

ISSN 1318-4679



9 771 318 467 014

letnik XXXI
november 2024
številka 334
cena:
5,00 €Svet elektronike svoje naročnike
*** BREZPLAČNO PELJE NA OGLED**
sejma  **electronica 2024**
14. novembra v München!AX ELEKTRONIKA svet
power ELEKTRONIKE
Integrations**E-kolesa in e-skuterji**Rutronik predstavlja modul SA Bluetooth
5.4 NEVA podjetja iVativ
Omron širi ponudbo močnostnih relejev
Varnostna integrirana vezja
Programirajmo v Arduino IDE 2.x
z Raspberry Pi 5!
Bascom AVR programske knjižnice
"Big number"**Kako izbrati in uporabiti
antene za IoT naprave****Cenovno ugodne ideje
za namizni napajalnik**

Deli, ki jih prodajamo, **vam omogočajo varno pot do cilja**



Današnja najsodobnejša vozila lahko vsebujejo stotine senzorjev za sisteme, ki vam vselej zagotavljajo udobje, razvedrilo, informacije in kar je najpomembneje, varnost.

Senzorji iz naše ponudbe, inženirjem omogočajo razvoj teh sistemov, vendar je naša prava motivacija zagotavljanje varne in prijetne vožnje.

Vse vrste senzorjev najdete na digikey.si

DigiKey

we get technical

UVODNIK

- 4 Pridružite se nam!
Jurij Mikeln

NOVICE

- 5 Rutronik predstavlja modul SA Bluetooth 5.4 NEVA podjetja iVativ
<https://www.rutronik.com>
- 6 Nova družina napetostno krmiljenih SAW oscilatorjev z izjemno nizkim faznim šumom za radarske aplikacije
<https://www.microchip.com>
- 7 Omron širi ponudbo kompaktnih močnostnih relejev
<https://omron.eu>
- 8 Nova integrirana vezja PWM krmilnikov v SOP ohišju
<https://www.rohm.com/>

PREDSTAVLJAMO

- 10 E-kolesa in e-skuterji. Celovita rešitev za načrtovanje sistema, od ogrodja do baterije
Avtorja: Marco Ruggeri in Andrew Wu
<https://www.renesas.com>
- 14 Kako izbrati in uporabiti antene za IoT naprave
Avtor: Rolf Horn
<https://www.digikey.com>
- 19 Testiranje brezžične zmogljivosti ključ do rasti razširjene resničnosti (XR) v industriji
Avtor: dr. Tomohide Yamazakim
- 22 Varnostna integrirana vezja
Avtor: Kerstin Naser
<https://www.rutronik.com>

PROGRAMIRANJE

- 25 Shield-B, razvojna ploščica za Arduino Uno (5) - koračni motor
Avtorja: Mag. Vladimir Mitrović, Robert Sedak
<https://svet-el.si>
- 30 Programirajmo v Arduino IDE 2.x z Raspberry Pi 5!
Avtor: dr. Simon Vavpotič
<https://pcusbprojects.com>
- 34 Bascom AVR programske knjižnice "Big number" za prikaz vrednosti spremenljivk na LCD-ju v velikem formatu (1)
Avtor: Mladen Čempuh

SAMOGRADNJA

- 39 Cenovno ugodne ideje za namizni napajalnik - 1. del
Avtor: Brian Millier
- 43 Pi-Pico VF sprejemnik - 2. del
<https://101-things.readthedocs.io>
- 47 Elektronika za začetnike - Avdio ojačevalniki
Avtor: Bojan Kovač

E-kolesa in e-skuterji. Celovita rešitev za načrtovanje sistema, od ogrodja do baterije

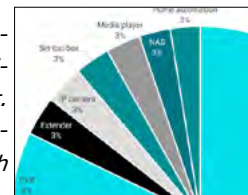
Celovit pregled zahtev za načrtovanje polprevodniških sistemov za e-kolesa ali e-skuterje. Razvoj e-koles in e-skuterjev spreminja mobilnost v mestih in ponuja čistejšo in priročnejšo alternativo tradicionalnim načinom prevoza. Za uspeh in učinkovitost teh električnih vozil so ključnega pomena sistemi...

**Stran:10****Kako izbrati in uporabiti antene za IoT naprave**

Širjenje naprav interneta stvari (IoT) še naprej pospešuje in navdihuje razvoj inovativnih končnih izdelkov. Vendar pa se morajo razvijalci zavedati, da ne glede na to, koliko ustvarjalnosti in truda je vložena v strojno in programsko opremo, ima antena ključno vlogo...

**Stran:14****Varnostna integrirana vezja**

Brezžične komunikacijske tehnologije, kot je 5G, in digitalizacija prinašajo vedno več naprav v internet. Kljub vsem prednostim pa to pomeni tudi večji dostop do osebnih podatkov in s tem naraščajočo nevarnost kibernetičnih napadov. Proizvajalci se zato vprašanje varnosti v povezanem svetu ne morejo izogniti. Aprila 2023 sta Netgear in Bitdefender predstavila...

**Stran:22****Cenovno ugodne ideje za namizni napajalnik - 1. del**

Mislím, da nisem nič drugačen od številnih navdušencev nad elektrono/računalniki, ki imajo veliko napajalnikov za prenosnike, ki se jim potikajo po sobi in na katerih se nabira prah. Vsi smo opustili starejše prenosne računalnike, v mojem primeru pa sem bil pred upokojitvijo...

**Stran:39**

Vir slike: Renesas



Jurij Mikeln

Pridružite se nam!

Vabljeni, drage bralke in dragi bralci, da se nam pridružite pri ogledu največjega sejma elektronike v Evropi in verjetno tudi na svetu!

Vsak, ki je že kdaj obiskal sejmišče v Münchnu, se bo strinjal z mano, da je to ogromen sejem. Letos se bo raztezal v vseh osemnajstih halah! Za tiste, ki ne veste, kako ogromno je to naj povem, da je ena hala večja, kot celotno ljubljansko razstavišče!

In seveda je en dan premalo za ogled celotnega sejma. Tudi v štirih dneh, kolikor traja sejem, je skoraj nemogoče pregledati vse, zato je potrebno narediti dober plan, kaj si ogledati. In tukaj smo spet v težavah. Če si želimo ogledati področje polprevodnikov ugotovimo, da so polprevodniki v skoraj 5 halah (vse zeleno obarvane hale). Vir slike: Messe München



Vsi tisti, ki se boste z nami udeležili ogleda sejma, boste deležni malce »protekcije«, saj nas bodo sprejeli na razstavnem prostoru podjetja Power Integrations, ki je sponzor prevoza na sejem. Sponzor bo tudi poskrbel, da bodo vsi udeleženci dobili vrečko praktičnih darilc. Skratka – če se še odločate, vabljeni, da se nam pridružite!

Vabljeni pa tudi k branju tokratne številke revije, v kateri se boste lahko poučili, kakšno anteno izbrati za svoje IoT naprave. Na voljo je marsikaj – od anten izvedenih kot linije na tiskanem vezju, do SMD anten in tudi žičnih anten. Seveda ima vsaka antena svoje prednosti in slabosti, o čemer boste lahko brali v tokratni številki.

Za samograditelje smo dodali lep članek našega avtorja Briana, ki je za osnovo namiznega napajalnika (ki ga potrebuje vsak elektronik!) uporabil kar napajalnik starega prenosnega računalnika. Prenosni računalnik hitro zastari, medtem ko lahko napajalnik lepo opravlja svojo nalogo še mnogo let.

Lep pozdrav in upam, da se z nekaterimi od vas tudi vidim na avtobusu za München.

Lep pozdrav!
Jure

REVIJA ZA ELEKTRONIKO,
AVTOMATIKO,
RACUNALNIŠTVO
IN TELEKOMUNIKACIJE

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

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

Tehnični urednik:
DTP študio 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.

Rutronik predstavlja modul SA Bluetooth 5.4 NEVA podjetja iVativ

RUTRONIK GmbH

Moduli vključujejo BLE iskanje smeri.

NEVA je visoko integriran, samostojen certificiran modul Bluetooth 5.4 (Bluetooth Low Energy) s celotnim naborom funkcij in izjemno nizko porabo energije.

Visoka zmogljivost, velik doseg in zanesljivo brezžično delovanje so ključnega pomena za aplikacije interneta stvari. Rutronik z modulom NEVA podjetja iVativ ponuja komponento, zasnovano prav za ta namen. NEVA je samostojni modul z izjemno nizko porabo energije, ki temelji na nRF52833 podjetja Nordic Semiconductor in hkrati podpira Bluetooth 5.4, 802.15.4 Thread ter ZigBee, ponuja pa tudi integrirano oznako NFC-A. Zaradi zelo učinkovitega razvojnega okolja je modul primeren za aplikacije v različnih panogah interneta stvari, kot so avtomatizacija doma, nosljiva oprema, IIoT in pametna medicina. Moduli in drugi izdelki iVativ so na voljo na spletni strani www.rutronik24.com.



Vgrajeni zmogljivi procesor ARM Cortex-M4 s 512 kB Flash pomnilnika in 128 kB RAM pomnilnika zmanjšuje sistemske stroške in zagotavlja prilagodljivost pri načrtovanju. Z integriranimi brezžičnimi in omrežnimi skladi, aplikacijskimi vmesniki API in varnostnimi funkcijami, ki jih podpira ARM Trust Zone Cryptocell-310, ta modul zmanjšuje čas za dajanje na trg in stroške razvoja.

Moduli z majhnimi dimenzijami 10 mm x 15 mm x 1,6 mm imajo vgrajeno PCB anteno ali priključek MHF4 in omogočajo doseg več kot 1400 metrov. Komponenta navdušuje tudi z izjemno nizko porabo energije, ki znaša 450 nA v načinu globokega spanja, 1,5 µA v načinu pripravljenosti sistema in 4,8 mA v oddaji pri izhodni moči 0 dBm.

Ključne lastnosti:

- *Nordic SDK s primeri in izčrpno dokumentacijo zajema vse funkcije, ki jih podpira modul. SDK-ji so na voljo za BLE, Bluetooth Mesh, Thread, Zigbee in HomeKit*
- *3 V ali 5 V napajanje z vgrajenim stikalnim regulatorjem*
- *Kriptografski pospeševalnik ARM® CryptoCell 310 in 128-bitno šifriranje AES*
- *Občutljivost BLE sprejemnika:*
 - » *-103 dBm pri 125 kb/s*
 - » *-99 dBm pri 500 kbps*
 - » *-96 dBm pri 1 Mbps*
 - » *92 dBm pri 2 Mbps*
- *802.15.4:*
 - » *-100 dBm pri 250 kbps*

Bluetooth funkcije:

- » *Ugotavljanje smeri kota prihoda in odhoda*
- » *Podpira napredne protokole mesh omrežja: Certificirani programski skladi za Bluetooth Mesh, Thread in Zigbee*
- » *Zmogljiv odprt procesor: 32-bitni procesor ARM Cortex-M4 s frekvenco 64 MHz in enoto s plavajočo vejico (FPU) ter 512 kB Flash pomnilnika s predpomnilnikom in 128 kB RAM, kar zadostuje za zahtevne aplikacije strank.*
- » *Podpora za varen zagon, varne BLE povezave in zaščito podatkov*
- » *Splošni API odjemalca in strežnika GATT*

Primeri uporabe:

- *Iskanje smeri*
- *Osebne fitnes naprave*
- *Nosljive naprave za brezžična plačila*
- *Povezljive aplikacije za zdravje*
- *Aplikacije za virtualno / obogateno resničnost*
- *Senzorji in krmilniki za pametni dom*
- *Industrijski IoT senzorji in krmilniki*
- *Igralni krmilniki*
- *Sledilniki dobrin in naprave za lokalizacijo*

Več informacij je na voljo na spletni strani www.rutronik24.com.

<https://www.rutronik.com>



Nova družina napetostno krmiljenih SAW oscilatorjev z izjemno nizkim faznim šumom za radarske aplikacije

Microchip Technology Inc.

Microchipovi VCISO 101765 so na voljo za frekvence 320 MHz in 400 MHz v majhnem ohišju.

Kritične aplikacije, kot so radarji ter testiranje in merjenje, zahtevajo specializirane komponente z natančnim frekvenčnim nadzorom in izjemno nizkim faznim šumom, da se izboljšajo jasnost signala, stabilnost in splošna zmogljivost sistema. Microchip Technology (Nasdaq: MCHP) je predstavil novo družino 101765 napetostno kontroliranih oscilatorjev SAW (VCISO) [1], ki so zasnovani tako, da zagotavljajo izjemno nizek fazni šum in delujejo pri frekvencah 320 MHz in 400 MHz, da bi trgu vesoljske in obrambne industrije zagotovili specializirano tehnologijo za generiranje natančnih signalov in frekvenc.

VCISO 101765-320-A zagotavlja izjemno nizke vrednosti faznega šuma 166 dBc pri odmiku 10 kHz in najnižjo vrednost 182 dBc. Nizek fazni šum je ključnega pomena za izboljšanje spodnje meje zaznavnosti pri radarjih in drugih aplikacijah za zaznavanje. Te naprave so optimalne za radarske in instrumentalne sisteme, kot je aktivna elektronsko skenirana matrika (AES), ki zahtevajo visoko vernost pri kritičnih aplikacijah za časovno usklajenost fazno zaklenjene zanke.

VCISO so na voljo v majhni obliki, v hermetičnem ohišju Kovar z dimenzijami 2,54 × 2,54 cm, in so zasnovani za aplikacije, pri katerih so velikost, teža, moč in stroški (SWaP-C) pomembni dejavniki. VCISO so na voljo z napajalnimi napetostmi od 4,75 do 15,75 V in napajalnim tokom 111 mA, kar zagotavlja energetsko učinkovito rešitev.

„Microchip še naprej zagotavlja izdelke z izjemno nizkim faznim šumom in visoko zmogljivimi napravami po konkurenčni ceni, ki zadovoljujejo potrebe naših strank,“ je dejal Leon Gross, podpredsednik Microchipove skupine za diskretne izdelke. „Stranke lahko izberejo Microchip za svoje potrebe po časovnem krmiljenju in izberejo druge komponente za svojo aplikacijo, vključno s FPGA, MPU, MCU, RF, upravljanjem napajanja, varnostjo in povezljivostjo.“

Za kupce v letalski in obrambni industriji, ki zahtevajo višjo stopnjo zanesljivosti, so na voljo VCISO 101765 s kontrolno oznako MIL-PRF-38534. Postopek pregleda je zasnovan tako,



da zagotavlja, da se v kritičnih aplikacijah, kjer odpoved ni mogoča, kot na primer v vojaških in vesoljskih sistemih, uporabljajo le komponente z najvišjo zanesljivostjo.

Družina 101765 VCSO je nov dodatek k Microchipovi družini SAW izdelkov za letalske in obrambne aplikacije, ki so zasnovani tako, da zagotavljajo visoko stopnjo zanesljivosti za robustna in kritična okolja. Na voljo so v številnih različicah ohišij za robustne aplikacije in podpirajo osrednje frekvenčno območje od 30 MHz do 2,7 GHz. Poleg tega lahko podjetje Microchip za strojno opremo izpolni specifikacije ITAR, EAR in zaupne specifikacije, da bi izpolnilo varnostne zahteve strank.

Razvojna orodja

Naprave VCSO podpirata razvojni plošči 101765-320-A-N-S-TB in 101765-400-B-N-S-TB, ki strankam omogočata testiranje delov v fazi načrtovanja.

Cene in dobavljivost

VCSO 101765-320-A in 101765-400-B sta zdaj na voljo za nakup. Za dodatne informacije in nakup se obrnite na Microchipovega prodajnega zastopnika ali pooblaščenega svetovnega distributerja.

O podjetju Microchip Technology:

Microchip Technology Inc. je vodilni ponudnik pametnih, povezanih in varnih ugnезdenih nadzornih in procesnih rešitev.

Njegova enostavna razvojna orodja in obsežna ponudba izdelkov strankam omogočajo ustvarjanje optimalnih zasnov, ki zmanjšujejo tveganje, hkrati pa znižujejo skupne stroške sistema in čas do prihoda na trg.

Rešitve podjetja služijo približno 123.000 strankam na industrijskem, avtomobilskem, potrošniškem, letalskem in obrambnem, komunikacijskem in računalniškem trgu.

Podjetje Microchip s sedežem v Chandlerju v Arizoni ponuja izjemno tehnično podporo ter zanesljivo dobavo in kakovost. Za več informacij obiščite Microchipovo spletno stran na naslovu www.microchip.com.

Vir:

- 1: <https://tinyurl.com/2ymjmfjj>

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>



OMRON

Omron širi ponudbo kompaktnih močnostnih relejev

Omron Corporation

Podjetje Omron Electronic Components Europe je predstavilo model G5Q-HR, najnovejšo novost v družini 10A napajalnih relejev G5Q. Novi releji lahko dosežejo manjšo porabo energije in toplote ter so za 45 odstotkov manjši od enakovrednih 16A relejev.

Pri aplikacijah, ki zahtevajo visok zagonski tok, kot so krmilniki razsvetljave, pametni vtiči, gospodinjski aparati in napajalniki, lahko to prispeva k zmanjšanju velikosti opreme, hkrati pa odpira nove konfiguracije plošč tiskanih vezij.

Serija G5Q, ki je bila prvič predstavljena leta 2001, je bila po vsem svetu prodana v več kot 500 milijonih enot. Serija G5Q, ki velja za enega vodilnih kompaktnih izdelkov na področju močnostnih relejev, se zdaj ponaša s širokim naborom različic, ki pokrivajo veliko različnih aplikacij, od gospodinjskih aparatov do industrijskih motornih obremenitev. Kot odgovor na povpraševanje strank po kompaktni zasnovi in izboljšani energetske učinkovitosti za 10A aplikacije je Omron zdaj razširil svojo ponudbo relejev z visoko porabo z dodatkom G5Q-HR, ki je na voljo v eni stabilni in bistabilni različici.



Kot edina naprava v portfelju G5Q, ki izpolnjuje standard TV-8 pri razredu 10 A, G5Q-HR dopolnjuje obstoječo ponudbo naprav z visokim impulznim tokom, hkrati pa ponuja nove možnosti za zmogljivejše in kompaktnije aplikacije končnih izdelkov. S svojimi dimenzijami 20,3 mm (dolžina) x 10,3 mm (širina) x 15,8 mm (višina) je najmanjši Omronov izdelek TV-8.

Model G5Q-HR je združljiv s širokim naborom kapacitivnih obremenitev in postopnih obremenitev do AC 120V, v špici 117A. V skladu s certifikatom TV-8 je bil G5Q-HR strogo preizkušen za najmanj 25.000 ciklov, kar zagotavlja največjo življenjsko dobo in zanesljivost. Rele izpolnjuje tudi UL zahteve za elektronsko predstikalno napravo pri 3A/277VAC in 5A/277VAC v 6.000 ciklih ter zahteve IEC60669-1 pri 3A/250VAC v 5.000 ciklih. Model G5Q-HR dosega visoko odpornost na udarni tok in podpira več udarnih obremenitev. Skladen je s standardi za visoke vhodne obremenitve, ki presegajo 100A, kot so razsvetljava in napajalniki.

Bistabilna različica (G5Q-U/K-HR) dosega izredno nizko porabo energije, saj ohranja stik v stanju „vklopljen“ z enim samim tokovnim impulzom. To zmanjša porabo energije tuljave za približno 99,9 odstotka v primerjavi s standardnimi monostabilnimi releji. Poleg zmanjšanja porabe energije samega releja lahko to pripomore tudi k zmanjšanju količine proizvedene toplote, kar prispeva k večji učinkovitosti in življenjski dobi povezanih komponent in sistemov.

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 „Oblikovanje prihodnosti 2030“. OMRON Electronic Components Europe je evropska podružnica oddelka za rešitve za naprave in module. Spremenjeno ime divizije odraža 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/>

For further information please contact:

Marketing Support Group

OMRON Electronic Components Europe B.V.

Wegalaan 57, 2132 JD, Hoofddorp, The Netherlands

Tel: +31 235 681 296, Fax: +31 235 681 222

Email: info-components-eu@omron.com

Web: <https://components.omron.com/eu-en>

LinkedIn page:

- <https://www.linkedin.com/company/omron-electronic-components-europe-b-v/>

<https://omron.eu>



Nova integrirana vezja PWM krmilnikov v SOP ohišju

ROHM

Podpira širok nabor močnostnih tranzistorjev, od Si MOSFET in IGBT do SiC MOSFET, z vgrajeno visoko natančnostjo preprečevanja prenizke napetosti.

Podjetje ROHM je razvilo zunanje FET krmilnike s PWM načinom za nadzor toka, optimizirane za napajanje AC-DC v različnih industrijskih aplikacijah. Začela se je množična proizvodnja štirih različic, zasnovanih za krmiljenje širokega razpona močnostnih polprevodnikov: BD28C55FJ-LB [1] za nizkonapetostne MOSFET-e, BD28C54FJ-LB [2] za srednje- do visokonapetostne

MOSFET-e, BD28C57LFJ-LB [3] za IGBT-e in BD28C57HFJ-LB [4] za MOSFET-e SiC.

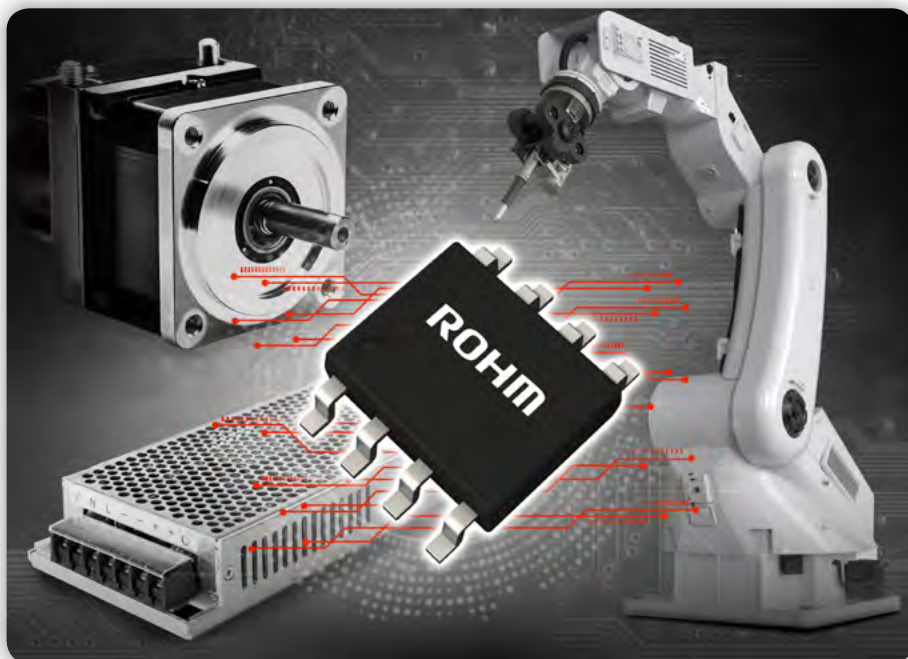
Čeprav se svetovno pomanjkanje polprevodnikov začne zmanjševati, ponudba polprevodniških komponent za napajanje v industrijskih aplikacijah še vedno zaostaja za povpraševanjem.

To še posebej velja za integrirana vezja PWM krmilnikov, kjer je zaradi omejenega števila proizvajalcev prišlo do kroničnega pomanjkanja, kar je privedlo do številnih zahtev po razvoju izdelkov.

Podjetje ROHM se je odzvalo z razvojem integriranih vezij PWM krmilnikov, ki rešujejo težave z dobavo in izpolnjujejo stroge zahteve industrijskega trga glede ohišij in zmogljivosti. Glede na območje vhodne izmenične napetosti aplikacije se za napajalno vezje uporabljajo različni polprevodniki. Vsak od teh polprevodnikov zahteva različne ravni podnapetostne blokade, da se prepreči toplotni pobeg v primeru padca napajalne napetosti. Za rešitev tega vprašanja je podjetje ROHM razvilo 4 različice z različnimi stopnjami prenapetostne blokade.

Novi izdelki delujejo pri vhodni napetosti od 6,9 V do 28,0 V, tok vezja do 2,0 mA, največji zagonski tok 75 μ A in največji delovni cikel 50 %, na voljo pa so v standardnem SOP-J8 ohišju (enakovreden JEDEC SOIC8 ohišju). Izdelki so pin združljivi s standardnimi izdelki, ki se običajno uporabljajo v napajalnih vezjih, kar zmanjšuje napor pri ponovnem načrtovanju in spreminjanju. Vse različice so opremljene s funkcijo samopovrnitvene blokade prenizke napetosti (UVLO) s histerezo napetosti. To znatno izboljša zanesljivost uporabe, saj zmanjša napako pragovne napetosti na ± 5 % v primerjavi s tipičnimi ± 10 % standardnih izdelkov.

Hkrati so ti integrirani čipi namenjeni dolgoročni oskrbi, kar zagotavlja neprekinjeno delovanje industrijske opreme z dolgo življenjsko dobo. V prihodnje bo ponudba še razširjena in bo vključevala izdelke, primerne za krmiljenje visokonapetostnih



MOSFET-ov in GaN naprav. Načrtuje se tudi več različic, ki bodo podpirale največji 100-odstotni delovni cikel.

Primeri uporabe:

Industrijska oprema: Napajalniki AC-DC, inverterji za pogon motorjev in druge naprave na izmenični tok

Informacije o prodaji:

- *Dobavljivost: takoj*
- *Spletni distributerji: DigiKey™ and Mouser™*
- *Izdelki bodo na voljo tudi pri drugih spletnih distributerjih, ko bodo na voljo.*

Za več informacij obiščite spletno stran podjetja ROHM:

- https://www.rohm.com/news-detail?news-title=2024-10-8_news_pwm&defaultGroupId=false

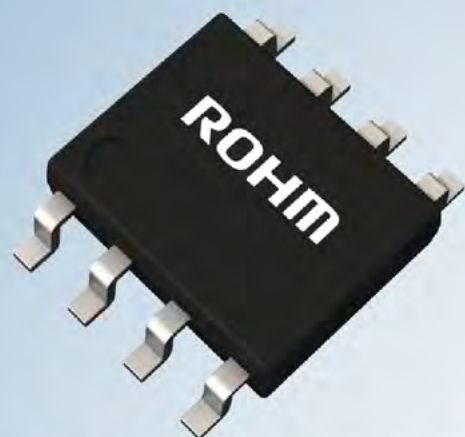
O podjetju ROHM Semiconductor

ROHM Semiconductor je globalno podjetje z več kot 23.300 zaposlenimi, ki 31. marca 2024 znaša 467,7 milijarde jenov (3,2 milijarde ameriških dolarjev). Podjetje razvija in proizvaja zelo široko paleto izdelkov, od SiC diod in MOSFET-ov, analognih integriranih vezij, kot so gonilniki vrat in integrirana vezja za močnostno krmiljenje, do močnostnih tranzistorjev in diod ter pasivnih komponent. Proizvodnja visoko zmogljivih izdelkov ROHM poteka v najsodobnejših proizvodnih obratih na Japonskem, v Nemčiji, Koreji, Maleziji, na Tajskem, Filipinih in Kitajskem. Podjetje ROHM Semiconductor Europe ima sedež v bližini Düsseldorfa, kjer oskrbuje regijo EMEA (Evropa, Bližnji vzhod in Afrika). Za dodatne informacije se obrnite na www.rohm.com

Viri:

- 1: <https://tinyurl.com/juwxmuj6>
- 2: <https://tinyurl.com/3f64fszv>
- 3: <https://tinyurl.com/wm3ttujb>
- 4: <https://tinyurl.com/mr39y28a>
-

<https://www.rohm.com/>



BD28C5xFJ-LB SOP-J8 Package

(4.90mm × 6.00mm × 1.65mm)

E-kolesa in e-skuterji. Celovita rešitev za načrtovanje sistema, od ogrodja do baterije

Renesas Electronics Corporation

Avtorja: Marco Ruggeri, sistemski inženir za ekipo energetskih rešitev, Renesas Electronics in Andrew Wu, poslovni razvoj za skupino izdelkov za napajanje, Renesas Electronics

Celovit pregled zahtev za načrtovanje polprevodniških sistemov za e-kolesa ali e-skuterje.

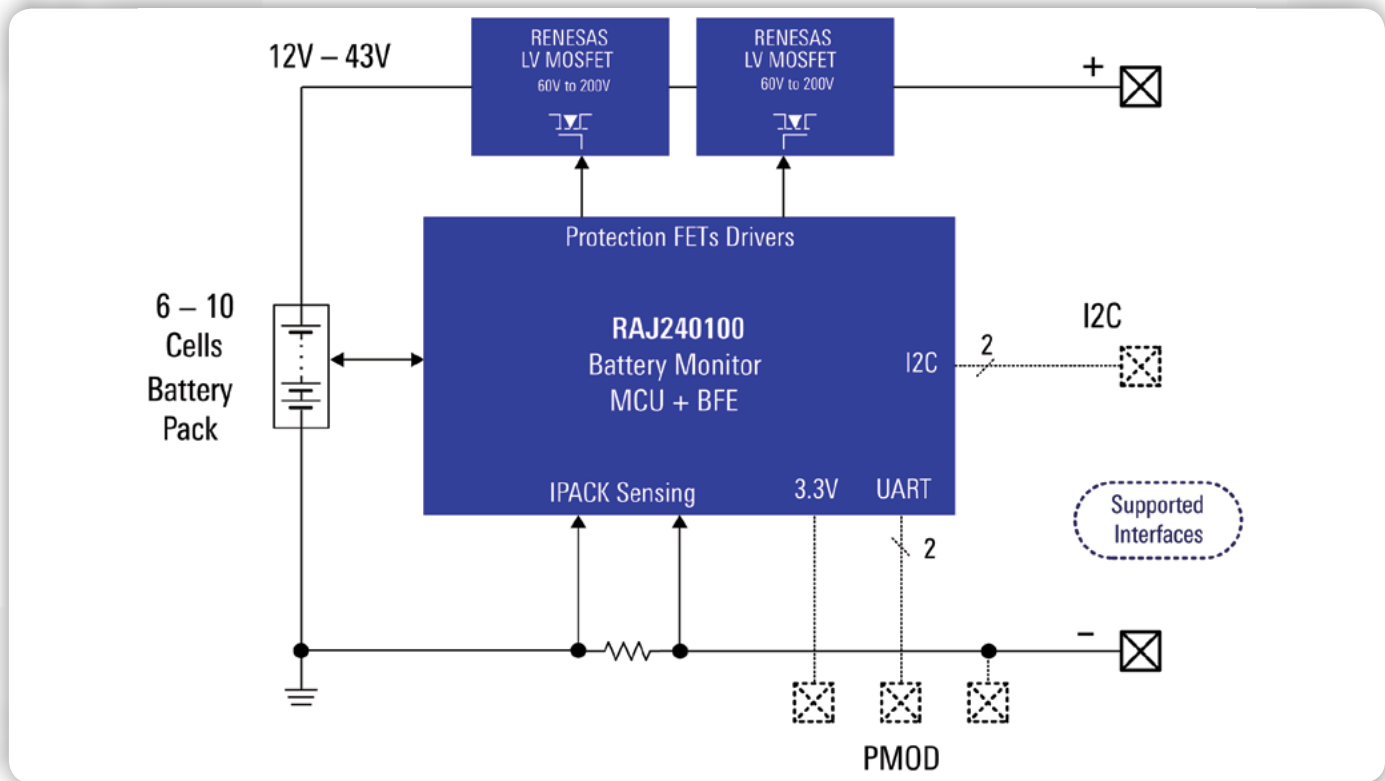
Razvoj e-koles in e-skuterjev spreminja mobilnost v mestih in ponuja čistejšo in priročnejšo alternativo tradicionalnim načinom prevoza. Za uspeh in učinkovitost teh električnih vozil so ključnega pomena sistemi za polnjenje, upravljanje baterij, krmilnik motorja in nadzor, kot je prikazano na sliki 1. V tem članku so obravnavani vidiki zasnove navedenih sistemov, pri čemer so poudarjene kritične funkcije močnostnih polprevodnikov.

Upravljanje baterij

Sistem za upravljanje baterij (BMS) je ključni sestavni del e-koles in e-skuterjev, ki zagotavlja varno in učinkovito delovanje baterijskega sklopa. Tri glavne funkcije sistema BMS so spremljanje,



Slika 1: Gradniki e-kolesa



Slika 2: Blok shema sistema BMS

zaščita in uravnoteženje celic. Sistem BMS nenehno spremlja stanje posameznih celic v baterijskem paketu glede napetosti, temperature in stanja napolnjenosti. Prav tako preprečuje stanja, kot so prekomerno polnjenje/praznjenje, kratki stiki in toplotni pobeg.

