi komponentami za hitro implementacijo pri uporabi robnih naprav umetne inteligence, kot je iskanje ključnih besed (ang. keyword spotting – KWS) ali identifikacija obraza (ang. face identification – FaceID).

Poleg poenostavljene implementacije robnih naprav umetne inteligence, kombinacije več načinov porabe energije, dvojnih procesorjev in pospeševalnika CNN, ki temelji na strojni opremi, mikrokontroler MAX78000 omogoča razvijalcem, da dosežejo hitro hitrost sklepanja z minimalno porabo energije. Inženirji družbe Analog Devices so podrobno preučili delovanje mikrokontrolerja MAX78000 v študiji o optimizirani rabi energije.<sup>1</sup> V okviru te študije je ekipa inženirjev izmerila porabo energije in čas za nalaganje na model (jedra), nalaganje vhodnih podatkov, in izvajanje sklepanja pri tipični uporabi robnih naprav umetne inteligence. Na primer, v študiji primera o iskanju ključnih besed KWS z 20 ključnimi besedami (KWS20) so rezultati pokazali, da med delovanjem mikrokontrolerja MAX78000 v različnih načinih porabe energije, lahko razvijalci zaženejo samo procesor Arm, da zmanjšajo čas nalaganja in porabo energije (slika 8).

Študija je preučevala tudi učinek na porabo energije in čas, ko sta bila procesor Arm in koprocesor RISC-V v času mirovanja, pri čemer se je koprocesor RISC-V zagnal le za toliko časa, da izvede nalaganje in upravlja pospeševalnik CNN. Tu je študija primerjala zmogljivost z uporabo dveh različnih virov frekvence procesorja: notranji primarni oscilator (ang. internal primary oscillator – IPO) mikrokontrolerja MAX78000 pri

100 MHz in notranji sekundarni oscilator (ang. internal secondary oscillator – ISO) pri 60 MHz z nižjo porabo energije, vendar počasnejši. Posledično je zmanjšanje frekvence procesorja dramatično povečalo porabo energije, povezano z nalaganjem in sklepanjem zaradi daljšega časa dokončanja, ki je potreben za vsako opravilo (slika 9).

Na podlagi študije je ekipa družbe Analog Devices ugotovila, da lahko razvijalci dosežejo hitro sklepanje z minimalno porabo energije ter delovanjem pri višjih frekvencah procesorja, zlasti z visoko zmogljivim procesorjem Arm, z razumno uporabo načinov delovanja porabe energije mikrokontrolerja MAX78000 in zadrževanjem jeder v pomnilniku z razlogom preprečevanja izgube energije med daljšim časom nalaganja.

Razvijalcem, ki ustvarjajo lastne rešitve robnih naprav umetne inteligence, družba Analog Devices ponuja obsežen nabor virov za razvoj mikrokontrolerja MAX78000, vključno s Kompletom za vrednotenje MAX78000EVKIT in glavno ploščo MAX78000FTHR. Skupaj z vgrajenim digitalnim mikrofonom, senzorji gibanja, barvnim zaslonom in številnimi možnostmi povezave vključuje komplet MAX78000EVKIT funkcijo nadzora porabe, ki razvijalcem pomaga optimizirati porabo energije.

Pri razvoju programske opreme, družba Analog Devices s pomočjo Repozitorija orodij CNN za mikrokontroler MAX78000 ponuja dokumentacijo, razvojne vodiče, videoposnetke za usposabljanje in kodo programske opreme, ki podpira komplet za vrednotenje in glavno ploščo.

## Zaključek

Družba Analog Devices, ki gradi na podlagi učinkovitega podsistema procesorjev, predstavlja nabor mikrokontrolerjev z izjemno nizko porabo energije, ki združujejo funkcije in zmogljivosti, zasnovane posebej za podporo edinstvenim zahtevam pri uporabi na različnih področjih in napravah, kot so nosilne naprave, naprave za sluh, naprave za sledenje sredstev, industrijski in medicinski senzorji ter robne naprave umetne inteligence. Z uporabo teh mikrokontrolerjev in podpornih virov lahko razvijalci hitro implementirajo modele, ki izpolnjujejo specializirane potrebe pri uporabi na različnih področjih z nizko porabo energije.

### Vir:

[1] Developing Power-optimized Applications on the MAX78000

- <https://www.analog.com/en/resources/app-notes/developing-power-optimized-apps-on-the-max78000.html>

<https://www.digikey.com>



# Polnilna postaja z nekaj dodatki

RUTRONIK GmbH

*Izboljšana uporabniška izkušnja na poti do podnebne nevtralnosti*

Po svetovnih cestah vozi več kot 40.000.000 električnih vozil, kar je 600 % več kot pred šestimi leti. Čeprav gospodarstvo trenutno doživlja padec v tržnem segmentu e-mobilnosti, analitiki, vključno z analitiki Mednarodne agencije za energijo (IEA), pričakujejo, da bo prodor elektrificiranih vozil na trg šele sledil - navsezadnje bodo imela ključno vlogo pri doseganju podnebne nevtralnosti v EU do leta 2050. Evropa je skupaj s Kitajsko in ZDA eden največjih prodajnih trgov za električna vozila, ki bodo leta 2023 v svetovnem merilu predstavljala 95-odstotni delež. Strokovnjaki pričakujejo, da bo leta 2024 po vsem svetu prodanih 17 milijonov novih električnih vozil, kar pomeni 20-odstotno rast v primerjavi s prejšnjim letom. Za ta vozila je seveda nujno, da se pravočasno vzpostavi ustrezna polnilna infrastruktura. Rutronik, eden vodilnih evropskih distributerjev elektronskih komponent, gre še korak dlje in v javnih polnilnih postajah vidi ogromen potencial: umetno inteligenco je mogoče uporabiti za personalizacijo uporabniške izkušnje, vzpostavitev inovativnih prodajnih mest in optimizacijo uporabe omrežja. Lennart Juliusson, vodja poslovnega razvoja - poslovna inteligenca pri podjetju Rutronik, prikazuje, kako je to mogoče doseči na polnilni postaji za električna vozila, ki jo je distributer uspešno zagnal skupaj s proizvajalcema DFI in Intel

„Prihodnost polnjenja električnih vozil ni le polnjenje baterije, temveč tudi umetna inteligenca, ki predvideva uporabnikove potrebe in omogoča brezhibno, prilagojeno izkušnjo.“

Trenutno se večina polnjenj še vedno izvaja doma z osebnimi stenski omaricami ali na delovnem mestu. Po podatkih Zvezne agencije za omrežja bo v začetku leta 2024 na voljo 123.449 javnih polnilnih mest, od tega več kot 98.000 običajnih polnilnih postaj za izmenični tok in 25.000 hitrih polnilnih postaj za enosmerni tok. Po vsej Evropi je Evropski observatorij za alternativna goriva (EAFO) pri Evropski komisiji leta 2023 zabeležil 35-odstotno rast običajnih AC polnilnih postaj in 75-odstotno rast hitrih DC polnilnih postaj. To je jasen znak, da postajajo rešitve za hitro polnjenje bistveno pomembnejše.

## Izzivi za stranke na običajnih polnilnih postajah

Dokler ne bo vzpostavljena standardizirana polnilna infrastruktura po vsej državi ali vsaj Evropi, se bodo stranke na polnilnih postajah srečevale s številnimi „pastmi“: Na vrhu seznama so tehnične težave, ki jim sledijo težave s programsko opremo in interoperabilnostjo ter pomanjkanje nedotaknjenih ali aktivnih polnilnih mest ali razlike med različnimi ponudniki, ki se zanašajo vsak na svoj sistem. Druga pomembna točka je splošna uporabniška izkušnja med celotnim postopkom, ki vključuje pretok informacij in potreben čas.



Čakanje, ki v povprečju traja od ene do dveh ur, je za uporabnike nepriljubljeno, saj gre za nesmiselno zapravljen življenjski čas. Poleg tega se uporabniška izkušnja ne začne z dejanskim postopkom polnjenja, temveč še preden se uporabnik približa postaji.

Zato so razvijalci za svojo demo različico polnilne postaje določili trifazni model:

- **1. faza „pred polnjenjem“:** Ta faza vključuje predvsem prilagojene informacije o trenutnem stanju polnjenja vozila, ki se prek potisnih obvestil prenesejo na vgrajeni računalnik ali pametni telefon, priporočila za optimalno pot do primerne priložnosti za polnjenje in rezervacijo polnilnih mest, da se prepreči čakanje. Druga funkcija je načrtovanje poti, ki služi temu, da se z optimalno razporejenimi postanki razbremeni zaskrbljenost strank glede dometa na daljši poti in glede na postanek ponudi doživetje.
- **Faza 2 „Polnjenje na sredini“:** Za to področje je značilna večmodularna interakcija s strankami in lahko vključuje diagnostične funkcije, povezane z vozilom, proaktivno odpravljanje težav med postopkom polnjenja, vključno s

predlogi ustreznih rešitev, ter avtomatizirano sprožitev polnjenja. Druge možnosti vključujejo izvajanje dinamičnega cenovnega modela, prilagajanje stopnje polnjenja in ustrezno optimizirano uporabo omrežja, ponudbo večkanalnih oglaševalskih ukrepov, vključevanje družbenih medijev in celo igralne ponudbe za skrajšanje čakalnih dob.

- **Faza 3 „Po polnjenju“:** Po polnjenju nastopi umetna inteligenca, ki stranki ponudi izčrpen povzetek postopka polnjenja ali ponudi poprodajno promocijo bližnjih gostinskih in zabavnih možnosti. Ta storitev služi vzpostavitvi tesnega odnosa s stranko in s tem dolgoročnemu poslovnemu uspehu.

## Ponovno parkiranje v glavi: inovativno oblikovanje za vse večje zahteve

Običajne polnilne postaje so bile doslej tehnološko omejene na najnujnejše: V ospredju je upravljanje sistema z mikroprocesorsko enoto (MPU). Opremljena je z vmesniki CAN in SPI za polnilne konektorje, napajalno enoto in priključki RJ-45 za vgradnjo zaslona LC ter je popolnoma funkcionalna. Vozilo se lahko polni - in nič več.

Zaradi vse večjega števila e-vozil in s tem povezanih vse večjih potreb po polnilni infrastrukturi je treba premisliti o zasnovi in postavitvi v prihodnost usmerjenih polnilnih postaj.

Kombinacija funkcionalnosti digitalnih oznak, prodajnih mest in interaktivnih kioskov z aplikacijami umetne inteligence v polnilni postaji revolucionira njihovo uporabo in odpira številne nove poslovne priložnosti. Rešitev, ki so jo izvedli DFI, Intel in Rutronik, združuje štiri različne delovne obremenitve in lokalno izvaja velike glasovne modele, ki omogočajo storitve za stranke v realnem času, analizo vozil in vedenja, odkrivanje napak ter prepoznavanje obrazov. S tremi zasloni, prilagojenimi različnim potrebam, ustvarja tokove prihodkov, povečuje zvestobo strank, olajšuje trajnostne pobude (ESG; Environmental, Social and Governance) in optimizira digitalno delovanje s pomočjo tehnologije virtualizacije.

Na strojni strani se razvijalci te polnilne postaje zanašajo na osnovno ploščo DFI ATX RPS630, procesor Intel Core i9 13. generacije in grafični procesor Intel Arc A380E, ki zagotavljajo nemoteno in brezhibno delovanje zapletene, a jasno strukturirane programske arhitekture. V nasprotju s prejšnjimi, tako imenovanimi starejšimi zasnovaми vzporedno delujejo trije virtualni stroji (VM) z različnimi delovnimi procesi, ki se izvajajo prek hipervizorja tipa 2:

- **Operacijski sistem v realnem času za funkcije storitev za stranke, ki temeljijo na umetni inteligenci:** TMOperacijski sistem Linux Ubuntu 22.04 je osnova za ta virtualni stroj, v katerem se izvajajo procesi umetne inteligence za prepoznavanje obraza v skladu z GDPR z uporabo kamere Intel RealSense in prepoznavanje govora na podlagi OpenAI Whisper. Tu je integriran tudi klepetalni robot z umetno inteligenco, ki uporablja odprtokodni veliki jezikovni model (LLM) Mistral 7B, ki lahko bolje obdeluje daljša vhodna zaporedja kot alternativni modeli. Intel prispeva tudi OpenVINO™, odprtokodni nabor orodij, ki pospešuje sklepanje AI z manjšo zakasnitvijo in večjo prepustnostjo, hkrati pa ohranja natančnost, zmanjšuje odtis modela in optimizira uporabo strojne opreme. Pospešuje razvoj umetne inteligence in integracijo globokega učenja na področjih, kot so računalniški vid, veliki jezikovni modeli (LLM) in generativna umetna inteligenca. Model PyTorch vključuje opredelitev za različne modele in vključuje opredelitev za različne naloge, kot so v tem primeru klasifikacija slik, segmentacija pikslov ali kakovost predvajanja videoposnetkov, služi pa tudi za zmanjšanje latence. V kombinaciji z visokokakovostnimi mikrofoni, zvočniki in 10,1-palčnim zvočnim monitorjem postane interakcija med polnilno postajo in uporabniki bistveno bolj učinkovita in intuitivna, kar znatno izboljša uporabniško izkušnjo.
- **Oglaševanje:** Ta VM vsebuje sistem za upravljanje vsebine za prilagojene

# Empowering wireless innovation

Fast, efficient,  
easy-to-implement,  
ultra-low-power  
wireless IoT  
solutions





oglaševalske ukrepe in deluje z operacijskim sistemom Windows 10. Za optimalno predstavitev skrbi na primer 21,5-palčni zaslon.

- Kiosk: Demo polnilne postaje izkorišča celotno razpoložljivo površino zaslona in vključuje tudi zadnjo stran za večnamenski pristop. Z 32-palčnim zaslonom je mogoče zlahka izboljšati postopek sredi in po polnjenju z vključitvijo družbenih medijev, igranja iger ali prodajne promocije. Na tem virtualnem računalniku deluje tudi operacijski sistem Ubuntu.

Nova zasnova skrbi tudi za uporabniško izkušnjo „v ozadju“: z integriranim modulom za upravljanje zunaj pasu je mogoče z vzdrževanjem na daljavo ponovno aktivirati popolnoma izklopljeno polnilno postajo. S tem se odpravijo nepotrebni prevozi ter zmanjšajo stroški vzdrževanja in servisiranja. Ker sistem temelji na konsolidaciji delovne obremenitve, pri čemer se več nalog stisne na manjše število platform, ni treba integrirati ločene plošče za vsako operacijo, kar zmanjša skupne stroške sistema. Zaradi integracije treh virtualnih naprav je mogoče postajo tudi skoraj neprekinjeno ohraniti v delovanju, saj se lahko popravila ali vzdrževalna dela sistema izvajajo v ozadju.

## Varnost za velike količine podatkov

Tako zasnovane polnilne postaje ponujajo neskončno možnosti za nadaljnji razvoj, na primer za vgrajene aplikacije pametnih mest po vsej državi, ki so bistveno manj dovzetne za motnje kot prejšnje ponudbe. Ker je sistem skladen z različnimi komunikacijskimi standardi, je že zdaj opremljen za Wi-Fi ali 6G za prihodnje razširjene aplikacije. Zaradi uporabljenega koncepta strojne opreme in integracije različnih varnostnih standardov postaja tvori tudi zaprt sistem, kar močno poveča varnost v smislu obdelave plačil in zaščite podatkov. Prav tako je na primer mogoče, da kamera ni vklopljena ves čas, temveč se poveže z infrardečim senzorjem, tako da se prepoznava obraza začne šele, ko je uporabnik na določenem območju. Ojačani zasloni zagotavljajo tudi zadostno varnost pred vandalizmom in drugimi zunanji vplivi.

## Razvoj prihodnjih trgov z distribucijskimi partnerji

13. aprila 2024 je začela veljati vseevropska uredba o širitvi infrastrukture za alternativna goriva (uredba o infrastrukturi za alternativna goriva, AFIR). Cilj te uredbe je standardizirati zasnovo polnilnih postaj in poenostaviti postopek polnjenja za stranke, s čimer se upravljavcem polnilnih postaj nalaga stroga obveznost. Cilj je preprečiti neučinkovito, neekološko in neprijetno iskanje prave polnilne postaje - skratka, izboljšati uporabniško izkušnjo voznikov e-vozil, da bi bil prehod na e-mobilnost privlačnejši. Drugo področje uredbe določa, da je treba na vseh glavnih evropskih



cestah v rednih časovnih presledkih namestiti infrastrukturo za hitro polnjenje. Ti ukrepi naj bi preprečili znano (nemško) zaskrbljenost zaradi dosega in razpoložljivosti ter normalizirali postopke polnjenja.

S predstavljeno rešitvijo je ta ureditev še korak naprej, saj je uporabnik v središču procesa polnjenja, obenem pa se s svojimi analitičnimi zmogljivostmi poskuša stabilizirati elektroenergetsko omrežje. Vozilo, za katero se ve, da ga voznik ne bo vozil vsaj naslednje tri ure, ker je obiskal bližnjo razstavo ali priporočeno restavracijo, se lahko polni počasneje.

Rutronik deluje kot zanesljiv distribucijski partner, ki razume potrebe proizvajalcev originalne opreme (OEM) in proizvajalcev, lahko zagotovi prave rešitve in sodeluje od izbire komponent do načrtovanja. Obsežna kartica linij skupaj z dopolnilnim strokovnim znanjem Rutronikovih produktivnih vodij ustvari najboljše rešitve za stranko. Zaradi bogatih izkušenj, pridobljenih z lastnim raziskovalnim in razvojnim delom v okviru podjetja Rutronik System Solutions, podjetje Rutronik še toliko bolje razume, kaj razvijalci potrebujejo in kako to doseči.

<https://www.rutronik.com>



# Nova ponudba izdelkov ERKO

Transfer Multisort Elektronik Sp. z o.o.

*Nov izbor dodatkov in elektrotehničnih orodij.*



*Neizolirani končniki/konektorji*



*Izolirani končniki/konektorji*



*Stisnjeni tulci*



*Vijačni povezovalni tulci*

Nedavno so bili izdelki blagovne znamke ERKO dodani v katalog TME. ERKO je podjetje, specializirano za izdelavo orodij in elektrotehničnih komponent. Ta ponudba širi in dopolnjuje izbor dodatkov, ki so na voljo neposredno iz naših skladišč.

