

SE
349

REVIJA ZA ELEKTRONIKO, AVTOMATIKO, RAČUNALNIŠTVO IN TELEKOMUNIKACIJE

svet ELEKTRONIKE

ISSN 1318-4679



9 771318 467014



letnik XXXIII

marec 2026

števila 349

cena:

5,50 €

Načrtovanje elektronike za

EMC

študentska delavnica
in tekmovanje

FE Univerza na Fakulteti
za elektrotehniko

FV Laboratorij za elektrotehniko
in elektroniko

torok, 24. februar 2026
ob 16:15 v P3-CO

KOLEKTOR
Glavna nagrada 1500 €

FORVIA

WE WESTERN
ELECTRONICS

AMTCH

GEMmotors

iskraemeco

SIA



**Vabljeni na 10. EMC
delavnico na Fakulteto za
elektrotehniko v Ljubljani!**

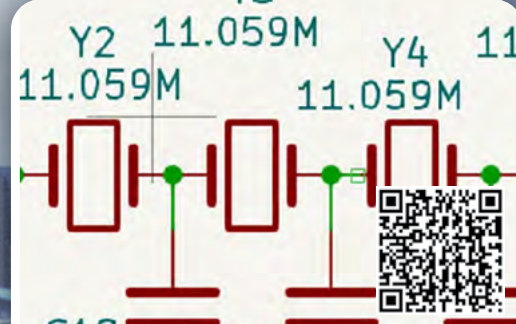


**Kako integrirati M5Stack
Dial s Home Assistant**

Blokirni kondenzatorji (3. del)

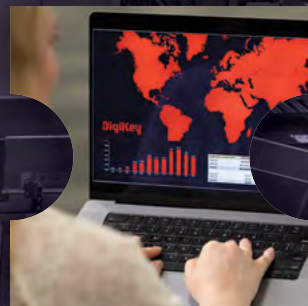
**Preizkušanje nove Arduino Uno Q
razvojne plošče, 3. del**

**EnOcean 5 Click zagotavlja hitro,
dvosmerno brezžično komunikacijo
za senzorje**



**LARCSet CW/SSB transiver
za eno frekvenčno področje**

Ustvarjeno za hitrost



Namen našega najsodobnejšega objekta:
Potrebne dele vam zagotovimo, ko jih potrebujete.

Poiščite več milijonov delov na mestu digikey.si ali pokličite (+386)-1-888 9071

DigiKey

we get technical

DigiKey je franšizni distributer za vse dobaviteljske partnerje. Dnevno dodajamo nove izdelke. DigiKey in DigiKey Electronics sta registrirani blagovni znamki družbe DigiKey Electronics v ZDA in drugih državah. © 2026 DigiKey Electronics, 701 Brooks Ave. South, Thief River Falls, MN 56701, USA

ECIA MEMBER
Supporting The Authorized Channel

UVODNIK

- 4 Razvoj je prehitel!
Jurij Mikeln

NOVICE

- 5 OMRON predstavlja napredno kamero za zaznavanje ljudi, ki izboljšuje varnost interakcij z avtomatizacijo čistih prostorov
<https://omron.eu>
- 8 Microchip Technology in Hyundai Motor Group sodelujeta pri raziskovanju 10BASE-T1S enojnega Ethernet para za prihodnjo avtomobilsko povezljivost
<https://www.microchip.com>
- 9 EnOcean 5 Click zagotavlja hitro, dvosmerno brezžično komunikacijo za senzorje, stikala in aktuatorje, ki temeljijo na tehnologiji EnOcean
<https://www.mikroe.com>
- 10 Diskreten in eleganten: Panasonic Industry predstavlja svoj prvi ploski objektiv, zelo zmogljiv PIR senzor
<https://holdings.panasonic/global>