Poleg tega zagotavlja enakomerno porazdelitev polnjenja med celicami, da bi povečali življenjsko dobo in zmogljivost baterije. Te funkcije se lahko izvajajo z diskretnimi napravami ali integriranim vezjem za upravljanje baterije (BMIC). Stikala, kot so MOSFET tranzistorji, nadzorujejo procese polnjenja in praznjenja. Omogočajo natančen nadzor nad pretokom toka, kar je bistveno za zaščito baterijskih celic in ohranjanje učinkovitosti. Nato je z analogno-digitalnimi pretvorniki izvedena metoda za pridobivanje in obdelavo natančnih podatkov za meritve napetosti, toka in temperature. Nazadnje je stabilno napajanje BMS in njegovih komponent ključnega pomena za ohranjanje zanesljivosti in natančnosti pri spremljanju in nadzoru.

Renasasov FGIC, RAJ240100, združuje vse zgoraj omenjene bloke, kar zmanjšuje velikost in stroške. Vključuje tudi MCU za merjenje porabe goriva v hibridnih sistemih. Podpira 6- do 10-celične akumulatorske baterije, ki se pogosto uporabljajo v 36-voltnih e-kolesih. Blok shema je prikazana na sliki 2. Za večje baterijske pakete, ki oskrbujejo 48V platforme za e-mobilnost (do 14 celic), Renesasov BMIC, RAA48920, omogoča skalabilno in modularno zasnovo s pomočjo robustne, lastne, zaporedne dvožične komunikacije. Merilnik goriva je mogoče vključiti z dodatkom Renesasovega mikrokontrolerja iz družine RL78Gxx.

Krmiljenje motorja

Načrtovanje in izvajanje brezkrtačnega enosmernega motorja (BLDC) in gonilnika za e-kolesa/skuterje vključuje napredno integracijo strojne in programske opreme, da se zagotovi učinkovit in zanesljiv nadzor motorja. Gonilnik BLDC motorja je običajno sestavljen iz več ključnih sestavnih delov. Mikrokontrolerska enota (MCU) je izbrana zaradi svoje procesorske moči,

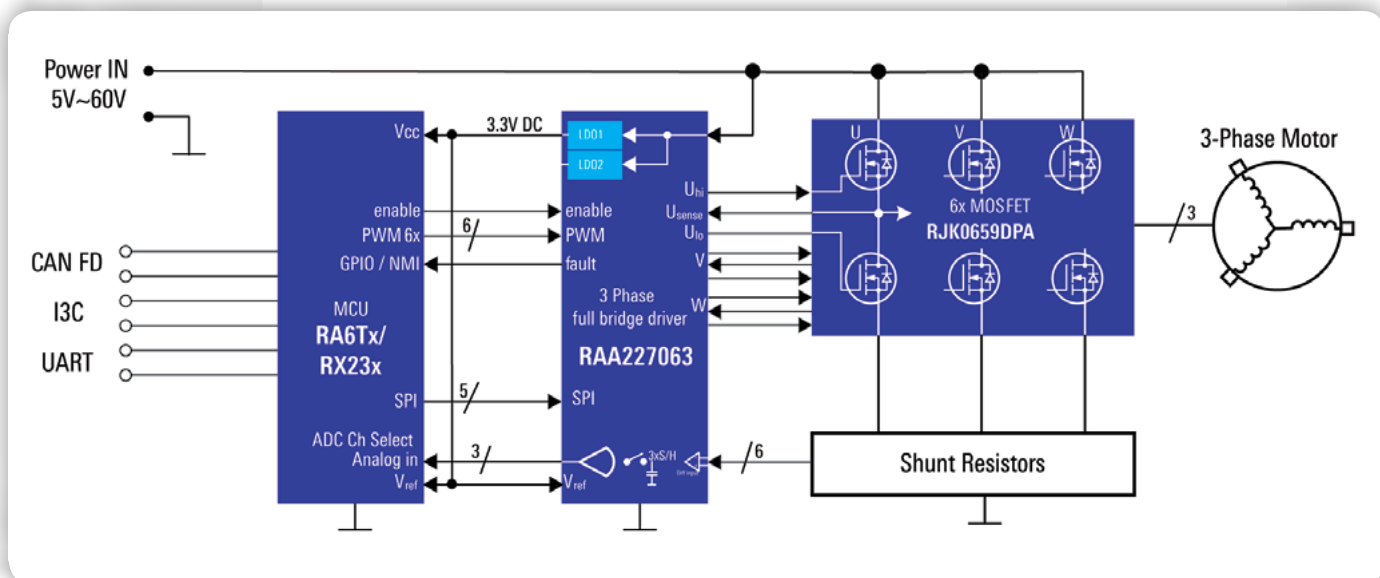
zmožnosti upravljanja krmilnih algoritmov v realnem času in drugih pomožnih funkcij. Vezje krmilnika motorja vključuje krmilnike vrat za krmiljenje delovanja močnih tranzistorjev, kot so MOSFET-i, ki zagotavljajo natančen časovni potek in komutacijo faz motorja. MCU se usklajuje s krmilnikom motorja za komutacijo navitij motorja, kar omogoča nemoteno in učinkovito delovanje BLDC motorja pri širokem razponu hitrosti in obremenitev. Zaznava lahko tudi položaj rotorja na podlagi povratnih informacij iz senzorjev položaja, kot je Hallov senzor, ali algoritmov brez senzorjev prek povratnih EMF signalov.

Algoritmi krmiljenja, kot sta krmiljenje, usmerjeno v polje (FOC), ali trapezno krmiljenje, zagotavljajo optimalno ustvarjanje navora, uravnavanje hitrosti in učinkovitost v celotnem območju delovanja vozila. Poleg tega so v ugnezdenu programsko opremo vgrajene varnostne funkcije, kot so zaščita pred previsokim tokom, prenapetostna in toplotna zaščita, ki varujejo motor in elektroniko pred poškodbami med delovanjem.

Renasas ponuja celovite rešitve za krmiljenje motorjev, ki omogočajo kratke cikle načrtovanja z zagotavljanjem integriranih platform za razvoj strojne in ugnezdene programske opreme. Tako RA6Tx (ARM-Cortex M33) kot MX23x (lastniško jedro) zagotavljata ustrezno računsko moč, trifazni krmilnik RAA227603 v kombinaciji z našimi nizkonapetostnimi (40V - 200V) MOSFET-i pa je zmagovalna kombinacija za pogon motorjev e-koles/skuterjev, kot je prikazano na sliki 3.

AC-DC pretvorba

Polnilni sistemi za e-kolesa/skuterje zahtevajo učinkovito AC-DC pretvorbo in vključujejo več ključnih komponent. Vezje za korekcijo faktorja moči (PFC) zagotavlja, da se energija, ki se črpa iz omrežja, učinkovito uporablja. Zmanjšuje jalovo moč in s tem izboljšuje splošno učinkovitost napajanja. Sekundarni DC-DC regulator učinkovito pretvori visokonapetostni PFC izhod (običajno od 360 do 400 V) v 36- ali 48-voltno raven, ki je primerna za akumulatorje e-koles in e-skuterjev.



Slika 3: Blok shema krmiljenja motorja

AC-DC rešitve podjetja Renesas, kot je prikazano na sliki 4, omogočajo hiter čas polnjenja in učinkovito pretvorbo z uporabo digitalnega nadzora v kombinaciji s HEMT stikali iz galijevega nitrida (GaN). Pretvornik iW9801 Flyback poleg TP65H150G4PS, 150 mΩ ON-resistance GaN HEMT, omogoča potrebno moč za napajanje krmilnika na sekundarni strani, iW780, ki proizvaja do 48 V/5 A DC.

Uporaba USB-C EPR za skupno konfiguracijo priključka

Tehnologija USB-C 3.1 Extended Power Range (EPR) revolucionarno spreminja možnosti polnjenja e-koles/skuterjev, saj povečuje moč polnjenja do 240 W. Zaradi tega napredka je USB-C EPR popolnoma primeren za zahteve po hitrem in učinkovitem polnjenju. Povečana zmogljivost omogoča hitro polnjenje visokozmogljivih baterij, ki jih najdemo v e-kolesih/skuterjih, kar znatno skrajša čas izpada in poveča udobje uporabnikov. Renesas ponuja vrsto izdelkov, ki imajo USB-C certifikat, kar zagotavlja, da izpolnjujejo stroge industrijske standarde za varnost, interoperabilnost in zmogljivost.

Z uporabo iW780, krmilnika na sekundarni strani, je mogoče izvajati protokol USB-C PD 3.1 EPR, zaradi česar je univerzalno primeren tako za enojne kot večportne AC-DC adapterje, kot je

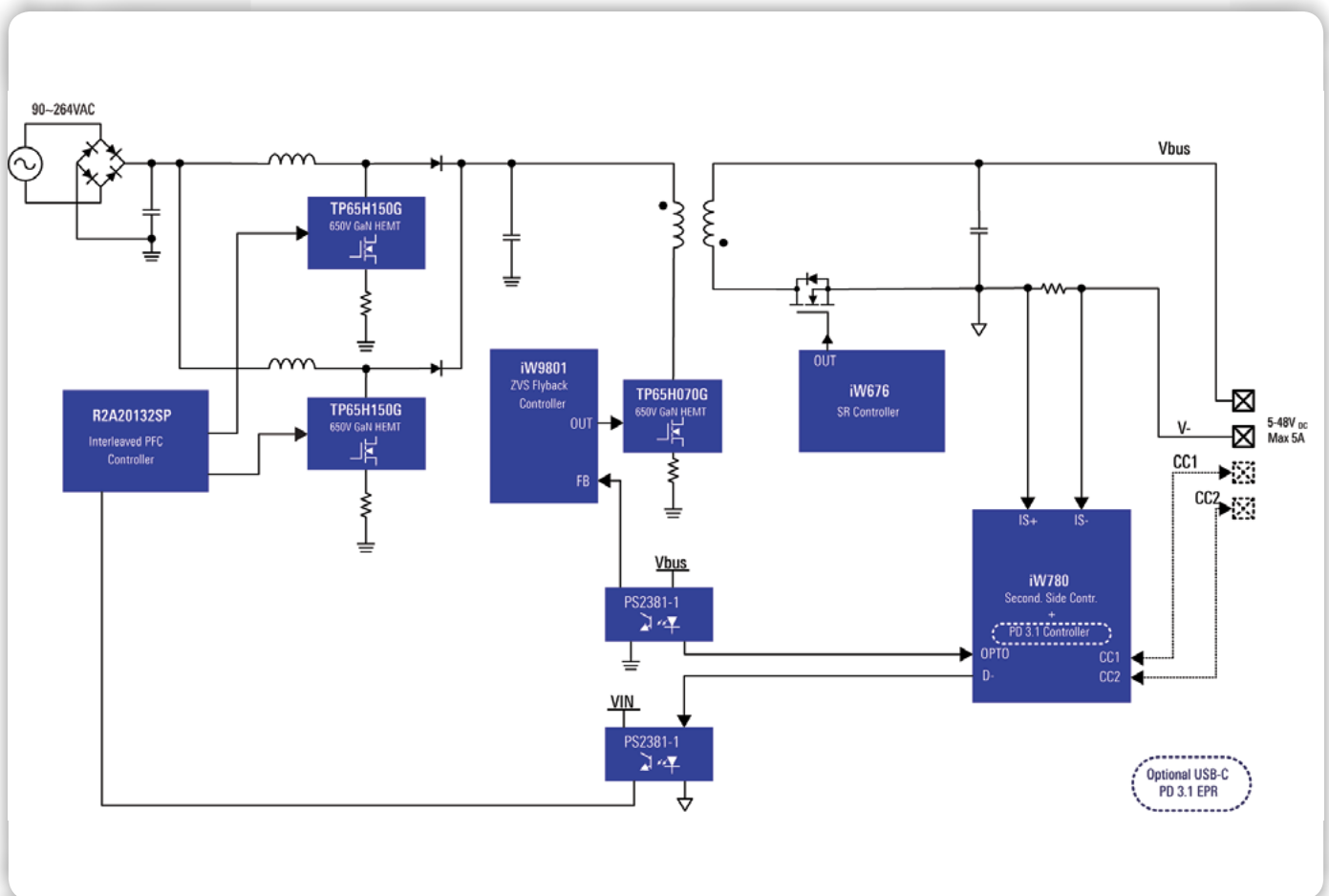
prikazano na sliki 4. Te certificirane rešitve je mogoče preprosto vključiti v zasnove e-skuterjev in e-koles ter proizvajalcem zagotoviti zanesljive in učinkovite rešitve za polnjenje, ki so skladne z najnovejšimi specifikacijami USB-C in evropskimi standardi za enoten priključek.

UI/zaslon in krmilna vezja

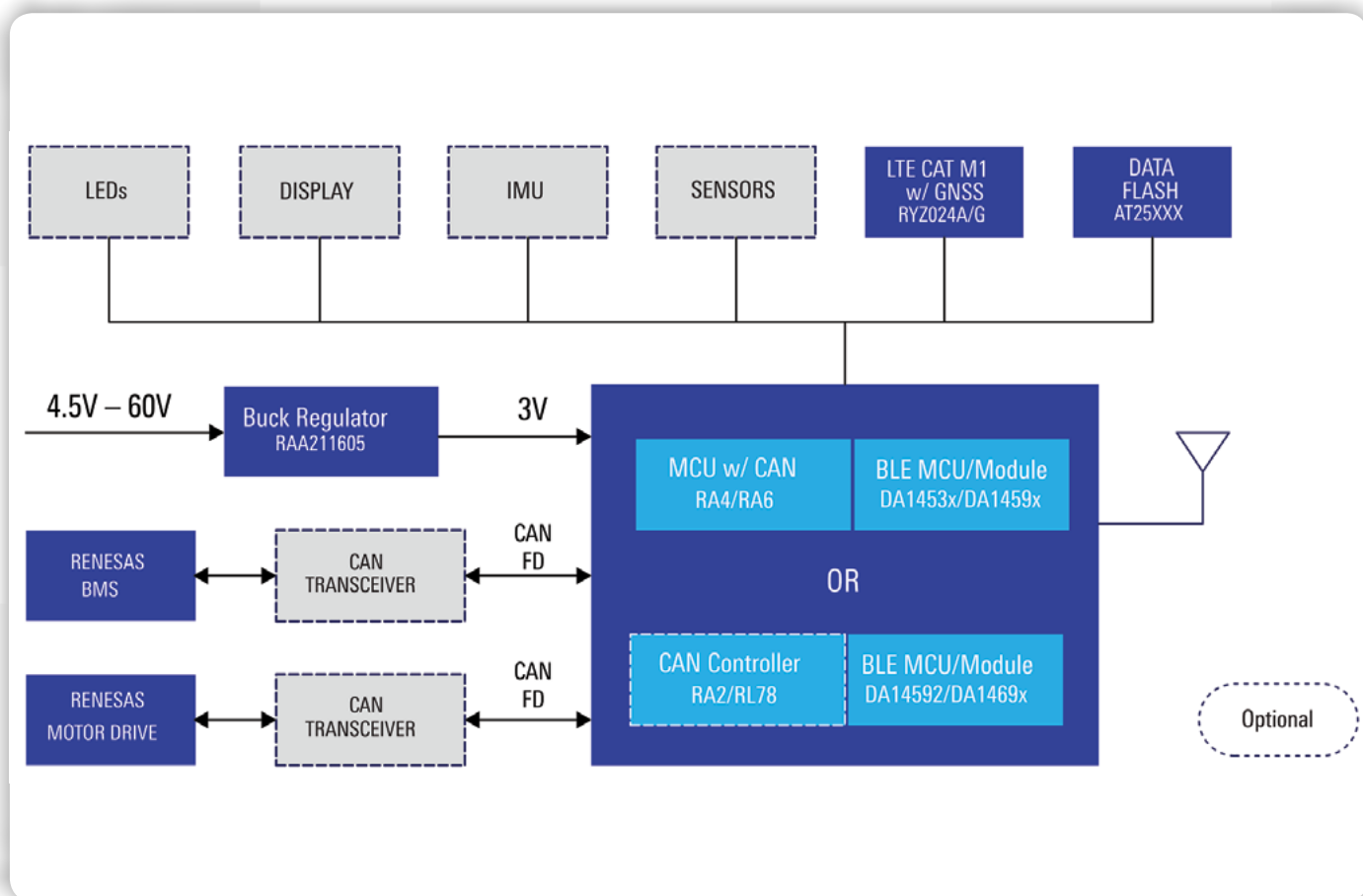
Zaslon e-kolesa/skuterja ima več funkcij, kot so prikaz stanja napoljenosti, hitrosti v realnem času, prevožene razdalje, aktivacije in protokolov proti kraji. Bluetooth IC z vgrajenim procesorjem ima ustrezno procesorsko moč in komunikacijske zmogljivosti za integracijo teh funkcij v stroškovno učinkovito in kompaktno rešitev. Primer je prikazan na sliki 5.

Krmiljenje zaslona

Vgrajeni procesor je odgovoren za krmiljenje zaslona skuterja, običajno LCD zaslona, ki je nameščen na krmilu. Ta zaslon vozniku v realnem času zagotavlja bistvene informacije, kot so hitrost, raven napoljenosti baterije in nastavitve načina, ki jih prejema od različnih senzorjev ali sistemov, kot so krmilniki motorja, sistemi za upravljanje baterije, senzorji položaja, merilniki pospeška itd. Za poenostavitev celotne integracije lahko BLE z vgrajenim MCU obdeluje podatke in poganja zaslon v realnem času ter uporabniku zagotavlja ustrezne informacije. Prav tako se lahko poveže z uporabnikovim mobilnim telefonom za aktivacijo in zbiranje podatkov v aplikaciji.



Slika 4: Blok shema rešitve AC-DC in USB-C za povezavo med polnilnikom in baterijo



Slika 5: Blok shema uporabniškega vmesnika/zaslona/povezovalnih vezij

Zagotavljanje aktivacije

Aktivacijski protokoli so bistveni za zagotovitev, da lahko e-skuter ali e-kolo upravljajo le pooblašчени uporabniki. Uporabniki običajno aktivirajo napravo prek mobilne aplikacije, integrirani NFC in BLE čipi pa zagotavljajo varen dostop in podporo za mobilni izklop. Ta kombinacija NFC in BLE lahko omogoča avtentikacijo z dvojnimi faktorjem, kar povečuje varnost. Povezovalni čip prejme zahtevo za odklepanje in jo posreduje procesorju, ki sproži postopek avtentikacije, ki vključuje preverjanje PIN kode, gesla ali edinstvenega digitalnega ključa, shranjenega v mobilni aplikaciji. Po preverjanju pristnosti procesor pošlje signale za odklepanje elektronskih sistemov skuterja, kar omogoči vklop motorja in delovanje skuterja ter tako prepreči nepooblaščeno uporabo.

V primeru kraje lahko uporabniki prek mobilne aplikacije na daljavo onemogočijo skuter in ga tako onesposobijo. Ugnezdana programska oprema procesorja vključuje mehanizme varnega zagona, ki preprečujejo nepooblaščene posege, in omogoča OTA (Over-the-Air) posodobitve, kar zagotavlja vzdrževanje in varnostne izboljšave. Te funkcije skupaj povečujejo varnost skuterja in uporabnikom zagotavljajo varnost.

Renesas ponuja celovit pristop k reševanju izzivov, s katerimi se srečujemo pri načrtovanju e-koles/skuterjev. Z vodilnimi sistemskimi čipi (SoC) in moduli za Wi-Fi, Bluetooth in NFC Renesas zagotavlja robustno in zanesljivo delovanje, ki je ključno za nemoteno komunikacijo med povezanimi napravami.

Polprevodniki s širokim valenčnim pasom

Napredek na področju močnih polprevodniških materialov, zlasti silicijevega karbida (SiC) in galijevega nitrida (GaN), je znatno izboljšal zmogljivost sistemov za električno napajanje, vključno z e-kolesi/skuterji. Ti materiali imajo več prednosti v primerjavi s tradicionalnimi polprevodniki na osnovi silicija. Naprave SiC in GaN imajo manjšo vklopno upornost in hitrejšo stikalno zmogljivost, kar zmanjšuje izgube energije med delovanjem. Posledica tega je večja splošna učinkovitost, manjše in lažje rešitve, kar podaljša življenjsko dobo baterij in doseg električnih vozil.

Zaključek

Kot smo videli, e-kolesa in e-skuterji poleg številnih drugih sestavnih delov, ki morajo brezhibno sodelovati v več podsistemih, uporabljajo tudi različne napajalne naprave. Samoumevno je, da sta ključnega pomena tudi varnost in zanesljivost. Idealni partner za načrtovanje bo ponujal celovito strokovno znanje in izkušnje na področju upravljanja napajanja, ugnezdene obdelave, rešitev za povezljivost, analognih vezij in integracije senzorjev, skupaj z zgodovino kakovostnih komponent in poglobljenimi zmogljivostmi tehnične podpore.

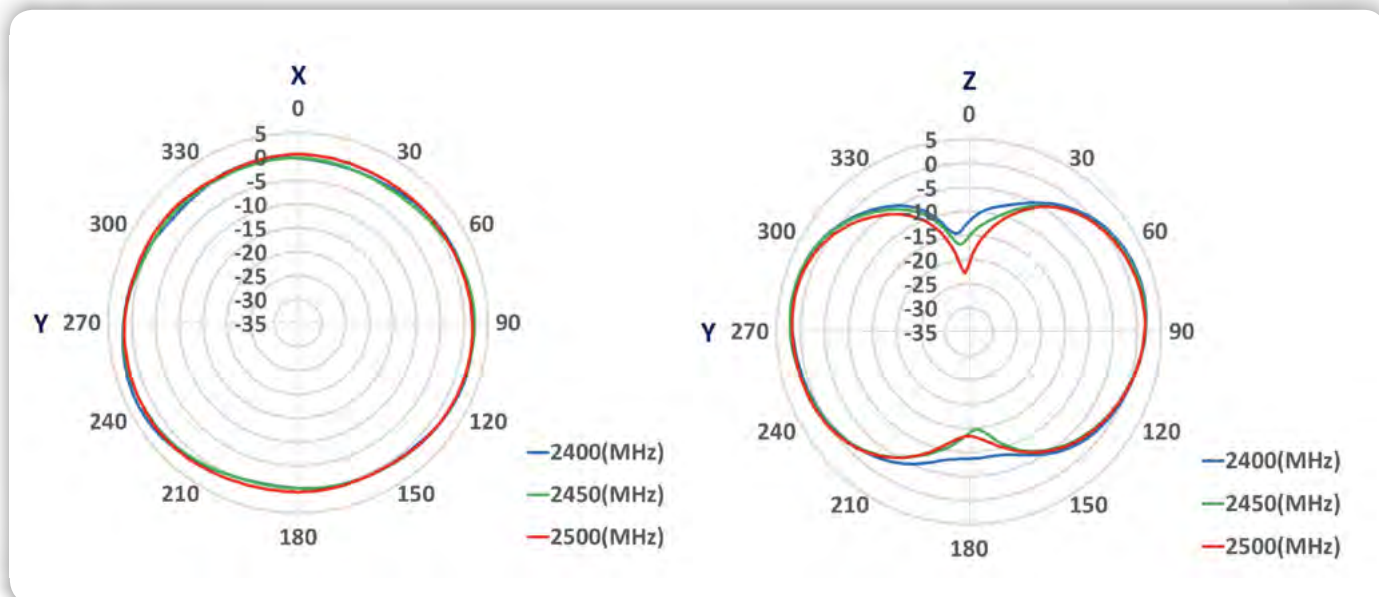
<https://www.renesas.com>



Kako izbrati in uporabiti antene za IoT naprave

DigiKey
Avtor: Rolf Horn

Širjenje naprav interneta stvari (IoT) še naprej pospešuje in navdihuje razvoj inovativnih končnih izdelkov.



Slika 1: Vzorci sevanja grafično predstavljajo, kako antena seva ali sprejema radijske signale v 3D prostoru. Podatkovni listi običajno prikazujejo največji obseg v ravninah XY in YZ, ko je antena nameščena, kot je predvideno. (Vir slike: Amphenol)

Vendar pa se morajo razvijalci zavedati, da ne glede na to, koliko ustvarjalnosti in truda je vložena v strojno in programsko opremo, ima antena ključno vlogo. Če antena ne deluje pravilno, je delovanje izdelka resno ogroženo.

Kot vmesnik med napravo in brezžičnim omrežjem je antena ključni del procesa načrtovanja IoT naprav. Antena pretvori električno energijo v elektromagnetno radiofrekvenčno (RF) valovanje iz oddajnika in pretvori dohodni RF signal v električne signale v sprejemniku. Razvijalci lahko optimizirajo delovanje aplikacije tako, da izberejo anteno, ki ustreza ključnim inženirskim parametrom. Vendar pa lahko številne razpoložljive možnosti in premisleki vodijo do zapoznelih in dragih ciklov načrtovanja.

Ta članek povzema vlogo antene v brezžični IoT napravi in na kratko opisuje pomembne kriterije načrtovanja, ki vplivajo na njeno izbiro. Članek nato uporablja primere anten podjetja Amphenol za ponazoritev ustreznih izbir za BluetoothLowEnergy (LE) senzor ali Wi-Fi, sledilnik IoT sredstev z zmožnostjo določanja položaja z GNSS satelitom, Wi-Fi (AP) dostopno točko in LoRaIoT napravo.

Razlaga podatkovnega lista

Končna zmogljivost antene je odvisna od inženirskih odločitev, kot sta položaj namestitve in zasnova omrežij za prilagajanje

impedance. Dobra izvedba zahteva skrben pregled podatkovnega lista antene. Ključni parametri vključujejo:

- **Vzorec sevanja:** Ta grafično definira, kako antena seva (ali sprejema) radijske signale v 3D prostoru (Slika 1).
- **Največji prenos moči:** Dober prenos moči med anteno in sprejemnikom se pojavi, ko je impedanca prenosnega voda (Z_0) usklajena z impedanco antene (Z_a). Slabo ujemanje impedance poveča povratno izgubo (RL). Razmerje napolnjenega stojnega vala ($VSWR$) označuje ujemanje impedance med prenosnim vodom in anteno (Tabela 1). Visoke vrednosti $VSWR$ povzročajo velike izgube moči. $VSWR$ z vrednostjo pod 2 je na splošno sprejemljivo za IoT izdelek.
- **Frekvenčni odziv:** Povratna izguba (RL) je odvisna od radijske frekvence. Načrtovalci bi morali preveriti podatkovni list za frekvenčni odziv antene, da bi zagotovili, da je RL minimaliziran pri predvideni delovni frekvenci (Slika 2).
- **Usmerjenost:** Meri usmerjenost sevanja antene. Največja usmerjenost je definirana kot D_{max} .
- **Učinkovitost (η):** Razmerje med skupno sevano močjo (TRP ali $Prad$) in vhodno močjo (Pin) se izračuna po formuli $\eta = (Prad/Pin) * 100 \%$.
- **Dobitek:** Opisuje, koliko moči se prenese v smeri največjega sevanja. Običajno se nanaša na izotropno anteno z oznako dBi . Izračuna se iz formule $Gain_{max} = \eta * D_{max}$.

Povečanje zmogljivosti

Antena s slabo zmogljivostjo omejuje, koliko električne energije se pretvori v sevano energijo na oddajniku in koliko energije se sprejme iz dohodnih RF signalov na sprejemniku. Slaba zmogljivost na obeh koncih zmanjša doseg brezžične povezave. Glavni dejavnik, ki vpliva na zmogljivost antene, je impedanca. Znatno neskladje med impedanco antene (ki je povezana z napetostjo in tokom na njenem vhodu) in impedanco vira napetosti, ki napaja anteno, povzroči slab prenos energije.

Dobro zasnovano vezje za usklajevanje impedance zmanjša VSWR in posledične izgube moči s prilagoditvijo impedance virov energije oddajnika z impedanco antene. Impedanca je običajno 50 Ohmov (Ω) za IoT izdelek z nizko porabo energije.

Položaj antene močno vpliva tudi na oddajno moč in občutljivost sprejemnika končnega izdelka. Za notranjo anteno smernice za načrtovanje priporočajo namestitve na vrhu IoT naprave na robu plošče s tiskanim vezjem (PCB) in čim dlje od drugih komponent, ki bi lahko med delovanjem povzročale elektromagnetne motnje (EMI). Komponente za prilagoditev impedance so izjema, saj morajo biti blizu antene. Spajkalni otopki in sledi na plošči s tiskanim vezjem, ki povezujejo anteno s preostalim vezjem, bi morali biti edini bakreni vodniki v določenem varnem območju (Slika 3).

(Za več podrobnosti o smernicah za načrtovanje anten glejte »Kako uporabljati večpasovne vgrajene antene za prihranek prostora, zapletenosti in stroškov v IoTnačrtih.«)

Vrste anten

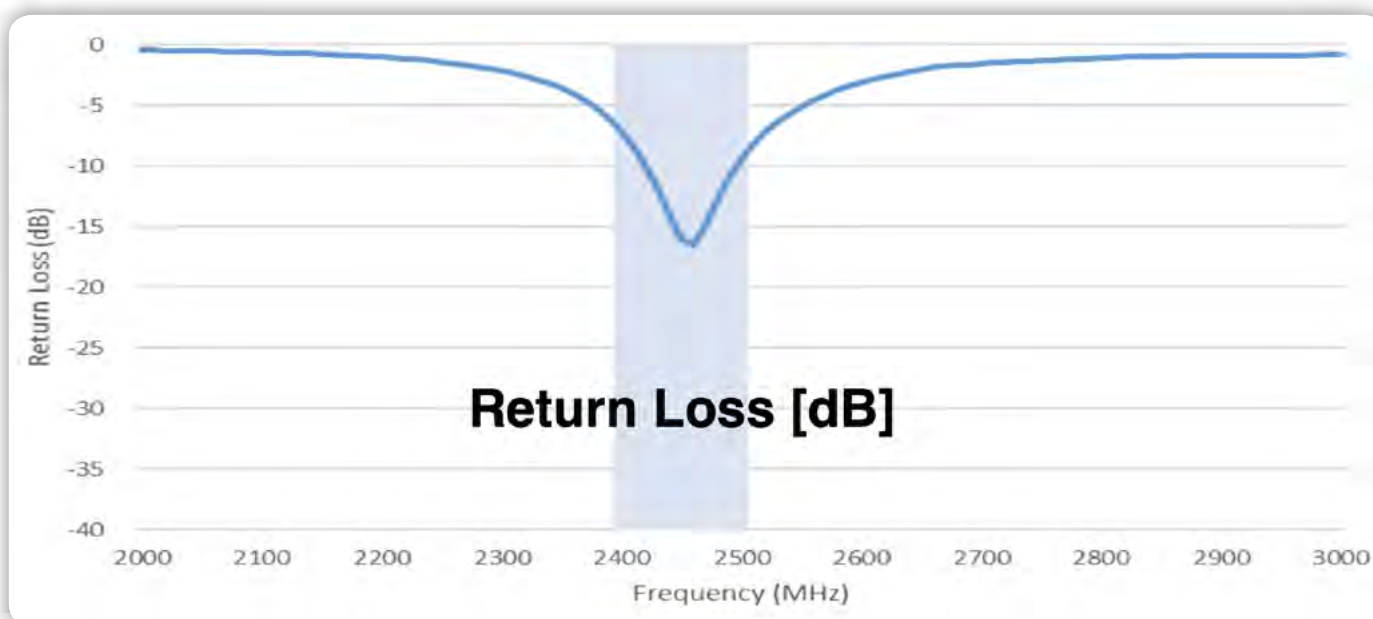
Določanje antene je kritičen del procesa načrtovanja IoT naprave. Antena mora biti prilagojena za RF-pas ciljnega brezžičnega vmesnika, na primer NB-IoT za več pasov med 450 megaherci (MHz) in 2200 MHz, LoRa za 902 do 928 MHz v Severni Ameriki, Wi-Fi za 2,4 gigaherca (GHz) in 5 GHz ter Bluetooth LE za 2,4 GHz.