Podjetje ERKO je poljski proizvajalec na področju elektrotehnike. Glavne skupine izdelkov, ki jih ponuja dobavitelj, vključujejo montažne dodatke (konektorji, tulci, sponke itd.) in profesionalna orodja. V prvi pošiljki v katalog (in skladišča) TME je bilo vključenih več sto ERKO rešitev, ki skupaj predstavljajo najbolj priljubljene izdelke proizvajalca. Seveda je to le začetek našega sodelovanja, v prihodnosti pa nameravamo to ponudbo še razširiti. Spodaj predstavljamo pregled dodatkov in orodij, ki so že na voljo v spletni trgovini TME.

## Pregled ponudbe ERKO

Kot že omenjeno, sta dve glavni skupini izdelkov ERKO dodatki in orodja. Najprej si bomo ogledali končnike, konektorje in povezovalne tulce, saj ta izbira predstavlja večino ponudbe dobavitelja.

## Kabelski končniki in konektorji

Pri polaganju električnih inštalacij se uporablja veliko različnih dodatkov in enkratnih elementov. Da bi zagotovili učinkovito

delo in trajne rezultate, je priporočljivo uporabljati preizkušene rešitve. ERKO uporablja visokokakovostne materiale, izdelki dobavitelja pa so narejeni na podlagi dolgoletnih izkušenj.

Konektorji, sponke in drugi dodatki ERKO se lahko uporabljajo ne samo v elektrotehničnih aplikacijah, ampak tudi v energetiki, telekomunikacijah in gradbeništvu. V katalogu TME je mogoče najti elemente za kable s presekom od 0,1 mm<sup>2</sup> do 1000 mm<sup>2</sup>, ki omogočajo napetosti do 36 kV. Poleg tradicionalnih končnikov za montažo vodnikov v sponke vključuje izbor ERKO tudi očesne in vilaste končnike ter povezovalne tulce (stisnjene in privijačene).

## Orodja za elektroinštalaterje

Druga pomembna skupina izdelkov ERKO so orodja, predvsem za elektroinštalacije. V tej skupini je vredno omeniti široko izbiro orodij za stiskanje različnih vrst končnikov in tulcev. Izdelki so na voljo v različnih izvedbah z različnimi kapacitetami prijema. Proizvajalec ponuja na primer stiskalnico z zamenljivimi čeljustmi, kar omogoča, da je en sam nabor orodij uporaben za vse običajne naloge. Uporaba teh orodij zagotavlja mehansko trpežne in varne povezave z minimalnim uporom, kar zagotavlja varnost in skladnost z nazivnimi vrednostmi uporabljenih kablov in konektorjev. Jeklo, ki ga ERKO uporablja za izdelavo orodij, zagotavlja dolgotrajno vzdržljivost in učinkovitost. Poleg



*Stiskalnice*



*Čeljusti za stiskanje*



*Komplet stiskalnic*



*Klešče (vključno z rezalniki)*



*Škarje in rezalniki*



*Noži*

stiskalnic so na voljo tudi klešče (za prijemanje in rezanje), rezalniki, škarje in noži. Ti omogočajo natančno obdelavo materialov (žic, plošč, plastičnih mas), na primer pri izdelavi lukenj v ploščah in montaži mehanskih delov.

Orodja ERKO so praktična in varna oprema za vsakega profesionalnega elektroinštalaterja. Njihova robustna in premišljena konstrukcija zagotavlja ergonomsko delo. Rezalniki ali noži dobavitelja imajo posebne rezalne robove, zasnovane za

specifične naloge, kot so odstranjevanje izolacije z vodnikov ali rezanje debelih zunanjih plaščev kablov za električne napeljave.

Več informacij je na voljo na:

- <https://www.tme.eu/si/sl/news/events/page/62300/nova-ponudba-izdelkov-erko/>



<https://www.tme.eu>



# Generiranje negativnih napetosti iz pozitivnega napetostnega vira: zahteve trga in rešitve

*Analog Devices, Inc.*

*Avtorja: Erik Lamp, višji inženir za uporabo izdelkov in Randyco Prasetyo, glavni inženir za aplikacije izdelkov*

*Naprave interneta stvari (IoT), industrijski senzorji, merilniki, precizna in medicinska oprema pogosto potrebujejo pozitivno in negativno napajalno napetost. Pogosto morata biti ti napetosti simetrični in izvirati iz enega samega napajalnika. Ta članek pojasnjuje tržne trende, tehnične zahteve in primerjalno analizo rešitev, njegov namen pa je opremiti prodajno ekipo s spoznanji, potrebnimi za učinkovito promocijo izdelkov.*

## Opredelitev pojmov:

- Pretvornik: integrirano vezje za krmiljenje energije z integriranimi stikali v integriranem vezju ali brez njih.
- Regulator: pretvornik z vgrajenimi stikali.
- Krmilnik: Pretvornik z zunanjimi stikali.

ojačevalnikih za industrijske in medicinske aplikacije.

- V LCD zaslonih za izdelke za široko porabo.
- Pri krmilnih (lavinskih) fotodiodah.
- V medicinskih aplikacijah, kot so rentgenski žarki.
- V nadaljevanju sta predstavljena dva tipična blok diagrama takšnih zasnov.

## Situacija na trgu

Različne elektronske zasnove zahtevajo eno ali več negativnih napetosti v napajalniku, ki se pogosto združujejo s simetrično pozitivno napetostjo. Nekateri tipični primeri uporabe so:

- V pogonih vrat za polnilnik in trakcijski pretvornik električnih vozil (na primer za pogon galij-nitridnih (GaN) FET-ov in bipolarnih tranzistorjev z izoliranimi vrati (IGBT)).
- V visoko zmogljivih ADC in DAC ter „rail-to-rail“ operacijskih

## Krmilniki vrat

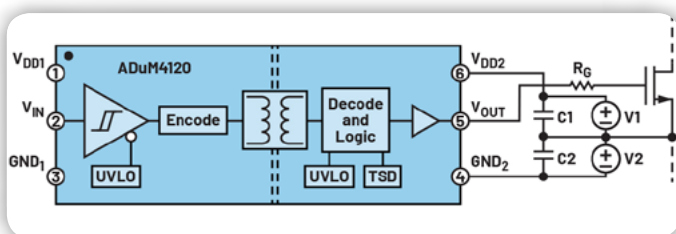
Pri visokozmogljivih stikalnih napajalnikih in motornih pogonih je pogosto potrebna negativna gonilna napetost, kar je posledica:

- Sistemi morda nimajo tesno nameščene in povezane postavitev tiskanih vezij, njihova ozemljitev vezja pa je običajno sklopljena s šumi iz vse okolice sistema in lahko niha okoli nivoja ozemljitve.



- Glavne napajalne naprave, kot so IGBT, silicijev karbid (SiC) ali GaN FET, so pogosto do nekaj centimetrov oddaljene od vezja za krmiljenje vrat, razen če so vse nameščene v modulu. Zato se lahko signal, ki prihaja iz krmilnikov vrat, popači, ko doseže napajalne naprave, zato je zaželen dodatna varnostna rezerva.
- Napredne napajalne naprave, kot so GaN FET, imajo pogosto nizek prag vklopa, zato so bolj občutljive na spremembe napetosti na vratih. Nekateri visokonapetostni GaN FET imajo lahko visok CGD ali velike razlike v procesu, kar lahko povzroči vklop, ki ga povzroči Millerjev učinek. V tem primeru končnim strankam predlagamo, da uporabijo negativno napetost na vratih tranzistorja in tako zagotovijo, da naprava ohrani izklopljeno stanje. Pri nekaterih vrstah IGBT je za popoln izklop potrebna negativna napetost.

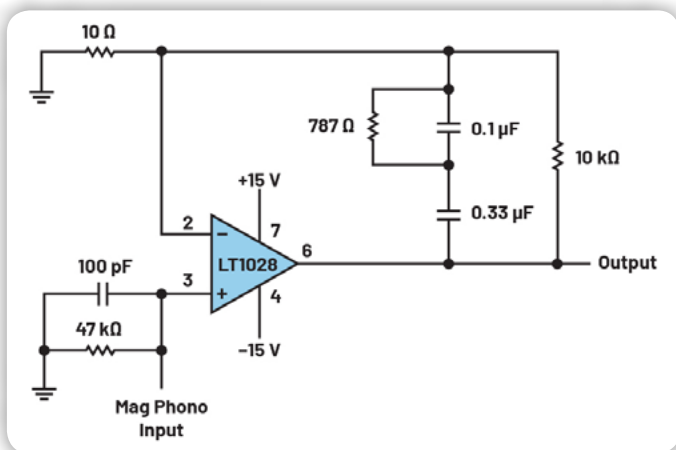
Eden od primerov je uporaba izoliranega gonilnika ADuM4120 [1]. Pri takšnih aplikacijah se napajalne naprave napajajo iz pozitivne napetosti V1 in negativne napetosti V2, kot je prikazano na sliki 1.



Slika 1. Primer nastavitve bipolarnega napajanja.

## Rail-to-Rail operacijski ojačevalniki

Pri različnih aplikacijah za obdelavo signalov se pogosto uporabljajo „rail-to-rail“ operacijski ojačevalniki, kadar mora imeti izhod širok razpon blizu napajanja, kadar vhod niha okoli referenčne vrednosti ali kadar je potrebna najvišja natančnost. Tipičen primer sistema gramofonskega predojačevalnika je prikazan na sliki 2. Ta zasnova zahteva eno pozitivno 15 V in eno negativno 15 V napetost.



Slika 2. Tipično vezje za uporabo gramofonskega predojačevalnika 1M TIA z zelo nizkim šumom.

## Zahteve

Topologije IC za ustvarjanje pozitivne napetosti iz glavnega napajanja so pogosto dobro poznane in vključujejo regulatorje z nizkim padcem napetosti (LDO), „buck“, boost, „buck“-boost itd. Vendar pa izbiri in kompromisi pri ustvarjanju negativne napetosti v prejšnjih publikacijah niso bili poglobljeno obravnavani. Oglejmo si nekaj zahtev in razvojnih izzivov.

## Izolacija

Včasih je treba  $\pm$  napetosti ločiti od napajanja, predvsem zaradi varnostnih razlogov ali ker ni skupne mase. Na primer, v pogonskih sklopih električnih vozil se 12-voltno krmilno vodilo večinoma napaja iz pomožne 12-voltna baterije. Za nadzor visokonapetostnega akumulatorja ga je treba izolirati, tako da morebitna napaka pri nizki napetosti ne povzroči varnostnih tveganj. Takšnih 12 V se pogosto pretvori v  $\pm 5$  V ali  $\pm 15$  V z galvansko ločitvijo za napajanje več signalnih verig in gonilnih integriranih vezij v pogonskih pretvornikih ali polnilnikih. Izolacijo lahko potrebujejo tudi drugi industrijski pretvorniki, kot so fotovoltaični pretvorniki ali motorni pogoni.

## Kompaktne dimenzije

Pri nekaterih aplikacijah, kot so medicinski monitorji za bolnike, je miniaturizacija ključni cilj pri načrtovanju. Takšne naprave morajo zajemati in ojačiti različne signale s senzorjev in jih voditi preko številnih visoko natančnih pretvornikov. Zelo zaželen je majhna rešitev za ustvarjanje  $\pm$  napetosti za napajanje takšnih pretvornikov.

## Učinkovitost

Izboljšanje učinkovitosti je pogosto cilj vsakega novega projekta. Na primer, pogost trend pri uporabi ojačevalnikov je uporaba nižjih napetosti na vodilih, če na izhodu ni očitnih popačenj in je učinkovitejše, če je za ustvarjanje teh napetosti na vodilih potrebne manj energije.

## Časovni razpored in simetrija

Pri posebnih aplikacijah, kot so medicinski rentgen, napetosti  $\pm$  morda ne zahtevajo visoke natančnosti, vendar morajo biti simetrične z minimalno razliko v absolutni vrednosti, zato je najbolje imeti natančno regulacijo in časovni nadzor obeh napetosti.

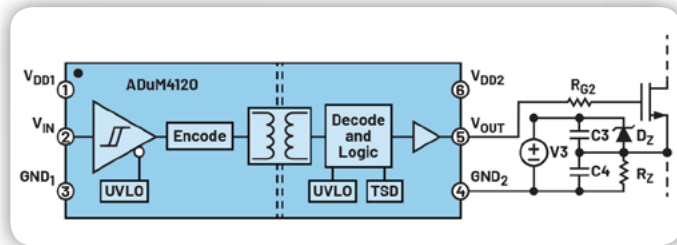
## Rešitve

Rešitve so navedene po vrstnem redu glede na zapletenost in splošno učinkovitost, za primerjavo pa so prikazane tudi prednosti in slabosti.

## Zener dioda

Enostaven način ustvarjanja  $\pm$  napetosti brez integriranega vezja je uporaba Zener diode, kot je prikazano na sliki 3. Pri tej rešitvi je izhod vira V3 razdeljen z Dz in Rz. Če je V3 enak 9 V

in Dz je 5 V Zener dioda, potem bodo vrata krmiljena s +5 V in -4 V. Ta metoda zagotavlja poceni rešitev, saj ne zahteva dodatnih integriranih vezij. Vendar je ta rešitev zelo neučinkovita in ni primerna za aplikacije, ki zahtevajo več deset miliamperov in dobro regulirano izhodno napetost. Zato se ta topologija ne uporablja pogosto.

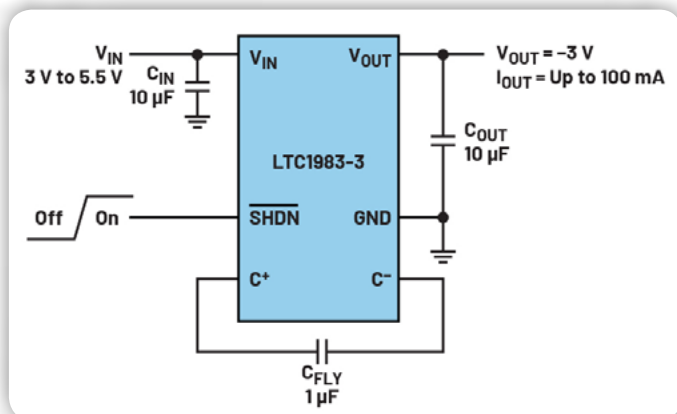


Slika 3. Primer negativne napetosti generirane z Zener diodo na vodilu.

## Črpalka naboja

Uporaba črpalke naboja je priročna metoda za inverzijo pozitivnega vhoda, saj ni potrebna induktivna komponenta. Obstaja veliko integriranih vezij za črpalko naboja, ki omogočajo takšno funkcijo in so v različnih okoliščinah primernejša.

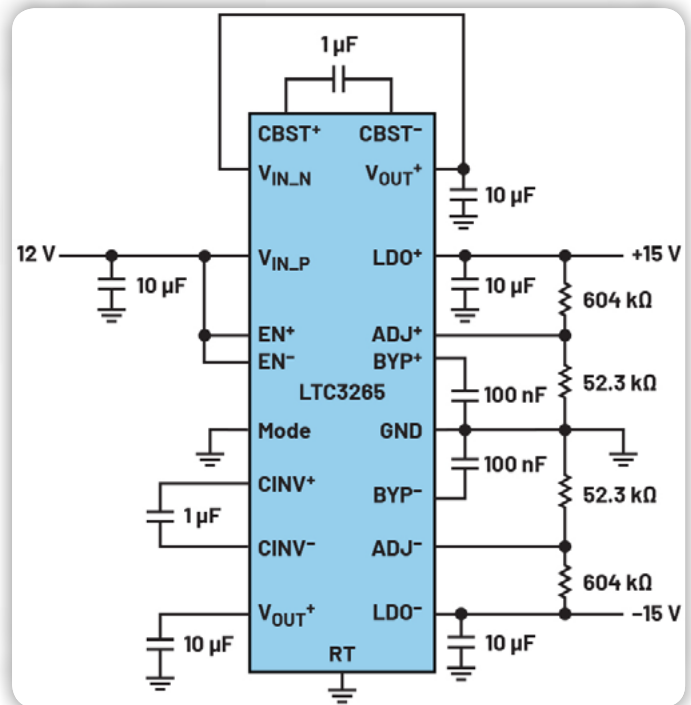
Za potrebe nizke porabe Analog Devices ponuja številne regulirane in neregulirane črpalke naboja, kot je na primer LTC1983 [2] na sliki 4. Čeprav je ta rešitev zelo preprosta in se nahaja v majhnem ohišju, je njena pomanjkljivost učinkovitost in morebitne visoke elektromagnetne motnje (EMI). Ta kategorija naprav je omejena z obremenitvenim tokom in se običajno uporablja v aplikacijah, ki potrebujejo manj kot 100 mA.



Slika 4. Tipično vezje za uporabo DC-DC pretvornika z napetostjo -3 V pri 100 mA.

Če pa je zaželena nizka stopnja šuma/nizka stopnja EMI, da bi se izognili morebitnim motnjam v drugih občutljivih vezjih (zlasti za medicinsko opremo, zaznavanje in komunikacijske aplikacije), ADI ponuja izdelke, kot je LTC3265 [3], ki vključuje LDO regulatorje z nizko stopnjo šuma na vsakem od dvojnih izhodov črpalke naboja (slika 5). Čeprav je izhodni tok omejen na 50 mA, je ta rešitev veliko bolj prijazna do EMI in združuje pozitivne in negativne izhodne tirnice v samo enem integriranem vezju. Z zelo nizkim izhodnim šumom je zelo uporabna v

aplikacijah za precizno instrumentacijo za krmiljenje ojačevalnikov in podatkovnih pretvornikov z majhno porabo.



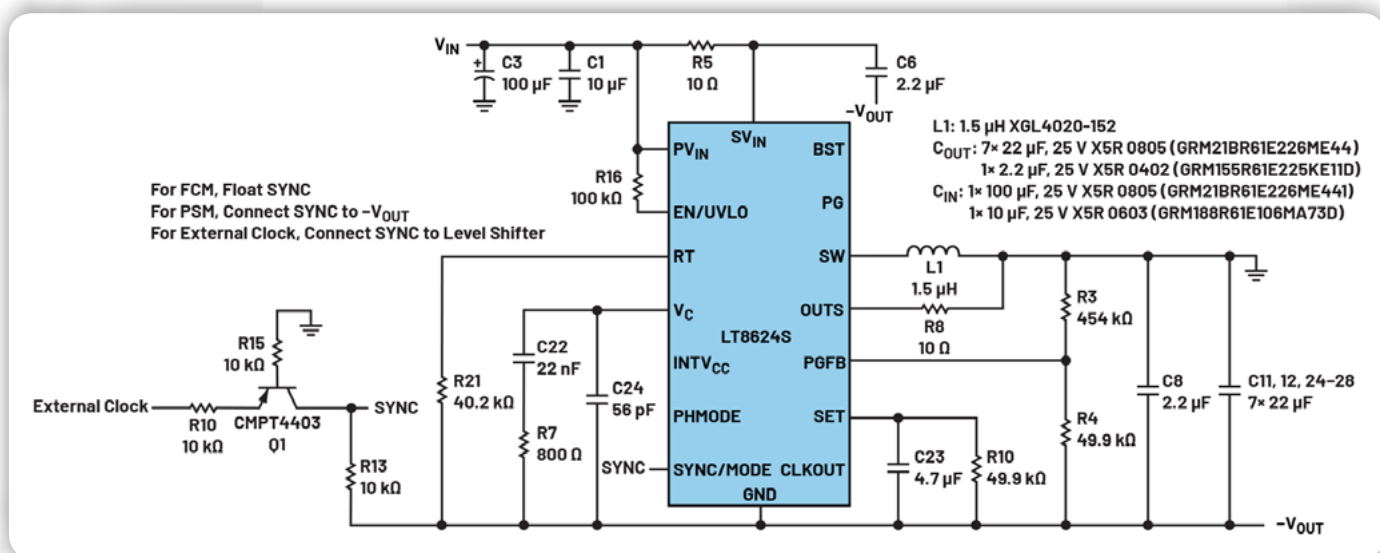
Slika 5. Tipično vezje za uporabo nizkošumnih izhodov ±15 V iz enega samega vhoda 12 V.