PREDSTAVLJAMO

- 12 Poenostavite načrtovanje varnih pametnih naprav z omrežnim napajanjem z uporabo varčnih večprotokolnih brezžičnih sistemov na čipu (SoC)
Avtor: Rolf Horn
<https://www.digikey.com>
- 17 Testiranje in ocenjevanje brezžičnih komunikacij v medicinskih objektih in aplikacijah
Avtor: Kazuichi Ichikawa
<https://www.anritsu.com/>
- 20 Vabljeni na že 10. EMC delavnico na Fakulteto za elektrotehniko v Ljubljani!
Vodja delavnice: Izr. prof. dr. Marko Jankovec
<https://fe.uni-lj.si>
- 21 Omogočite zmogljivost sklepanja z nizko porabo energije v aplikacijah Edge AI.
Avtor: Kavita Char
<https://www.renesas.com>
- 26 Zasnova visokonapetostnega stikala za odklop baterije na osnovi SiC
Avtor: Ehab Tarmoom
<https://www.microchip.com>
- 30 Blokirni kondenzatorji (3. del)
Avtor: Izr. prof. dr. Marko Jankovec
<https://fe.uni-lj.si>

PROGRAMIRANJE

- 33 Preizkušanje nove Arduino Uno Q razvojne plošče, 3. del
Avtor: Brian Millier
email: bmillier1@gmail.com
- 38 Python in MikroPython – 2. del
Avtor: dr. Simon Vavpotič
<https://pcusbprojects.com>
- 43 Kako integrirati M5Stack Dial s Home Assistant (popoln vodnik za ESPHome)
Avtor: TitoTB
<https://m5stack.com/>

SAMOGRADNJA

- 46 LARCSet CW/SSB transiver za eno frekvenčno področje
Avtor: Ashhar Farhan

Vabljeni na 10. EMC delavnico na Fakulteto za elektrotehniko v Ljubljani!

EMC delavnica je študentsko tekmovanje, namenjeno vsem študentom FE, kjer študentje načrtajo in izdelajo vezje s posebno skrbjo za doseganje elektromagnetne združljivosti (EMC). Vezja potem pomerijo na SIQ in glavno nagrado dobi tisti, katerega vezje doseže največjo skladnost z EMC. Tokratni izziv nudi Kolektor, kjer bodo študenti...

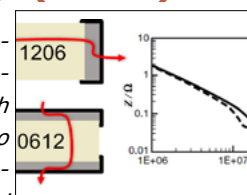
Stran:20



Blokirni kondenzatorji (3. del)

V obeh prejšnjih člankih smo za blokiranje napajanja uporabili idealne kondenzatorje, kjer nismo upoštevali njihovih parazitnih vrednosti. Le na koncu smo za dušenje paralelne resonance uporabili večji (elektrolitski) kondenzator, ki smo mu dodali majhno serijsko upornost, ki je služila za dušenje nihanja v resonanci oz. poslabšanju kvalitete...

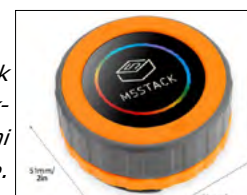
Stran:30



Kako integrirati M5Stack Dial s Home Assistant

V tem članku bomo integrirali M5Stack Dial v Home Assistant (HA) – večfunkcionalni sistem z mnogimi zanimivimi funkcijami za nadzor naše nastavitve. M5Stack je za nas že dobro znana blagovna znamka, ki je ustvarila izdelke, kot sta M5Stack CoreS-3SE [1] in klasični Atom Echo [2]. Opisali smo jo že...

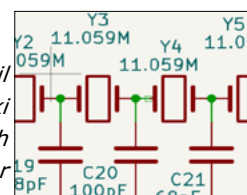
Stran:43



LARCSet CW/SSB transiver za eno frekvenčno področje

BiTX, ki je bil razvit leta 2003, je bil enostaven za izdelavo SSB postaj, ki ga je bilo mogoče sestaviti iz splošnih komponent za deset dolarjev. Vendar pa ga je bilo treba izdelati od začetka, nekaj testnih instrumentov je bilo potrebnih za uglasitev, čeprav niso bili nujni. V retrospektivi je bil to razumen uspeh...

Stran:46





Jurij Mikeln

REVIJA ZA ELEKTRONIKO,
AVTOMATIKO,
RAČUNALNIŠTVO
IN TELEKOMUNIKACIJE

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

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

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

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

Marketing:
Tel: 01 549 14 00
E-pošta: stik@svet-el.si

Antivirusni program: PANDA security

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

Direktor:
JURIJ MIKELN, dipl.inž.

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

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

Cena za posamezni izvod je 5,50 EUR, za letno naročnino priznavamo 25% popust za dijake in študente s potrdilom o šolanju, 20% popust ostalim fizičnim osebam ter 10% popust za podjetja. Za revijo Svet elektronike se plačuje in obračunava 5% DDV.