VSWR	Return Loss (dB)	% Power/ Voltage Loss
1	-	-
1.25	-19.1	1.2/11.1
2	-9.5	11.1/33.3
2.5	-7.4	18.2/42.9
3.5	-5.1	30.9/55.5
5	-3.5	44.7/66.6
10	-1.7	67.6/81.8
20	-0.87	81.9/90.5

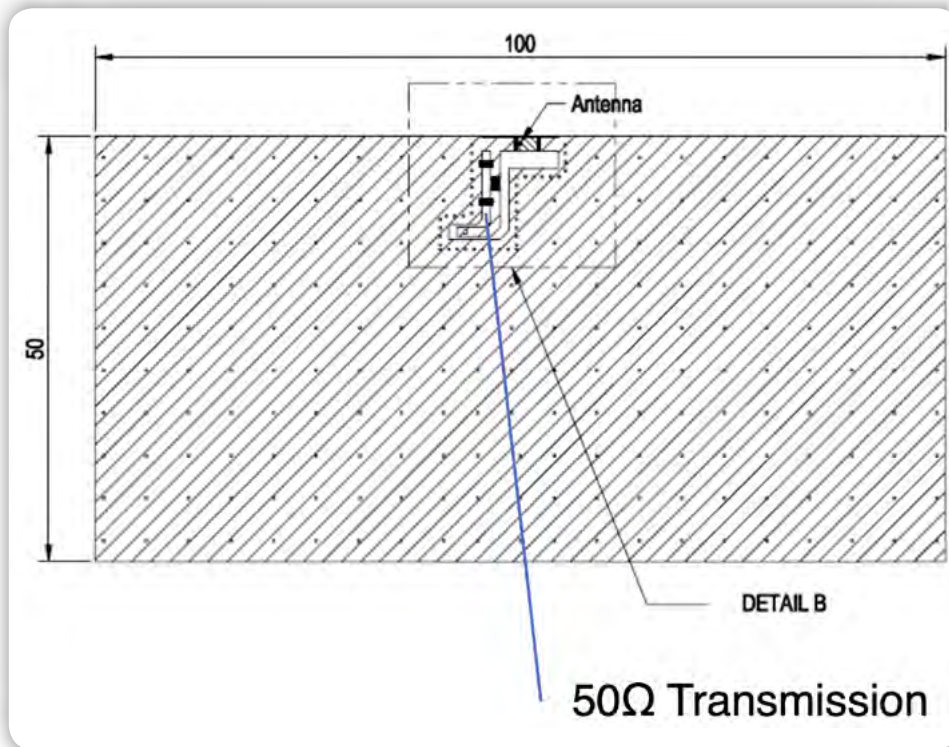
Tabela 1: VSWR označuje ujemanje impedance med prenosnim vodom in anteno. VSWR pod 2 je na splošno sprejemljiv za IoT izdelek. (Vir tabele: Steven Keeping)

Antene uporabljajo različne električne koncepte. Primeri so monopolna, dipolna, zankasta, obrnjena F-antena (IFA) in planarna obrnjena F-antena (PIFA). Vsak koncept ustreza določeni uporabi.

Obstajajo tudi enostranske in diferencialne antene. Enostranski tip je nesimetričen, medtem ko so diferencialne antene simetrične. Nesimetrične antene sprejemajo ali oddajajo signal glede na ozemljitev, značilna vhodna impedanca pa je običajno 50 Ω . Ker pa ima veliko RF IC-jev diferencialna RF vrata,



Slika 2: VSWR in RL sta odvisna od frekvence. RL je treba čim bolj zmanjšati pri predvideni delovni frekvenci. (Vir slike: Amphenol)



Slika 3: Anteno, nameščeno na ploščo s tiskanim vezjem, je treba namestiti blizu roba plošče s tiskanim vezjem. Anteno je treba tudi postaviti stran od drugih komponent (razen tistih, ki se uporabljajo za impedančno prilagodilno vezje), tako da vključite prosti prostor. (Vir slike: Amphenol)

je pogosto potrebno transformatorsko vezje, če se uporablja nesimetrična antena. To balunsko vezje pretvori signal iz simetričnega v nesimetričnega.

Simetrična antena oddaja z uporabo dveh komplementarnih

oblikovati. Druga možnost je, da anteno za ploščo s tiskanim vezjem nabavite pri komercialnem prodajalcu. Nato jo lahko pritrdite na ploščo z lepilno podlago.

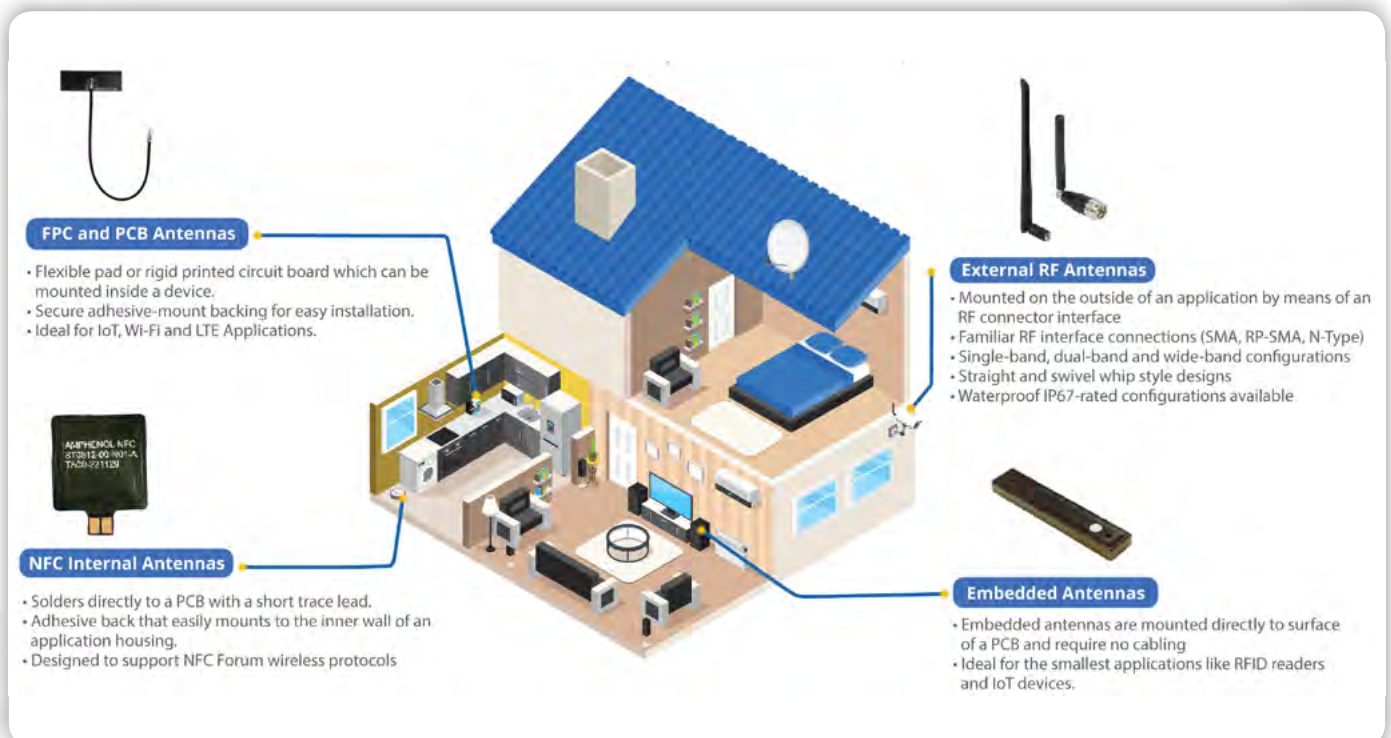
Primer antene izvedene z linijo na plošči s tiskanim vezjem

signalov, vsak je v svojem vodniku. Ker je antena simetrična, balun ni potreben, če se antena uporablja z RF IC z diferencialnimi RF-vrati.

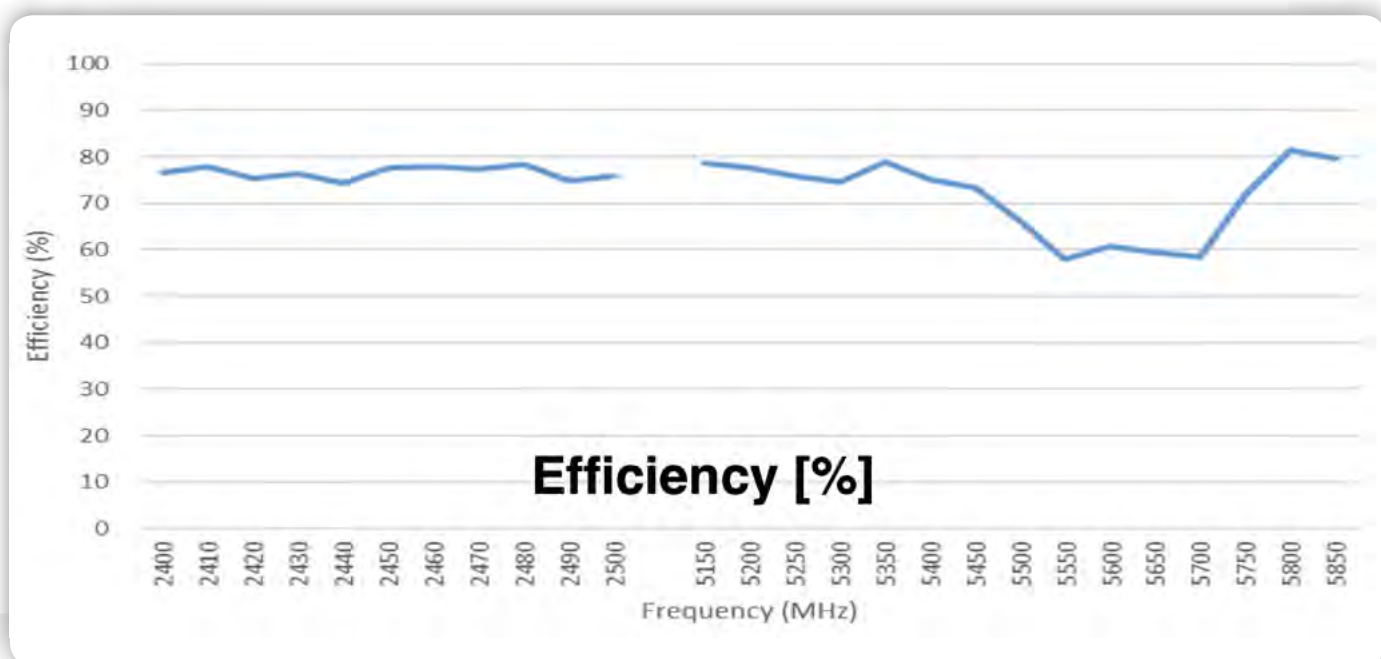
Nazadnje, antene so na voljo v različnih oblikah, kot so plošča s tiskanim vezjem, čip ali ploska oblika, zunanji bič in žica. Slika 4 prikazuje nekaj vzorčnih aplikacij.

Prilagoditev antene z uporabo

Uporaba in oblika izdelka določata končno izbiro antene. Na primer, če je IoT izdelek prostorsko omejen, se lahko antena za ploščo s tiskanim vezjem vgradi neposredno na ploščo s tiskanim vezjem. Te antene so odlična izbira za aplikacije 2,4 GHz, kot so Bluetooth LE ali Wi-Fi senzorji v napravah pametnega doma, vključno z razsvetljavo, termostati in varnostnimi sistemi. Ponujajo zanesljivo RF zmogljivost v nizkoprofilni arhitekturi. Vendar je antene na plošči s tiskanim vezjem težko



Slika 4: Na voljo so različne antene, ki ustrezajo različnim vrstam uporabe IoT. (Vir slike: Amphenol)



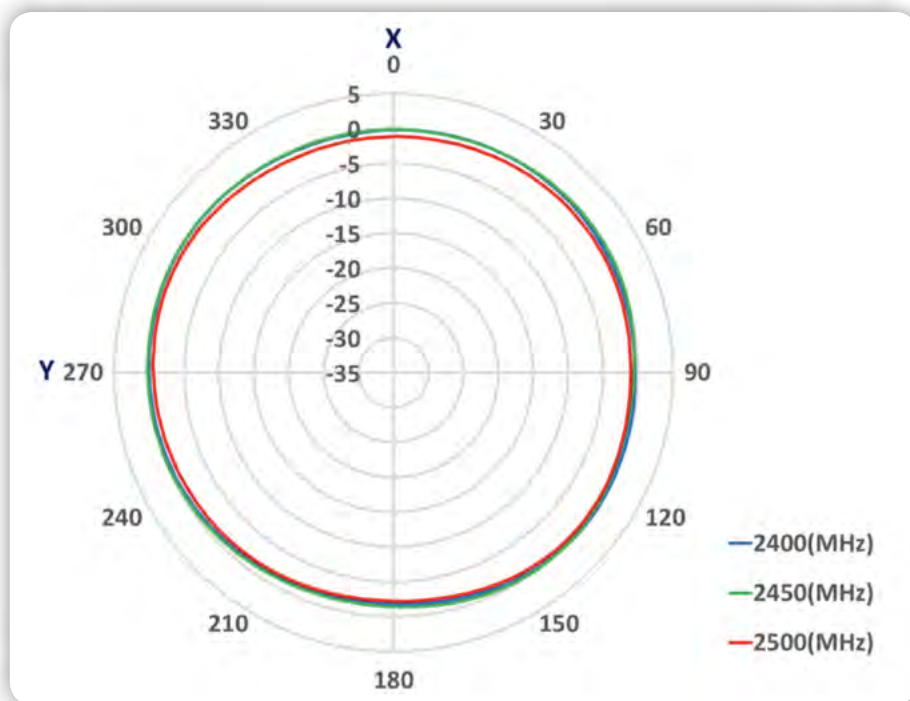
Slika 5: Antena kot sled na plošči s tiskanim vezjem Wi-Fi ST0224-10-401-A je učinkovita v pasovih 2,4 in 5 GHz. (Vir slike: Amphenol)

je RF antena AmphenolST0224-10-401-AWi-Fi. Antena ponuja vsesmerni vzorec sevanja v pasovih od 2,4 do 2,5 GHz in od 5,15 do 5,85 GHz. Antena meri 30 x 10 x 0,2 milimetra (mm) in ima impedanco 50 Ω. Njen RL je manjši od -10 decibelov (dB) za obe frekvenčni območji, njen največji dobitek pa je 2,1 dB glede na izotropnost (dBi) v pasu 2,4 GHz in 3,1 dBi v pasu 5 GHz. Njena učinkovitost je 77 oziroma 71 % (Slika 5).

Druga možnost za prostorsko omejene IoT izdelke je antena na čipu. Avtomatizirana oprema lahko to kompaktno komponento neposredno namesti na ploščo s tiskanim vezjem. Antena

ustreza brezžičnim IoT aplikacijam, ki temeljijo na Bluetooth LE ali Wi-Fi. Ključne prednosti antene na čipu so prihranek prostora, nižji proizvodni stroški in poenostavljen proces načrtovanja.

Kot je opisano zgoraj, na delovanje antene na čipu vplivajo dejavniki, kot so postavitev plošče s tiskanim vezjem in okoliške komponente, vendar je napredek v tehnologiji anten privedel do zelo učinkovitih naprav. Antene na čipu ustrezajo različnim aplikacijam, od pametnih telefonov in tablic do sistemov pametnega doma in industrijskih senzorjev.



Slika 6: Antena s čipom ST0147-00-011-A za površinsko montažo je kompaktna in ima vsesmerni vzorec sevanja v ravnini XY. (Vir slike: Amphenol)

Primer je ST0147-00-011-A podjetja Amphenol, 2,4-GHz antena na čipu za površinsko montažo na ploščo s tiskanim vezjem. Antena nudi vsesmerni vzorec sevanja v frekvenčnem pasu od 2,4 do 2,5 GHz (Slika 6). Antena meri 3,05 x 1,6 x 0,55 mm in ima impedanco 50 Ω. Njen RL je manjši od -7 dB, njen največji dobitek je 3,7 dBi, njena povprečna učinkovitost pa 80 %.

Tako kot antene izvedene z linijo na plošči s tiskanim vezjem so tudi ploske antene kompaktne in jih je mogoče neposredno pritrditi na tiskano vezje. Tipična uporaba je antena za sledilnik sredstev ali druge naprave z zmogljivostjo globalnega satelitskega navigacijskega sistema (GNSS). Ploske GNSS antene sestavljajo ploski element na dielektričnem substratu. Visoka učinkovitost zagotavlja, da antena zajame šibke GNSS signale iz večjega števila satelitov.

Primer je pasivna ploska antena GNSS ST0543-00-N04-U podjetja Amphenol za

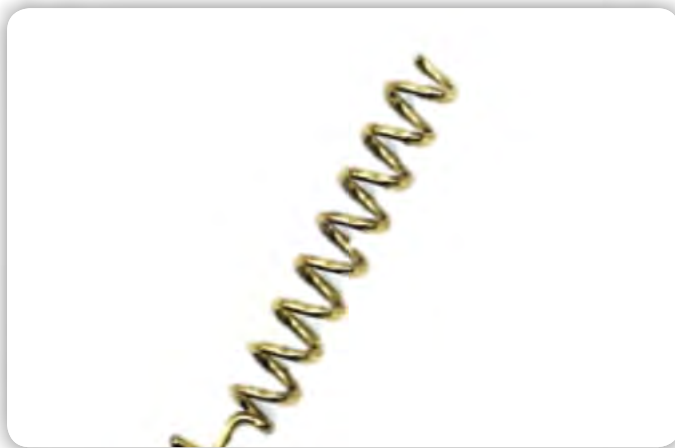
delovanje v frekvenčnih pasovih 1,575 in 1,602 GHz. Antena meri 18 x 18 x 4 mm in ima impedanco 50 Ω. Njen RL je manjši od -10 dB za obe frekvenčni območji, njen največji dobitek pa je -0,5 dBi v pasu 1,575 GHz in 1,0 dBi v pasu 1,602 GHz. Njena učinkovitost je 80 oziroma 82 %.

Zunanje antene v obliki biča, kot je antena na dostopni Wi-Fi točki, so nameščene zunaj IoT naprav za optimizacijo radijskega delovanja. Zunanja antena v obliki biča razširi domet signala, izboljša kakovost signala in premaga ovire ali motnje. Uporabne so v okoljih s šibkimi ali oviranimi signali, kot so tisti, ki jih oslabijo stene, stropi in pohištvo v domu. Na voljo so ravne in vrtljive zasnove, vsaka s standardnimi priključki za RF-vmesnika, kot so tip SMA, RP-SMA in N.

Primer je paličasta antena SMA RF ST0226-30-002-A podjetja Amphenol za 2,4 in 5 GHz. Antena je dobra rešitev za Wi-Fi dostopne točke in sprejemnike (STB). Ponuja vsesmerni vzorec sevanja v frekvenčnih pasovih od 2,4 do 2,5 GHz in od 5,15 do 5,85 GHz. Antena meri v premeru 88 x 7,9 mm in ima impedanco 50 Ω. Njen RL je manjši od -10 dB za obe frekvenčni območji, njen najvišji dobitek pa je 3,0 dBi v pasu 2,4 GHz in 3,4 dBi v pasu 5 GHz. Njena učinkovitost je 86 oziroma 75 %. Antena je na voljo s SMA ali RP-SMA konektorjem (Slika 7).



Slika 7: Zunanja antena v obliki biča ST0226-30-002-A za Wi-Fi dostopne točke je na voljo s SMA ali RP-SMA konektorjem. (Vir slike: Amphenol)



Slika 8: Vijačna žična antena ST0686-10-N01-U je dobra izbira za LoRaIoT aplikacije. (Vir slike: Amphenol)

Vijačne žične antene so poceni in preprosta možnost za aplikacije pod GHz, kot so LoRaIoT naprave, ki delujejo v frekvenčnem pasu 868 MHz. Antene so običajno spajkane neposredno na ploščo s tiskanim vezjem in nudijo dobro delovanje. Nekatere slabosti so velikost, zlasti pri delovanju pri nizkih frekvencah, in relativno nizka učinkovitost v primerjavi z nekaterimi alternativnimi antenami.

Primer je antena 862 MHz RF ST0686-10-N01-U podjetja Amphenol (Slika 8). Ta vijačna žična antena deluje v frekvenčnem pasu od 862 do 874 MHz in ima impedanco 50 Ω. Antena je v THT verziji z največjo višino 38,8 mm. Ima RL manj kot -9,5 dB, največji dobitek 2,5 dBi in povprečno učinkovitost 58 %.

Zaključek

Radijska zmogljivost brezžične IoT naprave je odvisna od izbire antene, zato morajo razvijalci skrbno izbirati med široko paleto modelov anten dobaviteljev, kot je Amphenol, da se najbolje ujemajo z aplikacijo. Podatkovni listi so ključni pri izbiri, vendar upoštevanje uveljavljenih smernic za načrtovanje zagotavlja najboljšo brezžično zmogljivost.

<https://www.digikey.com>



ESP8266
in
ESP32
V PRUKSI

Nova knjiga za PROGRAMERJE

KUPI ZDAJ!

Testiranje brezžične zmogljivosti ključ do rasti razširjene resničnosti (XR) v industriji

Anritsu Corporation

Avtor: dr. Tomohide Yamazaki, pomočnik direktorja, Anritsu Corporation

Razširjena resničnost (Extended Reality, XR) - skupni izraz za različne tehnologije, ki vključujejo obogateno resničnost (Augmented Reality, AR), navidezno resničnost (Virtual Reality, VR) in mešano resničnost (Mixed Reality, MR) - se je iz sveta iger razširila na industrijske in poslovne aplikacije.

V industriji in podjetjih se XR lahko uporablja za usposabljanje, učenje, simulacijo, spremljanje na daljavo, vzdrževanje, servisiranje in drugo.

Do leta 2028 se pričakuje 20- do 30-odstotna letna rast XR. Global Information, Inc. na primer v svojem poročilu Extended Reality Global Market Report 2023 predvideva, da bo trg XR dosegel 29,1-odstotno letno stopnjo rasti in bo leta 2027 vreden 123,77 milijarde USD.

AR prekriva videoposnetke resničnega sveta z računalniško ustvarjenimi slikami in videoposnetki. AR običajno uporablja pametna očala ali pametne telefone in ne omogoča manipuliranja s prekrito vsebino, ki je v večini primerov statična. Tipična uporaba AR je v vzdrževanju objektov in opreme. Tu AR operaterju omogoča, da si prek pametnih očal ogleda priročnik, pri tem pa še vedno lahko dela z obema rokama in ne odvrne pogleda od opreme. Tudi head-up displej (HUD), ki se uporablja v avtomobilski industriji, se šteje za vrsto AR naprave.




VR uporabnika potopi v računalniško ustvarjen virtualni prostor, za kar so potrebna VR očala, ki pogosto onemogočajo sočasni

pogled v realni svet. Uporabniki lahko v tem virtualnem prostoru rokujejo z liki in predmeti. Primer uporabe te tehnologije je informacijsko modeliranje stavb (BIM), ki uporablja 3D modele v vseh fazah gradnje za načrtovanje, geodezijo, projektiranje, gradnjo, upravljanje in vzdrževanje.

MR združuje realni svet z virtualnimi predmeti, kot so meniji in simboli. Gre za uporabniško interaktivno tehnologijo, ki zahteva uporabo namenskih MR očal, ki podpirajo prepoznavanje gest, kot je virtualni dotik, na meniju, prikazanem v zraku. 3D grafika, ki jo ustvari MR, je idealna za zagotavljanje navodil operaterjem na proizvodni liniji ali omogočanje sodelovanja med člani projekta, ki si morajo izmenjati informacije o obliki in dizajnu izdelka.

Za spodbujanje usposabljanja in delovne učinkovitosti se vse bolj uveljavlja uporaba MR v postopkih proizvodnje, vzdrževanja in popravil, saj lahko zagotavlja 3D-predstavitve sestavnih delov in delovnih postopkov. Uporablja se lahko tudi za vključitev znanja in izkušenj izurjenih delavcev v sistem.

Slika 1 povzema ključne vidike teh tehnologij.

	AR	VR	MR
Predvidena raba:			
Pregled in lastnosti:	Ta tehnologija prekriva videoposnetke resničnega sveta z računalniško ustvarjenimi slikami in videoposnetki. Pri tem ni potrebno manipulirati s slikami in videoposnetki	Ta tehnologija projicira računalniško ustvarjene žive slike in uporabniku omogoča, da se vanje potopi	Ta tehnologija združuje realno okolje z virtualnimi predmeti, kar omogoča interakcije v realnem času
Uporabljene naprave:	Pametna očala, pametni telefoni, head-up zasloni	Očala za navidezno resničnost, naglavni zaslon za navidezno resničnost (HMD), vsesmerni zasloni	MR očala
Uporaba:	Podatkovna navigacija, usposabljanje, podpora pri vzdrževanju naprav in sistemov itd.	VR igre, metaverse, ogled video posnetkov, simulatorji, sprehodi po stavbah, upravljanje na daljavo (teleksistenca) itd.	Izobraževanje, navodila za delo, interaktivna podpora pri vzdrževanju, sodelovanje itd.
Izzivi:	Povezava z markerji in podatki na zemljevidu	Obolenje zaradi navidezne resničnosti	Veliko število ur, potrebnih za ustvarjanje vsebine

Slika 1: Glavne lastnosti AR, VR in MR.

Tehnični izzivi pri XR

XR naprave se morajo odzivati na dejanja in vnose uporabnikov v realnem času, vključno s 3D video vsebinami, kar pomeni stroge zahteve glede zakasnitve. Ena od metod za odpravljanje zakasnitev vključuje pošiljanje nekompresiranih video podatkov iz gostiteljskega sistema in nato prikaz tega videa v takšni obliki na XR napravi. To pa pomeni, da je izboljšanje podatkovne prepustnosti fizične plasti brezžične komunikacije ključni izziv, ki ga je treba premagati, če naj XR naprave prenašajo in sprejemajo velike količine nekompresiranih podatkov, kot so video in 3D grafične vsebine.

Standard Wi-Fi 5 ali IEEE 802.11ac na primer določa največjo podatkovno prepustnost 6,9 Gb/s, kar je komaj kaj več od zahtev za 6 Gb/s za stereoskopsko XR snemanje z uporabo nekompresiranih podatkov. Novejši standardi, kot je Wi-Fi 6/6E (11ax), pa določajo največjo podatkovno prepustnost 9,6 Gb/s. Poleg tega Wi-Fi 7 (11be) ponuja teoretično največjo prepustnost 46 Gb/s. Vendar so dejanske hitrosti prenosa podatkov običajno veliko nižje od teoretične največje možne prepustnosti.

Naslednji izziv je soobstoj brezžičnih komunikacijskih tehnologij in integracije z visoko gostoto v XR napravah.

XR naprave imajo več brezžičnih komunikacijskih vmesnikov, vključno z LAN in Bluetooth® brezžičnima omrežjema, za prenos 3D grafike in podatkov senzorjev gibanja. Poleg tega se za uporabo v XR napravah razmišlja tudi 5G NR z eMBB, mMTC in URLLC tehnologije. 5G NR tehnologija bo bistvenega pomena

za prihodnje XR naprave. Če naj bi te številne brezžične komunikacijske tehnologije sobivale v eni sami napravi, pa se razvijalci XR naprav soočajo z izzivom, kako obravnavati šum in radijske motnje, ki jih med uporabo povzročata vsaka od teh tehnologij.

XR naprave zahtevajo visoko gostoto integracije večjega števila brezžičnih komunikacijskih modulov na omejenem prostoru. Poleg tega so viri šuma, kot so napajalniki, obdelava signalov, ventilatorji in motorji, nameščeni v majhnem ohišju blizu komunikacijskega modula. Nastali šum lahko poveča stopnjo napak pri komunikaciji, kar povzroči zmanjšanje hitrosti komunikacije in izgubo podatkov.

Upoštevati je treba tudi druge predpise o uporabi radijskih postaj, specifične za posamezne države in regije, ter skladnost z vsemi ustreznimi standardi, kot sta 3GPP in IEEE.

Zagotavljanje zmogljivosti brezžične komunikacije

Spodaj našteto testiranje brezžične zmogljivosti bo ključnega pomena za razvijalce, ki se spopadajo z zgoraj opisanimi tehničnimi izzivi brezžične komunikacije.

- *Nivo brezžičnega signala*
- *Kakovost signala, kot sta sprejemna občutljivost in natančnost modulacije.*
- *Stabilnost*



Slika 2: Uporaba MR za učinkovitejše delovanje in usposabljanje v obratu. Razlika od AR je v tem, da MR prepozna virtualne operacije na dotik na meniju ali armaturni plošči, ki je prikazana v zraku. Predmeti, kot so sestavni deli in naprave, so predstavljeni kot 3D-modeli, s katerimi lahko uporabnik komunicira tako, da jih vrti, premika in podobno.

Testni komplet za brezžično povezljivost podjetja Anritsu lahko na primer je namenjen preverjanju RF karakteristike TRx, kot so jakost Tx, sprejemna občutljivost (PER) in natančnost modulacije (EVM) za IEEE 802.11a/b/g/n/ac/ax/be (pasovi 2,4, 5 in 6 GHz) naprave. MT8862A podpira omrežni in direktni način.

Omrežni način, ki je prepoznavna lastnost MT8862A, se lahko uporablja za preskušanje kazalnikov brezžične zmogljivosti z neposredno simulacijo dejanske omrežne povezave in dokončanjem brezžične povezave med DUT in MT8862A, ki deluje kot dostopna točka (AP) ali postaja (STA). Omrežni način zagotavlja testno okolje, ki je preprosto za uporabo in ne zahteva nadzora nad DUT ter je tako idealen za razvoj izdelkov, potrjevanje zasnove in preverjanje končnih izdelkov. Po drugi strani pa je neposredni način idealen za izdelavo prototipov in razvoj izdelkov, saj MT8862A podpira hitre meritve, saj je DUT nadzorovan neposredno iz zunanega računalnika, in je optimiziran za množično proizvodnjo.

Bluetooth tehnologija se pogosto uporablja za komunikacijo med XR napravami in krmilniki ter mora izpolnjevati zahteve za RF Bluetooth SIG zmogljivost. Anritsu Bluetooth Test Set MT8852B je standardna rešitev za testiranje RF, ki jo je certificiral Bluetooth SIG. Razvojni komplet omogoča preskuse v proizvodnji za široko paleto izdelkov, ki vključujejo Bluetooth tehnologijo. Podpira meritve osnovne hitrosti (BR), izboljšane hitrosti prenosa podatkov (EDR) in nizko energijski Bluetooth (BLE) za oddajno moč, frekvenco, modulacijo in občutljivost sprejemnika, kot zahtevajo specifikacije za testiranje RF Bluetooth.

RF zmogljivost v 5G NR je mogoče preizkusiti z radijsko komunikacijsko testno postajo MT8000A. Testna platforma MT8000A zagotavlja celovito podporo za RF meritve ter teste protokolov in aplikacij v pasovih FR1 (do 7,125 GHz) in FR2 (milimetrski valovi). MT8000A omogoča tako RF meritve v pasu milimetrskih valov kot tudi teste oblikovanja snopa z uporabo klicnih povezav, ki jih določa 3GPP.

Zaključek

XR tehnologija se hitro razvija, prav tako tudi brezžične tehnologije, na katerih bo temeljila. XR očala naslednje generacije bodo zahtevala zmogljivost z nizkimi zakasnitvami v obsegu enomestnega števila milisekund.

Da bi to dosegli v 5G omrežjih in pozneje, se razmišlja o uporabi večdostopnega računalništva na robu (MEC), pri katerem se podatki obdelujejo na strežnikih na robu v bližini XR naprave, ne da bi se pri tem uporabljal oblak.

Testiranje brezžičnega delovanja je pomembno za lažji razvoj XR in prihod nove generacije naprav na trg. V ta namen Anritsu ponuja celovito paleto vodilnih testnih kompletov, ki inženirjem zagotavljajo napredne testne zmogljivosti, potrebne za sedanje in naslednje generacije brezžičnih tehnologij. Za XR je še posebej pomembno uvajanje Wi-Fi 6/6E tehnologije in uvedba Wi-Fi 7 tehnologije. Pričakuje se, da bo tudi dolgoročni napredek na področju 5G in pozneje močno izboljšal komunikacije.

Podrobnosti so na voljo na spletni strani:

- <https://www.anritsu.com/en-gb/test-measurement/solutions/internet-of-things-iot/xr>



Besedna znamka in logotipi Bluetooth® so registrirane blagovne znamke, ki so v lasti družbe Bluetooth SIG, Inc. Anritsu te znamke uporablja na podlagi licence.

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.anritsu.com>



VARNOSTNI MODUL ZA DVOROČNO PROŽENJE

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

Tehnični podatki modula DVT 100:

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

ZVD

Atestiran pri zavodu
za varstvo pri delu!