V aplikacijah, kjer sta potrebni pozitivna napetost z visokim obremenitvenim tokom (za napajanje sistema) in negativna napetost z manjšim obremenitvenim tokom (za prednapetost ali referenco), se lahko diskretna negativna črpalka naboja uporabi v skoraj vsakem regulatorju „buck“ ali boost brez dodatnega integriranega vezja. Primer vezja je prikazan v članku „Generating Negative Output Voltage from Positive Input Voltage Using MAX17291 Boost Converter IC with Active Discharge Feature“ [4] in uporablja MAX17291 [5] z zunanjim vezjem za ustvarjanje črpalke naboja. Pomanjkljivost je v regulaciji napetosti in dinamičnem odzivu črpalke naboja pri obremenitvi.

## Inverzni pretvornik

Črpalke naboja so relativno bolj uporabne pri znanih kombinacijah vhod/izhod brez potrebe po natančni regulaciji, za s tem povezane motnje šuma pa poskrbi dodatno filtriranje. Za aplikacije s širokim razponom vhodnih ali izhodnih napetosti s potrebami po natančni regulaciji je priporočljivo uporabiti topologije s stikalnimi načini, ki delujejo s tuljavami.

Obstaja nekaj takšnih topologij, ki omogočajo pretvorbo iz pozitivne v negativno, vendar so pogosto vse uvrščene v kategorijo inverznih topologij in lahko zmedejo inženirje. Čeprav lahko pogosto opravijo enako nalogo pretvorbe energije, so to kompromisne rešitve. V nadaljevanju so predstavljene tri tipične topologije. Prvi dve sta si podobni, vendar uporaba „buck“ integriranega vezja zagotavlja več možnosti, čeprav ni posebej zasnovan za ustvarjanje negativnih napetosti.



Slika 6. IBB pretvornik z uporabo „buck“ IC-ja LT8624S.

- Inverzni „buck-boost« pretvornik z uporabo „buck“ IC
- Samostojni inverzni „buck-boost“ pretvornik
- (CÜK) inverzni „buck-boost“ pretvornik z dvema tuljavama

## Topologija (1)

### Inverzni „Buck-Boost“ pretvornik z uporabo »Buck« integriranega vezja

Ko izhodna stran tipičnega sinhronnega „buck“ pretvornika preklaplja maso vezja, nastane inverzni „buck-boost“ (IBB) pretvornik, kot je prikazano na sliki 6. Ta pristop je priljubljen, saj je na trgu na voljo veliko možnosti za sinhronne „buck“ regulatorje ali krmilnike. Za aplikacije, občutljive na šum, se lahko ADI-jevi monolitni „buck“ regulatorji Silent Switcher® [6], kot je LT8624S [7] s tehnologijo Silent Switcher 3, konfigurirajo kot IBB za ustvarjanje negativnega napetostnega vodila z odličnimi širokopasovnimi in EMI šumnimi lastnostmi. Slika 6 prikazuje primer vezja LT8624S kot IBB in je na voljo v članku „Fast-Transient Negative Voltage Rail for Noise-Sensitive Applications“ [8]. Za dodatno filtriranje je mogoče na izhod dodati negativni vhodni regulator LDO z nizkim šumom. Podjetje ADI ima na voljo različne možnosti sinhronnega „buck“ regulatorja z zunanji FET-i, če je pri uporabi te topologije zaželen večja moč.

Pomanjkljivost tega je, da ima IC za ozemljitev kar ozemljitev pretvornika, ne pa na sistemsko ozemljitev (ki je pozitivna stran izhoda). Če je mikrokontroler potreben za izvajanje funkcij, kot je omogočanje SYNC ali samo sprejemanje signala PGOOD, bo morda potrebno zunanje vezje za prilagoditev nivoja, kar je lahko neprijetno. Primer takšnega dodatnega vezja za prilagoditev nivoja je omenjena v članku „Generating Negative Voltages-Why You Need Level Shifting in Buck-Boost Circuits“ in je prikazan na sliki 6. Če je zaželen komunikacija PMBus®/

I2C, pretvornik nivoja morda ne bo deloval in bo potreben zunanji integrirani digitalni izolator.

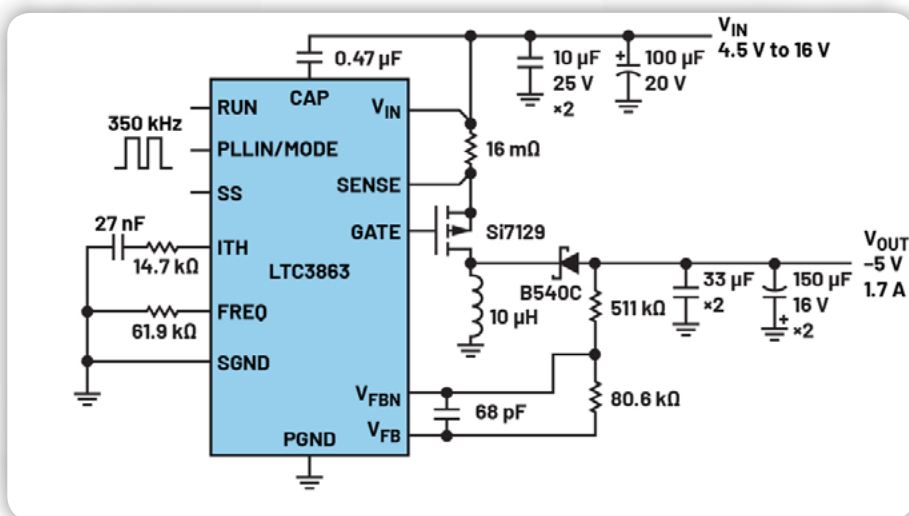
Če se uporablja pretvornik brez potrebe po zunanjem zaznavanju ali krmiljenju, je za IBB primernejša uporaba „buck“ integriranega vezja, ki ponuja več različnih možnosti. Na ta način je mogoče konfigurirati vse „buck“ pretvornike s katero koli napetostjo in tokom, vendar bo večina potrebovala zunanje pretvornike nivojev za krmiljenje.

## Topologija (2)

### Samostojni inverzni „Buck-Boost“ pretvornik

Če zunanji nivojski pretvorniki v aplikaciji niso zaželeni, obstajata dve rešitvi: uporabite asinhroni IBB ali pa pretvornike nivoja vgradite v integrirani pretvornik. Na primer:

- Asinhroni IBB: Asinhroni IBB se lahko oblikuje z uporabo PMOS kot primarnega stikala in diode namesto sinhronnega stikala. To omogoča, da se IC naveže na sistemsko ozemljitev, ne da bi bilo treba uporabiti nivojske pretvornike. Tako je pozitivna stran izhodne obremenitve vezana na vhodno



Slika 7. Asinhronski IBB pretvornik.



ozemljitev. V tem primeru se lahko uporabi IC LTC3863 [9], kot je prikazano na sliki 7. Pogosto je manj učinkovita kot uporaba „buck“ IC-ja, saj imata PMOS in dioda običajno večje izgube kot sinhroni pretvornik na osnovi NMOS.

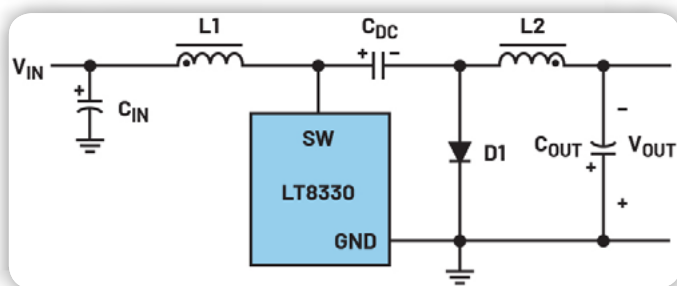
IBB Buck z vgrajenimi pretvorniki nivoja: namesto zunanjih pretvornikov nivoja, ko se kot IBB uporablja „buck“ IC, ima lahko vsak vhodni in izhodni signal svoj pretvornik nivoja, ki je vgrajen v IC. To je priročno za razvijalce. Na primer, MAX17577/MAX17578 [10] in MAX17579/MAX17580 [11] sta IBB „buck“ pretvornika, ki imata integrirane pretvornike nivoja na priključkih EN in RESET.

Če sta zaželena visoka moč in visok izkoristek, je priporočljiv LTC3896 [12]. Gre za bolj izpopolnjen, visoko zmogljiv sinhroni stikalni krmilnik z vgrajenimi pretvorniki nivoja. Čeprav gre za razmeroma velik IC v 38-pin TSSOP ohišju, je zelo energetsko učinkovit in podpira NMOS za obe stikali. Ta naprava je priporočljiva za zahteve po moči, večje od 100 W.

## Topologija (3)

### Inverzni „Buck-Boost“ pretvornik z dvema tuljavama (CÜK)

Kadar je stikalni šum problematičen, lahko CÜK pretvornik generira negativno izhodno napetost z manjšim šumom kot IBB pretvornik. Ta topologija je prikazana na sliki 8 z dvema tuljavama in enim sklopnim kondenzatorjem. Prednost tega pretvornika je v njegovi preprostosti, saj je za inverzijo vhoda potrebno le nizko stransko stikalo, ki je lahko NMOS, zato je izkoristek visok. LT8330 [13] na primer potrebuje le 8 priključkov in z njim ni težko razviti pretvornika. Ta IC je eden od ADI-jevih regulatorjev z dvema vgrajenima ojačevalnikoma napak, ki mu omogočata zaznavanje pozitivne ali negativne izhodne napetosti. Podobni regulatorji, kot so LT8331, LT8333, LT8334, LT8570 in LT8580, ponujajo različne nazivne vrednosti in funkcije za pokrivanje različnih zahtev običajnih aplikacij.



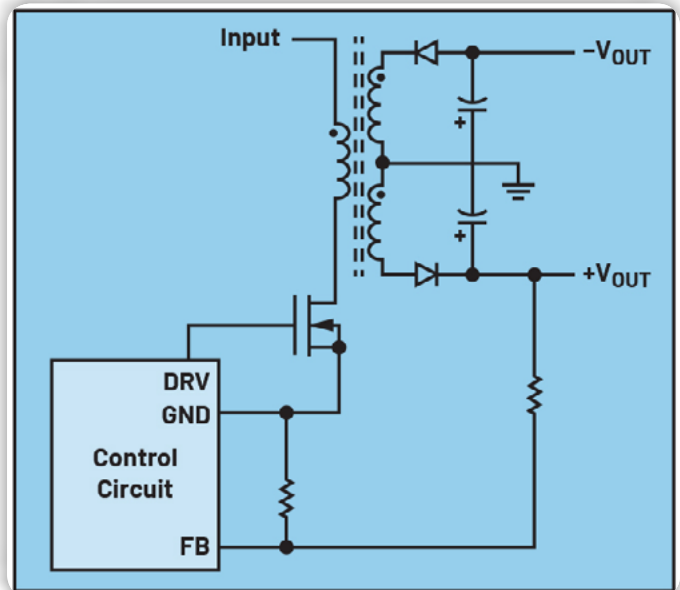
Slika 8. Poenostavljen inverzni pretvornik.

Ta topologija sicer potrebuje dve tuljavi, vendar če sta tuljavi sklopljeni, kot je prikazano na sliki 8, se valovanje na izhodu znatno zmanjša, prihrani pa se lahko tudi pri velikosti izhodnega kondenzatorja. Ker je po ena tuljava na vsaki vhodni in izhodni strani, so tokovi zvezni, celotno vezje pa lahko manj šumi kot druge topologije. Če je potrebna večja moč, je lahko dobra izbira IC krmilnik z zunanjim FET-om, kot je LT3758 [14].

## Flyback pretvornik

Če je transformator potreben zaradi izolacije (kot pri flyback pretvorniku), je zelo enostavno ustvariti ± izhodne napetosti z

dodajanjem dodatnega navitja na izhodni strani. Tu na transformatorju lahko z nastavitvijo več navitij v različnih smereh skupaj z zapornimi diodami ustvarimo pozitivno ali negativno napetost, kot je prikazano na sliki 9. LT8306 [15] na primer ne potrebuje fotoupora za povratno vezavo, kar prihrani na računu materiala.



Slika 9. Tipičen pretvornik z več izhodnimi navitji.

Ustvarjena negativna napetost je sicer priročna, vendar je ne-regulirana, in če je potrebna regulacija, je priporočljivo na izhodu dodati še en negativni LDO regulator.

## Poseben pretvornik z dvojno topologijo

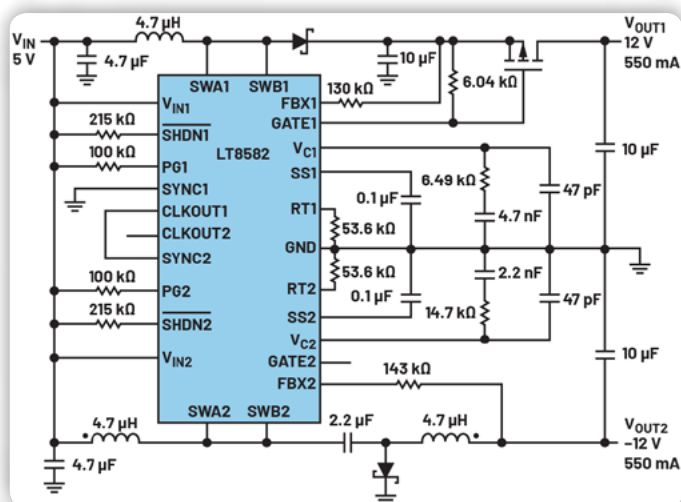
Glede na to, da večina aplikacij, ki zahtevajo negativni izhod, zahteva tudi dopolnilni pozitivni izhod, ima ADI različne rešitve, ki uporabljajo prej omenjene topologije in zagotavljajo dve ali več ± napetosti v enem IC-ju.

### Takšni primeri so:

- Dvojni 42 VIN, 3 A boost/inverting regulator LT8582;
- Dvojni 50 VIN, 2 A multitopology regulator LT8471;
- Dvojni 5.5 VIN, 2 A/1.2 A boost/inverting regulator ADP5076;
- 3-kanalni 60 V izolirana micropower enota ADP1034

## Rešitve za močnostni modul

Za mnoge inženirje, ki želijo izjemno majhno rešitev ali popolnoma integrirano napajalno rešitev, se lahko odločijo za mikro napajalni modul. LTM4655 [16] je na primer 40 VIN, dvojni 4 A inverzni regulator μModule® z dvema popolnoma neodvisnima izhodnima kanaloma, ki ju je mogoče konfigurirati za pozitivni ali negativni izhod, in je že skladen s standardom EN550222 razreda B za nizko stopnjo EMI. S tem prihranite veliko dela pri načrtovanju in odpravljanju težav. LTM8049 [17] je še ena dobra možnost z do 20 VIN in dvema izhodoma do +24 V ali do -24 V.



Slika 10. Tipično vezje za uporabo ojačevalnega in inverznega pretvornika od 5 V do ± 12 V.

## Zaključek

Dodajanje negativnega napetostnega vodila v sistem ni primerno - prodajalci integriranih vezij kot prednost rešitve ponujajo brez negativne napetosti. Proizvajalci GaNFET na primer prepričujejo stranke, naj ne uporabljajo negativnega krmiljenja vrat, proizvajalci operacijskih ojačevalnikov pa priporočajo operacijske ojačevalnike z enojnim napajanjem in boljše zmogljivostjo. Vendar pa v številnih vrhunskih aplikacijah še vedno obstaja povpraševanje po ustvarjanju negativnih napetosti. V tabeli 1 je prikazana primerjava nekaterih rešitev, omenjenih v tem članku. Ker podjetje ADI proizvaja na tisoče uporabnih integriranih vezij različnih topologij in različnih nazivnih vrednosti, so lahko priporočene omejitve in splošne lastnosti subjektivne in se razlikujejo glede na številko posameznega dela. Če to berete kot razvojni inženir, se poleg iskanja na spletnem mestu analog.com lahko obrnete na lokalnega predstavnika podjetja ADI in se posvetujete o najboljšem izdelku, ki bi lahko bil primeren za vašo zasnovo.

### Viri:

- Schnell, Ryan. "Driving a Unipolar Gate Driver in a Bipolar Way." *Analog Dialogue*, Vol. 52. No. 10, October 2018.
- "Generating Negative Output Voltage from Positive Input Voltage Using MAX17291 Boost Converter IC with Active Discharge Feature." *Analog Devices, Inc.*
- Dostal, Frederik. "Generating Negative Voltages—Why You Need Level Shifting in Buck-Boost Circuits." *Analog Dialogue*, Vol. 57, No. 2, May 2023.
- Internal Power Switch Boost Regulators. *AnalogDevices, Inc.*
- Keeping, Steven. "Using an Inverting Regulator for Buck/Boost DC-to-DC Voltage Conversion." *DigiKey*, August 2015.
- Schaeffner, Thomas. "The Best Way to Generate a Negative Voltage for your System." *Newelectronics*, January 2018.
- Dostal, Frederik. "The Art of Generating Negative Voltage-s." *PowerSystemsDesign*, January 2016.

### O avtorjih

Erik Lamp je višji inženir za uporabo izdelkov v skupini za industrijo in več trgov pri podjetju Analog Devices, specializiran za izdelke za napajanje. Leta 2020 je na državni univerzi v San Joseju diplomiral iz elektrotehnike in od takrat dela v podjetju ADI.