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 pisanega soglasja uredništva.

Razvoj je prehitel!

Drage bralke in dragi bralci, marsikdo se morda ne bo strinjal s tokratnim naslovom uvodnika. Kako je lahko razvoj prehitel? Velikokrat se nam zdi, da je razvoj prepočasen in da bi vsa ta silna tehnologija lahko omogočila hitrejši razvoj.

No, točno v tem grmu tiči zajec. Namreč tehnologija – v tem primeru umetna inteligenca (UI), res pomaga pri razvoju, ampak velikokrat se je že zgodilo, da je UI vnesla cel kup problemov. Seveda nam UI tudi dejansko pomaga, tako pri prevajanju, generiranju in spreminjanju fotografij, do razvoja novih izdelkov.

Ampak v primeru Arduino Uno Q razvojne plošče je pa (verjetno) UI povzročila, da je potrebno ugnezditi programsko opremo na plošči zelo pogosto posodabljanju. Ne samo to – tudi primeri programov ne delujejo vedno tako, kot bi morali. Preberite si Brianov članek o Arduino Uno Q.

Bojim se, da je to trend v razvoju naprav, ker vodilni v podjetjih zahtevajo vedno več v vedno krajšem času, razvijniki pa si za doseganje ciljev pomagajo z vsemi orodji, ki so jim na voljo, verjetno tudi z UI.

Ker vemo, da UI lahko tudi »halucinira« - torej se zmotiti, je razlog za pogosto posodabljanje Arduino Uno Q nekako razumljiv.

Smo pa v tokratni številki objavili zanimiv članek – projekt izdelave radioamaterske postaje. Projekt je zanimiv zaradi več razlogov. Eden je ta, da je projekt narejen v SMD tehniki in da so SMD komponente že položene na tiskanem vezju. Torej je za izdelavo postaje potrebno prispejati nekaj »klasičnih« komponent in naviti nekaj tuljav.

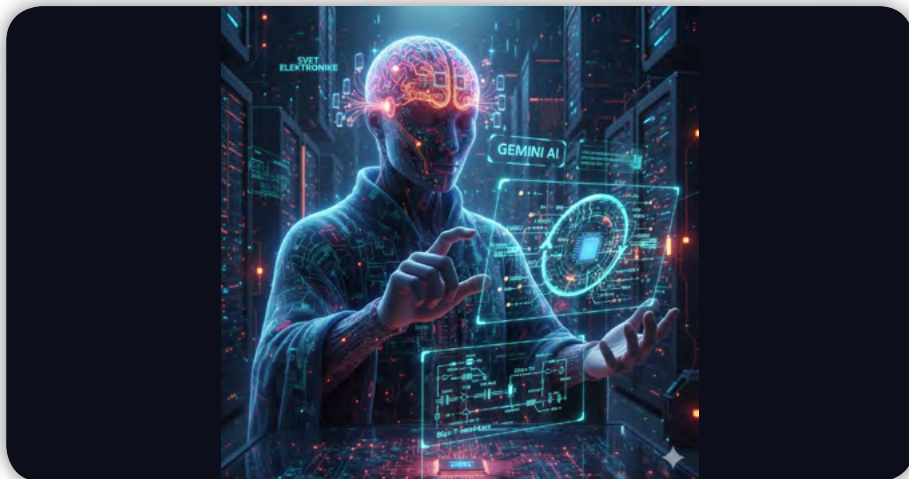
Drugi razlog je to, da je postaja narejena na klasični način – to je brez mikrokontrolerja. To seveda ima neke slabosti (npr. ni prikaza frekvence), vendar je na ta način gradnja dostopna za širše množice.

Tretji razlog je cena, saj za relativno malo denarja dobite projekt radijske postaje, ki vam bo omogočil ure zabave ob sestavljanju in uporabi postaje. Poleg tega postaja ponuja enostavno možnost nadgradnje z mikrokontrolerjem in razširitvijo na druge frekvenčne pasove. Skratka majhen projekt, ki bi ga moral imeti vsak radio klub in vsaka srednja tehnična šola, s katerim bi animirali mlade za tehniko brez uporabe UI.

In za konec – da ne bo kdo mislil, da sem proti UI – daleč od tega. Se je pa ob uporabi UI potrebno zavedati njenih slabosti in se jim na široko izogniti.