<https://svet-el.si>



Varnostna integrirana vezja

RUTRONIK GmbH

Avtor: Kerstin Naser, vodja izdelkov za brezžičnega omrežja pri podjetju Rutronik

Brezžične komunikacijske tehnologije, kot je 5G, in digitalizacija prinašajo vedno več naprav v internet. Kljub vsem prednostim pa to pomeni tudi večji dostop do osebnih podatkov in s tem naraščajočo nevarnost kibernetских napadov. Proizvajalci se zato vprašanju varnosti v povezanem svetu ne morejo izogniti.

Aprila 2023 sta Netgear in Bitdefender predstavila poročilo o varnostni situaciji na področju sistemov IoT »2023 IoT SecurityLandscapeReport«. V ta namen so analizirali 2,6 milijona gospodinjstev po vsem svetu, ki imajo naprave za pametni dom z varnostnimi rešitvami »Netgear Armor powered by Bitdefender«. Rezultat: Skupaj približno 120 milijonov IoT naprav je leta 2022 zabeležilo dobrih 3,6 milijarde varnostnih dogodkov. Kibernetiski napadi vsak dan povprečno prizadejejo osem pametnih domov.

Najbolj priljubljena vrata v domače omrežje so bili pametni televizorji, 52 % (slika 1). Daleč za njimi so nato pametne vtičnice (13 %), usmerjevalniki (9 %) in pametni snemalniki slike (8 %).

Poročilo jasno kaže ogromno varnostno tveganje, ki ga predstavljajo IoT naprave na področju pametnega doma. Če pomislimo še na to, da je zaradi nagle rasti domačih pisarn zaradi koronavirusa v omrežju poleg pametnega televizorja pogosto tudi prenosnik s podatki podjetja, je jasno, da to predstavlja visoko varnostno tveganje tudi za podjetja. To kaže tudi poročilo CONCORDIA (Cybersecurityc Ompete NCE for Researchan Dinnovation), za katerega je evropski konzorcij univerz in podjetij preučil, kako je covid-19 vplival na kibernetisko varnost. Poročajo, da se kiberkriminalci zatekajo k preverjenim načinom delovanja in družinam zlonamerne programske opreme, s katerimi izkoriščajo družbene spremembe, nujne službe in ozka grla, ki jih je povzročila pandemija. To naj bi zadevalo tudi povečano rabo digitalnih storitev in šibko zaščitene zasebnih naprav IT, kot so usmerjevalniki WLAN v okoljih pametnega doma.

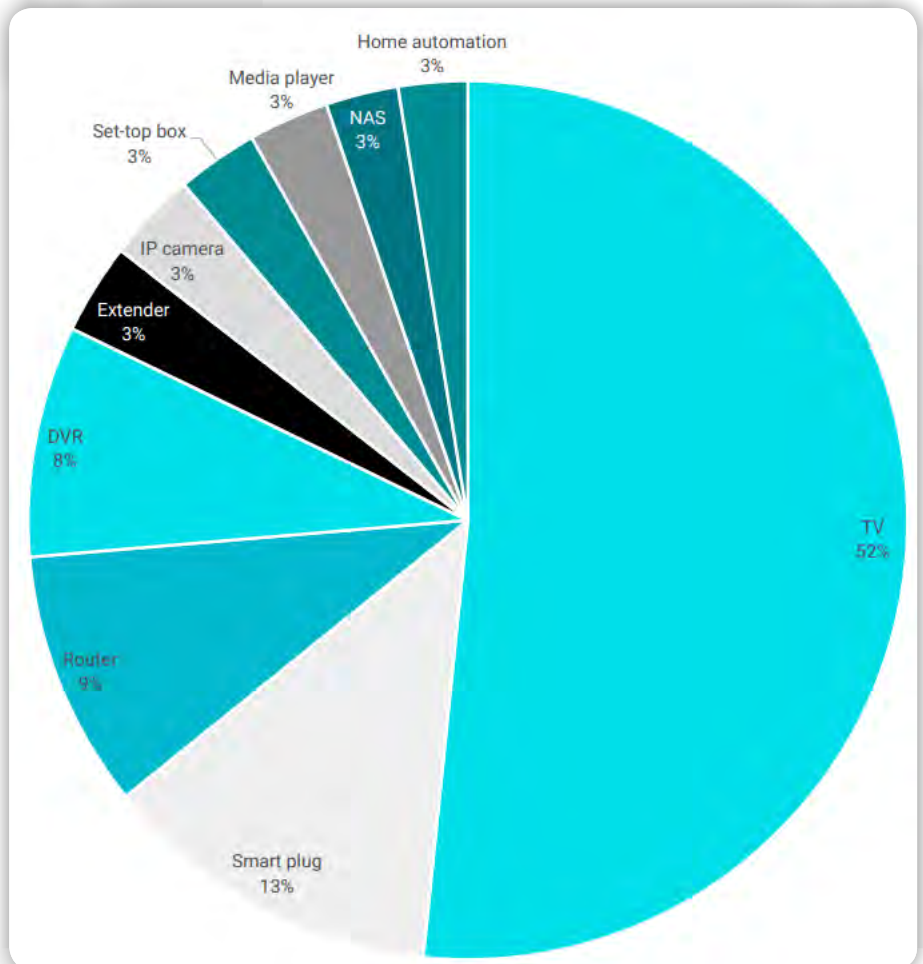
Poročilo nemškega Zveznega urada za informacijsko varnost (BSI) »Stanje varnosti IT v Nemčiji 2022« ima podobne zaključke: »Na splošno so se že tako napete razmere v obdobju poročanja [od 1. junija 2021 do 31. maja 2022] še poslabšale. Ogroženost v kibernetickem prostoru je zdaj večja kot kadarkoli do zdaj.«

To povečuje odgovornost proizvajalcev naprav, ki so povezane

z internetom, da v svoje izdelke vključijo zadostne varnostne mehanizme.

Zahteve Direktive o radijski opremi

Direktiva o radijski opremi 2014/53/EU velja za skoraj vse naprave, ki delujejo z radijskimi signali. Predstavlja regulativni okvir za zagotavljanje trga in uporabe radijske opreme z namenom omogočanja prostega pretoka blaga znotraj držav članic. Predpisi vključujejo na primer »primerno raven elektromagnetne združljivosti« ali »učinkovito in gospodarno rabo radijskih frekvenc za preprečevanje radijskih motenj«. Poleg tega ne smeta biti ogrožena zdravje in varnost uporabnikov. Vendar pa



Slika 1: Po analizi podjetja Bitdefender so bili leta 2022 pametni televizorji daleč najpogostejše tarče kibernetických napadov na domača omrežja. (Slika: Rutronik)

so te osnovne zahteve Direktive do zdaj veljale le za naprave, ki niso povezane z internetom.

Zaradi tega je Evropska komisija Direktivo o radijski opremi januarja 2022 dopolnila s členu 3.3 d), e) in f). Ti urejajo zaščito omrežja, zaščito uporabnikov in zaščito pred goljufijami za naslednje izdelke:

- 3.3 d) vse naprave, ki lahko neposredno ali posredno same komunicirajo z internetom;
- 3.3 e) vse naprave, ki lahko obdelujejo osebne podatke: naprave, ki so povezane z internetom;
- radijske naprave za oskrbo otrok ali igrače (Direktiva 2009/48/ES);
- prenosne radijske naprave (nosljive);
- 3.3 f) Vse naprave, povezane z internetom, ki se uporabljajo za prenos denarja, denarnih vrednosti ali navideznih valut.

Za te skupine izdelkov je opredeljen niz varnostnih zahtev. Nekaj primerov:

- Izdelki, ki spadajo pod člen 3.3 d), morajo npr. biti standardno in konstrukcijsko zavarovani ter opremljeni z najnovjšo programsko in strojno opremo v času dajanja na trg.
- Vse naprave, opredeljene v členu 3.3 e), morajo npr. med zagonom izvajati preverjanje celovitosti programske in vgrajene programske opreme, da lahko ob poslabšanju stanja o tem pravočasno opozorijo uporabnike.
- Pri napravah, ki spadajo pod 3.3 f), je treba med drugim zagotoviti, da so dodeljene le ustrezne pravice dostopa do finančnih podatkov.

Za vse izdelke, ki spadajo v eno od teh treh kategorij, morajo biti vsi shranjeni, poslani, prejeti ali kako drugače obdelani podatki za dostop zaščiteni pred nepooblaščenim shranjevanjem, obdelavo, dostopom ali razkritjem.

Vendar pa obstajajo tudi internetne naprave, za katere ti členu Direktive ne veljajo: Drugi predpisi EU veljajo za medicinske pripomočke in diagnostiko in vitro, civilno letalstvo, elektronske sisteme cestnjenja ter motorna vozila in priklopnike, vključno s sistemi, deli in neodvisnimi tehničnimi enotami za varnost ter zaščito potnikov in udeležencev v prometu.

Čeprav je bilo aprila 2023 odločeno, da bo začetek veljavnosti Direktive o radijski opremi predstavljen za eno leto, bi se morali proizvajalci zadevnih izdelkov na to vseeno pripraviti že prej. Izdelke, ki so na novo odobreni ali pridejo na trg EU od 1. avgusta 2025, je treba preizkusiti skladno z novimi zahtevami za

kibernetsko varnost, ki jih predpisuje Direktiva. Vsa odobrena preizkusna središča v EU so javno navedena tukaj.

Proizvajalci morajo podati tudi izjavo o skladnosti z Delegirano uredbo EU 2022/30 (dopolnilo Direktivi 2014/53/EU Evropskega parlamenta). Skladno z zgoraj omenjeno klasifikacijo to velja zlasti za pametne telefone in prenosne računalnike, pa tudi za različne sisteme pametnih domov ter pametnih stavb, kot so alarmni sistemi in kamere, pa tudi naprave za spremljanje dojenčkov ali nosljive naprave z občutljivimi podatki o položaju ali zdravju.

14 Osnovne varnostne zahteve

Osnovne varnostne zahteve za potrošniške IoT naprave so podrobneje opredeljene v evropskem standardu ETSI EN 303 645 V2.1.0. Zajema naslednjih 14 osnov:

1. Prepoved privzetih gesel
2. Upravljanje oz. proces za prijavljanje varnostnih vrzeli in aktivni nadzor varnosti
3. Posodobitve programske opreme
4. Varno shranjevanje kritičnih varnostnih parametrov
5. Varna komunikacija
6. Zmanjšanje izpostavljenosti na minimalno raven
7. Integriteta programske opreme
8. Varnost lastnih in drugih osebnih podatkov
9. Odpornost proti izpadom
10. Nadzor podatkov telemetrije
11. Preprosto brisanje uporabniških podatkov
12. Preprosta vgradnja in vzdrževanje
13. Potrjevanje vnesenih podatkov
14. Varstvo osebnih podatkov

Na podlagi ustrezne specifikacije preizkusov »Cyber Security-for Consumer Internet of Things: Conformance Assessment of Baseline Requirements« (ETSI TS 103 701) lahko proizvajalci s samopreizkušanjem ali pri preizkusnem organu preverijo, ali njihovi izdelki izpolnjujejo zahteve in priporočila standarda.

Varnostna integrirana vezja povečujejo varnost

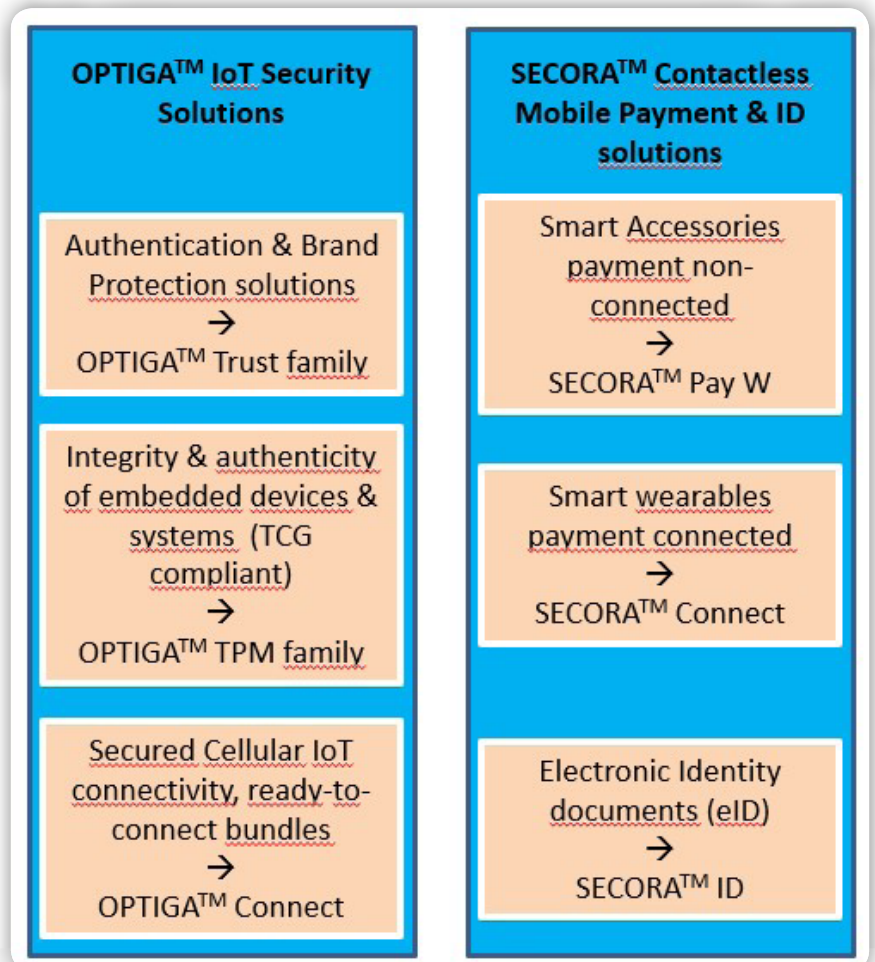
Večina naprav je opremljena z zaščitnimi mehanizmi in tehnologijami šifriranja, ki se izvajajo s programsko opremo. Vgradnja strojnega varnostnega integriranega vezja



Slika 2: Močno poenostavljena zgradba IoT naprave z dodatno varnostno strojno opremo (slika Rutronik)

(Hardware Security IC) (slika 2) zagotavlja dodatno zaščito pred kibernetскими napadi. Ta integrirana vezja so zaščiteni pred nedovoljenimi posegi in zavarovana pred fizičnimi napadi z aktivnim oklopom, naključno postavitvijo ter mehanizmi, ki takoj prekinajo delovanje ob nenavadnih dogodkih. Omogočajo tudi varen zagon in posodobitve vgrajene programske opreme ter tako prispevajo k varnosti terminalne naprave (Endpoint). Poleg tega ločena varnostna integrirana vezja zagotavljajo večjo zmožljivost mikrokontrolerja, saj mu ni več treba izvajati zapletenega šifriranja in dešifriranja.

Podjetje Rutronik ponuja takšna strojna varnostna integrirana vezja podjetja Infineon s serijo OPTIGA. Proizvajalec je vključen tudi v delovno skupino Comité Européen de Normalization Electrotechnique (CENELEC, Evropski odbor za standardizacijo v elektrotehniko), ki je odgovorna za standardizacijo funkcij za zaščito varnosti in zasebnosti, ki jih predpisuje Uredba o radijskih napravah. Posledično je podjetje Infineon že zdaj dobro opremljeno za skladnost s predpisi. Poleg tega podjetje podpira svoje stranke, na eni strani z družinami izdelkov OPTIGA, na drugi strani pa s komercialnimi izdelki Infineon, ki se prodajajo v EU, kot so enote WLAN in Bluetooth, s katerimi bo mogoče pravočasno izpolniti zahteve zaradi spremembe Uredbe.



Slika 3: Strojne varnostne rešitve podjetja Infineon (slika: Rutronik)

Serijska OPTIGA Trust vključuje izdelke na ključ za manjše platforme in programabilne rešitve, ki izpolnjujejo zahteve po meri na področju vgrajenega overjanja ter zaščite blagovnih znamk.

Serijska OPTIGA Trusted Platform Module (TPM) vključuje standardizirane varnostne krmilnike, ki varujejo celovitost in overjajo naprave ter sisteme v omrežjih vgrajenih naprav. Krmilniki temeljijo na preverjenih tehnologijah in podpirajo najnovejši standard Trusted Computing Group (TCG) TPM 2.0 ter posebne vgrajene certifikate, varnostne certifikate (CC in FIPS) ter različne algoritme šifriranja. Prav tako so zaščiteni pred nedovoljenimi posegi. To zagotavlja varno shranjevanje varnostnih ključev, potrdil in gesel ter omogoča namensko upravljanje varnostnih ključev.

Serijska OPTIGA Connect sestavljajo vgrajene rešitve SIM (eSIM) na ključ, na eni strani za potrošniške naprave in na drugi strani za IoT naprave z mobilno radijsko povezavo. OPTIGA Connect Consumer je rešitev eSIM posebej za majhne naprave, kot so pametne ure ali naprave za beleženje podatkov o telesni dejavnosti. S tem jih varno overi pri naročenem omrežnem operaterju. Funkcija za daljinsko pripravo kartice SIM (Remote SIM Provisioning – RSP) omogoča uporabnikom, da brezžično spremenijo ali dodajo svojega mobilnega ponudnika, dokler ima naprava krajevne pomočnike za profil (LPA). Rešitev za potrošnike je v celoti skladna z najnovejšimi specifikacijami združenja Global System for Mobile Commu-

nications Association (GSMA) (SGP.22 V2.2.2) in združenja Trusted Connectivity Alliance (eUICC Profile Package V2.3.1).

Serijska OPTIGA ConnectIoT ima vnaprej nameščen operacijski sistem, združljiv z GSMA, in vnaprej integrirane funkcije za povezovanje. Sodelovanje podjetja Infineon s podjetjem Tata Communications zagotavlja globalno pokritost mobilnih omrežij (2G, 3G, 4G, CATM in druge storitve LTE) z več kot 640 omrežji v 200 državah. Serijska OPTIGA ConnectIoT vključuje tudi strojno opremo eSIM s potrdilom po merilih Common Criteria EAL5+.

Za brezstično plačevanje s kreditnimi karticami, pametnimi telefoni ali celo zapestnicami ali prstani, ki so v razcvetu že vsaj od epidemije, ponuja podjetje Infineon rešitve za varno komunikacijo v bližnjem polju (Near Field Communication – NFC) z družino izdelkov SECORA (slika 3). Družina vključuje štiri rešitve: Rešitev Java Card s prvovrstno varnostjo za izvedbo sistemov z veriženjem blokov, na uporabo pripravljena rešitev Java Card, optimizirana za elektronsko identifikacijo (eID), sistemska rešitev za pametne nosljive naprave z brezstičnimi aplikacijami za plačevanje, vstopnice ali dostop z vmesnikom NFC in prilagodljiva rešitev s celovito podporo za vse od vizitk do pametne opreme za plačevanje.

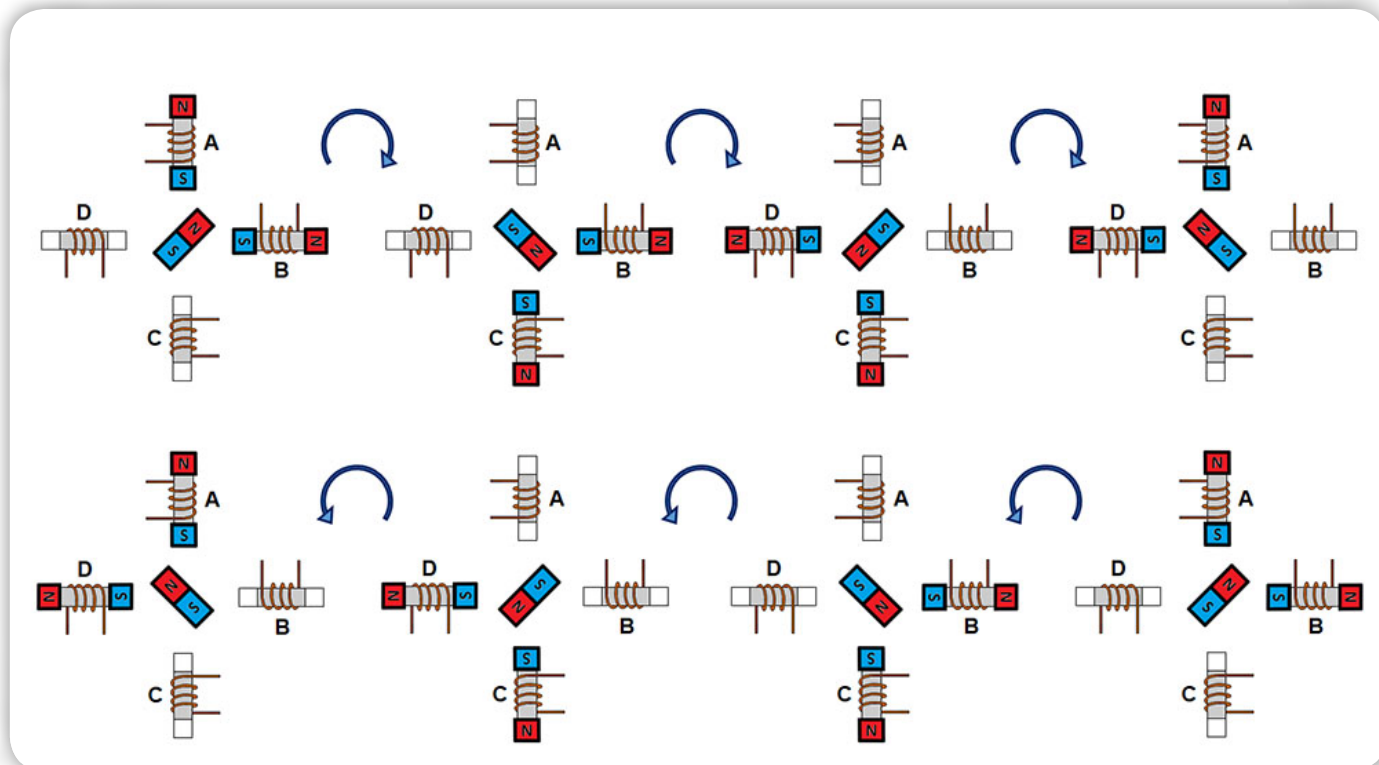
<https://www.rutronik.com>



Shield-B, razvojna ploščica za Arduino Uno (5) - koračni motor

Avtorja: Mag. Vladimir Mitrović, Robert Sedak
E-pošta: vmitrovic12@gmail.com

V tem nadaljevanju bomo spoznali koračne motorje, pokazali bomo, kako jih lahko vežemo na razvojno ploščo Shield-B. Napisali bomo Bascom-AVR in Arduino programe, s katerimi jih bomo zagnali.



Slika 21: Shematski prikaz dela enostavnega unipolarnega koračnega motorja (polni korak)

Koračni motorji se ne vrtijo stalno, pač pa se premikajo v korakih in se lahko zaustavijo samo v določenih položajih. Če so ti koraki dovolj kratki, bomo koračni motor lahko zelo natančno zavrteli za želeni kot, kar je tudi njegova najvažnejša lastnost.

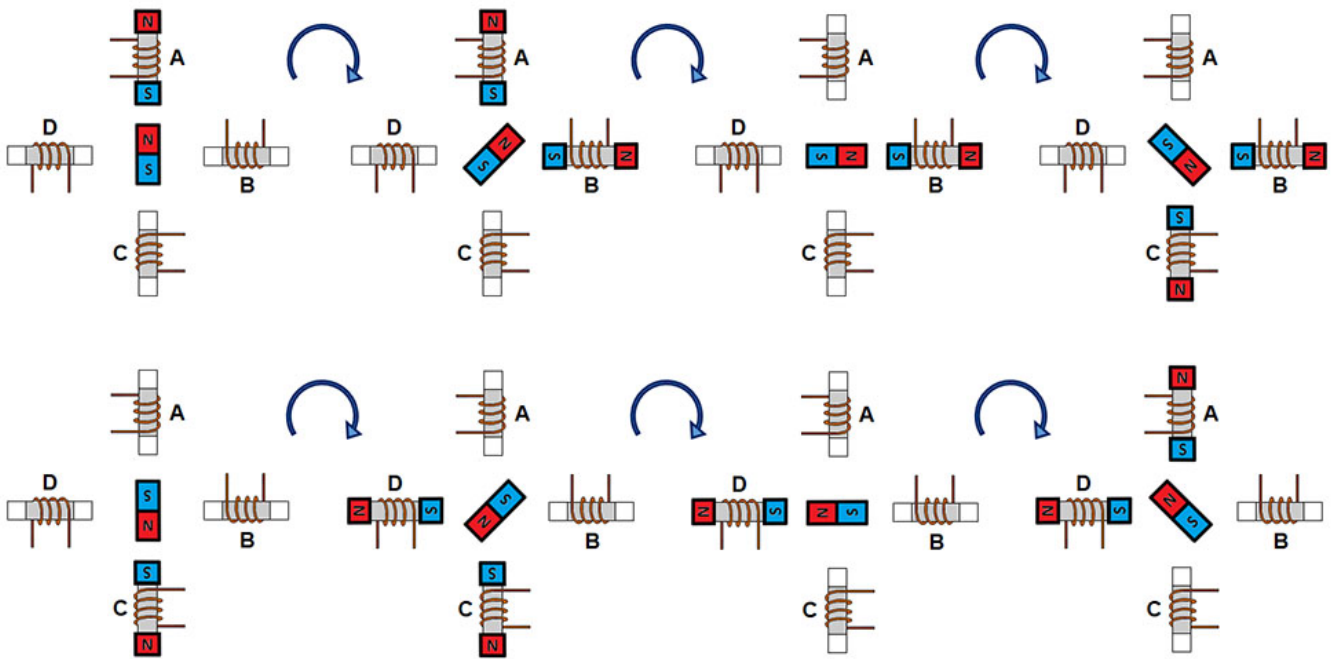
Slika 21 prikazuje notranjost enostavnega unipolarnega koračnega motorja, ki je sestavljen iz permanentnega magneta (rotorja) in štirih elektromagnetov (statorja). Rotor se vrti proti tistim polom statorja, ki so v določenem trenutku magnetizirani. To je lahko samo en pol ali po dva sosednja, kot smo to na sliki prikazali. V gornji vrsti je prikazan potreben vrstni red vklapljanja statorskih elektromagnetov z namenom, da bi se rotor vrtel v smeri vrtenja kazalca na uri. V spodnji vrsti je prikazan potreben vrstni red vklapljanja statorskih elektromagnetov z namenom, da bi se rotor vrtel v smeri, ki je nasprotna vrtenju kazalca na uri.

Če primerjate katero koli sosednjo skico v horizontalni vrsti na sliki 21 boste opazili, da se je rotor med njima obrnil za 90°. Za takšen motor rečemo, da ima korak 90°. Isti motor lahko naredimo dvakrat bolj natančen, če ga vrtimo s pol-korakom (slika

22): tukaj rotor izmenično privlači en statorski elektromagnet in dva sosednja, zaradi česar je korak prepolovljen na 45°. V obeh primerih korakov ne smemo preskakovati, ker bomo samo tako zagotovili zanesljivo delo motorja!

Za večino uporab potrebujemo bolj natančno kontrolo pomikov, zato proizvajalci koračnih motorjev le-te proizvajajo z večjim številom statorskih ovojev od prikazanih, njihov korak pa je nekaj deset ali manj stopinj. Dodatno se korak lahko zmanjša z uporabo zobatega ali polžastega prenosa.

Fotografija na sliki 23 prikazuje dva takšna motorja: koračni motor s polžastim prenosom je vzeti iz disketnega pogona osebnega računalnika, v katerem je uporabljen za natančno postavljanje glav za branje/pisanje, in 28BYJ-48, katerega bomo mi uporabili. 28BYJ-48 ima 32 statorjev in skladno s tem je potrebnih 32 korakov za polni krog osi motorja, če uporabimo pomik s polnim korakom. Dodatno je v motor vgrajen zobniški prenos s prenosnim razmerjem 64:1, zato se bo izhodna os vrtela 64-krat počasneje. Z drugimi besedami, za en polni obrat je potrebnih $32 \times 64 = 2048$ korakov, oziroma dosežemo pomik $0,176^\circ$ na korak.



Slika 22: Shematski prikaz dela enostavnega unipolarnega koračnega motorja (pol-korak)

Vse kar je potrebno vedeti o krmiljenju unipolarnega servo motorja 28BYJ-48, je prikazano na sliki 24. Motor ima pet priključkov, od katerih je rdeči skupni vsem navitjem in se veže na pozitivni priključek napajalne napetosti. Svobodni priključki statorskih ovojev so povezani na preostale štiri priključke. Z vezavo enega od teh priključkov na negativni priključek napa-

jalne napetosti se bodo magnetizirali tisti deli statorja, skozi katere navitja bo stekel tok. Priključki imajo 5-pin konektor, njegov raspored priključkov ustreza razporedu priključkov na konektoru J6 razvojne plošče Shield-B.

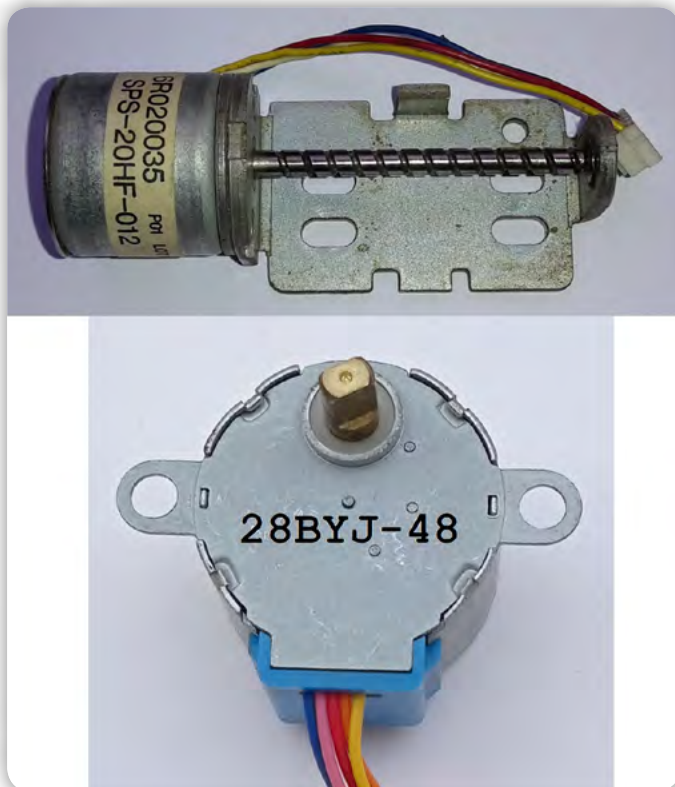
Tabele kažejo vrstni red po katerem moramo prepuščati tok skozi posamezna navitja tako, da bi se koračni motor obrnil v želeni smeri (oznaka "1" pomeni, da skozi ustrezno navitje teče tok). Tabele v gornji vrsti ustrezajo polnemu koraku, tabele v spodnji vrsti pa ustrezajo pol-koraku. Tukaj je smer rotacije potrebno gledati pogojno, ker je odvisna tudi od števila zobnikov v zobniškem prenosu.

Shema na sliki 25 kaže kako unipolarni koračni motor 28BYJ-48 vežemo na razvojno ploščo Shield-B. Upornost posameznega navitja motorja je 27Ω in skozi aktivirana navitja teče tok okoli 180 mA. Zato priključkov motorja ne smemo direktno vezati na priključke mikrokontrolerja, ampak jih vklapljamo s pomočjo tranzistorskih vezij vgrajenih v integrirano vezje ULN2003 (uporabimo 4 od 7 razpoložljivih stikal). Stikala krmilimo s spremembo logičnih stanj na ustreznih priključkih mikrokontrolerja, pri čemer logična enica vklopi stikalo, ničla pa ga izklopi.

Modre LED-ice D4-D7 svetijo takrat, ko je posamezno stikalo vklopljeno; z njihovo pomočjo lahko preverimo delo programa tudi brez priključenega motorja.

Opombe: namesto navedenih se na Shield-B lahko vežejo tudi drugi unipolarni motorji s podobnimi karakteristikami. Shield-B ni predviden za krmiljenje bipolarnih koračnih motorjev, pri katerih se vrtenje rotorja doseže s spremembo smeri toka skozi statorska navitja!

6. programska naloga: Za vezje po shemi na sliki 25 napišite



Slika 23: Koračni motorji s polžastim (zgoraj) in z zobnim prenosom (spodaj)

program, s katerim bomo krmilili koračni motor na naslednji način:

- dokler je pritisnjeno stikalo SW2 naj se motor vrti z maksimalno možno hitrostjo v eni smeri;
- dokler je pritisnjeno stikalo SW3, naj se motor vrti z maksimalno možno hitrostjo v drugi smeri.