Randyco Prasetyo je višji aplikativni inženir v podjetju Analog Devices. Diplomiral je na indonezijski krščanski univerzi Satya Wacana. Po desetletju dela v industriji satelitskih telekomunikacij se je z ženo in dvema otrokoma preselil v Združene države Amerike. Študij je nadaljeval na državni univerzi Cal Poly, hkrati pa je delal kot asistent diplomiranega učitelja in tehnik za smog. Dr. Taufik, eden od tamkajšnjih profesorjev, ga je seznanil z močnostno elektroniko. Leta 2011 se je pridružil podjetju Linear Technology (zdaj del podjetja ADI). Zdaj podpira ADI-jevo linijo izdelkov za povečanje in izolirane pretvornike moči.

<https://www.analog.com>



Topologija	Število IC	Izolacija	Priporočeni tok obremenitve za to topologijo	Učinkovitost	Regulacija	Cena rešitve	Šum	Primer IC
Zener	0	Ne	<10mA	Nizka	Ne	Nizka	Srednji	Ni na voljo
Tokovna črpalka	1	Ne	<100mA	Nizka	Ne	Nizka	Visok	LTC1983
Tokovna črpalka+LDO regulator	2	Ne	<100mA	Nizka	Ne	Srednja	Nizek	LTC3265
InverzniBuck-Boost	1	Ne	0,5A do2A	Srednja	Da	Srednja	Nizek do srednji	LTC3863,MAX17579
	1	Ne	2A do 10A+	Visoka	Da	Srednja do nizka	Nizek do srednji	LTC3896
Inverting Buck Boost Converter Usinga Buck IC	1	Ne	0,1A do 10A+	Visoka	Da	Nizka do srednja	Nizek do srednji	LT8624S
Inverzni pretvornik (CÜK) z dvema tuljavama	1	Ne	0,1A do 10A+	Visoka	Da	Srednja do visoka	Nizek	LT8330/LT8331/LT8333/LT8334,LT8570,LT8580
Flyback	1 ali 2	Da	0,1A do 10A+	Srednja	Ne za 2+navitij	Srednja do visoka	Srednji do visok	LT8306
Multitopologypretvornik	2 ali več	Ne	0,1A do 3A	Visoka	Da	Srednja do visoka	Nizek do srednji	LT8582,LT8471
Močnostni modul	1 ali 2	Ne	0,1A do 10A+	Visoka	Da	Visoka	Nizek do srednji	LTM4655,LTM8049

Tabela 1. Različne topologije generiranja negativnih napetosti

# Bascom AVR programske knjižnice "Big number" za veliki format prikaza vrednosti spremenljivk na LCD-ju (2)

Avtor: Mladen Čempuh

e-mail: cempuh.mladen@gmail.com

*V tem članku bo opisan drugi del programskega paketa "Big Number", ki omogoča trivrstični in štirivrstični format prikaza vrednosti spremenljivk, vsak v eni vrsti fonta.*



Priloženi Bascom-AVR programi in pripadajoče programske knjižnice so prilagojene izpisu na štirivrstični LCD2004 (20 znakov v vrsti \* 4 vrste). V konfiguraciji LCD-ja je potrebno postaviti:

```
Config Lcd = 20 * 4
```

Priporočam uporabo 4 bitne paralelne komunikacije z LCD-jem. Če se prekinitve ne uporabljajo lahko uporabite tudi serijski I2C komunikacijo. Če uporabljate prekinitve, vendar vseeno želite uporabljati komunikacijo I2C z LCD-jem, onemogočite vse prekinitve pred ukazom Big\_number z ukazom Disable Interrupts in znova omogočite prekinitve po ukazu Big\_number z ukazom Enable Interrupts. Potem prekinitve ni mogoče uporabiti za natančno merjenje časa.

Postavljanje serijske softverske I2C komunikacije z LCD-jem je opisano v direktoriju I2C LCD znotraj zip datoteke "Programs", ki se nahaja na www strani revije priložene pri članka "Bascom AVR programske knjižnice za programsko podporo več DS18B20 digitalnih temperaturnih senzorjev z offset temperaturno kalibracijo" v številki SE333.

Vsi priloženi primeri programov so prilagojeni ATmega328P mikrokontrolerju na delovni frekvenci 16MHz. Lahko uporabite tudi druge ATmega ali ATtiny mikrokontrolerje, če imajo dovolj programskega pomnilnika. Lahko uporabite tudi Arduino Uno ali Nano.

Delovno frekvenco lahko izbira uporabnik, vendar v skladu z dovoljenimi delovnimi frekvencama mikrokontrolerja. V vseh priloženih primerih programov uporabljam 4 bitno paralelno komunikacijo z LCD-jem.

Ukaz za trivrstični in štirivrstični prikaz Byte, Word, Integer in Single spremenljivk je isti kot tudi za dvovrstični prikaz:

```
Big_number y , x , Spremenljivka
```

Uporaba tega ukaza je podrobno opisana v pretekli številki Sveta Elektronike. Pri trivrstičnem formatu prikaza lahko ima argument y vrednost 1 ali 2, pri štirivrstičnem je vedno 1. Trivrstični in štirivrstični formati prikaza ne uporabljajo uporabniških LCD karakterjev Chr(0), zato ga uporabnik lahko definira z ukazom Deflcdchar po svoji želji. Ostali uporabniški LCD karakterji se ne smejo uporabiti.



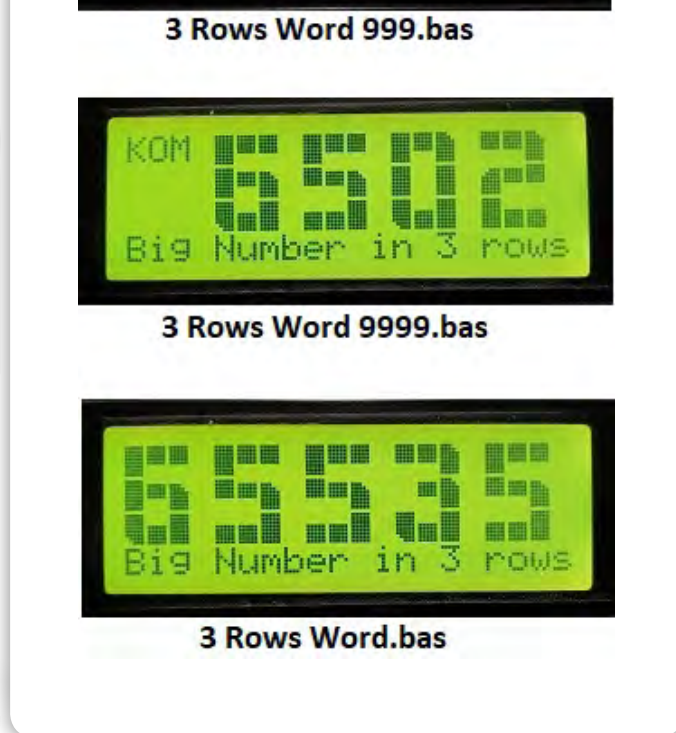
# Trivrstični format prikaza vrednosti spremenljivk

Programska podpora za trivrstični prikaz vrednosti spremenljivk se nahaja v direktoriju: Programs / 3 rows

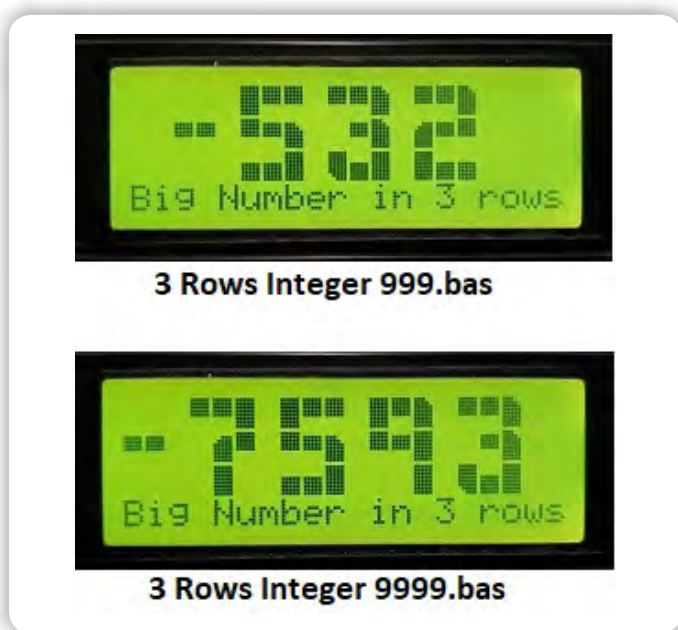
Vrsta spremenljivke	Obseg vrednosti	Število stolpcev	Slika	Primer programa *.bas	Ime knjižnice *.inc
Byte	0 do 255	11	1	3 Rows Byte	3_rows_byte
Word	0 do 999	11	2	3 Rows Word 999	3_rows_word_999
Word	0 do 9999	15	2	3 Rows Word 9999	3_rows_word_9999
Word	0 do 65535	19	2	3 Rows Word	3_rows_word
Integer	-999 do 999	14	3	3 Rows Integer 999	3_rows_integer_999
Integer	-9999 do 9999	18	3	3 Rows Integer 9999	3_rows_integer_9999
Single	0 do 99.9	11	4	3 Rows Positive Single 99.9	3_rows_positive_single_99.9
Single	0 do 99.9 i 3 redni °C	16	4	3 Rows Positive Temperature 99.9	3_rows_positive_single_99.9
Single	0 do 999.9	15	4	3 Rows Positive Single 999.9	3_rows_positive_single_999.9
Single	-99.9 do 99.9	14	5	3 Rows Single 99.9	3_rows_single_99.9
Single	-99.9 do 99.9 i 3 redni °C	19	5	3 Rows Temperature 99.9	3_rows_single_99.9
Single	-999.9 do 999.9	18	5	3 Rows Single 999.9	3_rows_single_999.9



Slika 1. Primer trivrstičnega prikaza Byte spremenljivke



Slika 2. Primeri trivrstičnih prikazov Word spremenljivk



Slika 3. Primeri trivrstičnih prikazov Integer spremenljivk



3 Rows Positive Single 99.9.bas



3 Rows Positive Temperature 99.9.bas



3 Rows Positive Single 999.9.bas



3 Rows Single 99.9.bas



3 Rows Temperature 99.9.bas



3 Rows Single 999.9.bas

Slika 4. Primeri trivrstičnih prikazov pozitivnih vrednosti Single spremenljivk  
Slika 5. Primeri trivrstičnih prikazov Single spremenljivk

## Štirivrstični format prikaza vrednosti spremenljivk

Programska podpora za štirivrstični prikaz vrednosti spremenljivk se nahaja v direktoriju: Programs / 4 rows

Vrsta spremenljivke	Obseg vrednosti	Število stolpcev	Slika	Primer programa *.bas	Naziv knjižnice*.inc
Byte	0 do 255	11	6	4 Rows Byte	4_rows_byte
Word	0 do 999	11	7	4 Rows Word 999	4_rows_word_999
Word	0 do 9999	15	7	4 Rows Word 9999	4_rows_word_9999
Word	0 do 65535	19	7	4 Rows Word	4_rows_word
Integer	-999 do 999	14	8	4 Rows Integer 999	4_rows_integer_999
Integer	-9999 do 9999	18	8	4 Rows Integer 9999	4_rows_integer_9999
Single	0 do 99.9	11	9	4 Rows Positive Single 99.9	4_rows_positive_single_99.9
Single	0 do 99.9 i 4 redni °C	16	9	4 Rows Positive Temperature 99.9	4_rows_positive_single_99.9
Single	0 do 999.9	15	9	4 Rows Positive Single 999.9	4_rows_positive_single_999.9
Single	-99.9 do 99.9	14	10	4 Rows Single 99.9	4_rows_single_99.9
Single	-99.9 do 99.9 i 4 redni °C	19	10	4 Rows Temperature 99.9	4_rows_single_99.9
Single	-999.9 do 999.9	18	10	4 Rows Single 999.9	4_rows_single_999.9



4 Rows Byte.bas

Slika 6. Primer štirivrstičnega prikaza Byte spremenljivke



4 Rows Word 999.bas



4 Rows Word 9999.bas



4 Rows Word.bas

Slika 7. Primeri štirivrstičnih prikazov Word spremenljivk



4 Rows Integer 999.bas



4 Rows Integer 9999.bas

Slika 8. Primeri četvororednih prikazov Integer spremenljivk



4 Rows Positive Single 99.9.bas



4 Rows Positive Temperature 99.9.bas



4 Rows Positive Single 999.9.bas

Slika 9. Primeri štirivrstičnih prikazov pozitivnih vrednosti Single spremenljivk



4 Rows Single 99.9.bas



4 Rows Temperature 99.9.bas



4 Rows Single 999.9.bas

Slika 10. Primeri štirivrstičnih prikazov Single spremenljivk

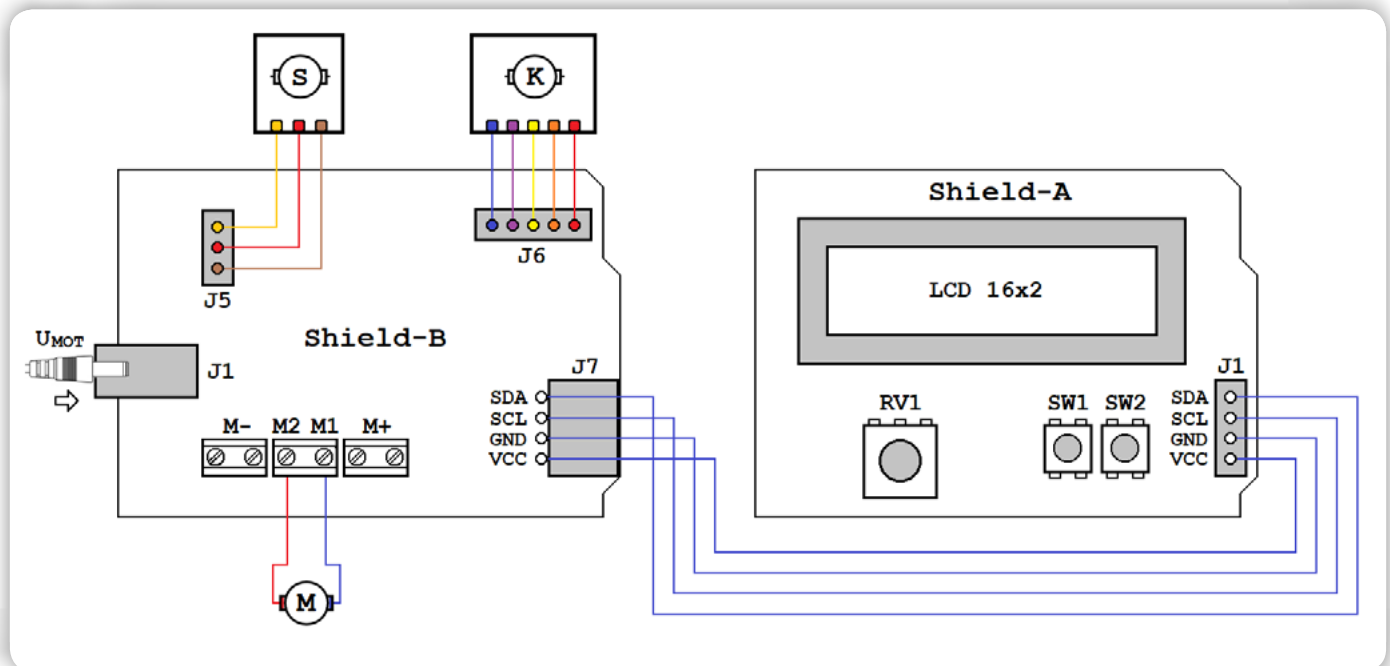
V naslednji številki revije Svet Elektronike bo opisan programski paket "Big Time", ki pri uporabi DS3231 RTC modula na LCD -ju prikazuje čas v dvovrstičnem, trivrstičnem ali štirivrstičnem formatu. Priložena bo tudi programska knjižnica za enostaven način namestitve datuma in časa v navedenem RTC modulu.



# Shield-B, razvojna ploščica za Arduino Uno (6) – vsi motorji skupaj

Avtorja: Mag. Vladimir Mitrović, Robert Sedak  
email: vmitrovic12@gmail.com

V tem nadaljevanju bomo pokazali, kako na razvojni sistem Shield-B sočasno vežemo enosmerni, servo in koračni motor.



Slika 26: Tako lahko povežemo razvojna sistema Shield-A in Shield-B

Motorjev ne bomo krmilili kot v preteklih primerih preko tipk in potenciometrov na Shield-B, pač pa preko ukazov, ki jih formiramo na Shield-A in jih nato preko komunikacijske linije posredujemo v izvršitev Shield-B plošči (slika 26). Tako se bomo tudi naučili, kako lahko izmenjujemo informacije med dvema razvojnima sistemoma!

**Opomba:** več o razvojnem sistemu Shield-A poiščite v Svetu elektronike 288-301.

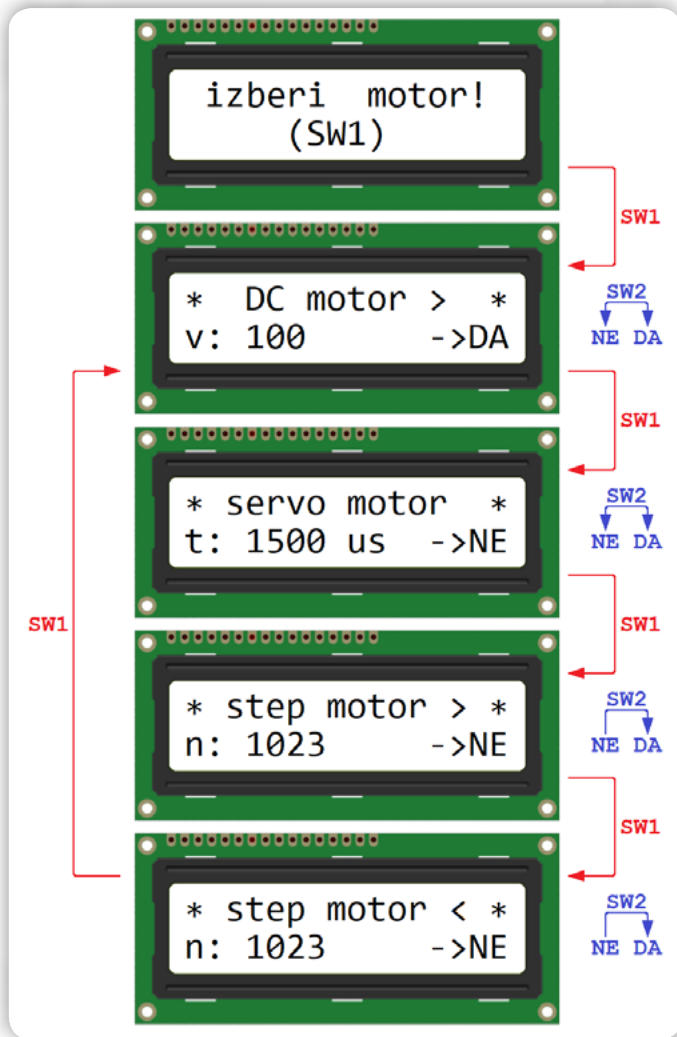
Enosmerni motor je vezan na način, ki omogoča spremembo hitrosti in smeri vrtenja, medtem ko so servo in koračni motorji vezani preko za to predvidenih konektorjev na razvojni ploščici Shield-B. Če uporabljamo samo en servo motor, ga vežemo na priključek J5. Za enosmerni motor je preko konektorja J1 nujno zagotoviti ustrezno napajanje, primerno njegovim zahtevam.