Lep pozdrav!
Jure

PS: Tudi jaz se spoznavam z Gemini UI. Poglejte fotografijo, ki jo je generiral Gemini, ko sem mu naročil, naj se mi predstavi v sliki.



OMRON predstavlja napredno kamero za zaznavanje ljudi, ki izboljšuje varnost interakcij z avtomatizacijo čistih prostorov

Omron Corporation

B5T-007003 moduli združujejo vnaprej usposobljene modele umetne inteligence z dokazano kakovostno kamero, da zanesljivo zaznavajo delavce, ki nosijo obleke za čiste prostore.

OMRON Electronic Components Europe je predstavil napreden varnostni modul - kamero, ki je vnaprej usposobljen za zaznavanje delavcev v tovarnah, ki nosijo zaščitna oblačila za čiste prostore, in ponuja priročno rešitev za proizvajalce strojev in sistemskih integratorjev.

Novi modul HVC-P2*, B5T-007003, izboljšuje varnostne zapore v avtomatizaciji polprevodniške, farmacevtske in prehrabene industrije ali drugih napravah, ki jih upravljajo delavci, ki no-

sijo zaščitna oblačila za čiste prostore, ki zakrivajo geometrijo telesa. Razvojniki, ki uporabljajo ta modul, lahko premagajo omejitve konvencionalnih modelov za oceno položaja in drugih načinov zaznavanja, kot so toplotno ali ultrazvočno zaznavanje, in tako zagotovijo zanesljivo zaznavanje.

„Napredna tehnologija zaznavanja, vgrajena v naše nove kamere, ponuja idealno rešitev za novo generacijo inteligentnih tovarn, saj zagotavlja varnost na robu omrežja za dosledno



odzivnost v realnem času in vgrajeno zasebnost podatkov," je komentiral Gabriele Fulco, vodja trženja izdelkov pri OMRON Electronic Components Europe B.V.

BST-007003 združuje kompaktno, robustno kamero in procesno strojno opremo podjetja OMRON z novo ugnezdjeno programsko opremo, ki vsebuje inovativne algoritme, razvite posebej za prepoznavanje značilnosti človeškega telesa, ko je oblečeno v specializirano osebno varovalno opremo. Ti algoritmi, usposobljeni za različne drže, vključno s stoječim, sedečim, klečečim in plazečim se položajem, lahko zaznavajo delavce, ki opravljajo dejavnosti, kot so nastavitve, ponovno polnjenje, servisiranje in popravilo opreme. Modul generira signal za zaznavanje, ki omogoča centralnemu krmilniku stroja, da samodejno določi prednostne varne načine delovanja za zaščito delavcev v neposredni bližini. Surova slika kamere, ki je na voljo tudi kot dodatna opcija, omogoča človeški nadzor in preverjanje.

Dve možnosti izbire objektiva, vključno z objektivom za velike razdalje s 50° vidnim poljem in širokokotnim objektivom z 90° vidnim poljem, omogočata prilagodljivost pri nastavitvi položaja kamere in vidnega polja glede na uporabo. Tipične nastavitve za maksimalno zmogljivost zaznavanja vključujejo pogled navpično navzdol, navzgor ali uporabo dveh ali več kamer, nameščenih pod poševnim kotom.

Kamera je povezana s ploščo s pomočjo fleksibilnega tiskalnega vezja (FPC), ki olajša namestitve, bodisi v omejenem prostoru znotraj obstoječe opreme bodisi v prilagojeni ohišji. Plošča omogoča USB povezavo, ki sistemskim razvijalcem omogoča nastavitve načinov zaznavanja in pragov za proženje s pomočjo računalnika, in sicer z uporabo namenske grafične uporabniške vmesnike. Komplet vključuje tudi USB gonilnike in specifikacije ukazov, kot tudi razvojno programsko opremo in vzorčno kodo, ki uporabnikom pomaga pri zagonu njihovih projektov.

Za več informacij obiščite:

- <https://components.omron.com/eu-en/solutions/sensor/human-detection-module-and>
- https://components.omron.com/eu-en/industries/manufacturing_site_sensor

Web:

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

LinkedIn page:

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

<https://omron.eu>



Volitve prek interneta

**Bi i-volitve imele dodano vrednost? • Bi glasovalo več ljudi?
Bi glasovalo več mladih? • Bi bile cenejše?
Bi bile svobodnejše?**



NAJBOLJŠA ODPRTA KODA V EVROPI

Evropski tehnološki prostor ne želi več živeti v senci Silicijeve doline ali kitajskih tehnoloških gigantov, temveč stopa na pot samozavestne digitalne suverenosti.