Bascom-AVR rešitev (program Shield-B_6.bas)

Po uvodnih konfiguracijskih ukazih, ki se nanašajo na uporabljeni mikrokontroler in pogoje v katerih deluje, bomo dimenzionirali spremenljivke Step-korak in Step-i:

```
Dim Step_korak As Byte
Dim Step_i As Byte
```

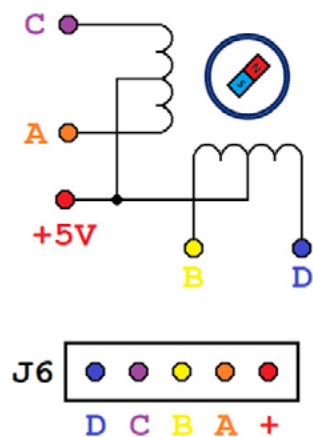
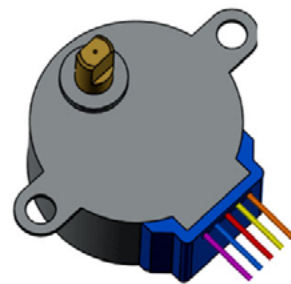
Prva od njih bo vsebovala binarno kombinacijo trenutnega koraka, druga je indeks v tabeli Step-tabela, ki vsebuje definicije vseh važnih korakov s slike 24. Tabelo definiramo na koncu programa:

```
Step_tabela:
Data &B1000
```

↻			
A	B	C	D
1	1	0	0
0	1	1	0
0	0	1	1
1	0	0	1

↻			
A	B	C	D
1	0	0	0
1	1	0	0
0	1	0	0
0	1	1	0
0	0	1	0
0	0	1	1
0	0	0	1
1	0	0	1

↻			
A	B	C	D
1	0	0	1
0	0	0	1
0	0	1	1
0	0	1	0
0	1	1	0
0	1	0	0
1	1	0	0
1	0	0	0



Slika 24: Vse kar je potrebno vedeti o krmiljenju unipolarnega servomotorja 28BYJ-48 je prikazano na tej sliki

Spremljajte novice s področja znanosti z revijo *Življenje in tehnika!*

- Letna naročnina:** 11 številok + tematska priloga.
- Brezplačna** dostava revije.
- Darilo** ob sklenitvi novega naročniškega razmerja.
- Popust** pri nakupu knjig *Tehniške založbe Slovenije*.



- Letna naročnina **56€** Izberite knjižno darilo:
- Letna naročnina za dijake, študente in upokojenca **50€**
- Digitalni zrcalno-refleksni fotoaparar
- Kopijo kartice upokojenca oz. potrdila o vpisu pošljite na mojca.borko@tzs.si ali po pošti na naš naslov.
- Skrivnosti inovacij Steva Jobsa
- iZnanost
- Ujemite trenutek

Poštnina plačana po pogodbi št. 88/1/S. Znamka ni potrebna.

*Ime in priimek:

*Ulica in hišna številka:

*Poštna številka in kraj:

*Telefon:

E-pošta:

*Podpis:

Tehniška založba Slovenije
Lepi pot 6
(p. p. 541)
SI - 1000 Ljubljana

Ob sklenitvi naročnine knjižno darilo!

```
Data &B1100
Data &B0100
Data &B0110
Data &B0010
Data &B0011
Data &B0001
Data &B1001
```

Opazimo, da tabela vsebuje 8 definicij pol-koraka. Odvisno od zelene smeri vrtenja jo bomo brali od zgoraj navzdol ali v nasprotni smeri. Isto tabelo uporabimo tudi za vrtenje s polnim korakom, v tem primeru beremo vsak drugi zapis (oziroma, samo zapise, v katerih obstajata po dve enici).

Na začetku programa še moramo konfigurirati vhodne priključke PC2 in PC3:

```
Config Portc.2 = Input
Portc.2 = 1
Config Portc.3 = Input
Portc.3 = 1
```

Vse priključke, ki krmilijo koračni motor, konfiguriramo kot izhodne:

```
Config Portd.2 = Output
Config Portd.4 = Output
Config Portd.7 = Output
Config Portb.0 = Output
```

Sedaj bomo motor postavili v začetno stanje, ki ustreza zgornji

levi risbi na sliki 21. To stanje se nahaja v drugi vrsti tabele, zato bomo v indeks vpisali 1 (prva vrsta tabele ima indeks 0) in poklicali podprogram Step_premakni:

```
Step_i = 1
Gosub Step_premakni
```

V njemu najprej zagotovimo, da indeks ne bi bil večji od 7,

```
Step_premakni:
Step_i = Step_i And &B00000111
```

beremo indeksirano vrsto iz tabele

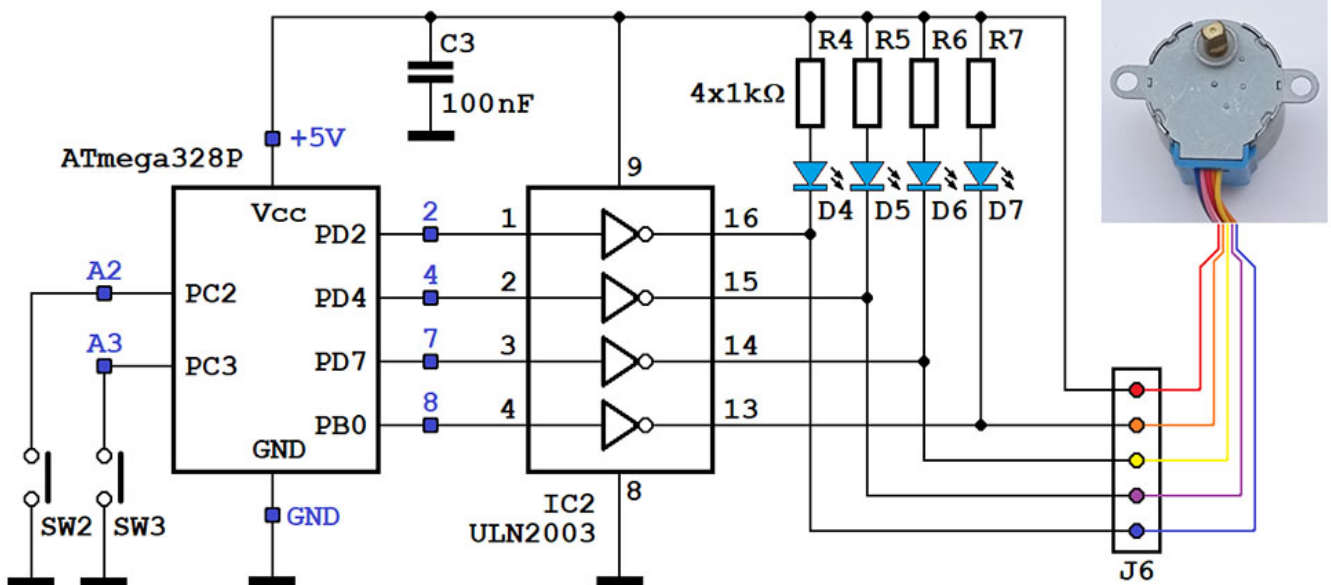
```
Step_korak = Lookup(step_i , Step_tabela)
```

in nato bit po bit postavljamo izhodne priključke v ustreznem stanju:

```
Portb.0 = Step_korak.3
Portd.7 = Step_korak.2
Portd.4 = Step_korak.1
Portd.2 = Step_korak.0
Return
```

V glavni programski zanki preverjamo ali je pritisnjena katera od tipk, in tako povečamo ali zmanjšamo indeks za dva (uporabimo polni korak):

```
Do
If Pinc.2 = 0 Then
```



Slika 25: Tako unipolarni koračni motor vežemo na razvojno ploščo Shield-B

```

Step_i = Step_i + 2
End If
If Pinc.3 = 0 Then
Step_i = Step_i - 2
End If

```

Vsako prebrano stanje prenesemo na izhodne priključke, da bi se os motorja zavrtela v želeni smeri za en korak.

```

Gosub Step_premakni
Waitms 2
Loop

```

Ukaz Waitms določa časovno razliko med dvema korakoma in tako vpliva na hitrost vrtenja motorja.

Arduino rešitev (program Shield-B_6.ino)

Program bomo začeli z deklariranjem spremenljivk step_korak in step_i, pri čemer jim dodamo začetne vrednosti:

```

byte step_korak = 0;
byte step_i = 1;

```

Po njih definiramo zaporedje osmih elementov z imenom step_tabela, ki vsebuje definicije vseh veljavnih korakov:

```

byte step_tabela[8] = {0b1000,
                      0b1100,
                      0b0100,
                      0b0110,
                      0b0010,
                      0b0011,
                      0b0001,
                      0b1001};

```

V funkciji setup() definiramo priključke 2, 4, 7, in 8 kot izhodne,

```

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

```

priključka A2 in A3 definiramo kot vhodna z vklopljenim pull-up uporom:

```

pinMode(A2, INPUT_PULLUP);
pinMode(A3, INPUT_PULLUP);

```

Motor bomo postavili v začetno stanje s klicanjem funkcije step_premakni():

```

step_premakni();
} // konec setup()

```

V funkciji step_premakni() najprej zagotovimo, da indeks step_i ni večji od 7 z uporabo logičnega I operatorja &;

```

void step_premakni() {
step_i = step_i & 0b00001111;
}

```

beremo indeksirani element iz vrste step_tabela:

```

step_korak = step_tabela[step_i];

```

in nato bit po bit postavljamo izhodne priključke v ustreznega stanja:

```

digitalWrite(2, bitRead(step_korak, 3));
digitalWrite(4, bitRead(step_korak, 2));
digitalWrite(7, bitRead(step_korak, 1));
digitalWrite(8, bitRead(step_korak, 0));
} // kraj step_pomakni()

```

V glavni programski zanki loop() preverjamo, ali je pritisnjena katera od tipk in nato povečujemo ali zmanjšujemo indeks za dve (uporabimo polni korak):

```

void loop() {
if (digitalRead(A2) == 0) {
step_i = step_i + 2;
}
if (digitalRead(A3) == 0) {
step_i = step_i - 2;
}
}

```

Vsako prebrano stanje prenesemo na izhodne priključke, da bi se os motorja obrnila v želeni smeri za en korak.

```

step_premakni();
delay(2);
} // konec loop()

```

Ukaz delay() določa časovno razliko izmed dveh korakov in tako vpliva na hitrost vrtenja motorja.

Ulaza Waitms v Bascom-AVR in delay() v Arduino programu določata hitrost vrtenja koračnega motorja. Če je zakasnitev krajša, se bo motor vrtel hitreje in obratno. 2 ms zakasnitev je bila določena s poskusom in pri njej se je motor vrtel z največjo možno hitrostjo, pri še manjših zakasnitvah se je ustavil. Ta pojem največje hitrosti lahko razumemo z omejitvijo: zaradi velike stopnje prenosa je izhodna os za en poln obrat potrebovala okoli 4 s.

Seveda koračnih motorjev niti ne uporabimo tam, kjer je potrebna velika hitrost vrtenja, pač pa tam, kjer je potrebna velika natančnost!

Za radovedne: povečajte časovno razliko iz 2 ms na 200 ms, spremljajte kaj se dogaja z LED-icami in to obnašanje LED-ic primerjajte z vrtenjem osi motorja!

Opombe: Programa Shield-B_6.bas in Shield-B_6.ino lahko brezplačno dobite od uredništva revije Svet elektronike!

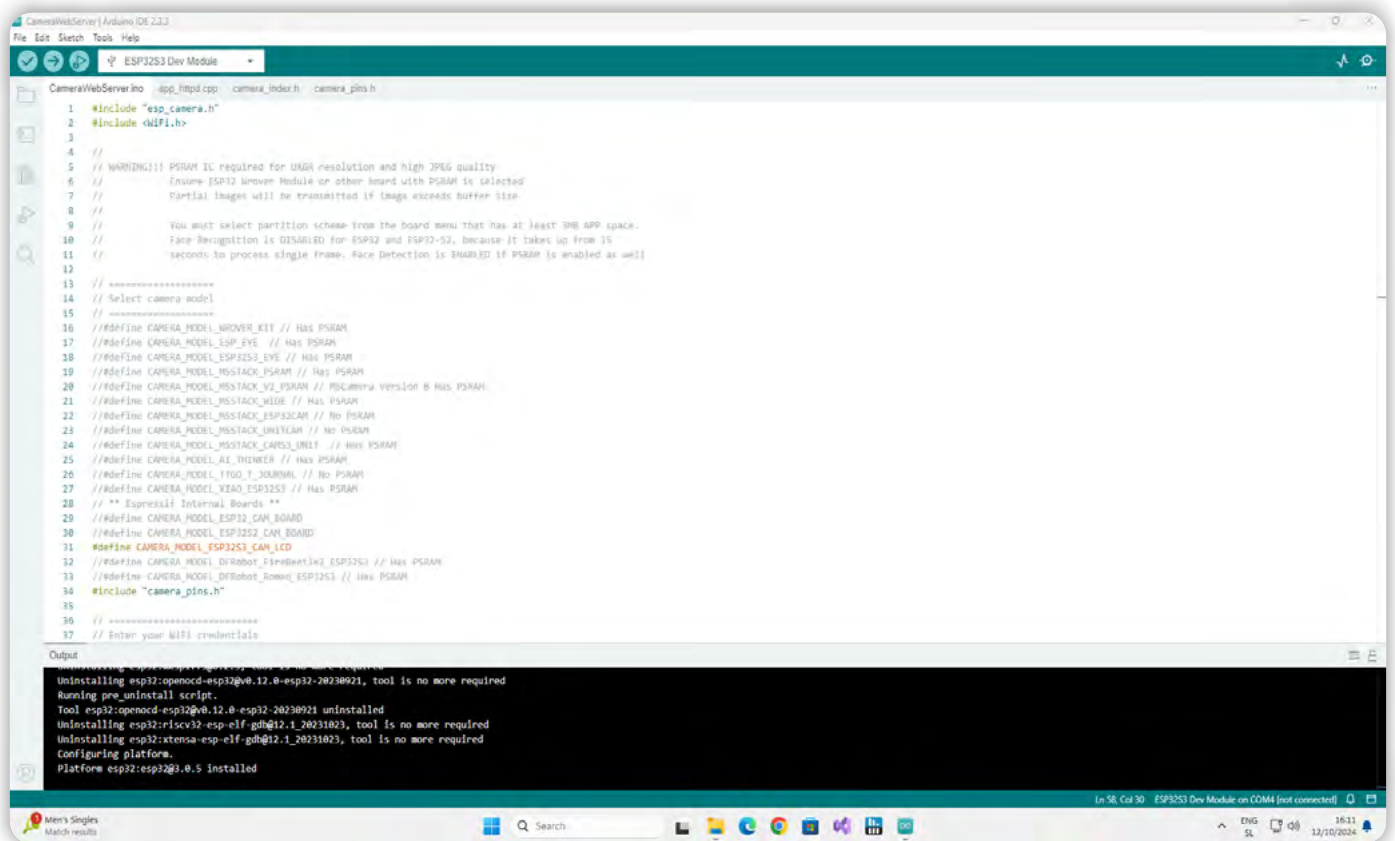
<https://svet-el.si>



Programirajmo v Arduino IDE 2.x z Raspberry Pi 5!

Avtor: dr. Simon Vavpotič
e-mail: simon.vavpotic@gmail.com,

Zakaj se splača programirati Arduino projekte z Raspberry Pi 5? Kako namestimo zadnjo različico Arduina 2.3.3 in katera deluje v Raspberry Pi OS? Je programiranje z uporabo pogona SSD red hitrejša kot na klasičnem PC?



Slika 1: Arduino 2.3.3 v Windows 11 na Raspberry Pi 5 in programiranje ESP32.

O tem, da je mogoče Arduino projekte programirati ne samo s PC, ampak tudi z Raspberry Pi 5 ste lahko prebrali že v februarški številki Sveta elektronike (SE326). A danes je že tako veliko novega, da preprosto moramo nadaljevati to zanimivo zgodbo. V SE326 najdete natančen opis priključitve Arduino vezij neposredno na 40-polno razširitveno vtičnico, zato tokrat povejmo le, da imajo vsi Raspberry Piji vgrajene 3,3-voltne zaporedne vmesnike, zato ne potrebujemo USB vmesnikov; lahko pa jih vseeno uporabimo, če tako želimo, saj ima Raspberry Pi 5 kar 4 USB priključke.

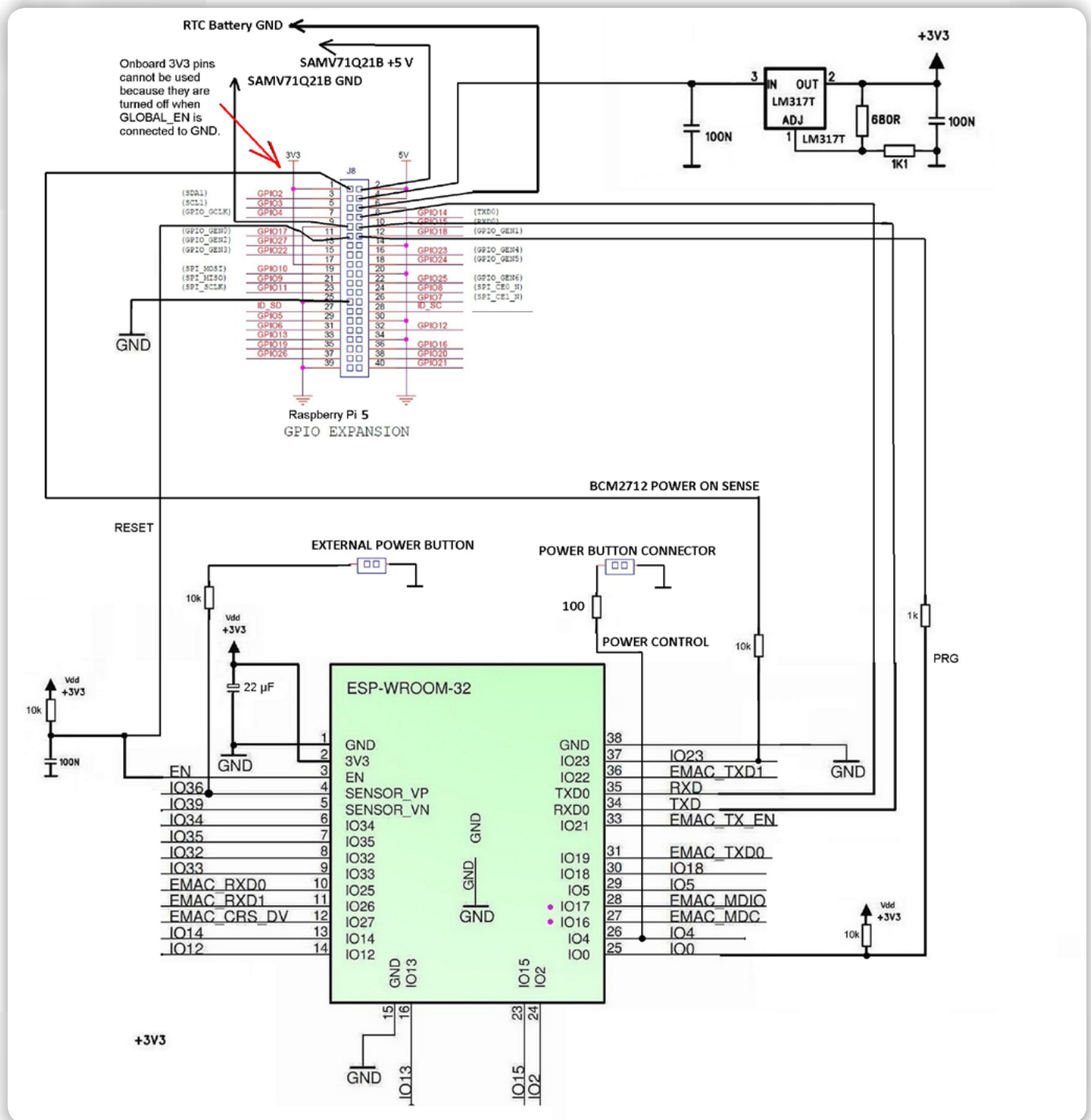
Hitrejša prevajanje programske kode kot z marsikaterim klasičnim PC

Raspberry Pi 5 je prvi Raspberry Pi, ki ima na svoji tiskani FFC konektor za priklop razširjenih modulov (klobukov), predvsem tistih z M.2 konektorji, ki omogočajo priklop NVMe

SSD pogonov. Med poletnimi počitnicami sem se tako lotil nadgradnje računalnika, ki večini uporabnikov ne vzame več kot nekaj minut, in dodal Fikwat SSD pogon.

Meritve pokažejo, da je pri branju podatkov okoli desetkrat hitrejši (985 MB/s pri branju in pisanju ob uporabi Gen 3 standarda) od najboljše SD kartice po standardu SDR104 (max. 100 MB pri branju in okoli 30 MB/s pri pisanju – oznaka V30), kar je obenem odločilno za hitro prevajanje programske kode z Arduino IDE. Počasnej se v hipu spremeni v dirkalnik!

Klasični PC, ki ima vgrajene še staromodne diske in SSD s SATA vodilom (s 3 Gb/s in 6 Gb/s), v praksi ne preseže hitrosti 200 MB/s pri branju ali pisanju podatkov z SSD. Ker Arduino IDE pri prevajanju programske malo kompleksnejše programske kode iz podatkovnega pogona prebere veliko programskih datotek in več 10 programskih knjižnic ter hkrati ustvari veliko vmesnih datotek, je seveda še kako pomembno, kako hiter je podatkovni pogon. V praksi je lahko pohitritev z SSD v primerjavi z najhitrejšimi SD karticami tudi desetkratna.



Shema 1: Primer povezave ESP32 modula prek v Raspberry Pi 5 vgrajenega zaporednega vmesnika.

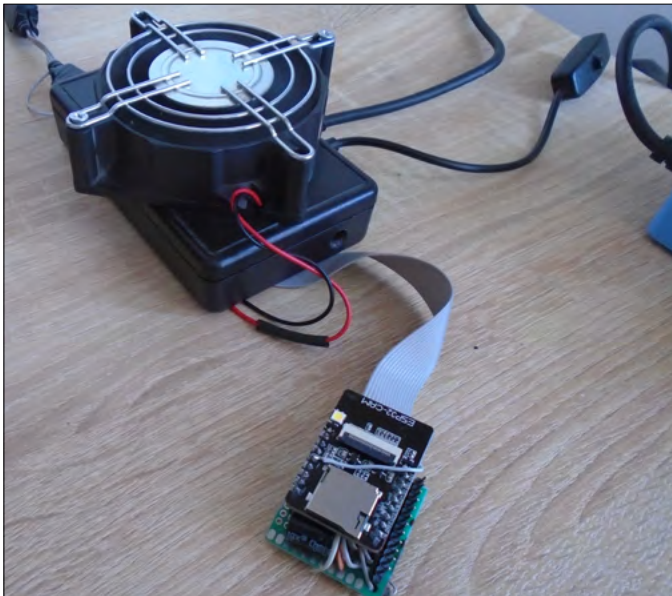
Pa bo kdo pripomnil, naj na PC ustvarim podatkovni RAM pogon, a to ni tako enostavno, saj Arduino IDE podporo za različne razvojne ploščice in arhitekture (npr. ESP32) namesti znotraj uporabniškega podimenika, pri čemer njihova skupna velikost lahko doseže tudi več kot 10 GB. Zato je vsekakor veliko enostavnejše uporabiti sodoben SSD prek PCIe vodila.

Namestitev Arduino IDE 2.x v Raspberry Pi 5

Čeprav bi glede na instantno programsko podporo za Debian Linux na spletu, s katero Arduino IDE 1.x preprosto namesti-

mo iz ukazne konzole z ukazom `sudo apt-get install arduino -y`, pomislili da se je razvoj tega razvojnega okolja za računalnike z arhitekturo ARM64 z Linuxom ustavil pri različici 1.8.19, je namestitev veliko sodobnejše različice 2.2.0 za povprečnega uporabnika še vedno sorazmerno prosta, če ve kje v internetu najti namestitev.

Po drugi strani, večina uporabnikov Raspberry Pi 5 ve, da lahko nanj namesti tudi zadnjo različico Windows 11 24H2, ki je menjena računalnikom z arhitekturo ARM64. Namestitev Arduino IDE 2.x v slednjo je še preprostejša, saj namestitveni paket za Windows 11 univerzalen in deluje tako na arhitekturi x64, kot na ARM64, kar je naravnost fantastično!



Slika 2: Programiranje ESP32

Ko sem se lotil nameščanja, je bila zadnja različica Arduino IDE 2.3.3. V Windows 11 24H2 na Raspberry Pi 5 dobro deluje, a nujno potrebujemo SSD pogon, saj je sicer prevajanje programske kode neznansko počasno.

Po drugi strani, je različica 2.2.0 za 64-bitni Raspberry Pi OS Bookworm bolj praktična, saj ima UEFI BIOS 0.3 za Raspberry Pi 5, ki ga potrebujemo za namestitev Windows 11, še številne pomanjkljivosti in omejitve. Denimo, ne podpira v Raspberry Pi 5 vgrajenih Ethernetnega in Wi-Fi/Bluetooth vmesnika.

Čeprav uradne različice Arduino IDE 2.x na spletni strani Arduino.cc ne moremo najti, jo lahko prenesemo iz GitHuba: github.com/koendv/arduino-ide-raspberrypi, kjer jo je na osnovi vsakomur dostopne izvirne kode pripravil nadobudni razvijalec.

Naslednji korak je namestitev podpore za izbrano razvojno ploščo in prenos dodatnih programskih knjižnic, za kar mora biti Raspberry Pi 5 povezan v internet. Če programiramo module, ki niso originalno podprti v Arduino okolju (npr. ESP32), moramo v nastavitvah dodati pot (npr. https://raw.githubusercontent.com/espressif/arduino-esp32/gh-pages/package_esp32_index.json, http://arduino.esp8266.com/stable/package_esp8266com_index.json, https://github.com/chipKIT32/chipKIT-core/raw/master/package_chipkit_index.json za ESP32 module). S tem Arduino IDE 2.x povemo, naj v izbor Arduino razvojnih plošč doda še plošče drugih proizvajalcev.

In katere so prednosti Arduino IDE 2.x pred 1.x? Arduino IDE 2.x nima samo privlačnejšega in bolj intuitivnega grafičnega vmesnika, ampak omogoča namestitev podpore in programskih knjižnic za novejša razvojna ploščica, kot je ESP32S3 z ARM32 jedrom. Zato ga nujno potrebujemo!

Se Arduino moduli lahko napajajo iz Raspberry Pi 5?

Zanimivo vprašanje za tiste, ki bi se radi čimprej lotili domačih

Arduino projektov, je kako napajati manjše projekte, ki nimajo lastnega napajalnika, a porabijo več kot zmora vtičnica USB. Tu je Raspberry Pi 5 spet v prednosti pred klasičnim PC, še posebej prenosnimi računalniki.

Arduino razvojna plošča se lahko napaja kar iz njegove 40-polne razširitvene vtičnice, a le pod pogojem, da s tem ne presežemo dopustne obremenitve njegovega napajalnika in DA9091 Power Manager čipa, ki napaja 3,3-voltni priključek. V praksi to pomeni okoli 0,66 A toka pri 5 V ali 1 A toka pri 3,3 V. Pri tem upoštevamo, da se Raspberry Pi 5 napaja iz originalnega 5-amperskega napajalnika, iz Raspberry Pi 5 pa se nato napajata USB tipkovnica in USB miška.

Prenos programske kode v Arduino razvojno vezje

Vsekakor potrebujemo ustrezen zaporedni vmesnik, pri čemer lahko v Raspberry Pi OS uporabimo v Raspberry Pi 5 vgrajen zaporedni vmesnik, ki je na voljo prek 40-polnega razširitvenega priključka (glej sliko). Če programiramo v Windows 11, tudi pri Raspberry Pi 5 zaenkrat nujno potrebujemo USB zaporedni vmesnik, saj UEFI BIOS v0.3 zaenkrat 40-polne razširitvenega priključka še ne podpira.

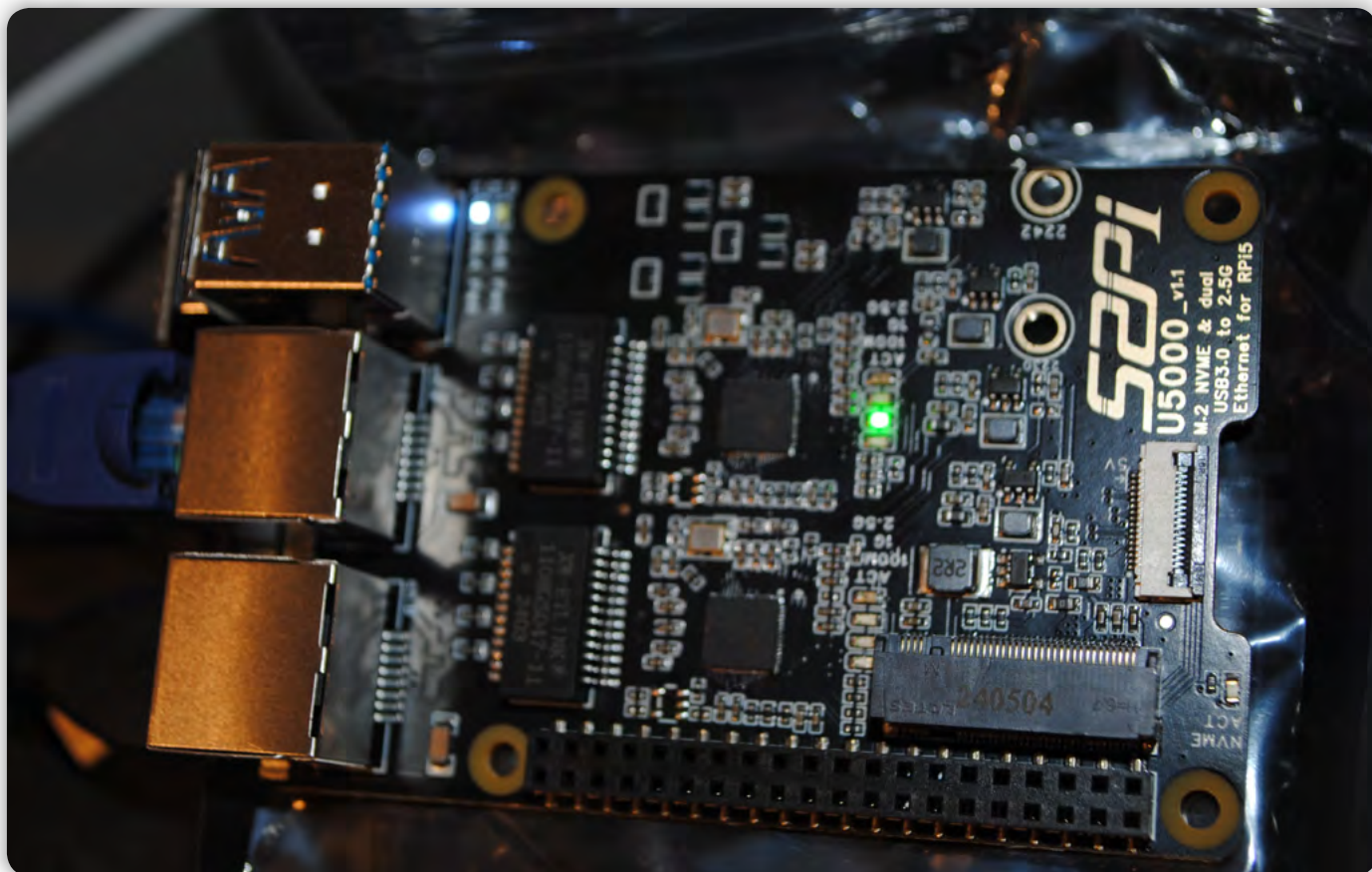
Projekt: Programiranje krmilnika za LED luči

Poglejmo kako z Raspberry Pi 5 sprogramiramo krmilnik za luči, o katerem ste lahko obširneje brali v SE333 in SE315, pri čemer sem pri SE315 namesto ESP32 modula uporabil Microchipov 8-bitni mikrokontroler, ki pa nima možnosti Wi-Fi/Bluetooth komunikacije. Podrobnejši opis vezja in njegove izgradnje najdete tudi na spletni strani: <https://sites.google.com/site/pcusbprojects/5-custom-projects/ll-led-lighting-controller>, na kateri je tudi povezava do celotne izvirne kode, ki jo lahko s spletnim brskalnikom (Chromium, FireFox, ...) prenesete v Arduino IDE 2.x razvojno okolje v Raspberry Pi 5.