Ukaze formiramo z interaktivnim programom, ki uporablja alfa-numerični displej (LCD), tipki SW1 in SW2 in potenciometer RV1 razvojnega sistema Shield-A. Izpisi na LCD-ju prikazujejo, kateri motor je trenutno izbran in kakšni so njegovi zadani parametri (slika 27). Motorje izbiramo s kratkotrajnimi pritiski na tipko SW1.

Ko je izbran DC motor, bo v spodnji vrstici izpisana njegova trenutna relativna hitrost »v«. Hitrost izberemo z vrtenjem osi potenciometra RV1; ko je drsnik potenciometra v srednjem položaju, bo hitrost enaka 0. Z vrtenjem osi v eni smeri se bo hitrost večala do največje vrednosti, 255. Z vrtenjem osi v drugo smer bo hitrost tudi rastla do 255, vendar se bo motor sedaj vrtil v nasprotni smeri. Smer vrtenja je simbolično prikazan s simboloma "<" in ">" v zgornji vrstici LCD-ja.

V spodnjem desnem vogalu displeja sta prikazani oznaki "->DA" in "->NE". Ko izberemo nek motor, bo začetna postavka vedno "->NE"; kar pomeni, da se nastavitve, ki jih delamo, ne posredujejo razvojnemu sistemu Shield-B, zato bo izbrani motor deloval na predhodno postavljeni način. Oznako bomo spremenili v "->DA" s kratkim pritiskom na tipko SW2. Od tega trenutka naprej se vse spremembe ažurno pošiljajo razvojnemu sistemu Shield-B, da bosta hitrost in smer vrtenja sledili vrtenju osi potenciometra RV1. Oznako menjamo v "->NE" s ponovnim pritiskom na tipko SW2 ali z izbiro drugega motorja.

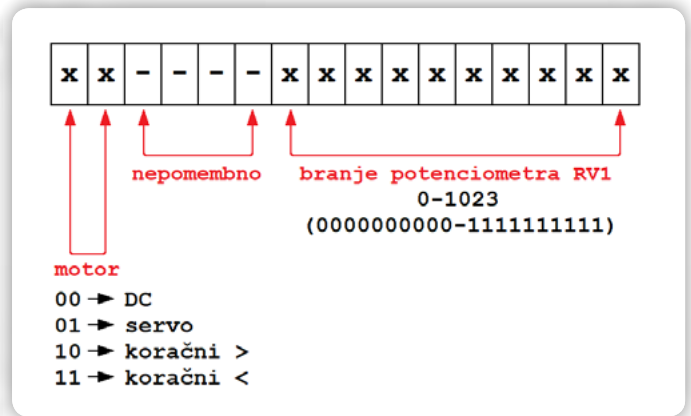
Kadar je izbran servo motor, se v spodnji vrstici izpisuje



**Slika 27: Interaktivno okolje programa razvojnega sistema Shield-A**

trajanje krmilnih impulzov v mikrosekundah. Prikazana vrednost, 1500 postavlja os servo motorja v srednji položaj. To je takrat, kadar je drsnik potenciometra v srednjem položaju. Z vrtenjem osi potenciometra od enega do drugega skrajnega položaja se bo trajanje impulzov menjalo v razponu 700-2300  $\mu$ s. Postavki bodo posredovani Shieldu-B samo v primeru, ko je vključena oznaka "->DA".

Za koračni motor sta predvidena dva spodnja prikaza na sliki 27. Z izborom enega od njih izberemo tudi smer vrtenja motorja, s potenciometrom RV1 izberemo število korakov v razponu 0-1023. Ker koračni motor potrebuje nek čas, da "oddela" zeleno število korakov, se bo oznaka "->DA" ko se pošlje ukaz Shieldu-B, avtomatsko spremenila v "->NE". Lahko menjamo motorje in njihove postavke, vendar smemo nov ukaz Shieldu-B poslati šele, ko se koračni motor zaustavi!

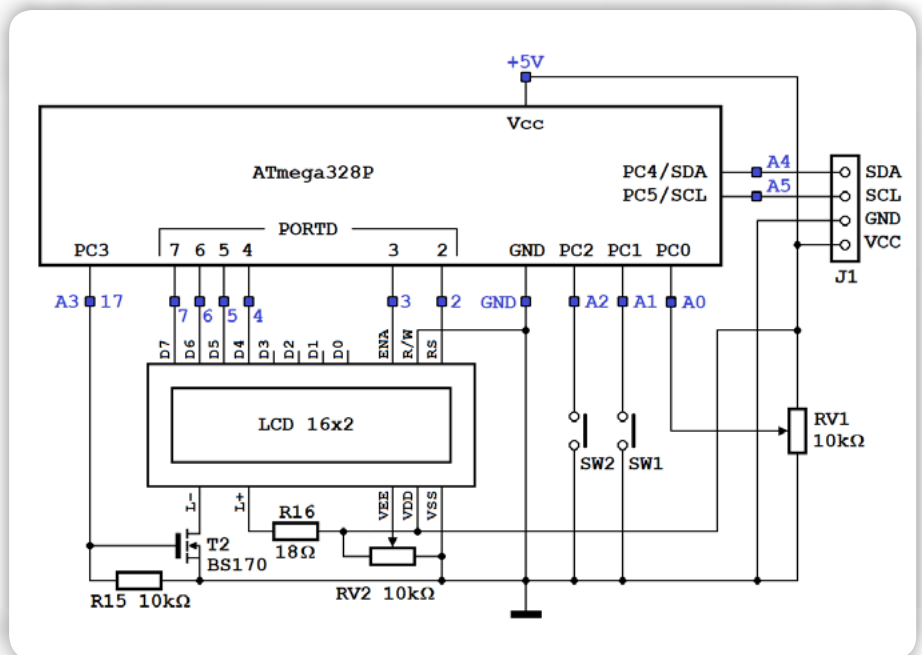


**Slika 28: Struktura ukaza, ki ga Shield-A pošlje Shieldu-B**

Struktura ukaza, ki ga Shield-A pošlje Shieldu-B, je prikazana na sliki 28. Ukaz je 16-biten: prva dva bita določata, na kateri motor se ukaz nanaša, naslednji štirje se ne uporabljajo, preostalih 10 služi branju napetosti drsnika potenciometra v razponu 0-1023. Razvojni ploščici sta povezani preko svojih I2C priključkov, zato se ukaza lahko pošiljata z I2C protokolom ali na kateri koli drugi način, kjer sta za komunikacijo dovolj dve žici.

Električni shemi na slikah 29 in 30 nam kažeta, kako so pomembne komponente razvojnih sistemov Shield-A in Shield-B povezane z mikrokontrolerjem ATmega328P na Arduino Uno ploščicah. Tukaj moramo še komentirati možne načine napajanja. Enosmerni motor (M na sliki 30) potrebuje lastni vir napajanja, UMOT. Če je ta napetost višja od 6,5 V, bo preko Schottky diode D9 napajanje dobila tudi Arduino Uno ploščica, na katero je Shield-B postavljen.

Izhodna napetost stabilizatorja na Arduino Uno ploščici je 5 V, ta napetost se uporablja za napajanje mikrokontrolerja in ostalih komponent na ploščici, in povratno tudi za napajanje servo



**Slika 29: Poenostavljena električna shema razvojnega sistema Shield-A prikazuje, kako so nam pomembne komponente povezane z mikrokontrolerjem na Arduino Uno ploščici**

**7. programska naloga:** Napišite programe za razvojna sistema Shield-A in Shield-B, s pomočjo katerih bomo krmlili enosmerni, servo in koračni motor v skladu z uvodnim opisom!

V programu za Shield-B so pravzaprav združeni programi Shield-B\_4, Shield-B\_5a in Shield-B\_6. Ena pomembna zamenjava je v tem, da ti programi ne berejo samostojne napetosti drsnika potenciometra, pač pa ta podatek dobijo s Shielda-A preko komunikacijske linije.

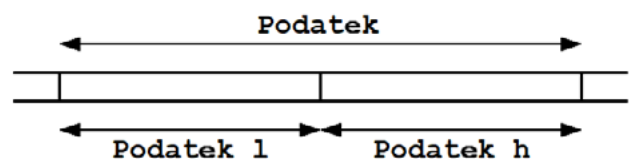
Program za Shield-A bere napetost potenciometra RV1 in nato, odvisno od trenutno izbranega motorja, formira in pošlje sporočilo Shieldu-B in izpiše ustrezne izpise na LCD-ju. To so vse običajni postopki, katere bi vsak bralec naše serije moral znati sprogramirati. To, kar je novo v obeh programih je postopek priprave sporočila in njegovega pošiljanja preko komunikacijske linije ter sprejem sporočila in njegova analiza na drugi strani komunikacijske linije. Tukaj se bomo posvetili samo tem delom programa.

#### Bascom-AVR rešitev za Shield-A (program Shield-A\_7.bas)

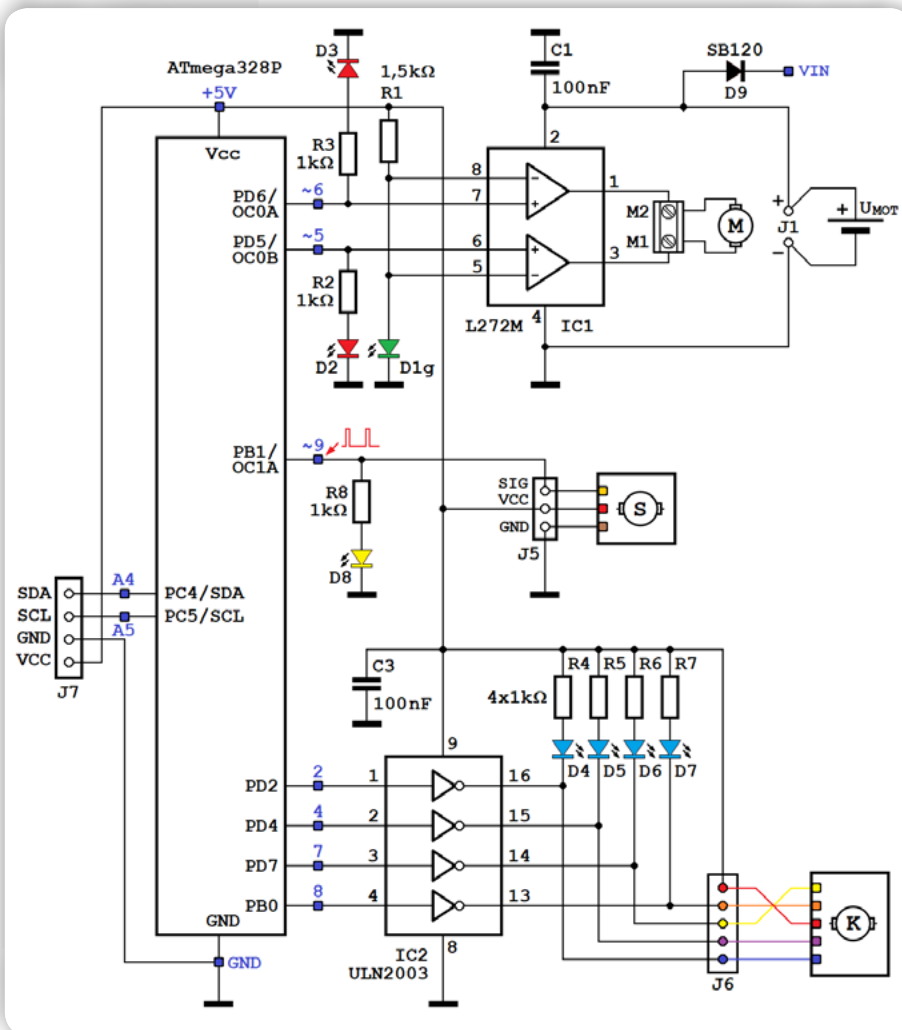
Sporočilo za Shield-B pripravimo v 16-bitni spremenljivki Podatek. Spremenljivka je dimenzionirana s pomočjo opcije Overlay, tako da lahko enostavno pristopimo njeni spodnji in zgornji polovici (Podatek\_l in Podatek\_h, slika 31). Uporabili bomo tudi 8-bitno spremenljivko Motor, katere vsebina je odvisna od trenutno izbranega motorja in je lahko:

```
&B00000000, &B01000000, &B10000000 ili
&B11000000.
```

```
Dim Podatek_l As Byte , Podatek_h As Byte
Dim Podatek As Word At Podatek_l Overlay
```



Slika 31: Definicija in namestitve spremenljivke Podatek v pomnilniku mikrokontrolerja



Slika 30: Poenostavljena električna shema razvojnega sistema Shield-B prikazuje, kako so nam pomembne komponente povezane z mikrokontrolerjem na Arduino Uno ploščici

motorja S in koračnega motorja K na Shieldu-B. Ker I2C konektorji, preko katerih sta povezana Shield-A in Shield-B vsebujejo tudi VCC priključek preko I2C povezave, bo tudi Shield-A in njegov Arduino Uno dobil potrebno napajanje. Predpogoj, da bi vse delovalo tako, kot je treba je, da vir napetosti UMOT zmore dati od sebe najmanj 1 A toka in da so spoji I2C vodil z I2C konektorji kvalitetni, brez pomembne prehodne upornosti.

Če DC motor zahteva napetost napajanja, ki je nižja od 6,5 V, moramo Shieldu-B zagotoviti lastno napajanje, npr. z osebne računalnika preko USB kablja. Shield-A bo tudi tukaj potrebno napetost napajanja dobil preko I2C vodila. Vendar pa moramo upoštevati nekatere omejitve! Koračni motor tako v vrtenju kot v mirovanju troši okoli 350 mA. Servo motor v mirovanju troši zanemarljiv tok, vendar, pri spremembi položaja poraba kratkotrajno preseže 100 mA tudi pri malih motorjih kot je SG90. Če dodamo temu porabo Shieldov in obeh Arduino ploščic, se nahajamo na nevarni meji, pri kateri nastopi preobremenitev USB porta računalnika! Med razvojem programa se je to jasno videlo: LED-ice na Shieldu-B so pričele utripati, servo motor pa se je občasno obnašal nestabilno. Problem smo rešili tako, da smo koračni motor programsko popolnoma izključili takoj, ko smo naredili zahtevano število korakov.



V glavni zanki pogosto beremo napetost drsnika potenciometra RV1:

```
Podatek = Getadc(0)
```

Rezultat A/D pretvorbe je 10-bitno binarno število, zato bo šest najvažnejših bitov spremenljivke Podatek postavljenih v stanje "0". Preko najvažnejših dveh bitov bomo "stisnili" vsebino spremenljivke Motor in tako formirali sporočilo, katere strukturo smo pokazali na sliki 28.

```
Podatek_h = Podatek_h Or Motor
```

V Bascom-AVR verziji programa bomo sporočilo poslali s pomočjo ukaza Shiftout:

```
Shiftout Portc.4 , Portc.5 , Podatek , 0 ,
16 , 100
Waitms 20
```

Ukaz bo generiral 16 taktnih impulzov na priključku PC5 (SCL) in, sinhrono z njim, na priključek PC4 (SDA) postavljala bit za bitom spremenljivke Podatek. Parameter 0 določa način pošiljanja: od najbolj pomembnega proti manj pomembnim bitom, na padajoči strani taktnega impulza. Da bi bila komunikacija manj kritična, smo jo pomembno upočasnili glede na njeno najvišjo hitrost (s parametrom 100 bo pošiljanje celotnega sporočila trajalo okoli 3,5 ms). V skladu z opisom dela programa se bo pošiljanje dogodilo samo, če je omogočeno s pritiskom na tipko SW2; tega dela programa tukaj ne bomo analizirali.

### Bascom-AVR rešitev za Shield-B (program Shield-B\_7.bas)

Na začetku glavne zanke pričakujemo prihod sporočila po komunikacijski liniji, preko priključka PC4 (SDA), in sinhrono s takt impulzi na priključku PC5 (SCL).

```
Do
...
Shiftin Pinc.4 , Pinc.5 , Podatek , 5 , 16
```

Ukaz Shiftin sprejeto sporočilo namesti v 16-bitni spremenljivko Podatek, parameter 5 pa je usklajen s parametrom 0 ukaza Shiftout. Iz sprejetega sporočila se izločita dva najpomembnejša bita in se preneseta v spremenljivko Motor

```
Motor = High(podatek)
Motor = Motor And &B11000000
```

nato se tudi spremenljivki Podatek zbrise celotna odvečna vsebina, razen 10 bitov, ki vsebujejo branje potenciometra RV1. Odvisno od izbranega motorja se bo ta vrednost uporabila za določanje hitrosti in smeri vrtenja DC motorja ali kota obrata osi servo motorja, na isti način, kot v programih Shield-B\_4.bas in Shield-B\_5a.bas.

Program za koračni motor je malo drugačen od programa Shield-B\_6.bas, ker tukaj spremenljivka Podatek vsebuje želeno

število korakov in te korake moramo prešteti:

```
If Motor = &B10000000 Then
While Podatek > 0
Step_in = Step_in + 2
Gosub Step_pomakni
Waitms 20
Podatek = Podatek - 1
Wend
EndIf
```

Waitms 20 zagotovi 20 ms pavze po vsakem koraku, zaradi česar se bo motor zelo počasi vrtil. Program za vrtenje v nasprotni smeri je zelo podoben, razen da smo tukaj uporabili najmanjšo zakasnitev pri kateri se motor še vedno vrti (Waitms 2, poglejte predhodni članek).