MONITORPRO:

- E-trgovina
- Digitalna preobrazba

Honor Magic 8 Pro | Asus ROG Xbox Ally X | Čipi z optiko | Tablica kot dodaten monitor | Umetna inteligenca Kimi | Kako je Grok postal Skynet | Umetna inteligenca Kimi | Slovenski samodejni prevajalnik

Monitor
www.monitor.si

Microchip Technology in Hyundai Motor Group sodelujeta pri raziskovanju 10BASE-T1S enojnega Ethernet para za prihodnjo avtomobilsko povezljivost

Microchip Technology Inc.

Cilj sodelovanja je oceniti in spodbuditi uvedbo naprednih tehnologij omrežij v vozilih, pri čemer se izkoristijo prednosti posameznih podjetij.

Podjetje Microchip Technology (Nasdaq: MCHP) je napovedalo sodelovanje s Hyundai Motor Group (HMG) pri raziskovanju možnosti uvedbe naprednih rešitev za omrežja v vozilih, ki temeljijo na tehnologiji 10BASE-T1S Single Pair Ethernet (SPE). Namen tega sodelovanja je podpreti razvoj učinkovitejših, zanesljivejših in prilagodljivejših arhitektur vozil, ki bodo ustrezale spreminjajočim se zahtevam mobilnosti prihodnosti.

Hiter napredek naprednih sistemov za pomoč voznikom (ADAS) in povezanih funkcij vozil spodbuja potrebo po robustnih, visoko zmogljivih omrežjih v vozilih. SPE služi kot temeljna tehnologija za sodobne avtomobilске arhitekture,

ki omogoča brezhibno povezljivost med sistemi. Z zmanjšanjem potrebe po premostitvi med več standardnimi in lastniškimi komunikacijskimi SPE vodili znatno poenostavi ožičenje, zniža stroške sistema in poenostavi integracijo omrežja.

V okviru tega sodelovanja Hyundai Motor Group sodeluje s podjetjem Microchip pri integraciji njihovih 10BASE-T1S rešitev v svoje prihodnje platforme vozil, zlasti na hitro rastočih področjih, kot so električna vozila, avtonomna vožnja in pametna mobilnost. Sodelovanje vključuje tudi dostop do Microchipove tehnične podpore in zgodnjih vzorcev izdelkov, da se pospeši čas uvedbe na trg in optimizira zmogljivost sistema.



„S prehodom avtomobilske industrije na vozila, ki jih opredeljuje programska oprema, je potreba po visoko zmogljivih in prilagodljivih omrežjih v vozilih večja kot kdaj koli prej. Naša celovita ponudba Single Pair Ethernet strojne in programske opreme strankam omogoča zmanjšanje stroškov, tveganja in časa za uvedbo na trg,“ je dejal Matthias Kaestner, podpredsednik podjetja Microchip za avtomobilsko industrijo, podatkovne centre in omrežja. „Naše sodelovanje s Hyundaiem bo podprlo razvoj rešitev omrežij v vozilih naslednje generacije, ki bodo zadovoljile potrebe mobilnosti prihodnosti.“

„Partnerstvo z Microchipom nam omogoča, da izkoristimo njihovo strokovno znanje na področju Ethernet omrežja za podporo poveztivosti vozil naslednje generacije,“ je povedal Hyundai Motor Group. „HMG bo pospešil uvedbo 10BASE-T1S tehnologije in omogočil razvoj inteligentnih, povezanih vozil naslednje generacije.“

Tehnologija 10BASE-T1S podpira večtočkovno komunikacijo

Ethernet prekenega samega zvite dvojice, s čimer razširja omrežje v vozilu do skrajnega roba – povezuje naprave, aktuatorje in senzorje z večjo učinkovitostjo in stroškovno učinkovitostjo.

Za več informacij o rešitvah Single Pair Ethernet podjetja Microchip obiščite spletno stran podjetja [1].