Kako sprogramiramo vezje iz SE333 neposredno prek Raspberry Pi 5?

Vse je zelo podobno kot v Windows, kljub temu pa je v Raspberry Pi OS pomembna razlika. Linux ima drugačen način označevanja perifernih naprav. Tako so zaporedna vrata označena, ki dostopna prek 40-polnega razširitvenega priključka označena z `/dev/ttyAMA0`. Če imate na voljo ustrezne kable (tisti za razhroščevanje), lahko uporabite tudi vrata `/dev/ttyAMA10`, ki so neposredno povezana s sistemom v enem čipu BCM2712.

Naslednji korak je izbira hitrosti prenosa podatkov, za katero želimo, da bi bila čim višja. V praksi lahko izberemo hitrost 921.600 baudov, kar je nekajkrat več do običajnih 115200, a kljub temu deluje neposredna povezava Raspberry Pi 5 z Arduino razvojno ploščo prek 40-polne razširitvene vtičnice povsem



Slika 3: Razširitvena kartica 52Pi U5000 za Raspberry Pi 5, katere omrežni del se da uporabiti tudi z drugimi računalniki.

brezhibno. Enako hitro je tudi, če kot vmesnik uporabimo kar PIC32 mikrokontroler (načrt programatorja najdete na spletni strani <https://pcusbprojects.com>)...

Po pritisku na puščico naprej programiranje steče prav tako, kot bi na klasičnem PC! Predpogoj je le, da je Arduino razvojna plošča v načinu za programiranje, ali pa se preklon izvede samodejno...

Zakaj Arduino 2.x nima uradne podpore za Linux na ARM64?

Za Arduino IDE 1.x razvojno okolje je še danes na voljo podpora za Linux za arhitekturo ARM64, saj smo ga lahko, na primer v Debian Linux, namestil s preprostim že omenjenim ukazom iz ukaznega okna. Z dolgo pričakovanim Arduino IDE 2.x je žal ostala le še polna podpora za računalnike z arhitekturo x64 (Windows, Linux, Mac OS), medtem ko je podpora za računalnike z arhitekturo ARM64 omejena na Mac OS in Windows 10 in 11. Vse kaže, da so avtorji Arduino IDE prepričani, da bo Windows 11 prevladal tudi na Raspberry Pi 5, v kar pa vsaj dokler ne dobimo Raspberry Pi 6, dvomim.

Zaenkrat različica Arduino IDE 2.2.0 na Raspberry Pi OS Bookworm dobro deluje in lahko naloži tudi podpro za novejšo razvojno ploščico, kakor tudi dodatne programske knjižnice zanje. Zato ni tako pomembno, če zaenkrat še ne moremo

naložiti zadnje verzije Arduino IDE 2.x. Slednjo lahko zelo enostavno namestimo le, če na Raspberry Pi 5 prej namestimo Windows 10 ali 11. Podrobnosti si lahko ogledate v videu na youtube kanalu: youtube.com/@pcusbprojects...

Za konec še to!

Če se boste odločili na Raspberry Pi 5 namestiti Windows 11 24H2, torej povsem zadnjo različico tega operacijskega sistema, toplo priporočam razširitveno kartico 52Pi U5000 (stane okoli 40 USD, kar je približno toliko kot 2 obeska iz USB3.0 na Ethernet, vendar s kartico U5000 dobimo še vtičnico M.2), s katero boste računalnik z lahkoto povezali v internet prek ožičenega Ethernetnega omrežja. Kartica ima tudi priključek PCIe M.2, ki omogoča vgradnjo NVMe SSD. Tako lahko na Raspberry Pi 5 poganjate Arduino IDE 2.3.3 v zadnji različici Windows 11 24H2 s polno hitrostjo!

Sicer pa omrežni del kartice (Realtekova krmilnika USB3.0-2,5 Gb/s Ethernet) neuradno deluje tudi na klasičnem PC in drugih Raspberry Pi 5, če imamo naložene ustrezne gonilnike, oziroma dovolj novo različico operacijskega sistema Linux, Windows ali MacOS na arhitekturah x32, x64 ali ARM64. Le ustrezen kabel potrebujemo, kar sem tudi sam preizkusil. Ni pa nobenega jamstva, da se ne bi mogle pojaviti kakršnekoli težave, saj je proizvajalec zagotavlja pravilno delovanje kartice U5000 le z Raspberry Pi 5. Po drugi strani, lahko pogon NVMe SSD priklopimo le na Raspberry Pi 5, ki ima zaenkrat edini vgrajen konektor FFC...

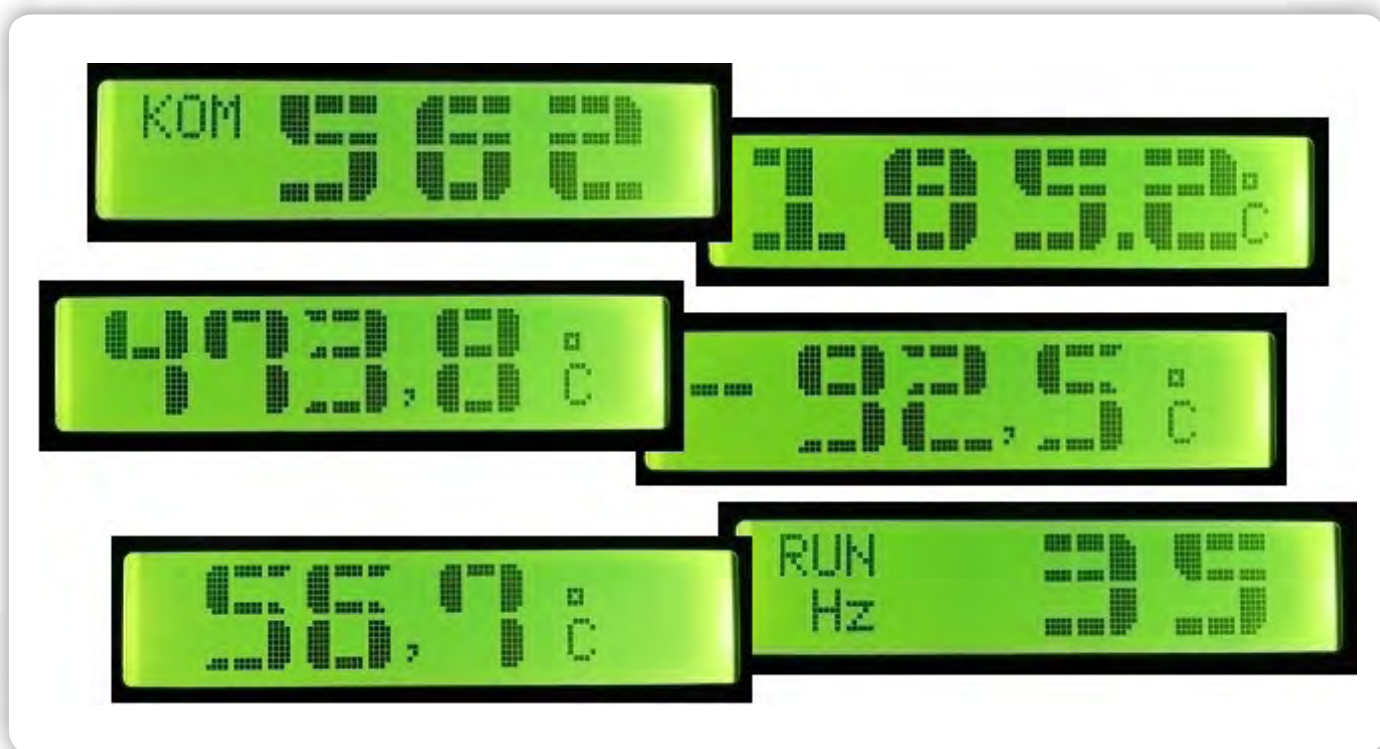
<https://pcusbprojects.com>

Bascom AVR programske knjižnice "Big number" za prikaz vrednosti spremenljivk na LCD-ju v velikem formatu (1)

Avtor: Mladen Čempuh

e-mail: cempuh.mladen@gmail.com

Bascom-AVR programski paket z imenom „Big Number“ omogoča, da na enostaven način prikazujemo vrednosti raznih vrst spremenljivk v dvovrstičnem, trivrstičnem in štirivrstičnem formatu prikaza na LCD-ju. V tem članku bo opisan prvi del programskega paketa „Big Number“ ki omogoča dvovrstični format prikaza vrednosti spremenljivk z dvema vrstama fontov.



Na dvovrstičnem LCD-ju, npr. 1602, je omogočen dvovrstični format prikaza vrednosti iz Byte, Word, Integer ali Single spremenljivke. Za dvovrstični format sta na voljo dva fonta: Font1 in Font2. Font2 zavzema za isto številčno vrednost spremenljivke nekaj manjše število stolpcev LCD-ja.

Za vse programske knjižnice iz programskega paketa "Big number" je uvedena univerzalna sintaksa ukaza za prikaz vrednosti neke spremenljivke v velikem formatu:

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

Vrednost y je koordinata vrste, vrednost x pa je koordinata stolpca zgornjega levega kota pozicije izpisa na LCD. Če uporabimo dvovrstični format prikaza na dvovrstičnem LCD-ju, je takrat y vedno 1. Vendar pa se dvovrstični format lahko upora-

bi tudi na štirivrstičnem LCD-ju npr. LCD2004. Takrat z y določimo, od katere vrste se bo pričel dvovrstični izpis.

Vrsta spremenljivk je lahko Byte, Word, Integer ali Single. Odvisno od vrste spremenljivke, katere vrednost v dvovrstičnem formatu želimo prikazati na LCD-ju, in mejnih vrednosti te spremenljivke, je potrebno v uporabniški program Bascom AVR z ukazom `$include` vključiti ustrezno programsko knjižnico vrste `inc` za prikaz vrednosti spremenljivke v izbranem formatu. Knjižnica mora biti v uporabniškem programu vključena preden uporabimo ukaz `Big_number`. Sočasno se v uporabniški program sme vključiti samo ena knjižnica. Pri uporabi Single spremenljivke za prikaz decimalne vrednosti številke na LCD-ju se avtomatično decimalna vrednost zaokroži na eno decimalko. Če je decimalno število v obsegu 0 do 99.9, ali v obsegu 0 do 999.9, se takrat priporoča uporaba knjižnice za prikaz

pozitivnega decimalnega števila (`positive_single`), ker v izpisu zavzema manjše število stolpcev LCD-ja. Če je decimalno število v obsegu `-99.9` do `99.9`, ali v obsegu od `-999.9` do `999.9`, se uporabi knjižnica za dvovrstični format izpisa pozitivnih in negativnih decimalnih števil iz `Single` spremenljivk.

Če vrednost spremenljivke pade iz obsega, ki je določen z izbrano knjižnico, se na LCD -ju izpiše sporočilo o napaki preko račitve obsega vrednosti izpisa spremenljivke `*Over range!*`, vse dokler se vrednost spremenljivke nahaja izven dovoljenega obsega.

V tem projektu knjižnice za dvovrstični prikaz vrednosti spremenljivk so priloženi primeri za vsako vrsto spremenljivke in za vsak format in font. Vsi testni programi in primeri uporabe so definirani za ATmega328P na 16MHz. Razen lastnega mikrokontrolerskega vezja se lahko uporabi tudi Arduino Uno ali Arduino Nano modul. Razen ATmega328P se lahko uporabi tudi nek drugi ATmega ali ATtiny mikrokontroler, ki ga podpira Bascom-AVR, po pogojem da ima dovolj Flash pomnilnika. Programske knjižnice za dvovrstični prikaz vrednosti spremenljivk so prilagojene po dolžini izpisa na LCD (število stolpcev, katere prikaz vrednosti zavzema na LCD-ju), izpisu na dvovrstični displej LCD1602 (`16 * 2`) z namenom, da prikaz vrednosti zavzame čim manj stolpcev LCD-ja. Tako če je mogoče, uporabniku ostane možnost prikaza za izpis npr. merilne enote, kot `°C`, `Hz` ali nek drugi teksta npr. `RUN`. V vseh priloženih programskih primerih je komunikacija z LCD-jem 4 bitna paralelna, lahko se uporabi tudi serijska I2C softverska ali hardverska TWI komunikacija. Vrsto AVR mikrokontrolerja, delovno frekvenco, in definiranje vrste komunikacije z LCD-jem je lahko uporabnik po želji spremeni in prilagodi svojim potrebam. Če se v uporabniškem programu uporabljajo prekinitvene rutine, pri uporabi softverske I2C serijske komunikacije z LCD-jem priporočam pred ukazom `Big_number` onemogočite vse prekinitve, ker nekatere prekinitvene rutine pri softverski I2C komunikaciji z LCD-jem lahko izzovejo napačen prikaz na LCD-ju. Po izvršitvi ukaza `Big number y, x`, Spremenljivka se lahko prekinitve ponovno omogočijo. Če moramo konstantno izvrševati prekinitvene rutine vam priporočam uporabo paralelne 4 bitne komunikacije z LCD-jem ali hardverske I2C (TWI) komunikacije. Pri dvovrstičnem izpisu vrednosti spremenljivk se uporabljajo uporabniški LCD karakterji `Chr(1)` do `Chr(7)` definirani z Bascom-AVR ukazom `Deflcdchar`. Uporabniški LCD karakter `Chr(0)` se ne uporablja in je prost za uporabnika.

Dvovrstični prikaz vrednosti spremenljivk s fontom Font1

Primeri programov in programske knjižnice so v direktoriju `Font1`.

Dvovrstični prikaz vrednosti Byte spremenljivk v fontu Font1

Obseg vrednosti je od 0 do 255. Prikaz vrednosti zavzema 11 stolpcev. Knjižnica je `„byte_font1.inc“`, preizkusni program je `„Byte Font1.bas“`, slika 1.

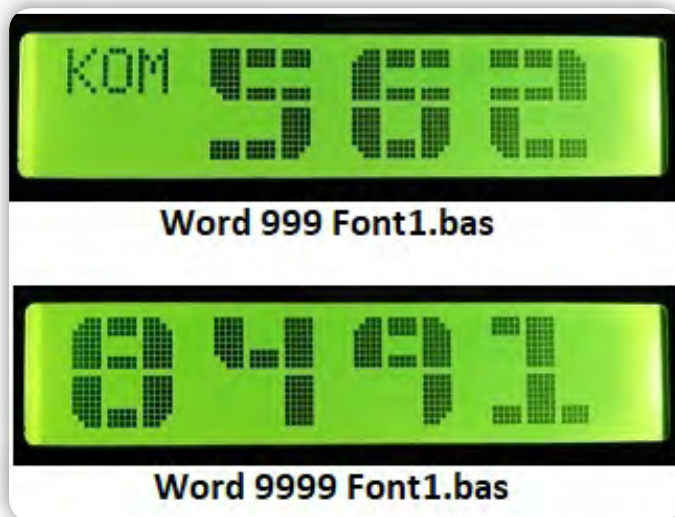


Slika 1: Primer dvovrstičnega Font1 prikaza Byte spremenljivke

Dvovrstični prikaz vrednosti Word spremenljivk v fontu Font1

Za obseg vrednosti od 0 do 999 je ustrezna knjižnica `„word_999_font1.inc“`. Prikaz vrednosti zavzema 11 stolpcev. Preizkusni program je `„Word 999 Font1.bas“`.

Za obseg vrednosti od 0 do 9999 je ustrezna knjižnica `„word_9999_font1.inc“`. Prikaz vrednosti zavzema 15 stolpcev. Preizkusni program je `„Word 9999 Font1.bas“`, slika 2.



Slika 2.: Primer dvovrstičnega Font1 prikaza Word spremenljivk

Dvovrstični prikaz vrednosti Integer spremenljivk v fontu Font1

Za obseg vrednosti od `-999` do `999` je ustrezna knjižnica `„integer_999_font1.inc“`. Prikaz vrednosti zavzema 14 stolpcev. Preizkusni program je `„Integer 999 Font1.bas“`, slika 3.



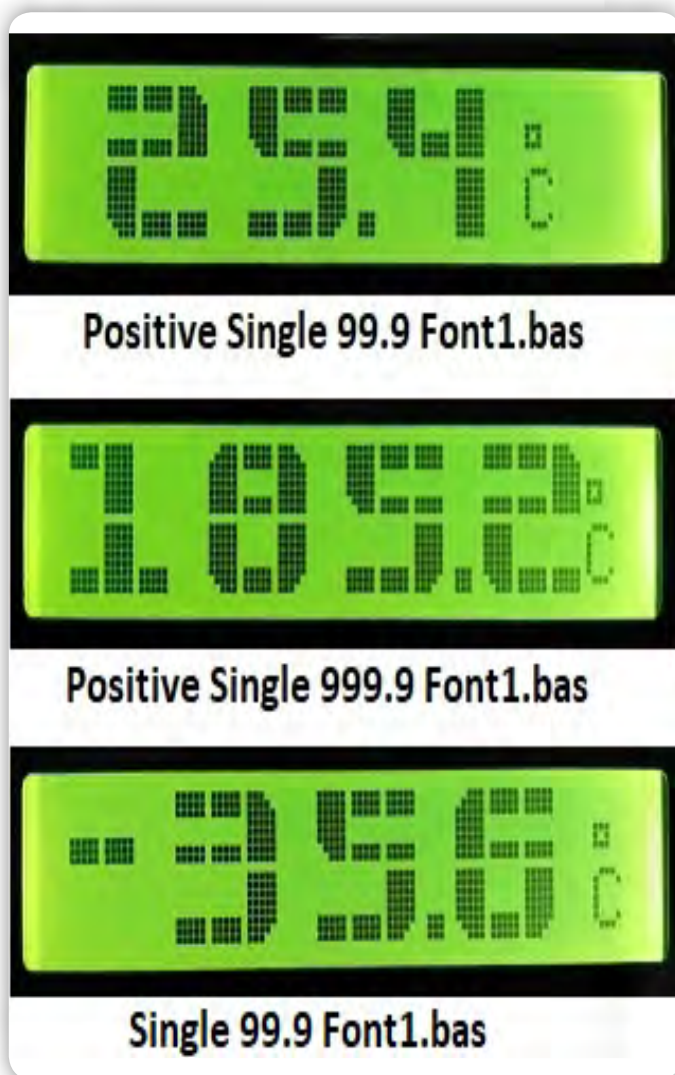
Slika 3: Primer dvovrstičnega Font1 prikaza Integer spremenljivke

Dvovrstični prikaz vrednosti Single spremenljivk v fontu Font1

Za obseg vrednosti od 0 do 99.9 je ustrezna knjižnica „positive_single_99.9_font1.inc“. Prikaz vrednosti zavzema 11 stolpcev. Preizkusni program je „Positive Single 99.9 Font1.bas“, slika 4.

Za obseg vrednosti od 0 do 999.9 je ustrezna knjižnica „positive_single_999.9_font1.inc“. Prikaz vrednosti zavzema 15 stolpcev. Preizkusni program je „Positive Single 999.9 Font1.bas“, slika 4.

Za obseg vrednosti od -99.9 do 99.9 je ustrezna knjižnica „single_99.9_font1.inc“. Prikaz vrednosti zavzema 14 stolpcev. Preizkusni program je „Single 99.9 Font1.bas“, slika 4.



Slika 4: Primer dvovrstičnega Font1 prikaza Single spremenljivk

Dvovrstični prikaz vrednosti spremenljivk s fontom Font2

Primeri programov in programske knjižnice so v direktoriju Font2 .

Dvovrstični prikaz vrednosti Byte spremenljivk v fontu Font2

Obseg vrednosti je od 0 do 255. Prikaz vrednosti zavzema 9 stolpcev. Knjižnica je „byte_font2.inc“. Preizkusni program je „Byte Font2.bas“, slika 5.



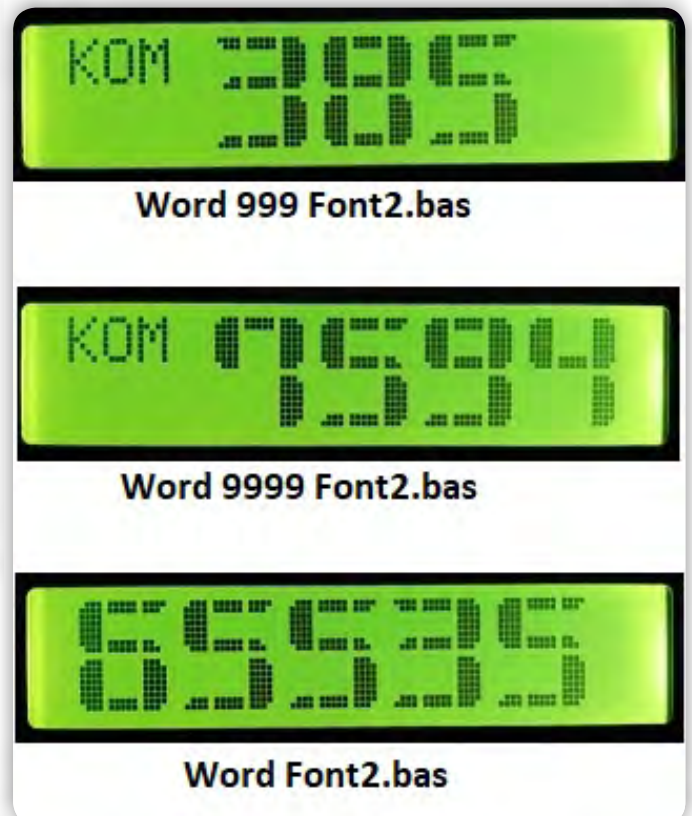
Slika 5: Primer dvovrstičnega Font2 prikaza Byte spremenljivke

Dvovrstični prikaz vrednosti Word spremenljivk v fontu Font2

Za obseg vrednosti od 0 do 999 je ustrezna knjižnica „word_999_font2.inc“. Prikaz vrednosti zavzema 9 stolpcev. Preizkusni program je „Word 999 Font2.bas“ slika 6.

Za obseg vrednosti od 0 do 9999 je ustrezna knjižnica „word_9999_font2.inc“. Prikaz vrednosti zavzema 12 stolpcev LCD-ja. Preizkusni program je „Word 9999 Font2.bas“ slika 6.

Za obseg vrednosti od 0 do 65535 je ustrezna knjižnica „word_font2.inc“. Prikaz vrednosti zavzema 15 stolpcev. Preizkusni program je „Word Font2.bas“, slika 6.

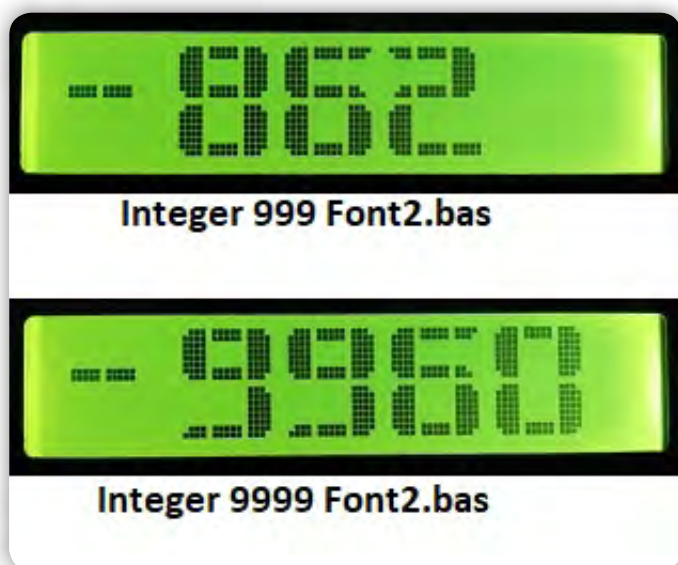


Slika 6: Primer dvovrstičnega Font2 prikaza Word spremenljivk

Dvovrstični prikaz vrednosti Integer spremenljivk v fonu Font2

Za obseg vrednosti od -999 do 999 je ustrezna knjižnica „integer_999_font2.inc“. Prikaz vrednosti zavzema 12 stolpcev. Preizkusni program je „Integer 999 Font2.bas“, slika 7.

Za obseg vrednosti od -9999 do 9999 je ustrezna knjižnica „integer_9999_font2.inc“. Prikaz vrednosti zavzema 15 stolpcev. Preizkusni program je „Integer 9999 Font2.bas“, slika 7.



Slika 7: Primer dvovrstičnega Font2 prikaza Integer spremenljivk

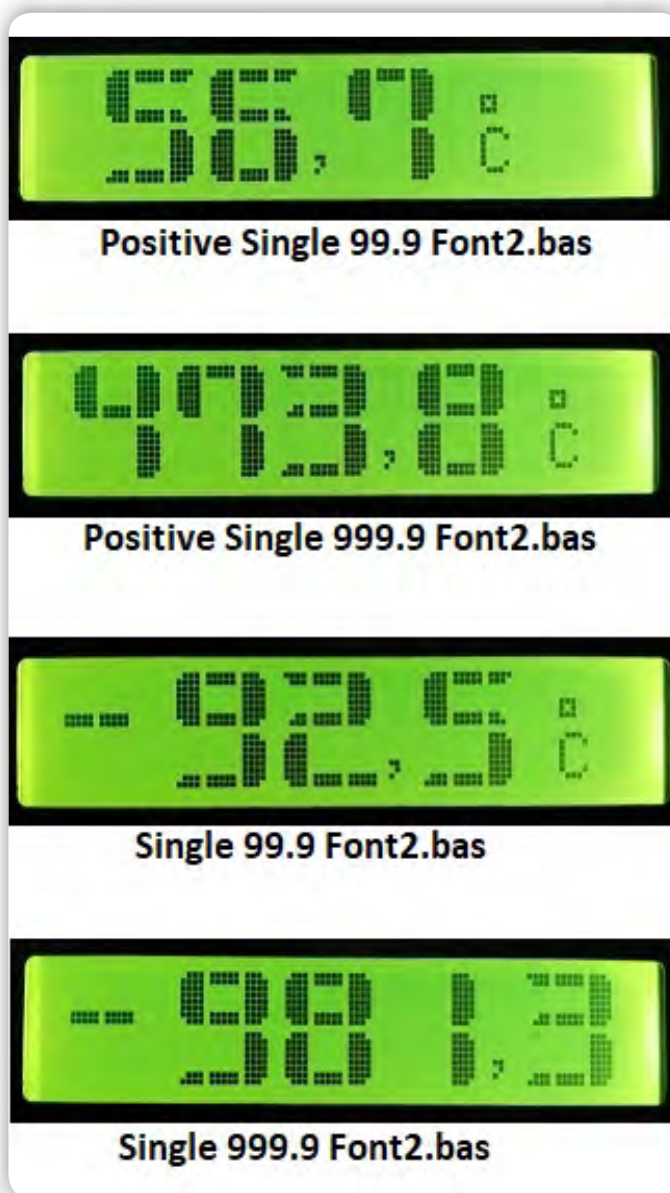
Dvovrstični prikaz vrednosti Single spremenljivk v fonu Font2

Za obseg vrednosti od 0 do 99.9 je ustrezna knjižnica „positive_single_99.9_font2.inc“. Prikaz vrednosti zavzema 10 stolpcev. Preizkusni program je „Positive Single 99.9 Font2.bas“, slika 8.

Za obseg vrednosti od 0 do 999.9 je ustrezna knjižnica „positive_single_999.9_font2.inc“. Prikaz vrednosti zavzema 13 stolpcev. Preizkusni program je „Positive Single 999.9 Font2.bas“, slika 8.

Za obseg vrednosti od -99.9 do 99.9 je ustrezna knjižnica „single_99.9_font2.inc“. Prikaz vrednosti zavzema 13 stolpcev. Preizkusni program je „Single 99.9 Font2.bas“, slika 8.

Za obseg vrednosti od -999.9 do 999.9 je ustrezna knjižnica „single_999.9_font2.inc“. Prikaz vrednosti zavzema 16 stolpcev. Preizkusni program je „Single 999.9 Font2.bas“, slika 8.



Slika 8: Primer dvovrstičnega Font2 prikaza Single spremenljivk

V naslednji številki revije Svet Elektronike bo opisan drugi del programskega paketa „Big Number“, ki omogoča trivrstični in štirivrstični format izpisa vrednosti Byte, Word, Integer in Single spremenljivk na štirivrstičnem displeju LCD2004.



BeeProg3

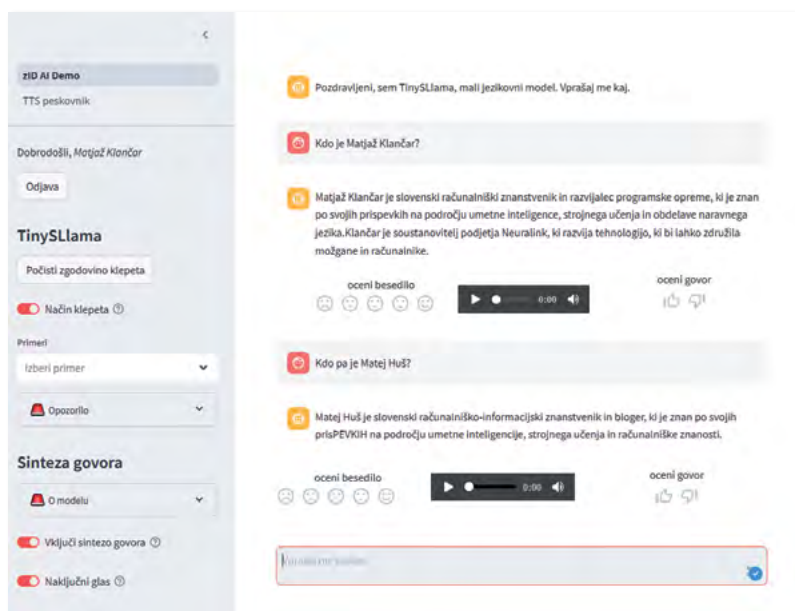
NOVOST pri ELNEC-u
univerzalni
64 pinski programator

60-0061_PROG BeeProg3



Domači ChatGPT

Kakšen osebni računalnik potrebujemo, da odprtokodno Llamo naučimo dostojne slovenščine, ki bo omogočala umetnointeligenčni pogovor tudi brez dostopa do oblakov v spletu? Izkaže se, da – več je hitreje.



UMETNA INTELIGENCA V SLOVENIJI

Kaj se na področju umetne inteligence dogaja in nastaja v naših prostorih? Od zavarovalništva do proizvodnje, od obrambe do reševanja bolezni, od turističnega vodnika do izobraževanja.



MONITORPRO:

- Kibernetska varnost
- Varnostno operativni centri

Uvozi in carine | Podatkovni centri in procesorji zanje | RCS in Apple | Copilot 365 v slovenščini | Google NotebookLM | Apple iPhone 16 | DJI Neo | Google Pixel Buds 2

Cenovno ugodne ideje za namizni napajalnik - 1. del

Avtor: Brian Millier
email: bmillier1@gmail.com

Mislím, da nisem nič drugačen od številnih navdušencev nad elektroniko/računalniki, ki imajo veliko napajalnikov za prenosnike, ki se jim potikajo po sobi in na katerih se nabira prah.

Vsi smo opustili starejše prenosne računalnike, v mojem primeru pa sem bil pred upokojitvijo odgovoren za zbiranje starih računalnikov, ki jih je bilo treba poslati v obrat za recikliranje. Zato jih imam kar nekaj v svojih zabojnikih za rezervne dele.

Večina teh napajalnikov zagotavlja 19 ali 20 voltov enosmerne napetosti in ima zmogljivost od 75 do 100 vatov. Zanima me, kako je bila prvotno določena vrednost 19-20 V. Zagotovo visokozmogljivi procesorski čipi v prenosnem računalniku delujejo pri manj kot 3 voltih, preostalo vezje matične plošče pa uporablja 3,3 V in 5 V. Z izbiro višje napetosti, kot je 19 V, se zmanjša potrebna tokovna zmogljivost povezovalnega kabla. Ker bo prenosnik potreboval različne napetosti, enake ali manjše od 5 V, bodo tako ali tako potrebni stikalni regulatorji tipa buck, zakaj torej ne bi izbrali visoke napetosti, kot je 19 V.

Vendar pa 19 V večinoma ni uporabna vrednost za projekte „naredi sam“. Poleg tega je nekoliko manjša od 30 V, ki bi jih morda želeli imeti v namiznem napajalniku. V tem članku sem skušal izdelati napajalnik, ki bi zagotavljal od 1,2 do 30 voltov. Nazivni tok pri različnih napetostih bi bil različen, vendar bi bil omejen s 75-100 W, ki so na voljo iz napajalnika prenosnega računalnika.