Dokler se koračni motor premika je izvrševanje programa zaprto znotraj While-Wend zanke in program ne more prejeti novega sporočila po komunikacijski liniji. Sočasno se bo DC motor vrtil s predhodno zahtevano hitrostjo, servo motor pa bo zadržal svoj predhodno postavljen položaj, ker ta motorja krmilita Timer0 in Timer1 (poglejte predhodne članke). Po zaključku While-Wend zanke, se bo koračni motor zaustavil in to je trenutek, ko ga lahko popolnoma ugasnemo s klicem podprograma Step\_ugasni:

```
GosubStep_ugasni -> Gosub Step_ugasni
```

V tem podprogramu postavljamo vse krmilne priključke koračnega motorja (PD2, PD4, PD7 in PB0) v stanje 0, zaradi česar ne bo več tekkel tok niti preko enega njegovega navitja. Sočasno se bodo izklopile tudi vse modre LED-ice.

### Arduino rešitev za Shield-A (program Shield-A\_7.ino)

Za razliko od rešitve v Bascom-AVR v Arduino IDE uporabljamo I2C protokol.

Knjižnica Wire nam omogoča pošiljanje enega bajta ali niza bajtov. Zato poleg spremenljivke Podatek definiramo tudi niz podatek\_i2c z dvema elementoma vrste bajt. Nato definiramo spremenljivko motor v katero shranimo trenutno izbrani motor na isti način kot tudi v Bascom-AVR rešitvi, in spremenljivko poslji\_dane vrste bool, ki služi za definiranje pošiljanje podatka na Shield-B.

```
byte podatek_i2c[2];
uint16_t podatek = 0;
byte motor = 0;
bool poslji_dane = 0;
```

V glavni zanki pogosto beremo napetost drsnika potenciometra RV1:

```
podatek = analogRead(A0);
```

Rezultat A/D pretvorbe je 10-bitno binarno število, zato bo šest najvažnejših bitov spremenljivke podatek postavljenih v stanje

"0". Preko najvažnejših dveh bitov bomo "vpisali" vsebino spremenljivke motor.

```
podatek = (motor << 8) | podatek;
```

Nato bomo vrednost spremenljivke podatek "razdelili" na dva elementa polja podatek\_i2c:

```
podatek_i2c[0] = (podatek >> 8) & 0xFF;
podatek_i2c[1] = podatek & 0xFF;
```

Podatek pošljemo s pomočjo knjižnice Wire. Pri začetku prenosa definiramo pošiljanje podatkov na naslov 0x8, ki ga bomo definirali v programu za Shield-B.

Ukazu Wire.write() posredujemo niz podatek\_i2c in informacijo, da prenašamo dva elementa polja.

```
Wire.beginTransmission(0x8);
Wire.write(podatek_i2c, 2);
Wire.endTransmission();
delay(20);
```

Pri prikazu obrata servo motorja prikazujemo stopinje obrata od 0-180 in tako pretvorjeni podatek pošljemo na Shield-B. Prikaz oznake za stopinje dobimo z uporabo numerične kode 223:

```
podatek = map(podatek, 0, 1023, 0, 180);
lcd.setCursor(0,1);
lcd.print("zakret:");
lcd.print(podatek);
lcd.print((char)223);
lcd.print(" ");
```

Ostali deli programa so opisani v predhodnih člankih.

### Arduino rešitev za Shield-B (program Shield-B\_7.ino)

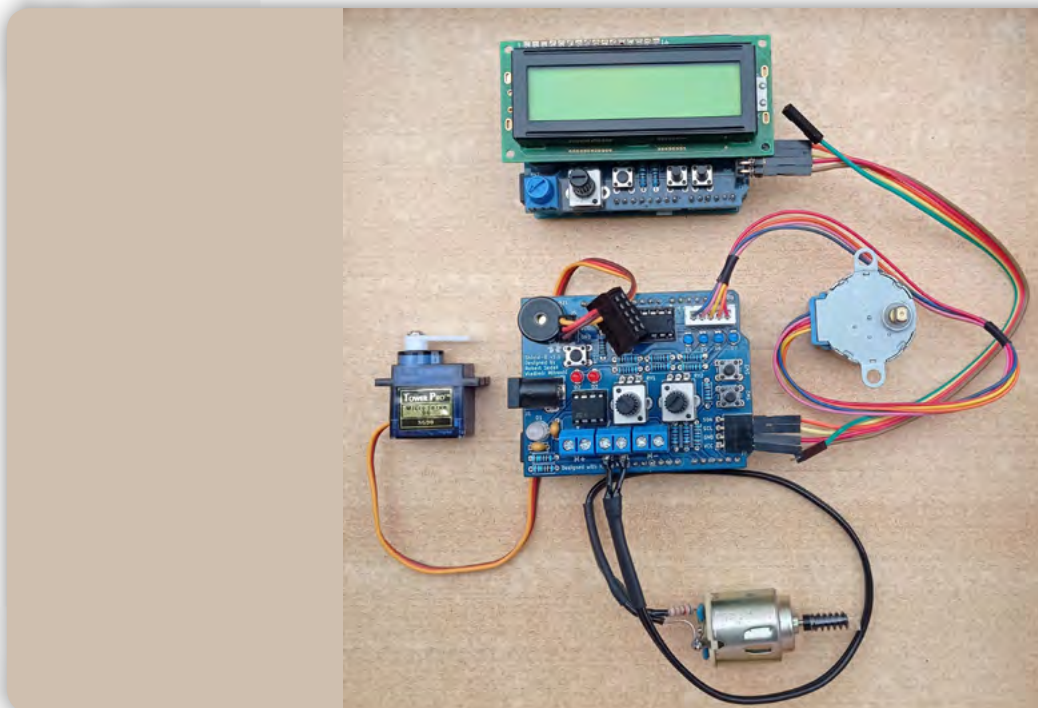
V funkciji setup() definiramo I2C naslov 0x8 in deklariramo, da bo funkcija beri\_i2c izvršena potem, ko prejmemo podatke preko I2C protokola.

```
void setup() {
  pinMode(2,OUTPUT);
  pinMode(4,OUTPUT);
  pinMode(7,OUTPUT);
  pinMode(8,OUTPUT);

  Wire.begin(0x8);
  Wire.onReceive(beri_i2c);
  S1.attach(9);
  S1.write(0);
} // kraj setup()
```

V funkciji beri\_i2c() definiramo spremenljivki podatek\_h in podatek\_l v kateri bomo brali prejete bajte. V spremenljivko motor zapišemo samo dva najvažnejša bita iz spremenljivke podatek\_h, s pomočjo katerih smo definirali izbrani motor, medtem ko podatek o obratu osi RV1 na Shield-A "rekonstruiramo" s pomočjo obeh spremenljivk tako, da bo "filtriral" samo bite, ki vsebujejo želeni podatek, tj. 10 najmanj važnih bitov.

```
void beri_i2c(inthowMany)
{
  bytepodatek_h = 0;
  bytepodatek_l = 0;
  while(1 <Wire.available())
  {
    podatek_h = Wire.read();
```



Slika 32: Fotografija testnega sistema

```

}
podatek_l = Wire.read();

motor = podatek_h & 0b11000000;
podatek = (podatek_h << 8);
podatek = podatek | podatek_l;
podatek = podatek & 0b11111111;
} // kraj receiveEvent()

```

Del za koračni motor programiramo po Bascom-AVR rešitvi.

Pri zagonu programa za Shield-B se funkcija loop() avtomatsko izvršuje in ne čaka na sprejem podatkov preko I2C protokola. V kolikor želimo, da na začetku izvrševanja programa DC motor miruje, je potrebno definirati, da vrednost spremenljivke podatek znaša 256 in to v primeru, ko je začetna vrednost spremenljivke motor nič:

```

uint16_t podatek = 256;
byte motor = 0;

```

Kadar bi vrednost spremenljivke podatek bila nič, takrat bi se motor DC vrtel z največjo hitrostjo v eni smeri. Če želimo, da DC motor miruje dokler krmilimo druge motorje, je potrebno priključke D5 in D6 postaviti v stanje 0.

```

void loop() {
step_ugasni();

```

```

if (motor == 0b00000000) {
if (podatek >= 256) {
analogWrite(5, podatek - 256);
analogWrite(6, 0);
} else {
analogWrite(5, 0);
analogWrite(6, 255 - podatek);
}
} else {
analogWrite(5, 0);
analogWrite(6, 0);
}
}

```

S tem člankom smo zaključili serijo člankov, ki opisujejo krmiljenje motorjev s pomočjo razvojne ploščice Shield-B! Vse razvojne in proizvodne datoteke ploščic Shield-A in Shield-B lahko dobite na spodnjih povezavah:

- <https://github.com/rsedak/Shield-A>
- [https://github.com/rsedak/Shield-A\\_V2.0](https://github.com/rsedak/Shield-A_V2.0)
- <https://github.com/rsedak/Shield-B>

**Opombe:** Programi, ki smo jih analizirali v tej seriji in vse reference se enako nanašajo na originalni Arduino Uno in na njegove klone. Programe Shield-A\_7.bas, Shield-B\_7.bas, Shield-A\_7.ino in Shield-B\_7.ino lahko brezplačno dobite od uredništva revije Svet elektronike! Programi za Shield-A se razlikujejo od istoimenskih programov pisanih v seriji posvečeni razvojnemu sistemu Shield-A!

## Podarite knjigo za darilo!



**Najlepši čas**  
Nevestovanje • Ochratovanje • Reševanje

6€



**Zimska idila**  
Najboljši darilo za Vaše otroke!

12€



**IZJEMNE ŽENSKE**  
NE BOJIM SE: POJENA SEM BELA ZATO DA TO STORIM.  
JAVNA DAVC  
KADARČILI NAREDIS KORAK NA PRED, GOS NEZNEŽNO NEKJE EVJONILA PRAK!  
VERBA DAVC

18€



**ASTRONOMIJA**  
ILUSTRIRANA ZGODOVINA VEŠOLA

18€



**Bali**  
se veseli božiču

5€

ostalo ponudbo preverite na [www.tzs.si](http://www.tzs.si)


Tehniška založba Slovenije

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







# Programirajmo ESP32 module v Tasmota razvojem okolju

Avtor: dr. Simon Vavpotič  
 e-mail: [simon.vavpotic@gmail.com](mailto:simon.vavpotic@gmail.com)  
 spletna stran: <https://pcusbprojects.com>

*Je Arduino prezapleten za večje projekte avtomatizacije doma? Tasmota ni edino razvojno okolje za poenostavljeno avtomatizacijo, vendar ima številne prednosti...*

Uporaba storitev Amazon Web Services okvirja ali Microsoft Azur okvirja zahteva kar nekaj programiranja v Arduino razvojnem okolju, zato smo v zadnjem času dobili kar nekaj razvojnih okolij, ki avtomatizacijo doma poenostavijo do te mere, da lahko izkušen skrbnik vzpostavi in preizkusi celotno delovanje sistema za varovanje in upravljanje doma že v nekaj urah, ob pogoju, da so vse naprave že vgrajene.

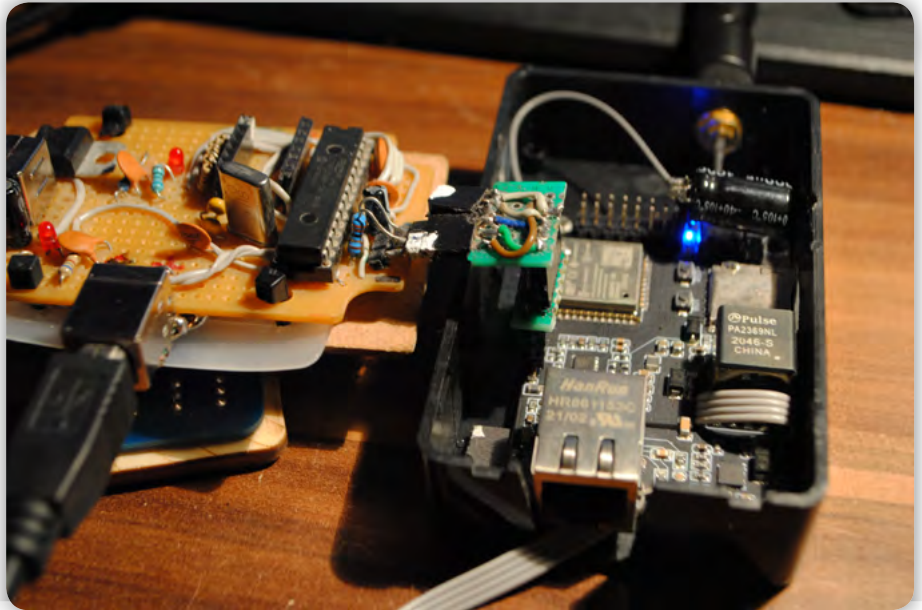
Tasmoto ([tasmota.github.io](https://tasmota.github.io)) lahko integriramo v številna okolja za avtomatizacijo doma, kot so: Home Assistant, Alex, Domoticz, Home Bridge, OctoPrint, SmartThings, Tasmohab idr. Je vmesni člen, ki omogoča enostaven priklop, oddaljeno konfiguracijo ter oddaljeni komunikacijo s številnimi tipali in krmiljenje aktivatorjev. Mogoča je tudi nastavitve časovnega vklopa oz. izklopa.

Odprtokodna Tasmota v osnovi ne zahteva programiranja, saj lahko vse relacije med zajemom podatkov z digitalnih ali analognih senzorjev, kot tudi krmiljenje naprav prek digitalnih, PWM, analognih in drugih izhodov ter komunikacij s pomočjo protokolov SPI, I2C idr. izvedemo prek obsežnih nastavitvenih menijev. Ko pa brez programiranja vendarle ne gre, si lahko pomagamo z vgrajenim skriptnim jezikom Berry.

## Kako začeti in kaj potrebujemo?

Za osnovno uporabo potrebujemo katerikoli ESP8266 ali ESP32 modul, v katerega namestimo osnovno programsko kodo prek priključkov Rx in Tx, oziroma zaporednega protokola s 3,3-voltni nivoji. Če za programiranje uporabljamo Raspberry Pi, ki ima vgrajen zaporedni vmesnik, lahko modul povežemo neposredno z računalnikom, sicer pa potrebujemo komunikacijski prehod iz USB na zaporedno povezavo.

Pri Tasmota priporočajo CH340 ali CH341, sam pa sem namesto tega uporabil kar doma izdelan prehod na osnovo PIC32MX270F256B mikrokontrolerja, v DIL-28 ohišju, ki ga je



*Slika 1: Modul LiliGo med programiranjem z doma narejenim programatorjem na osnovi PIC32MX270F256B*

enostavno spajkati, programsko kodo zanj pa lahko preneseš s spletne strani [PCUSBProjects.com](https://pcusbprojects.com), kjer je objavljena tudi njegova shema.

Za začetnike je odlična tudi možnost nakupa razvojne ploščice, ki poleg ESP32 modula vsebuje tudi komunikacijski prehod. Tako lahko snovno programiranje opravimo iz kateregakoli računalnika s priključki USB.

Za vzpostavitev delovanja moramo v modul prenesti izvedljivo Tasmota programsko kodo, ki jo dobimo na spletni strani [tasmota.github.io](https://tasmota.github.io). Na voljo so različice za ESP8266, ESP32, ESP32S2, ESP32S3 in ESP32C3, poleg tega pa še različice za razvojne ploščice na osnovi teh modulov, kot je denimo ESP32CAM, s katerim lahko povežemo eno od OmniVisionovih digitalnih kamer in ima obenem vgrajeno tudi ležišče za SD kartico za shranjevanje podatkov.

A ker je razvojno okolje Tasmota odprtokodno, dobimo tudi izvorno kodo, ki jo lahko po svoje prilagodimo. Sam sem pogrešal podpore za delovanje ESP modulov prek Etherneteta, oziroma žičnih povezav, ki so navadno zanesljivejše od Wi-Fi ali Bluetootha, ki sta v osnovi podprta. Je pa res, da tega ni težko dodati, če izvorno kodo malce predelamo, tako kot tisto v številnih Arduino Wi-Fi primerih.

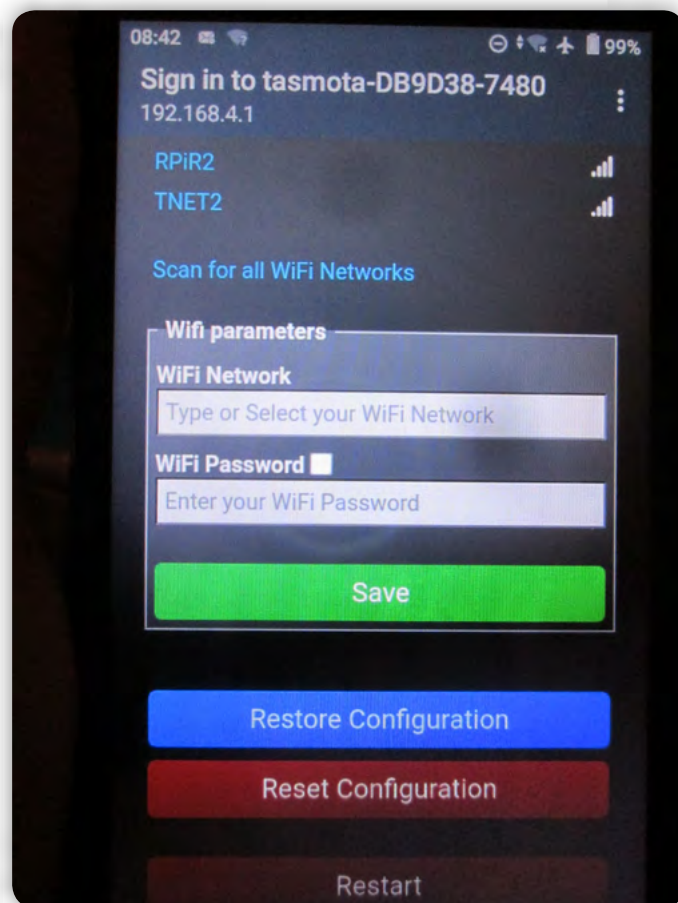


**Slika 2: Programiranje LilyGo TTGO T-Internet POE razvojne ploščice z ESP32 modulom z Web Installerjem.**

## Po namestitvi Tasmota kode sledi presenečenje...

Najhitrejši način komunikacije z ESP8266 in ESP32 moduli brez dodatkov je Wi-Fi, zato Tasmota zahteva, da module najprej povežemo z lokalnim (navadno domačim) Wi-Fi usmerjevalnikom, prek katerega lahko dostopajo v internet in tudi to Tasmotinih strežnikov. Vnos SSID pristopnega gesla je zato ključen za nadaljevanje. Podatka lahko v ESP module prenesemo prek zaporedne povezave ali Wi-Fi povezave. Pri vnosu SSID in gesla prek Wi-Fi naj opozorim, da ESP modul na začetku deluje kot dostopna točka s prostim dostopom. Če se prijavimo in vnesemo omenjena podatka, bi ju vsaj teoretično lahko z lahkoto prestregel tudi hekersko navdahnjen sosed in tako pridobil dostop do našega domačega Wi-Fi omrežja. To pa zato, ker ju iz pametnega telefona ali druge Wi-Fi naprave posredujemo v nekodiranih podatkovnih paketih. Zato predlagam, da poverilnice raje vnesete prek interneta, oziroma zaporedne povezave.