Za zagotavljanje napetosti nad in pod 19-20 V, ki so na voljo v napajalnikih prenosnega računalnika, sem moral dodati stikalni modul buck-boost. Ti se včasih imenujejo SEPIC pretvorniki (single-ended primary inductor converter - enosmerni pretvornik s primarno induktivnostjo). Čeprav ga lahko izdelate sami, je veliko bolj ekonomično in hitreje uporabiti module, ki so na



voljo na Amazonu/Alibabi itd. Slika 1 prikazuje modul, ki sem ga uporabil.

Amazon za te stvari ne navaja številke delov, vendar ga lahko najdete z uporabo njihovega opisa:

- *DC 5-30V to 1.25-30V Power Module DC-DC Step Up/Down Buck Converter Boost Converter Module Voltage Regulator Converter Module Continuously Adjustable*

Ta modul ima največji vhodni tok 8 A, kar je več kot zagotavlja napajalnik prenosnih računalnikov. Njegov izhodni tok je največ 10 A, vendar je omejen z omejitvami odvajanja toplote, ki jih določa velikost hladilnika. Brez težav sem iz njega pri 5 V izvlekel 8 A, pri čemer se je z naraščanjem zahtevane izhodne napetosti tok sorazmerno zmanjšal. Edino nekoliko težavno opravilo je odstranitev večobratnega potenciometra za nastavitev napetosti in njegova zamenjava z večjim potenciometrom, nameščenim na sprednji plošči.

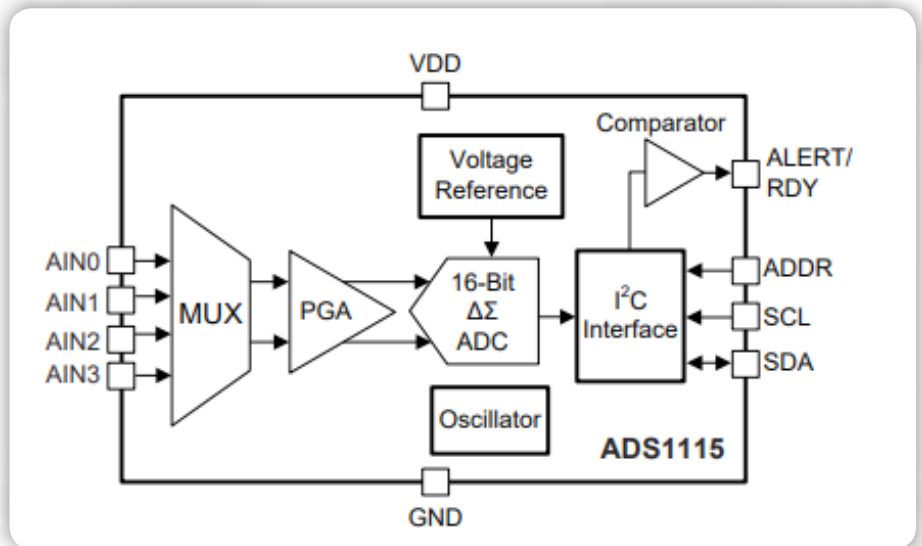
Ta buck/bost pretvornik je neizoliran. To pomeni, da je vhodna negativna sponka povezana z izhodno negativno sponko. Pravzaprav je med tema dvema sponkama upor 0,007 Ω , ki se uporablja za omejevanje toka. V moji zasnovi je ta upor kratko vezan tako, da sta obe negativni sponki povezani skupaj. Namesto tega sem uporabil bolj vsestransko vezje za omejevanje toka (prvotno vezje za omejevanje toka po mojem mnenju ni bilo zadovoljivo).

Osnovno napajanje sestavljajo napajalnik prenosnega računalnika, stikalni regulator in potenciometer za nastavitev napetosti. Vendar sem želel imeti še digitalni prikaz napetosti in toka ter nastavljiv nadzor omejitve najvišjega toka. Ta nastavitev tokovne omejitve ne bi bila odvisna od tega, ali uporabnik napajanje kratko sklene ali močno obremeni in nastavi potenciometer tokovne omejitve, dokler ne preseže zelene tokovne omejitve (tako je delovala prvotna zasnova modula).

Za digitalni prikaz napetosti/toka in funkcijo omejevanja toka sem se odločil uporabiti zelo priljubljen MCU Raspberry Pi RP2040 (Pico). To je bil vedno zelo poceni MCU, zdaj, ko ga podpira Arduino IDE, pa je bil zelo dobra izbira. Prav tako je zelo enostavno napisati ugnježeno programsko opremo za ta MCU. Ko ga vklopite v računalnik prek USB in pritisnete tipko Boot, se v računalniku prikaže kot Flash pomnilnik. Vse, kar morate storiti je, da na ta pogon povlečete datoteko šestnajstistiške kode, in čip bo to šestnajstistiško kodo sprogramiral v svoj pomnilnik. Pravzaprav Arduino IDE poskrbi celo za to majhno nalogo namesto vas, saj lahko na daljavo „pritisne tipko Boot“ in nato sam kopira hex datoteko.

se uporablja za odklop napajanja modula Buck/Boost stikalnega regulatorja, ko raven toka preseže uporabniško določeno nastavitve tokovne meje. Takšno delovanje olajša program RP2040 v jeziku C, saj se mu ni treba takoj odzvati na tokovno preobremenitev - za to poskrbi ADS1115.

Na sliki 2 je vidno, da je Alert signal od ADS1115 povezan z bazo T1 prek diode D3. T1 je običajno vklopljen z R5. Če pa pride do previsokega toka, signal Alert izključi prednapetost na T1. Ko je T1 izklopljen, se Q1, P-kanalni MOSFET (AOD4189), izklopi, saj se njegova sponka Gate dvigne na 19 do 20 V (odvisno od uporabljenega napajalnika).



Dioda D4 je prav tako priključena na bazo T1 in jo poganja priključek GP15 RP2040 - to omogoča tudi, da RP2040 vkaplja in izklaplja napajanje pod nadzorom uporabnika. Tako D3 kot D4 morata biti Schottkyjevi diodi, sicer ne bosta mogli potegniti baze T1 dovolj nizko, da bi ga izklopili (v preteklosti me je ta težava že doletela!).

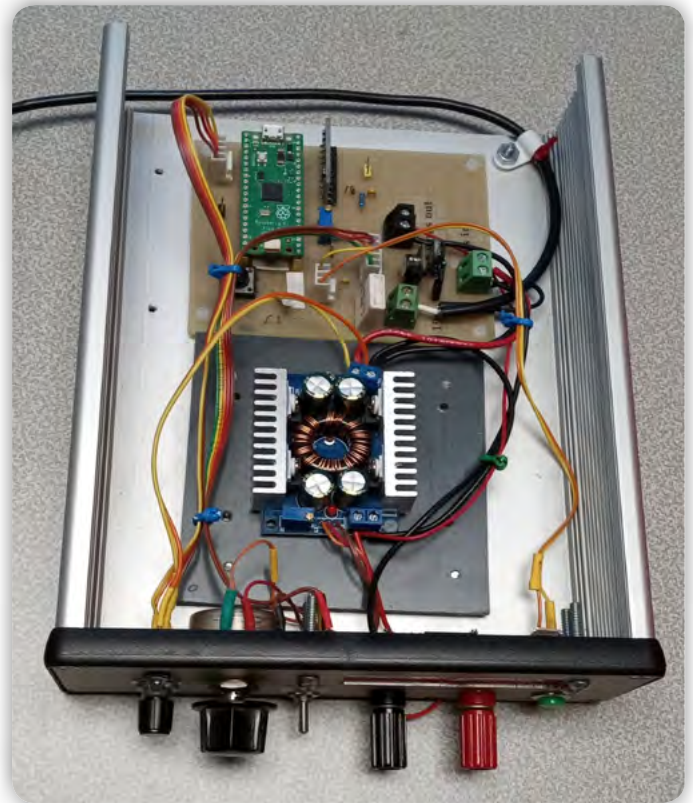
Q1, P-kanalni MOSFET, je povezan med pozitivnim izhodom 19V napajalnika in pozitivnim vhodom stikalnega regulatorja buck/boost. Ta regulator lahko preklaplja 40 A, zato zlahka prenese tokove <10 A, ki so potrebni za to napajanje.

Modul buck/boost stikalnega regulatorja vsebuje majhen 10-obratni linearni trimer potenciometer za nastavitve napetosti z vrednostjo 200k. Želel sem uporabiti večji potenciometer z enim obratom, ki se namesti na ploščo. Čeprav so potenciometri za montažo na ploščo z upornostjo 200k zlahka na voljo, imam na voljo dobro izbiro zelo kakovostnih potenciometrov za montažo na ploščo, ki so bili odstranjeni iz starejše opreme. Ker nisem imel 200k potenciometrov, sem se odločil, da bom uporabil 100k potenciometer, ki sem ga imel pri roki, in dodal dodatni 100k (R8), ko sem potreboval napetosti od 15 do 30 voltov. Z uporabo potenciometra prave vrednosti bi bila R8 in stikalo nepotrebna.

Želel sem vključiti velik 8-mestni LED zaslon za hkratni prikaz napetosti in toka - izražen na 2 decimalni mesti. Odločil sem se, da bom uporabil zelo običajne 8-številčne LED prikazovalnike (z gonilnikom MAX7219), ki jih najdete na Amazonu in Alibabi. Prepričajte se le, da imajo tisti, ki jih dobite, gonilni čip MAX7219 (čeprav mislim, da ni takih, ki ga ne bi imeli).

Napetost, potrebna za delovanje nekaterih vezij, je 5 V. Ta se na ploščo RP2040 Pico pripelje s priključkom VBUS. Ploščica Pico zagotavlja napetost 3,3 V, ki jo potrebujejo nekatera preostala vezja - razen osemmestnega LED zaslona, ki bo deloval le pri napetosti 5 V.

Teh 5 V zagotavlja običajni 3-pin regulator 7805. Ker vhodna napetost 19 V pade na 5 V, bo moč, ki se bo trošila na njem glede na tok, ki ga porablja osemmestni LED, razmeroma velika.



RAČUNALNIŠKE NOVICE
bralcem revije
SVET ELEKTRONIKE
ponujajo POSEBNO
PONUDBO!

12 ŠTEVILOK revije
RAČUNALNIŠKE NOVICE
plačate samo stroške pošiljanja
9,70 € za vseh 12 številok, brez vezave.

Navedete geslo
SVET ELEKTRONIKE.

**12 številok
BREZPLAČNO**

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

SAMOGRADNJE



Funkcijo „MAX7219_SetBrightness“ knjižnice MAX7219 lahko uporabite za zmanjšanje intenzivnosti, če se 7805 preveč segreje s hladilnikom, ki ga uporabljate. Pri tem projektu sem namesto tega uporabil modul stikalnega regulatorja OKI-78SR-5, ki sem ga imel pri roki, in tako odpravil težavo z disipacijo energije. Vendar so veliko dražji od 7805.

Nastavitev najvišjega toka se izvaja z enim samim vrtljivim enkoderjem (SW2A) z integriranim stikalom (SW2B). Ko pritisnete tipko, enota preide v način nastavitve tokovne omejitve, dejanska vrednost tokovne obremenitve pa se nadomesti z vrednostjo tokovne omejitve, ki jo nastavite z vrtenjem enkoderja. Ko je ustrezno nastavljena, ponovno pritisnete gumb. Na GP13 je vezana tipka za vklop/izklop/ponastavitev tokovne omejitve. S pritiskom na to tipko vklopite in izklopite izhodno napetost ali izbrišete pogoj za sprožitev tokovne omejitve (to storite šele po odstranitvi vira previsokega toka).

Na sliki 4 je fotografija dokončane enote v ohišju. Če se sprašujete, zakaj je modul stikalnega regulatorja nameščen na plastično ploščo, je odgovor preprost: Ponovno sem uporabil ohišje, ki je imelo v spodnji plošči izrezano veliko okroglo luknjo, v katero je bil vgrajen ventilator. Tako sem lahko uporabil ohišje, ki bi običajno šlo v nič.

Na sliki 5 je fotografija sprednje plošče delujoče enote, ki zagotavlja 2,25 V. 0,03 A je dejanski tok, ki teče skozi upor, priključen na izhod. Svetlobna dioda (LED1) nad enkoderjem za omejevanje toka je le priključena na vhodne sponke stikalnega regulatorja (prek upora za omejevanje toka 2k). Ta kaže, ali je RP2040 izklopil napajanje modula stikalnega regulatorja ali ne.

Programska oprema

Ugnezdna programska oprema enote je bila napisana kot skica z uporabo okolja Arduino 2.3.2 IDE. Najprej je treba naložiti podporni paket plošče za MCU RP2040. To storite z orodji Tools > Board Manager in vnesite RP2040. Na voljo bosta dve možnosti - izberite možnost Raspberry Pi RP2040 boards NE možnost Mbed. (mimogrede, ARM je nedavno ukinil operacijski

sistem Mbed, če ste ga uporabljali v preteklosti). Nato kot ciljno ploščo izberite Raspberry Pi Pico.

V tem projektu je uporabljenih več knjižnic tretjih oseb:

```
#include <max7219.h>
#include <floatToString.h>
#include <PicoAnalogCorrection.h>
#include „pio_encoder.h“
    (imenuje rp2040-encoder-knjižnica,
     ko iščete)
```

Na voljo so tako, da uporabite „Library Add“ rutino in jih poiščete po imenu. Uporabil sem rutino PicoAnalogCorrection, ki opravi preprosto dvotočkovno kalibracijo ADC RP2040 z naslednjo rutino:

```
pico.calibrateAdc(GND_PIN, VCC_PIN, 5000);
```

(kjer je 5000 povprečje odčitkov)

Upoštevajte, da sem priključek GPIO GP28_A2 priključil na Vcc. Ta se uporablja za kalibracijo Vcc. Podobno je GP27_A1 priključen na GND za kalibracijo GND.

Potrebna je še ena dodatna knjižnica - za ADS1115 ADC. Adafruit je napisal dobro knjižnico za to napravo: adafruit_AD-S1X15 library. Vendar sem moral narediti nekaj sprememb, da sem omogočil uporabo komparatorja v želenem načinu, ter dodal nekaj drugih izboljšav. Ta (spremenjena) knjižnica se imenuje „ADS1115_BM in jo lahko skupaj s skico najdete na spletni strani Svet Elektronike. Ti dve knjižnični datoteki se morata nahajati v isti mapi kot skica. Naučil sem se, da ne smem vzeti že obstoječe knjižnice, jo spremeniti za lastno uporabo in jo nato namestiti v isto mapo kot skico, ki jo uporablja - razen če ji dam drugačno ime. V nasprotnem primeru bo veriga orodij za sestavljanje Arduino prikazala veliko napak!

V drugem delu tega članka bom opisal popolnoma drugačen pristop k poceni napajalniku. Ta uporablja polnilnike mobilnih telefonov USB-C PD itd., ki so danes pogosto na voljo.

Pi-Pico VF sprejemnik – 2. del

Pred kratkim sem prejel svojo novo Pi Pico 2 ploščo in jo vključil v SDR z minimalnimi spremembami kode. Kljub začetnim pričakovanjem, da bodo izboljšave le obrobne, je bilo povečanje zmogljivosti impresivno.

Ključni izboljšavi računalnika Pi Pico 2 sta enota s plavajočo vejico (FPU) in DSP koprocesor. Čeprav je koda za SDR sprejemnik napisana v aritmetiki s fiksno vejico, hitrejša taktna frekvenca Pico 2 omogoča znatno zmanjšanje obremenitve procesorja - s približno 80 % pri prvotnem Pico na približno 40 % pri Pico 2, slika 1.



Slika 1

Pico 2 ponuja izbiro procesorjev: ARM Cortex M33 ali RISC-V Hazard 3. Preizkusil sem oba in ugotovil, da je njuna zmogljivi-

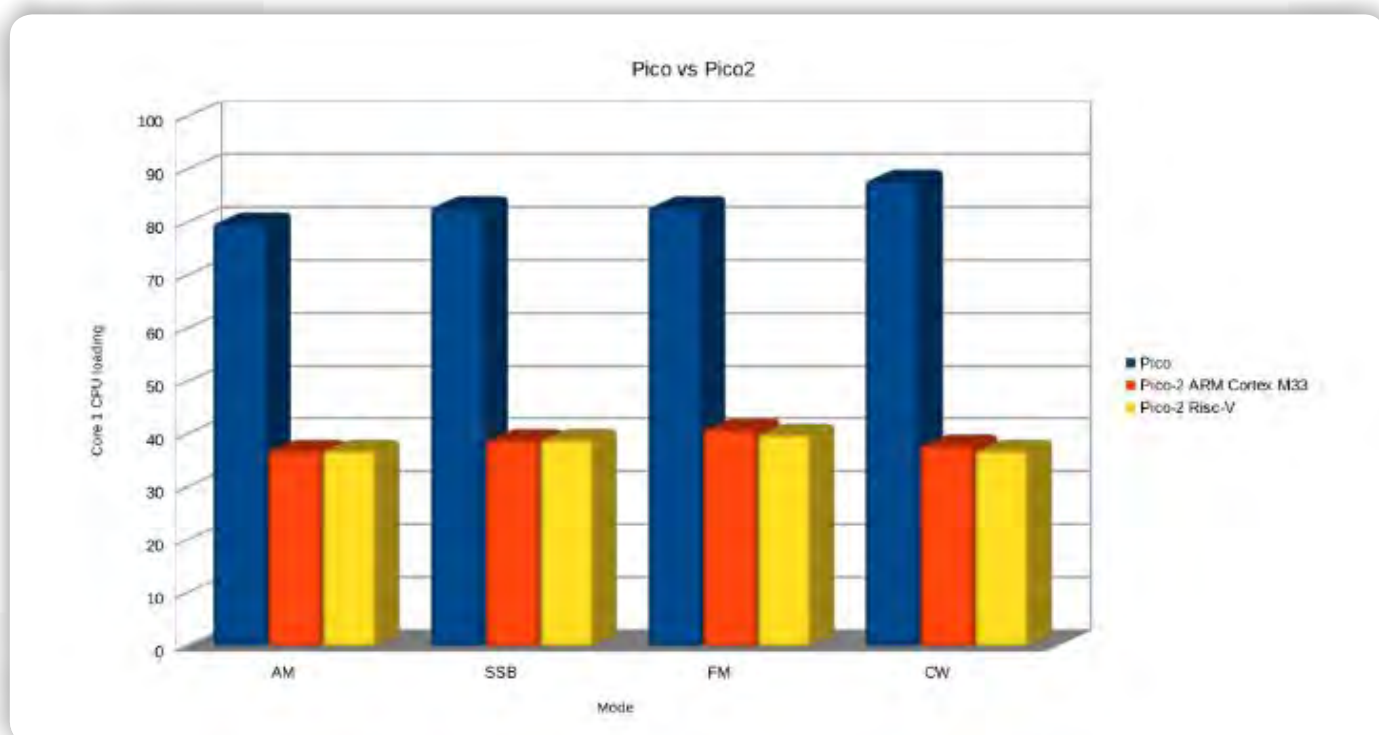
vost v tej aplikaciji s fiksno vejico podobna. Uspeh procesorja RISC-V nakazuje, da bomo v prihodnjih projektih morda videli več teh procesorjev, slika 2.

Zanimalo me je, ali bo odpravljanje znane napake ADC v Pico vplivalo na zmogljivost SDR. Po preizkušanju praga šuma v različnih pasovih nisem ugotovil nobene merljive ali opazne razlike. Glede na to, da SDR povpreči na stotine vzorcev, se morebitni občasni slabi odčitki ADC verjetno izgubijo v šumu, slika 3.

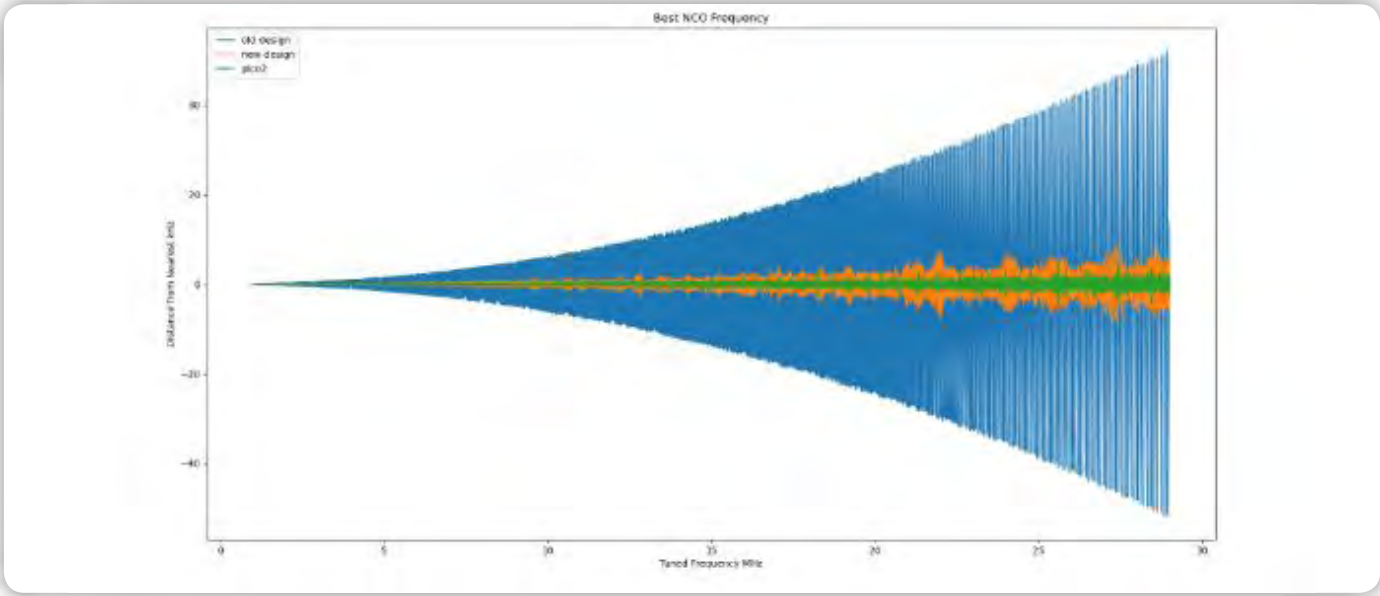
Povečana frekvenca takta pri Pi Pico 2 omogoča tudi boljše ločljivost lokalnega oscilatorja, kar izboljša zmogljivost SDR, zlasti v višjih frekvenčnih pasovih. Čeprav je izboljšava skromna - le nekaj kHz - prispeva k bolj predvidljivemu delovanju na višjih frekvenčnih pasovih.

Sprejemanje Weather FAX

Prejel sem komentar z vprašanjem, ali je mogoče SDR uporabiti za sprejemanje vremenskih faksov. Čeprav tega še nisem poskusil, sem poskusil z zvočno kartico in programom Fldigi na osebem računalniku. Nastavitev je delovala brez težav in uspešno prenašala vremenske zemljevide. To je res zanimiva tehnična rešitev, saj je precej impresivno, da se lahko ozkopa-sovni visokofrekvenčni kanal uporablja za prenos FAX podatkov, hkrati pa je tudi dokaz spretnosti ljudi, ki lahko berejo in razlagajo te zemljevide, slika 4.



Slika 2

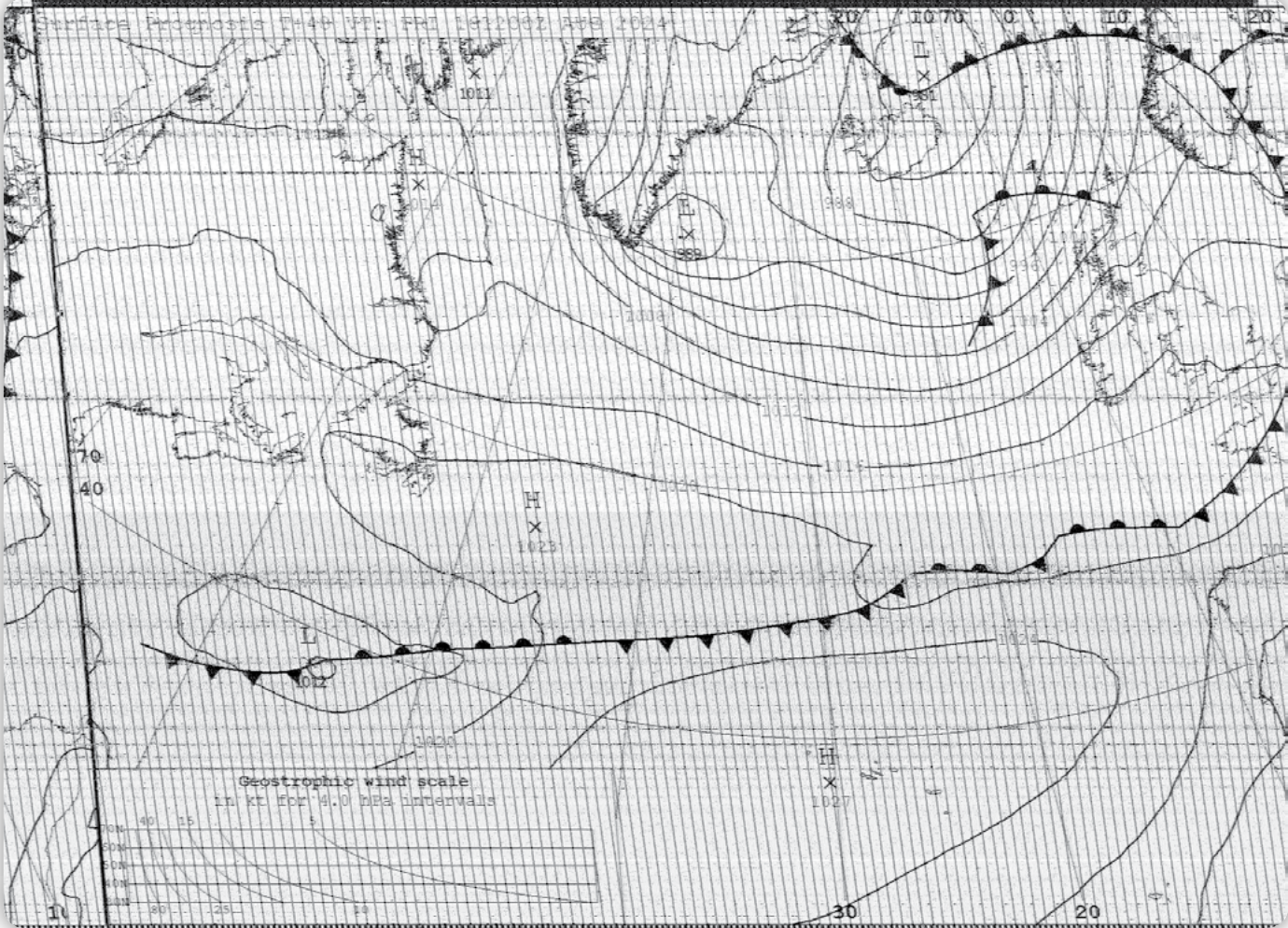


Slika 3

Alternative za operacijske ojačevalnike

Dodatna težava pri gradnji je bila razpoložljivost komponent, zlasti operacijskih ojačevalnikov. Na srečo operacijski ojače-

valniki, uporabljeni v tem projektu, niso posebej specifični in ustrezni nadomestki so široko dostopni. Tukaj so ključne specifikacije, ki jih je treba iskati pri operacijskih ojačevalnikih za ta SDR.



Slika 4

Sample Noise Calculations

Between the noise equation, and the signal equation, the input signal level necessary to produce an output signal equal to the output noise can be found:

$$0.9 \cdot S^4 \cdot G = G \cdot \text{Sqrt}((4 \cdot 0.9 \cdot 0.45)^2 + 2 \cdot (N_p)^2) \cdot \text{Sqrt}(B_w)$$

Or

$$S = \text{Sqrt}((4 \cdot 0.9 \cdot 0.45)^2 + 2 \cdot (N_p)^2) \cdot \text{Sqrt}(B_w) / (0.9 \cdot 4)$$

It is instructive to compare the system input noise to the signal level required to reach a 3 db S+N/N ratio. Such a table is shown below for a receiver with a 1000 Hz bandwidth.

System Noise @ Bw=1000Hz	Preamplifier Noise (nV/SqrtHz)	Signal level for 3 db S+N/N
14.2 nV / -143.8 dbm	9	113 nV / -125.8 dbm
14.2 nV / -143.8 dbm	4	55.3 nV / -132.0 dbm
14.2 nV / -143.8 dbm	2	34.8 nV / -136.0 dbm
14.2 nV / -143.8 dbm	1	27.3 nV / -138.1 dbm
14.2 nV / -143.8 dbm	0.8	17.3 nV / -142.1 dbm

Tabela 1

Delovna napetost

Projekt uporablja 3,3 V izhod iz pico modula za krmiljenje Tayloejevega detektorja. To je predvsem zato, da napetost ostane konstantna ne glede na raven napolnjenosti baterije. To tudi pomeni, da nam ni treba skrbeti, da bi prekomerno napajali ADC, ki deluje le pri napetosti do 3,3 V. Začetna točka je izbira dvojnega izhoda z minimalno napajalno napetostjo 3 V ali manj.

Produkt pasovne širine in ojačenja

Glede na zmanjšano pasovno širino detektorja (12 kHz) in ojačenje 600 zadostuje produkt pasovne širine približno 10 MHz.

Median values of man-made noise power for a number of environments are shown in Fig. 10. The Figure also includes a curve for galactic noise (see § 6).

In all cases results are consistent with a linear variation of the median value, F_{am} , with frequency f of the form:

$$F_{am} = c - d \log f \quad (11)$$

With f expressed in MHz, c and d take the values given in Table 1. Note that equation (11) is valid in the range 0.3 to 250 MHz for all the environmental categories except those of curves D and E as indicated on the Figure.

TABLE 1

Values of the constants c and d

Environmental category	c	d
Business (curve A)	76.8	27.7
Residential (curve B)	72.5	27.7
Rural (curve C)	67.2	27.7
Quiet rural (curve D)	53.6	28.6
Galactic noise (curve E)	52.0	23.0

Tabela 2

Šum operacijskega ojačevalnika

Dan Tayloe v svojem članku [1] navaja nekaj smernic o specifikaciji šuma ojačevalnika in predstavlja formulo za izračun minimalnega zaznavnega signala na podlagi zmogljivosti operacijskega ojačevalnika, tabela 1.

Šum naprav v okolju

Tabela 2, graf primerja pričakovano zmogljivost sprejemnika z ravnmi šuma v pasu. Vidimo, da bi moral ojačevalnik z šumnim številom 9 nV/√Hz zagotavljati primerljivo zmogljivost s tipičnim sprejemnikom in v večini okoliščin ne bi omejeval zmogljivosti sprejemnika, slika 5.

Izbral sem nekaj najcenejših operacijskih ojačevalnikov, ki izpolnjujejo to specifikacijo, in jih preizkusil v sprejemniku, slika 6.

GBP (MHz)	Šumno število (nV/√Hz)	Cena (GBP)	DIP ohišje	
MCP6292	10	8.7	0.82	Da
MCP6022	10	8.7	1.44	Da
MCP662	60	6.8	1.25	Ne
OPA2607	50	3.8	1.26	Ne
OPA1662	22	3.3	1.44	Ne
LT6231	215	1.1	6.25	Ne
LTC6227	420	1	7.53	Ne



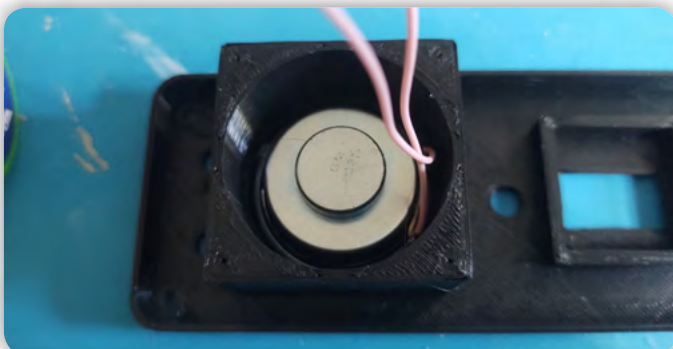
Slika 6

Vsi te ojačevalniki so bili preizkušeni in so delovali brez težav. Pri delovanju ni bilo opaznih razlik, zato pri tej zasnovi ni vredno uporabljati dragih ojačevalnikov. Če težko najdete pravi ojačevalnik, razmislite o prilagoditvi zasnove za delovanje s 5V napravami, kar razširi nabor razpoložljivih komponent.