Zaradi očitne varnostne luknje smo preverili še delovanje spletne aplikacije za programiranje ESP32, ki jo ponujajo pri Tas-



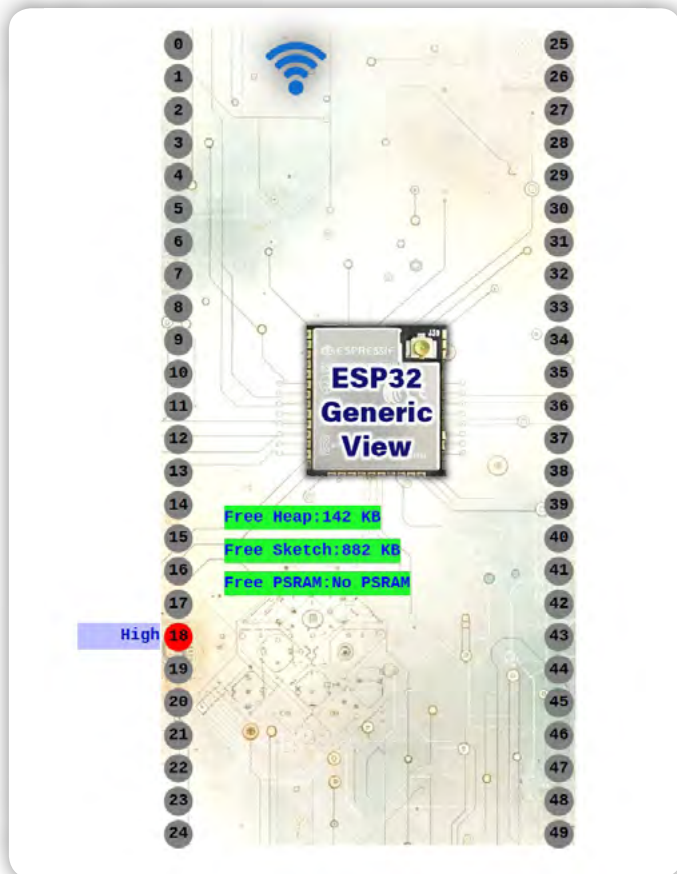
**Slika 3: Vnos pristopnega gesla v domače Wi-Fi omrežje prek pametnega telefona. Ne priporoča, saj vam lahko ukradejo SSID in geslo.**

moti. Pri delovanju se v veliki meri zanaša na spletna orodja, ki jih najdemo na naslovu [esphome.github.com/esp-web-tools](https://github.com/esp-web-tools). Prek spletni strani si lahko ogledamo tudi poučen video iz YouTube z naslovom Web Tools in Action, ki natančno predstavi princip delovanja spletnega nakladalnika programov v module ESP. Tako odkrijemo, da isto zadevo, oziroma podporo uporablja tudi Home Assistant, ki je mimogrede neposredno omenjen v opisu.

Tako moramo na koncu poiskati le še odgovor, ali Java aplikacije v spletnem brskalniku posreduje ključne podatke, kot sta SSID in pristopno geslo strežniku. Kolikor sem imel časa pregledovati programsko kodo mislim, da k sreči ne. Zato je veliko bolj varno prenašati pristopna SSID in pristopno geslo v ESP modul prek spletne aplikacije.

## Programiranje brez spletne aplikacije

ESP module lahko programiramo tudi iz Espressif Systemsovega razvojnega okolja, v katerega prenesemo datoteko \*.bin in jo z orodjem ESPtool, ki deluje v programskem jeziku Python prenesemo v modul. Je pa to vsekakor bolj zapletena varianta, saj se moramo pred nameščanjem okolja v PC potruditi, da izpolnimo vse predpogoje. Postopek je natančno opisan na spletni strani [github.com/espressif/esptool](https://github.com/espressif/esptool), iz katere lahko



**Slika 4:** Prikaz stanja priključkov generičnega ESP32 modula (univerzalni prikaz za razvojne ploščice, ki niso v programu).

prenesemo tudi izvedljivo in izvorno kodo orodja. Tretjo možnost programiranja predstavlja orodje ESP-Flasher, ki prav tako deluje v Windows, Linux in MacOS okoljih.

Začetnikom vsekakor priporočamo uporabo Web Installerja in prenos poverilnic v ESP32 modul prek spletne aplikacije.

## Programiranje in nastavljanje modulov

Ko izberemo generični ESP razvojni modul ali eno izmed razvojnih plošč s tem modulom, spletna aplikacija sama izbere ustrezno izvedljivo datoteko in model krmiljenja zunanjih priključkov. Nato ponudi možnost brisanja vsebine ESP modula in nazadnje začne s programiranjem. Pogoj za začetek programiranja je, da je ESP modul zagnan v načinu za programiranje, ki ga pri veliko modulov lahko izberemo s tiščanjem mikrotipke med njegovim zagonom.

Sam uporabljam LilyGo TTGO T-Internet POE modul, ki ima tako tipko reset, kot tudi tipko za zagon v načinu za programiranje (boot), nima le komunikacijskega prehoda, za katerega sem uporabil že omenjenih PIC32MX270F256B čip, ki zmora največjo hitrost 921.600 bitov na sekundo. Kljub temu poteka programiranje s spletno aplikacijo celi 2 minuti, kar bistveno počasneje kot v Arduino razvojnem okolju, kjer traja prenos nekoliko več kot 2 MB dolge programske kode z omenjeno bitno hitrostjo manj kot pol minute.

## Konfiguracija ESP modula

Po prenosu ustrezne izvedljive programske kode v ESP modul, lahko vse nadaljnje korake izvedemo prek spletne aplikacije, ki jo poganjamo iz ESP modula v spletnem brskalniku, ko je modul povezan z lokalnim omrežjem prek Wi-Fi povezave. Pri tem modul samodejno pridobi IP naslov, če je v omrežju na voljo DHCP strežnik, na primer: 192.168.1.121. Naslova ni treba ugibati, saj nam ga po programiranju razkrije kar spletna aplikacija, ki iz načina za programiranje po ponovnem zagonu ESP modula samodejno preide v način za normalno delovanje in prikaže začetni nastavitveni meni z naslednjimi opcijami: Configuration, Information, Firmware upgrade, Tools in Restart.

Pritisk na gumb Information nam razkrije podrobnosti nastavitvev Wi-Fi komunikacije in delovanja ESP modula, med drugim: IP naslov, omrežno masko, IP naslov prehoda, podatke o Wi-Fi usmerjevalniku, denimo frekvenčni kanal, MAC naslov, ... Vidimo lahko tudi podatke MQTT storitve, ki jo uporablja na ESP modul v računalniškem oblaku za podporo svojem delovanju. V nadaljevanju najdemo tudi zelo podrobne podatke o uporabljenem ESP modulu in njegovem delovanju, denimo velikost programskega pomnilnika, velikost vgrajene programske opreme, velikost predpomnilnika itn.

Naj omenim še, da je na voljo tudi pogon za shranjevanje poljubnih datotek za podporo delovanju, ki ga lahko uporabimo za vodenje dnevnika delovanja ESP modula. Velikost pogona lahko prilagodimo zmožnostim ESP modula in svojim željam v nastavitvah.

Nastavitve Wi-Fi sicer niso nekaj posebnega, saj omogočajo predvsem preklon v drugo Wi-Fi omrežje in/ali zamenjavo pristopnega gesla.

Naslednja skupina nastavitvev, od katerih ima vsaka svoj meni, je namenjena integraciji v različna razvojna okolja. O tem več v prihodnjih nadaljevanjih. Zanimivo, pa je med omenjene nastavitve nekako pomešana tudi Configure Timer, s katero lahko nastavljammo časovni vklop in izklop digitalnih in analognih izhodov. Izhodom lahko hkrati izberemo tudi funkcijo, denimo PWM modulacijo.

Posebno vlogo ima tudi skupina nastavitvev Auto-Configuration, vsebuje celotne primere nastavitvev za uveljavljene razvojne ploščice z ESP moduli, denimo AI Thinkerjev modul ESP32CAM. Tako nam ni potrebno posebej nastavljanje funkcionalnosti vsakega od priključkov. Za urejanje in preverjanje slednjih je sicer na voljo grafična predstavitev, pri kateri je na fotografiji modula z barvnim krožcem označeno trenutno stanje vsakega priključka. Če svoje razvojne ploščice ne najdemo med ponujenimi, lahko namesto tega izberemo splošno sliko razvojnega modula.

## Prihodnjič

Vzpostavili smo osnovno delovanje ESP modula. Prihodnjič bomo preverili, kako deluje in spoznali, kako programiramo v programskem jeziku Berry. Priključili bomo tudi tipko in rele ter zaznavali in krmili na daljavo. Zanimalo nas bo tudi, kako vzpostavimo in vzdržujemo dnevnik dogodkov, ki je zelo pomemben pri ugotavljanju vzrokov, ko gre kaj narobe...



# Namizni napajalnik, ki uporablja USB-C PD polnilnik

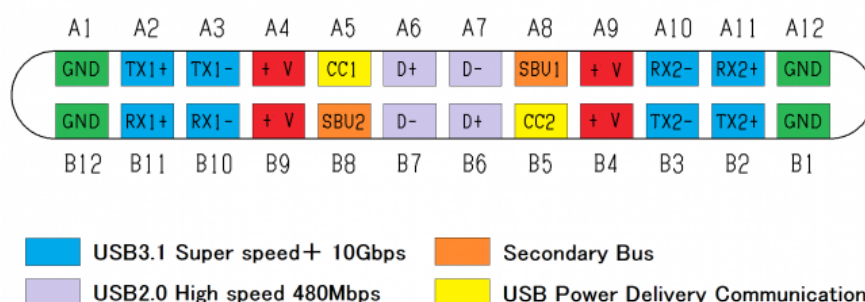
Avtor: Brian Millier  
Email: bmillier1@gmail.com

*V zadnjem letu se je zmogljivost USB-C PD (Power Delivery) začela uporabljati v nizkocenovnih potrošniških izdelkih, kot so hitri polnilniki mobilnih telefonov.*

Za razliko od običajnih USB 2.0 polnilnikov, ki zagotavljajo 5 V pri največ 500 mA, lahko „izvirne“ naprave USB-C PD proizvajajo do 20 V pri 5 A (ali več), pri čemer lahko naprava, s katero so povezane, „zahteva“ določeno napetost, ki jo zagotavljajo.

Nekoliko sem skeptičen, da lahko majhni adapterji in vtiči/vtičnice, ki se običajno uporabljajo za USB-C, prenesejo 100 W, ne da bi se pretirano segrevali. Vendar pa 30-50 W hitri polnilniki za mobilne telefone zlahka prenesejo to količino energije z uporabo standardnih kablov, ki se končajo z USB-C konektorji.

## USB Type-C Connector Pin Assign



Slika 1

Zmožnost USB-C PD gostitelja, da zagotovi izhodno napetost (in tokovno omejitve), ki jo zahteva naprava, ki se napaja („ponor“), je urejena z ločeno signalno linijo - poleg standardnih signalnih linij D+/D-, ki se uporabljajo za prenos USB podatkov. Na sliki 1 je razvidno, da je USB-C konektor zasnovan tako, da ga je mogoče priključiti v obe smeri - za razliko od USB-A konektorjev. Priključek CC1 in njegov „dvojček“ CC2 sta priključka, ki se uporabljata za „Power Delivery“ komunikacijo.

Temu pravim „rokovanje“, saj se podatki prenašajo v obe smeri: tj. vsako zahtevo je treba potrditi. Ta dodatna signalna linija omogoča „ponoru“, da PD gostitelju („viru“) zahteva določeno napetost/tok, PD „vir“ pa potrdi, ali lahko prenese to zahtevo po napetosti/toku. Po tem „rokovanju“ bo vir PD preklapljal napajanje, ki ga zagotavlja na standardnih priključkih za napajanje in ozemljitev, s standardnih 5 V na zahtevano napetostno/tokovno zmogljivost.

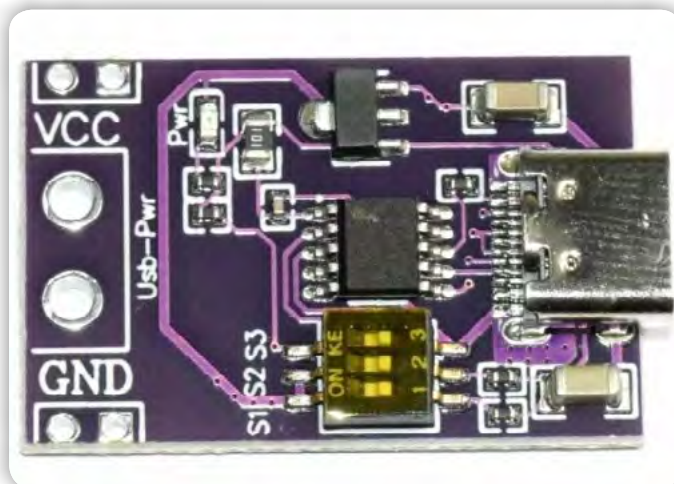
Ker PD gostitelj sprva zagotavlja 5 V, ga lahko varno uporabljate s starejšimi napravami, ki niso PD in od katerih se pričakuje 5 V in nič več na napajalnem priključku. Takšne naprave se ne morejo „pogovarjati“ s PD gostiteljem in zahtevati višjo napetost/tok.

Večina bralcev pozna FTDI-jeve USB-serijske vmesnike in novejšje čipe podjetij, kot so Silicon Labs, Prolific itd., ki opravljajo enako funkcijo. Podjetje FTDI je razširilo svojo linijo USB-serial vmesnikov in vključilo modele, ki prav tako opravljajo PD funkcijo. Vendar so ti na voljo v ohišjih z majhnim razmikom, kot je QFN-76, in jih ni enostavno uporabljati brez prilagodilnega tiskanega vezja in možnosti reflow spajkanja.

Cypress Semiconductor (zdaj Infineon) je predstavil več Arm MCU-jev, ki vsebujejo USB-C vrata z možnostjo PD. Ti MCU-ji

imajo oznake kot sta CYPM1011 in CYPM1115/1116, zanje pa so na voljo tudi razvojne plošče, kot je CY7110 EZ-PD PGM1-S0. Slednjo razvojno ploščo sem kupil za razvoj. Čeprav imam precej izkušenj z Infineonovimi PSoC mikrokontrolerji in razvojnim okoljem PSoC Creator, ki jo uporabljam za razvoj PSoC projektov, sem ugotovil, da delo s temi EZ-PD napravami ni tako „EZ“ (enostavno). Zato sem ta komplet opustil. Podjetje ST Microelectronics prodaja mikrokontroler STUSB4600 PD, ki je samostojni PD mikrokontroler, vendar z njim nimam izkušenj.

Za uporabo USB-C PD polnilnika za druge namene me je začelo zanimati odkritje majhne razvojne plošče, imenovane USB QC3.0 Spoof. Te so na voljo na Alibabi za nekaj evrov. Svojo sem dobil od lokalnega podjetja, ki jih uvaža, in plačal nekoliko več.



Slika 2

Na sliki 2 si oglejte fotografijo te razvojne plošče. Vsebuje USB-C priključek za površinsko montažo in 8-pin SOIC čip, ki ni označen, vendar je PD mikrokontroler. Ploščica vsebuje tudi 3-pin regulator, ki napaja ta mikrokontroler iz napetosti, ki jo generira USB-C polnilnik: na začetku je napetost 5 V, po opravljenem ročnem preklapljanju zahteva za dobavo energije pa do 20 V. Na voljo je 3-polno DIP stikalo, ki izbira zahtevano izhodno napetost, kot je prikazano v Tabeli 1. Čeprav ob naročilu ni bilo očitno, sem kmalu ugotovil, da bo izhodna napetost ploščice sledila nastavitvam stikala, ko jih boste spreminjali - tj. stanje stikal se ne skenira samo ob vklopu ploščice, kar bi imelo za posledico fiksno napetost.