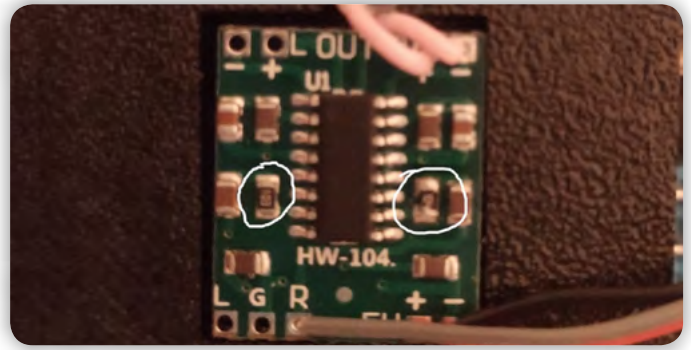
Dodatne izboljšave

Raziskoval sem tudi možnost, da bi SDR dodal zunanji ojačevalnik in zvočnik. Čeprav se poceni računalniški zvočniki dobro obnesejo, bi bil lahko vgrajen zvočnik priročnejši, zlasti za prenosno uporabo. Na voljo so različne možnosti ojačevalnikov nizke moči, s katerimi lahko nastavitve prilagodite svojim posebnim potrebam in proračunu, slika 7.

Odločil sem se za uporabo poceni modula PAM8403 [3]. Te je mogoče dobiti poceni in lahko zagotovijo do 3 W izhodne moči v 4 ohmsko breme. Deluje v D razredu, ki omogoča učinkovitost do 90 %, zaradi česar je idealen za prenosne aplikacije. Modul, kot je bil dobavljen, uporablja vhodne upore 10k Oh-



Slika 7



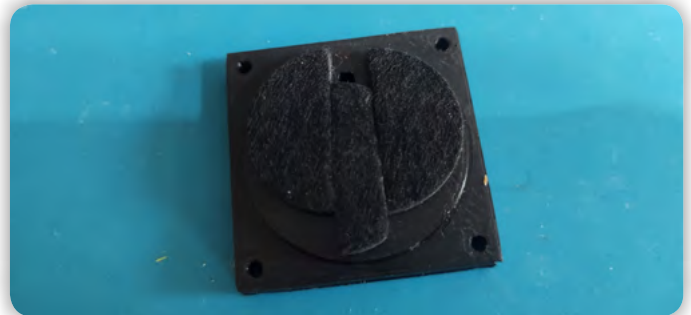
Slika 8

mov, kar pomeni, da je ojačenje za to aplikacijo previsoko, zato sem jih zamenjal z upori 100k Ohmov, da je ojačenje približno 2-kratno, slika 8.

Vključil sem preprosto stikalo za izolacijo ojačevalnika, kadar zvočnik ni potreben, vendar bi to lahko dosegli tudi s stikalom v vtiču za slušalke.

Na voljo so številni majhni zvočniki, njihova kakovost pa se lahko razlikuje. V vsakem primeru lahko zatesnjeno ohišje izboljša kakovost zvoka. Zvočniki v tem cenovnem razredu nimajo podrobnih specifikacij, običajno sta navedeni le impedanca in nazivna moč, zato ni mogoče narediti ničesar prefinjenega. Na tej strani [4] je navedenih nekaj preprostih pravil.

Na zadnji strani ohišja sem uporabil nekaj samolepilnega filca, ki pomaga absorbirati odmeve, slika 9.



Slika 9

Zaključek

Projekt SDR se še naprej razvija, v prihodnosti pa so načrtovane številne nadgradnje in izboljšave.

Viri:

- 1: https://www.norcalqrp.org/files/Tayloe_mixer_x3a.pdf
- 2: https://www.itu.int/dms_pubrec/itu-r/rec/p/R-REC-P.372-7-200102-S!!PDF-E.pdf
- 3: <https://tinyurl.com/yzrsuykt>
- 4: <https://www.digikey.pl/pl/articles/best-practices-for-designing-micro-speaker-enclosures>

Povzeto po:

https://101-things.readthedocs.io/en/latest/breadboard_radio.html

Elektronika za začetnike

- Avdio ojačevalniki

Avtor: Bojan Kovač

Zvok lahko ojačimo. K sreči! To lahko praktično zelo dobro preverimo na kakšnem koncertu, ko organizatorji in tonski tehnik na kup zložijo več deset kubičnih metrov zvočnikov, ki jih napajajo z več deset kilovati električne moči.

Tako lahko drobno bitje na odru zabava več tisoč glav množico poslušalcev na velikem stadionu in vsi doživljajo predstavo tako, kot bi stali pod odrom. Moč lahko enostavno povečajo z dodajanjem zvočnikov in ojačevalnikov.

Kvaliteta zvoka in vernost ojačenja (primerljivost z originalnim signalom) vhodnega signala spremljata zgodovino ojačevalnikov že od samega začetka. Pretolkla sta se prek faz šumenja, prasketanja in pokov ter v zlatem Hi-Fi obdobju (high-fidelity, visoka vernost), sredi 70-tih let prejšnjega stoletja dočakala standardizacijo minimalnih zahtev, ki naj bi jih dober ojačevalnik dosegal. V tem obdobju je moralo biti vse v zvezi z zvokom resnično naj-naj. Uveljavljalo se je prepričanje avdiofilov, da tako pač mora biti, že zaradi občutljivega človekovega sluha, ki takoj zazna vsako nepravilnost. To zaznavanje je še danes predvsem primerjalno in temelji na subjektivnem občutku vsakega posameznika.

V tem tisočletju, ko je vsa ta oprema vrhunske kakovosti dostopna v skoraj mikroskopski izvedbi, pa je mladim čisto dovolj dober že hreščeč zvok z zvočnika mobilnega telefona, ki je v monofonski tehniki in ima tako ozko frekvenčno območje kot telefon v času Alexandra Graham-Bella (izumitelj telefona, telefonskega prenosa govora s pomočjo toka, po žicah) ob prijavi patenta marca 1876. Vsi tisti, ki so vse svoje življenje posvetili temu, da lahko danes poslušamo res dober zvok, se upravičeno sprašujejo: »Zakaj smo se pa potem ves čas toliko trudili?«

Med rokerji se je že od prvih VOX-ov naprej (ojačevalnik, ki so ga uporabljali Beatli!) tudi pri nas udomačil izraz »feršterker«, kar je slovenska izpeljanka nemškega samostalnika Verstärker, ki pomeni ojačevalnik. Ampak - kako ta reč deluje? Zakaj nastanejo popačenja? Ali bo 100 W ojačevalnik tudi 100-krat močnejši kot 1 W? Kako bi lahko takšen ojačevalnik naredili sami v svoji delavnici, priključili nanj mikrofon ali kitaro in s tem vsaj za eno pesem postali zvezda večera? Vabim vas, da si preberete članek in izveste vse to in še kaj več!

Preprosto in kar se da razumljivo

Pri ojačevalnikih se težave začnejo takrat, ko želimo iz zelo majhnega vhodnega signala dobiti velik izhodni signal, s katerim bi potem krmilili zvočnike. Vemo, da imajo zvočniki relativno nizko impedanco (upornost pri izmeničnih frekvencah). To pomeni, da moramo pri ojačevalnikih velikih moči računati z relativno visoko napetostjo in tokom.

Ločimo med ojačevalniki malih signalov in močnostnimi oja-

čevalniki. Za ojačevalnike malih signalov lahko trdimo, da so napetostni ojačevalniki. Pri njih so pomembne tri glavne značilnosti: vhodna impedanca, izhodna impedanca in ojačenje. Ojačenje je faktor, s katerim ojačevalnik ojači vhodni signal in je razmerje med izhodnim in vhodnim signalom. Poznamo ojačenje napetosti, toka ali močnostno ojačenje, ki je produkt obeh. Vse tri enačbe lahko vidimo na sliki 1. Omeniti moramo še to, da gre tu za izmenične napetosti, tokove in moči.

$$A_U = \frac{U_{izh}}{U_{vh}} = \frac{\text{Izhodna napetost}}{\text{Vhodna napetost}} = \text{Napetostno ojačenje}$$

$$A_I = \frac{I_{izh}}{I_{vh}} = \frac{\text{Izhodni tok}}{\text{Vhodni tok}} = \text{Tokovno ojačenje}$$

$$A_P = A_U \times A_I = \text{Močnostno ojačenje}$$

Slika 1: Formule za izračun ojačenja

Ojačenje nima enot, ker gre za razmerja, označujemo pa ga s črko A. Močnostno ojačenje ojačevalnika lahko izrazimo tudi v decibelih (dB). Bel je logaritemska enota z osnovo 10. Ker je sama enota zelo velika vrednost, jo v praksi podajamo v desetinkah osnovne enote, torej v decibelih. Za izražanje ojačenja ojačevalnika v decibelih moramo uporabiti naslednje enačbe:

$$a_U = 20 \log A_U = \text{Napetostno ojačenje}$$

$$a_I = 20 \log A_I = \text{Tokovno ojačenje}$$

$$a_P = 10 \log A_P = \text{Močnostno ojačenje}$$

Slika 2: Formule za izračun ojačenja v decibelih

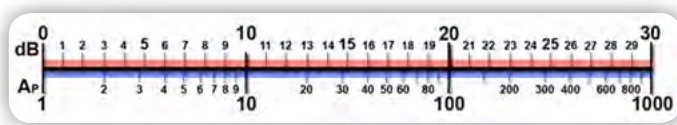
Pozitivne vrednosti predstavljajo ojačenje, negativne slabljenje ojačevalnika. Tabela 1 prikazuje, kako so razmerja močnostnega ojačanja izražena v decibelih. Če rečemo, da je pri 0 dB ojačenje 1, predstavlja dvakrat večje ojačenje 3 dB in desetkrat večje ojačenje 10 decibelov. Polovica ojačenja pri 0 dB je -3 dB, desetina pa -10 dB.

Faktor moči	Izraženo v decibelih	
1000	+30	OJAČENJE
100	+20	
10	+10	
8	+9	
4	+6	
2	+3	
1	0	
1/2	-3	SLABLJENJE
1/4	-6	
1/8	-9	
1/10	-10	
1/100	-20	
1/1000	-30	

Če pogledamo še malce naprej

Tabela 1

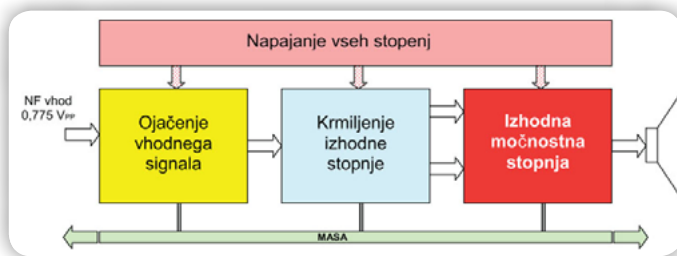
in na trak (slika 3), ki prikazuje stopnjo močnostnega ojačenja izraženo v decibelih, pomeni 1000 x večje močnostno ojačenje le 30 dB več! Krivulje odziva človekovega sluha in primerjalne ocene jakosti zvoka v primerjavi z drugo jakostjo si lahko ogledamo na spletu. Krivulje so bile narisane na podlagi statističnih ocen prostovoljcev. Če pustimo hudo teorijo in znanost ob strani, lahko rečemo sledeče: če želimo, da bo zvok slišati dvakrat bolj glasno, moramo povečati močnostno ojačenje za 10 dB. Iz tega sledi, da bomo zvok pri ojačenju 10 W slišali dvakrat močnejše kot pri 1 W in pri ojačenju 100 W dvakrat močnejše kot pri 10 W. Tudi pri ojačenju zvoka s 1000 W občutimo le dvakrat močnejši zvok kot 100 W. Vse to je zelo zanimivo in včasih tudi zapleteno opisano na mnogih internetnih straneh, za vse pa je kriv človeški sluh, ki ima logaritemsko »karakteristiko«. Prav zaradi tega imajo potenciometri za nastavitvev glasnosti vedno logaritemsko karakteristiko, ki nam ob spreminjanju daje občutek, da se jakost zvoka spreminja linearno.



Slika 3: Trak faktorja ojačenja in ojačenje izraženo v decibelih

Ojačevalniki velikih signalov

Na začetku si vedno želimo idealni močnostni ojačevalnik, ki bi na svojem izhodu lahko dal 100% razpoložljive moči. V principu je ojačevalnik zgrajen tako, kot je prikazano na sliki 4.



Slika 4

Ojačevalnike velikih signalov imenujemo tudi močnostni ojačevalniki. Delimo jih na različne razrede, v odvisnosti od tega, kako je izbrana njihova delovna točka.

A razred – izhodni elementi (BJT, FET) prevajajo ves čas, tudi ko ni vhodnega signala. To je najpogosteje uporabljeni ojačevalnik zaradi izredne linearnosti ojačenja. Izkoristek ojačevalnikov v razredu A je pod 40%,

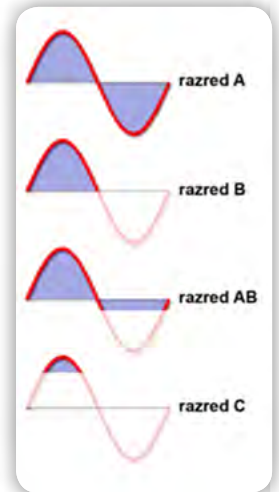
B razred – izhodni elementi prevajajo le polovico (50%, pol periode) časa, kolikor traja vhodni (izmenični) signal. Kadar ni vhodnega signala, imajo zelo majhno porabo, vendar na žalost tudi velika nelinearna popačenja (popačenja zaradi nelinearne karakteristike polprevodnikov). Izkoristek ojačevalnikov razreda B je okrog 70 %. Če uporabimo Push-Pull izhodno stopnjo, lahko nelinearna popačenja znatno zmanjšamo,

AB razred - izhodni elementi prevajajo več kot polovico časa (nad 50%), vendar manj kot 100%. Že po imenu vidimo, da so to ojačevalniki, ki so po karakteristikah nekje med razredoma

A in B, zato imajo tudi »vmesne« lastnosti: manjšo porabo kot razred A in manjša nelinearna popačenja kot razred B,

C razred – izhodni elementi prevajajo manj kot polovico časa (pod 50%). Dosežemo lahko izredno visoke izkoristke, vendar je popačenje signala v razredu C ogromno, zaradi tega se uporablja le za ojačenje signalov v radiofrekvenčni tehniki in oddajnikih. V avdio ojačevalnikih se ne uporabljajo,

D razred– izhodni elementi delujejo v stikalnem načinu, za kar poskrbi kontrolno vezje, ki glede na vhodni signal s pomočjo žagaste napetosti visoke frekvence (od 300 kHz do 2 MHz!) oblikuje PWM (pulzno-širinsko-moduliran) signal, s katerim vklaplja in izklaplja izhodni komplementarni par. Po filtriranju dobimo signal, ki je po obliki zelo blizu vhodnemu signalu, vendar s popačenji, ki so večja kot pri ojačevalnikih razreda AB. Stopnja izkoristka teh ojačevalnikov je nad 80% , dosežejo pa tudi do 96%! zato so najbolj »varčni« in idealni za prenosne, baterijsko napajane avdio naprave. Visok izkoristek tudi pomeni, da se zelo malo energije porabi za segrevanje, zato pri močeh tja do 10 W praviloma skoraj ne potrebujejo hladilnikov, so zelo majhnih dimenzij in imajo minimalno število dodatnih zunanjih elementov.



Slika 4: Prevajanje izhodnih tranzistorjev pri različnih razredih ojačevalnikov

Ojačevalniki razreda A.

Ojačevalniki razreda A delujejo v relativno majhnem območju kolektorskega toka (pri BJT, pri FET tranzistorjih je to tok drain-source) in skozi nje teče nek konstanten kolektorski tok tudi takrat, ko nanje ni priključen vhodni signal. Njihov izkoristek je v primerjavi z drugimi ojačevalniki slab. Energija, ki se ne pretvori v koristno izmenično napetost (s katero napajamo zvočnike) se bo porabila na tranzistorju in pretvorila v toploto. Vendar pa se ojačevalniki razreda A kljub temu veliko uporabljajo, ker lahko z njimi dosežemo zelo veliko linearnost izhodnega signala glede na vhodni signal. Pri tem celo prednjačijo pred vsemi ostalimi razredi ojačevalnikov in se praviloma uporabljajo povsod tam, kjer je vernost ojačenega signala bolj pomembna, kot energetska učinkovitost ojačevalnika. Najdemo jih najpogosteje v ojačevalnikih majhnih signalov, kjer je linearnost ojačenja bolj pomembna od izkoristka, vendar se zelo pogosto uporabljajo tudi v končnih stopnjah močnostnih ojačevalnikov, kadar potreba po izredno visoki linearnosti ojačenja odtehta toplotne izgube in stroške, povezane s slabim izkoristkom.

Da bi vhodni signal lahko ojačili s čim manj popačenja, je potrebno pri ojačevalnikih v razredu »A« pravilno izbrati delovno točko, ki mora biti blizu sredine delovne premice. Tranzistorji v ojačevalnikih so nelinearni elementi in nepravilna izbira enosmerne delovne točke lahko povzroči nelinearna popačenja izhodnega signala. Popačenja nastanejo tudi ob prevelikem vhodnem signalu, ki ga izhodna stopnja prekomerno ojači,

tako da so vrhovi signala odrezani, kar spada med amplitudna popačenja.

Mi se bomo lotili izdelave ojačevalnika v razredu A z MOSFET tranzistorjem. Znanje, ki smo si ga nabrali do sedaj nam bo koristilo pri razumevanju osnovnega principa delovanja ojačevalnikov. Naredili bomo ojačevalnik, na katerem bomo z meritvami lahko dokazali, da posamezne elektronske komponente res delujejo tako, kot smo razložili v teoretičnem delu članka. Ojačevalnik bo kljub svoji enostavnosti odlično deloval, kar smo tudi praktično preizkusili med pisanjem tega prispevka.

Vaja 1

Osnovna ideja vaje je, da naredimo ojačevalnik v razredu A, ki bo brez popačenja ojačil sinusno napetost na vходу frekvenc od 20 Hz do 20 kHz, če ne bo višja od 0,775 volta od vrha do vrha (0,775 Vpp, peak to peak). Napajanje bo enosmerna napetost 12 V iz akumulatorja. Na izhodu bomo priključili zvočnik 8 Ohmov, moči 10 W.

To so bile vhodne zahteve, mi pa smo se odločili, da bomo kot izhodno močnostno komponento uporabili MOSFET tranzistor, kateremu bomo krmilno napetost vrat pripravili z operacijskim ojačevalnikom TL071. Glede na vhodno napetost se bomo odločili za stopnjo ojačenja A, ki ne sme biti prevelika. Če na vrodu priključimo sinusen signal velikosti 0,775 Vpp, moramo na izhodu dobiti čim večji nepopačen izhodni signal, s katerim bomo napajali zvočnike. Če napetost razpolovimo, nam ostane po 6 V za posamezen polval signala, ki pa ga žal ne moremo izkoristiti v celoti zaradi nelinearne karakteristike polprevodnikov in padca napetosti na tranzistorju, spet zaradi lastnosti polprevodnikov, da prevajajo, kadar je potencialna razlika na P-N spoju večja od 0,7 V. Krmilna napetost na vratih MOSFET tranzistorja bo enosmerno določena na polovico napajalne napetosti. Te napetosti bomo »prištevali« pozitivne polperiode ojačenega izmeničnega sinusnega signala in »odštevali« negativni del. S tem bomo vplivali na tok skozi upor, na katerem se bo zaradi tega spreminjal tudi padec napetosti, ki bo prek izhodnega kondenzatorja poganjal (izmenični) tok skozi zvočnik. Tako lahko z gotovostjo trdimo, da bo v končni stopnji nepopačeno ojačen le takšen sinusni signal, čigar amplituda ne bo presegala 4,5 V v plus in enako v minus. To je skupaj 9,0 Vpp. Zdaj uporabimo še enačbo ojačenja A, ki smo jo spoznali že pri operacijskih ojačevalnikih.

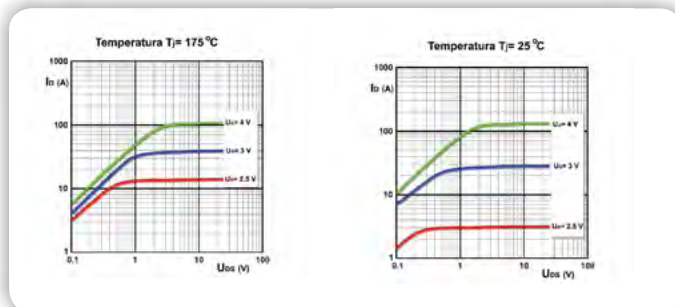
$$A = \frac{U_{izh}}{U_{vh}} = \frac{9V}{0,775V} = 11,6$$

Formula 1: Izračun potrebnega ojačenja

Izračunali smo, da mora biti ojačenje pred-stopnje 11,6. Dovolj je tudi že 11, saj bomo z 11-kratnim ojačenjem vhodnega signala na izhodu dobili napetost 8,50 Vpp. No, razmerje upornosti med povratnim in vhodnim uporom pri operacijskem ojačevalniku bo torej 11:1.

Povedati moramo, da nismo upoštevali nobenih temperaturnih premikov karakteristik MOSFET-a, do katerih prav gotovo

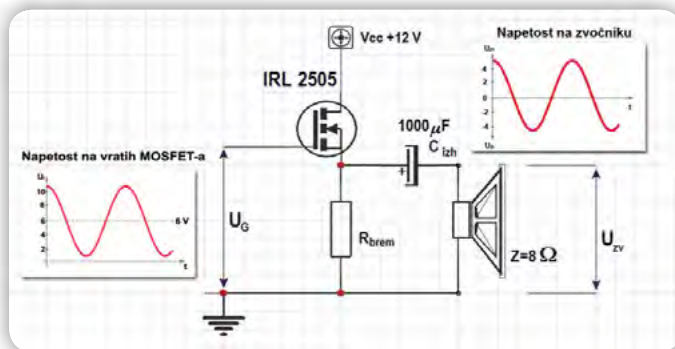
prihaja, vendar jih mi pri našem osnovnem spoznavanju elektronike ne bomo upoštevali. Kako na naš MOSFET tranzistor vpliva temperatura, si lahko pogledamo na spodnjih dveh karakteristikah:



Sliki 5 in 6: Odvisnost toka ponora (drain) od temperature T_J (junction, kristal polprevodnika) pri enaki napetosti na vratih

Lepo je vidno, da tok od ponora do izvora pri različnih temperaturah tranzistorja nikakor ni enak, ampak nekajkrat naraste. Iz teh karakteristik lahko tudi razberemo, kako pomembno je, da polprevodnike pritrdimo na ustrezno hladilno telo, s katerim mu vzdržujemo neko konstantno delovno temperaturo. V razredu A, kjer so izkoristki resnično slabi, moramo pri 100 W glasbene moči računati še z »ogrevanjem« do 700 W in to ne glede na velikost vhodnega signala! Zelo dobro in hitro moramo odvajati tolikšno količino toplotne energije, da tranzistorjem ves čas zagotavljamo neko konstantno temperaturo delovanja! Primere izračunov za hladilna telesa lahko najdete na spletu. Z njimi izračunamo potrebno velikost hladilnika glede na količino toplotne energije, ki jo je potrebno odvesti z ohišja polprevodnika. Mimogrede – tudi naš izhodni tranzistor bi bilo dobro pritrditi na kakšno hladilno telo, saj se med delovanjem kar precej segreje! Pri izbiri hladilnika za naš ojačevalnik ne bomo pikolovski in razpredali celotne teorije, ampak bomo uporabili takšen hladilnik, ki ga imamo trenutno pri roki. Karkoli je boljše kot nič, uporabimo pa lahko karkoli aluminijastega, kotnike, ravne profile, ploščevino ali celo stare karnise! Elektronikov domišljija ne omejuje! Prav gotovo boste lahko tudi med odsluženo računalniško »ropotijo« našli kaj primerne (napajalnik!).

Da bo delovanje ojačevalnika še malo bolj jasno, bomo to poskusili grafično ilustrirati na sliki 7. Za enkrat bomo obravnavali samo končno stopnjo ojačevalnika.



Slika 7: Končna stopnja našega ojačevalnika z izrisanim vhodnim in izhodnim signalom

Kadar ni vhodnega signala, je na vratih tranzistorja polovico napajalne napetosti, $V_{CC}/2$ ali 6V v našem primeru. Ta napetost povzroči nek stalen tok skozi tranzistor, ki je omejen z uporom R_{brem} , na katerem zaradi tega toka nastane padec napetosti, ki je tudi nekje blizu polovice napajalne napetosti. Ker na vhodu ni izmeničnega signala, tudi ni izmenične komponente napetosti in skozi serijsko vezan kondenzator in zvočnik ne teče nikakršen tok, s katerim bi ga krmilili.

Ko na vhod priključimo izmenični signal ustrežne amplitude, bo velikost toka skozi upor odvisna od napetosti na vratih. Manjša napetost bo povzročila manjši tok. Manjši tok bo povzročil manjši padec napetosti na uporu in večji padec napetosti bo ostal na tranzistorju med priključkoma D in S, ki deluje kot spremenljiv upor (transfer-resistor). Ker napetost za krmiljenje zvočnikov jemljemo iz upora R_{brem} , je za nas ta padec napetosti seveda pomemben. Izmenična komponenta napetosti na tem uporu prek izhodnega kondenzatorja pošene tok skozi tuljavico zvočnika, kjer se pretvori v nihanje membrane zvočnika. Če bi zvočnik povezali brez kondenzatorja, bi skozi tuljavico membrane ves čas teknel nek enosmerni tok (odvisno od impedance zvočnika - porabnika, njegove ohmske upornosti) ki bi povzročil, da bi bila membrana ves čas izven svojega ravnovesja. Ob dodatnem vzbujanju s tokom iste smeri bi se »hotela« odkloniti še bolj, vendar bi prišlo do fizične omejitve gibanja (ker bi bila že skoraj v skrajni legi), zato bi bil zvok popačen. Impedanca zvočnika bi kot breme za enosmerni tok nastopala le s svojo ohmsko upornostjo, ki je znatno nižja od nazivne impedance zvočnika. To bi povzročilo velik tok skozi tuljavico membrane, ki bi se zaradi tega začela prekomerno segrevati in bi se po določenem času tudi trajno mehansko deformirala. Vrednost izhodnega kondenzatorja je odvisno od impedance priključenega zvočnika in želene mejne frekvence, ki jo izračunamo po formuli:

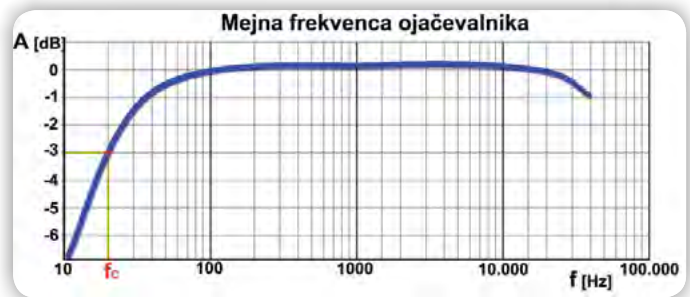
$$f_c = \frac{1}{2 \times \pi \times C_{OUT} \times R_{LOAD}} ; C_{OUT} = \frac{1}{2 \times \pi \times f_c \times R_{LOAD}}$$

Formula 2: Izračun mejne frekvence in izhodnega kondenzatorja

Če vstavimo za kapacitivnost $C_{OUT} = 1000 \mu F$ in upornost $R_{LOAD} = 8 \text{ Ohm}$, bo mejna frekvenca (corner frequency) 19,90 Hz, kar je zelo dobro tudi kar se tiče najnižjih frekvenc. Pri $R_{LOAD} = 4 \text{ Ohm}$ bo izračunana frekvenca 39,80 Hz, kar je dosti slabše in bi morali za enake rezultate vzeti kondenzator vrednosti 2000 μF .

V tej enačbi je f_c mejna frekvenca (cut-off), kjer na nizkih frekvencah signal pade (oslabi, slabljenje) na -3 dB, kar je polovica tistega pri 0 dB. R_{LOAD} je impedanca priključenega zvočnika, C_{OUT} pa kapacitivnost izhodnega kondenzatorja. Dovolj nizko postavljena mejna frekvenca je zelo pomembna za verno ojačenje vhodnega signala predvsem na nizkih frekvencah (basih), saj smo se že na začetku seznanili z dejstvom, da je slabljenje -3 dB pravzaprav polovico manjše močnostno ojačenje kot pri 0 dB.

Tipična karakteristika ojačenja ojačevalnika v celotnem (slušnem, avdio) frekvenčnem območju je prikazana na sliki 8.

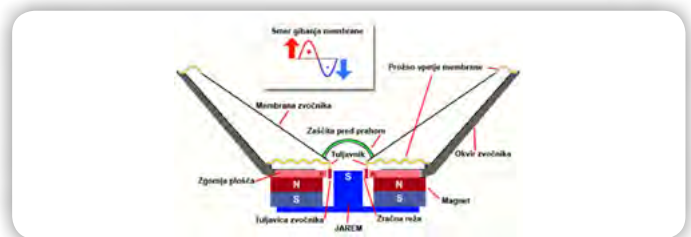


Slika 8: Krivulja slabljenja signala zaradi izhodnega kondenzatorja na 8 Ohmskem zvočniku

Ojačevalniki razreda A so znani po neprijetnem pojavu ob vklopu napajanja, ko se mora kondenzator v trenutku napolniti na polovično napajalno napetost. To povzroči neprijeten pok, ki pri večjih izhodnih močeh istočasno predstavlja tudi nevarnost za sluh in okvaro priključenih zvočnikov, zato se poskušamo pri konstrukciji temu izogniti na različne načine, na primer tudi z zakasnjanim vklopom zvočnikov.

Na sliki 9 je za boljše razumevanje delovanja celotnega ojačevalnika prikazan zvočnik v prerezu, s katerim bomo poenostavljeno razložili njegovo delovanje.

Membrana zvočnika je prožno vpeta na okvir s čimer je omejeno tudi njeno gibanje le v smereh naprej in nazaj. Na vrhu stožca membrane je pritrjen tuljavnik, na katerega je navita tuljavica zvočnika. Ta sega v močno magnetno polje z zgoščenimi silnicami, ki se zaradi trajnega magneta vzpostavi med zgornjo ploščo in jarmom trajnega magneta. Kadar skozi navitje ne teče tok, je tuljavica v ravnovesni legi vseh sil prožnega vpetja. Te sile so določene s konstrukcijo in izbiro materiala. Fizično naj bi to pomenilo, da je navitje tuljavice točno na sredini zračne reže v smeri gibanja in enako oddaljena od jarma in zgornje plošče. V odvisnosti od tega, kakšne smeri je tok skozi tuljavico, se bo tuljavica »želela izmakniti« močnemu magnetnemu polju v zračni reži, ki seka njeno lastno magnetno polje (ki se ustvari okrog žice vsakega posameznega ovoja tuljavice) proti zunanosti ali notranosti. Ko se pri tem »izmikaju« toliko umakne, da se obe polji (lastno magnetno polje in magnetno polje v zračni reži) izenačita, se gibanje tuljavice ustavi. Ker je zvočnik krmiljen z izmeničnim tokom, se ta proces dogaja ves čas in v obe smeri. Z večjim tokom vzbujamo tuljavico, večji bodo odkloni tuljavice iz ravnovesne lege in večja bo amplituda gibanja membrane, na katerega je tuljavica pritrjena. Tega, da bo zvočnik tudi močnejše »tulil«, sploh ne bom omenjal!



Slika 9: Prerez in delovanje zvočnika

Nadaljevanja članka v naslednji številki in na naši [www strani](http://www.strani).

Svet elektronike vas **PELJE NA OGLED SEJMA**

 **electronica 2024 v München.**

S sponzorjem Power Integrations vam nudimo:

- ▶ prevoz
- ▶ praktična darila
- ▶ prijetno druženje s strokovnjaki

PRIJAVA in INFO



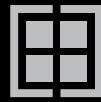
* Podrobnosti in prijave na:
<https://svet-el.si/revija/svet-elektronike-brezplacno-pelje-svoje-narocnike-na-ogled-sejma-electronica-munchen-2024/>



electronica 2024

14. november





RUTRONIK
ELECTRONICS WORLDWIDE

Empowering wireless innovation



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



Find out more



NORDIC
SEMICONDUCTOR