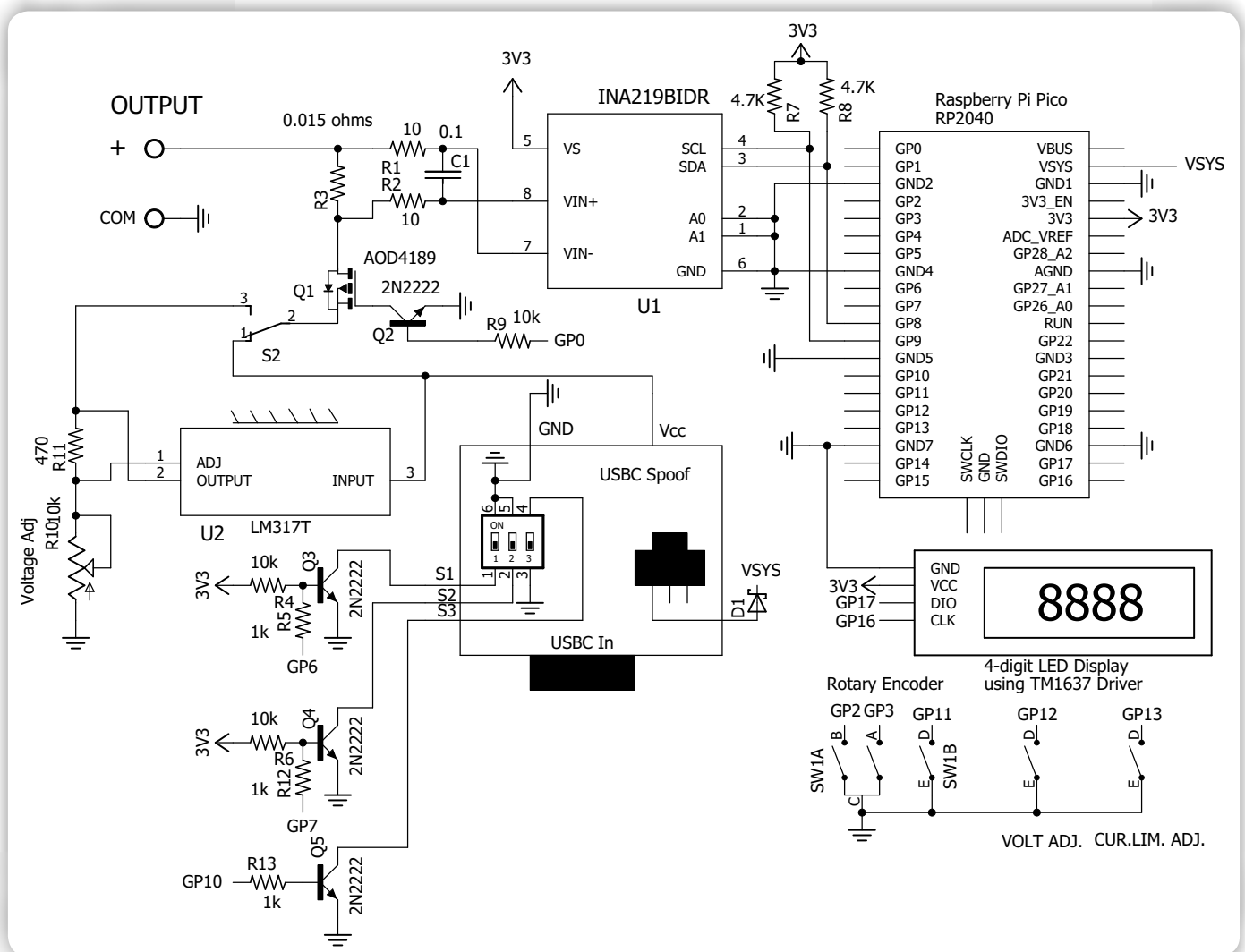
Voltage	S1	S2	S3
5V	1	1	0
9V	1	1	1
12V	1	0	1
15V	0	0	1
20V	0	1	1

Table 1: Spoof breakout board switch settings

Upoštevajte, da ko to razvojno ploščico priključite na vir napajanja/

polnilnik USB-C PD in izberete določeno napetost, to še ne pomeni, da boste nujno dobili to izhodno napetost. Preverite specifikacije vira USB-C PD napajanja in preverite, kakšne so njegove zmogljivosti. Pri roki sem imel 20W napajalnik USB-C za Apple iPad, ki je omogočal napetost le do 9 V, moj „uradni“ napajalnik za Raspberry Pi 5 pa je imel napetost le do 15 V. Odkril sem, da IKEA prodaja USB-C PD polnilnike po zelo nizki ceni. Imajo model z močjo 45 W za približno 12 EUR, vendar ima dve vtičnici, tako da bi se moč razdelila med obe vtičnici. Namesto tega sem se odločil za SJOSS 30-W enoto (305.744.69), ki stane približno 7 €. Njeno naročilo je bilo nekoliko tvegano, saj v katalogu niso bile navedene specifikacije izhodne napetosti/toka, ko pa sem jo dobil, so bile na embalaži navedene vrednosti iz preglednice 2.

Upoštevajte, da je pri napetosti 5 V tokovna zmogljivost le 3 A, kar je le polovica nazivne moči polnilnika. Pričakujem, da je to posledica tokovne zmogljivosti vtičnice in običajnih USB-C kablov. Izbral sem IKEA, saj sem pričakoval, da bodo prodajali le kakovostne polnilnike. Na voljo je nešteto poceni polnilnikov neznanih proizvajalcev, enega od svojih projektov pa nisem želel priključiti na napajanje, ki ga napaja polnilnik, ki morda ne bo zagotavljal ravni napetosti, ki jo je zahtevala Spoof razvojna ploščica.



Slika 3

## Tiskano vezje namiznega napajalnika

Želel sem, da bi imel napajalnik več kot le 5-9-12-15-20 V fiksnih izhodnih napetosti brez merjenja ali omejevanja toka. Zato sem moral dodati nekaj več vezij, kot le polnilnik IKEA SJOSS in USB-3 Spoof modul. Na sliki 3 je shema vezja tega projekta. Ima nekaj skupnih značilnosti s projektom napajanja na delovni mizi v prvem delu tega članka. Uporabil sem isti MCU modul Raspberry Pi RP2040 (PICO). Uporabil sem tudi LED prikazovalnik, vendar sem za to enoto izbral 4-mestni prikazovalnik in uporabil stikalo za preklapljanje med prikazom napetosti in toka.

Na Spoof modulu sem moral vzpostaviti nekaj notranjih povezav - zlasti sem potreboval povezave do treh stikal, da sem jih lahko preklapljal pod nadzorom RP2040. Sprva sem mislil, da bi lahko za izbiro različnih fiksnih napetosti uporabil tripolno vrtljivo stikalo. To se je izkazalo za nepraktično, saj je bilo na voljo 5 različnih nastavitev napetosti, poceni 3-polna vrtljiva stikala pa so imela le 4 položaje.

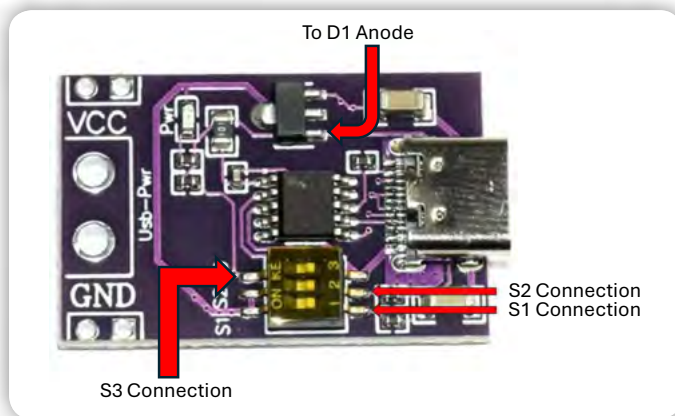
Zato sem se odločil, da bo spremembe stikal izvedel sam MCU RP2040 modul z uporabo treh GPIO linij. RP2040 je 3,3-voltni MCU in njegovi GPIO priključki lahko varno obdelujejo le 3,3-voltne logične nivoje. Ko sem preveril raven napetosti na odprtih stikalih S1, S2 in S3, je bila ta približno 3,3 V, ko je bila USB-PD napetost na privzeti ravni 5 V. Ko pa se je napetost USB-PD povečala na katero koli višjo nastavitvev, se je ta napetost povečala na 4 V, kar je preseglo varno vrednost signala logične ravni RP2040.

Za zmanjšanje napetosti odprtega tokokroga na stikalih sem poskušal simulirati zaprto stikalo tako, da sem visoko stran stikala potegnil na maso prek silicijeve diode, povezane z linijo GPIO RP2040, vendar krmilni čip PD modula Spoof tega ni prepoznal kot zaprto stikalo. Na koncu sem moral uporabiti NPN tranzistorje (Q3, Q4, Q5) za posnemanje stikal. Če si ogledate, kako so ti trije tranzistorji konfigurirani, boste videli, da sta Q3 in Q4 vklopljena, ko sta liniji GPIO v tristopenjskem stanju (med ponastavitvijo). Q5 je v tem času izklopljen.

Tako je konfiguracija stikala nastavljena kot: S1-ON, S2-ON in S3-OFF. To je nastavitvev stikala, ki je potrebna za PD izhod 5 V - želel sem zagotoviti, da bo namizni napajalnik proizvajal 5 V in nič več, dokler se uporabnik ne odloči, da bo to spremenil.

Če si pozorno ogledate sliko 4, boste videli, da so S1, S2 in S3 povezani nekoliko drugače, kot je bilo pričakovano. S1 in S2 imata svoje z zemljo povezane priključke na vrhu stikala, S3 pa jih ima na dnu, zato so tri žice, ki povezujejo stikala z linijami GPIO RP2040, povezane s priključki, na katere kažeta rdeči puščici.

5,0 V izhod regulatorja na Spoof modulu je spodnji priključek, kot je prikazano na tej sliki. To zagotavlja 5 V pri vseh ravneh PD napetosti 9 V ali več. Ko je PD napetost nastavljena na 5 V, se napetost zmanjša na 3,6 V. Teh 3,6-5 voltov napaja RP2040 prek priključka VSYS tega modula. Na tej povezavi zaporedno uporabljam Schottkyjevo diodo, da lahko med razvojem v



Slika 4

RP2040 priključim tudi USB kabel in ne pride do konflikta med 5 V USB in 3,6-5 V, ki jih zagotavlja Spoof modul.

Poleg petih fiksnih izhodnih napetosti sem dodal 3-pin nastavljeni regulator LM317, ki zagotavlja vmesne napetosti. Ta regulator zmora 1,5 A izhodnega toka - če padec napetosti na njej ne povzroči dovolj velike disipacije moči, da bi se regulator izklopil zaradi toplotne preobremenitve. V tem projektu bi to dosegli tako, da bi fiksno napetost nastavili na naslednjo najvišjo fiksno nastavitvev in pustili LM317, da jo regulira do želene napetosti. Edino pravilo pri tem je, da LM317 potrebuje do 3 V razlike med vhodno in izhodno napetostjo, zato morate to upoštevati pri nastavitvi fiksne napetosti.

Za spremljanje napetosti in toka sem izbral drugačno metodo, kot sem jo uporabil pri napajalniku, opisanem v 1. delu. Namesto 16-bitnega ADC ADS1115, ki sem ga uporabil za spremljanje/omejitvev toka, sem izbral Texas Instruments INA219B za spremljanje toka/moči. Tudi ta vsebuje 16-bitni ADC skupaj z multiplekserjem in PGA kot ADS1115, vendar je prilagojena za meritve napetosti/toka/moči. Ta čip navaja največjo delovno napetost 26 V, kar je bilo za zasnovano napajalnika v prvem delu nekoliko prenizko.

Med tem ko govorim o INA219, moram omeniti, da sem za ta senzor uporabil Adafruitovo Arduino knjižnico. Njihovo knjižnico sem moral nekoliko spremeniti, da je lahko delovala v tem projektu: Adafruitova inicializacijska rutina jo je konfigurirala za največjo vhodno napetost 16 V, ki sem jo spremenil v 32 V (to spremeni le nekatere konstante za skaliranje - ne prekorači

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

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

Navedete geslo  
SVET ELEKTRONIKE.

**12 števil**  
**BREZPLAČNO**

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



največje dovoljene napetosti 26 V za ta senzor). Adafruit v svojih tokovnih izračunih predpostavlja, da uporabljate tokovni šent upor  $0,1\Omega$ . Uporabil bi to vrednost, če bi ga imel na zalogi, vendar sem imel na voljo le upor  $0,015\Omega$ , zato sem uporabil to vrednost in ustrezno skaliral odčitke toka.

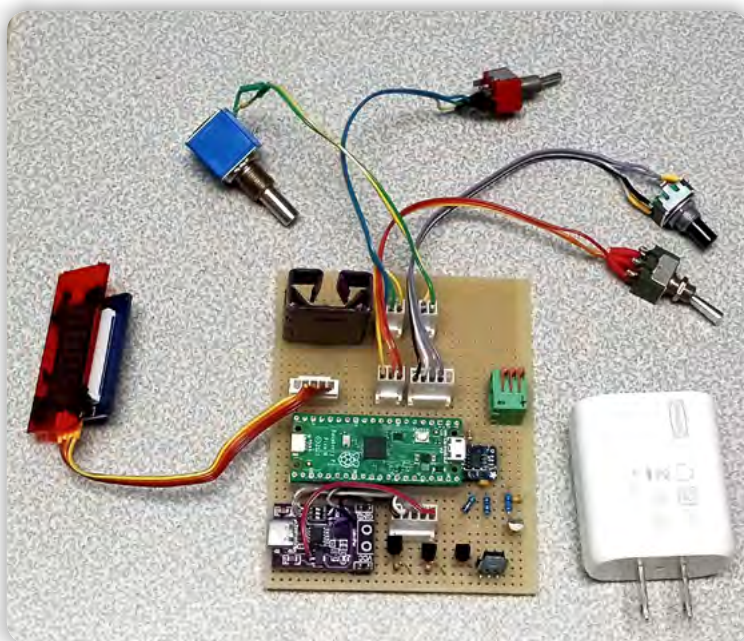
Na spletni strani revije Svet Elektronike je na voljo (nekoliko) spremenjena različica knjižnice INA219 podjetja Adafruit, skupaj s skico za Arduino. Sprememba, ki sem jo naredil v Adafruit\_INA219.cpp, je bila v vrstici 367:

```
ina219SetCalibration_32V_2A();
```

Kot je bilo že omenjeno, napajanje za vezje dobivam iz izhoda regulatorja Spoof modula. Ta se spreminja od 3,6 V do 5 V. To je znotraj razpona napetosti, ki je potrebna za napajanje RP2040 in INA219. Vendar pa 8-mestni LED zaslon, ki sem ga uporabil v napajalniku, opisanem v 1. delu, zahteva 5 V vir napajanja. Pri napetosti 3,6 V ga še nisem preizkusil, vem pa, da pri 3,3 V ne bo deloval, zato ga nisem izbral.

Namesto tega sem uporabil poceni štirimestni LED zaslon, ki ga pogosto najdete na spletnih straneh Alibaba, Amazon itd. Ti zasloni uporabljajo gonilni čip TM1637 in stanejo manj kot 1 €. Delujejo zelo dobro pri napetosti 3,3 V. Edina manjša težava pri tistih, ki sem jih kupil, je, da imajo med 2. in 3. števk dvopičje (za prikaz ure) in ne programabilne decimalke. V tem projektu je decimalna vejica fiksirana na tem mestu, čez zgornjo „piko“ dvopičja pa sem dal malo črnega traku.

Uporabniški vmesnik, povezan z RP2040, je sestavljen iz enega vrtljivega enkoderja/tipke in stikala SPDT s sredinskim položajem izklopa. To je na shemi prikazano kot dve stikali, povezani z GP12 in GP13. Ko je to stikalo aktivirano v enem položaju, se na zaslonu odčita izhodna napetost. Ko je pritisnjena tipka vrtljivega enkoderja, se zaslon preklopi v način SET, z vrtenjem enkoderja pa se izbere fiksna vrednost 5, 9, 12, 15 ali 20 V. S



Slika 4

5 V	3 A
9 V	3 A
12 V	2.5 A
15 V	2 A
20	1.5 A

Table 2: Voltage/Current outputs of IKEA Sjoss 30W USB charger

ponovnim pritiskom na tipko izberete to napetost (z uporabo S1, S2, S3 modula Spoof) in se vrnete k odčitavanju dejanske izhodne napetosti.

Če je aktiviran v drugo smer, se na zaslonu prikaže tok v amperih z dvema decimalnima mestoma (tj. z ločljivostjo 10 mA). Tudi v tem primeru lahko s pritiskom na tipko enkoderja obratujete vrtljivi enkoder, da prilagodite mejno vrednost toka (prav tako izraženo v amperih na 2 decimalni mesti natančno). S ponovnim pritiskom na tipko nastavite to mejno vrednost toka in se vrnete k odčitavanju dejanskega toka, ki se troši. Izhodna napetost Spoof modula se pelje skozi P-kanalni MOSFET Q1 (AOD4189), nato pa na tokovni šent upor R3 in monitor napetosti/toka INA219. Če je izmerjeni tok večji od nastavljenih mejnih vrednosti toka, GP0 pade nizko in izklopi Q1 ter tako prekine napajanje bremena. Na zaslonu bo neprekinjeno utripalo „8888“. Ko odstranite vir prekomernega toka in pritisnete tipko enkoderja, se bo napajanje ponovno vzpostavilo.

Izbira fiksne izhodne napetosti ali nastavljive izhodne napetosti (z uporabo nastavljivega regulatorja LM317) se izvede s stikalom S2 - stikalo ima tudi sredinski izklopni položaj, ki popolnoma onemogoči napajanje bremena. Na sliki 5 je vidite celotno vezje pred namestitvijo v ohišje. Desno je polnilna enota IKEA PD.

## Programska oprema

Ugnezdna programska oprema za RP2040 je bila napisana z uporabo okolja Arduino 2.3.2 IDE. Vsem, ki še vedno uporabljajo starejšo različico Arduino 1.x.x IDE, predlagam, da preizkusijo to novo različico, saj vsebuje veliko novih funkcij.

Potrebne knjižnice so na voljo s funkcijo iskanja knjižnic Arduino. Knjižnica pio\_encoder.h je v funkciji iskanja Arduino naslovljena kot „rp2040-encoder-library“. Kot sem že omenil, sem knjižnico Adafruit\_INA219 nekoliko spremenil in je vključena v izvorno kodo tega projekta.

## Zaključek

Kot je razvidno iz tega dvodelnega članka, rad uporabljam odvečne elektronske komponente/enote, kadarkoli imam priložnost. Ko sem prvič slišal za možnost PD USB-C, sem pomislil, da bi bilo zanimivo preveriti, ali lahko uporabim MCU, ki ima tako gostiteljska USB vrata kot tudi PD zmožnost. Ko sem nekaj časa preživel z razvojno ploščo Infineon EZ-PD, sem se hitro odločil, da bi bilo kljub mojim preteklim izkušnjam z Infineon PSoC MCU zelo zamudno, če bi se naučil protokola PD/funkcijskih klicev, ki so potrebni za to.

Zato sem vesel, da so na voljo cenovno ugodne razvojne plošče, ki izvajajo PD funkcije, ne da bi mi bilo treba veliko programirati.





KNJIGA **ELEKTRONIKA ZA ZAČETNIKE**

Oglejte si  
**VSEBINO!**



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



# PRIROČNIK za PROGRAMERJE

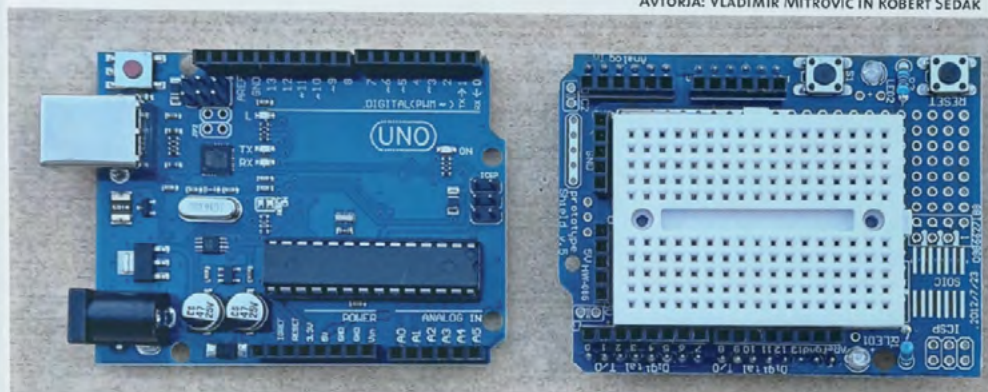


ZAČETNI KORAKI PRI PROGRAMIRANJU

## GEEKCREIT

PRIROČNIK ZA PROGRAMERJE

AVTORIA: VLADIMIR MITROVIĆ IN ROBERT SEDAK



GEEKCREIT UNO R3 STARTER KIT



svet  
ELEKTRONIKE