Vir:

- 1: https://www.microchip.com/en-us/products/high-speed-networking-and-video/ethernet/single-pair-ethernet/10base-t1s?utm_source=pressrelease&utm_medium=pressrelease&utm_campaign=hyundai&utm_bu=ncs

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>



MIKROE
Time-saving embedded tools

EnOcean 5 Click zagotavlja hitro, dvosmerno brezžično komunikacijo za senzorje, stikala in aktuatorje, ki temeljijo na tehnologiji EnOcean

MikroElektronika

Dodajte nizkoenergetski prehod EnOcean Serial Protocol 3.0 (ESP3) za sisteme avtomatizacije stavb.

EnOcean 5 Click [1], nova brezžična razvojna plošča Click board™ [2] podjetja MIKROE za ugnezdene rešitve, ki drastično skrajša čas razvoja z zagotavljanjem inovativne strojne in programske opreme, ki temelji na preverjenih standardih, zagotavlja dvosmerni komunikacijski vmesnik za senzorje, stikala in aktuatorje, ki temeljijo na EnOcean. Kompaktne dodatne Click plošče razvijalcem omogočajo, da hitro zagotovijo dokaz koncepta, nato pa izdelajo prototip in kodo za nove ugnezdene projekte.

Nebojsa Matic, izvršni direktor podjetja MIKROE je dejal: „Ta nova Click plošča je idealna za razvoj energetsko učinkovitih dimmerjev, relejev in krmilnikov žaluzij, ki temeljijo na samonapajalnih stikalih EnOcean. Je del naše več kot 260-članske



družine brezžičnih povezovalnih Click plošč [3], več kot 850 projektov – z delujočim programom – z EnOcean 5 Click pa je mogoče najti na MIKROE-jevi platformi za ugnezdene projekte, EmbeddedWiki [4].«

EnOcean 5 Click temelji na radijskem sprejemno-oddajnem vmesniškem modulu TCM 615 [5] podjetja EnOcean [6], ki omogoča enostavno uporabo serijskega komunikacijskega vmesnika z uporabo serijskega protokola EnOcean različice 3 (ESP3). Podpira sprejemanje in oddajanje radijskih telegramov EnOcean na frekvenci 868,3 MHz z uporabo radijskega protokola EnOcean različice 1 (ERP1) zahvaljujoč vgrajeni 50Ω RF PCB anteni na tiskanem vezju. Kombinacija občutljivosti -95dBm in izhodne moči +10dBm omogoča robustno brezžično delovanje v tipičnih notranjih in zunanjih okoljih. TCM 615 podpira tudi najnovejše varnostne funkcije, ki jih je opredelila EnOcean Alliance, in zagotavlja funkcije šifriranja, dešifriranja, avtentifikacije in zaščite pred ponovnim predvajanjem neposredno na kartici. Komunicira z zunanjimi napravami, kot so mikrokontrolerji ali procesorji, z uporabo industrijskega standardnega vmesnika UART ESP3, ki podpira hitrosti prenosa 57.600 bps in 460.800 bps.

EnOcean 5 Click je najnovejši dodatek k družini mikroBUS™ [7] Click plošč MIKROE, ki šteje 1900 izdelkov. Plošča ima tudi funkcijo ClickID, ki omogoča samodejno prepoznavanje s strani gostiteljskega sistema, kar poenostavlja uporabo. Naprave se lahko uporabljajo na katerem koli gostiteljskem sistemu, ki podpira standard mikroBUS™, in so opremljene z odprtokodnimi knjižnicami mikroSDK, ki ponujajo odlično fleksibilnost za razvoj in prilagoditev potrebam strank.

Viri:

- 1: <https://www.mikroe.com/enOcean-5-click>
- 2: <https://www.mikroe.com/click>
- 3: <https://www.mikroe.com/click/wireless-connectivity>
- 4: <https://embeddedwiki.com/filter?click-boards%5B%5D=enOcean-5-click>
- 5: https://download.mikroe.com/documents/datasheets/TCM_615_datasheet.pdf
- 6: <https://www.mikroe.com/partners/enOcean>
- 7: <https://www.mikroe.com/mikrobus>

<https://www.mikroe.com>



Panasonic
INDUSTRY

Diskreten in eleganten: Panasonic Industry predstavlja svoj prvi ploski objektiv, zelo zmogljiv PIR senzor

Panasonic Industry

Estetika se združuje z izjemno zmogljivostjo z najnovejšo tehnologijo zaznavanja PaPIRs+.

Panasonic Industry napoveduje uvedbo najnovejše inovacije na področju PIR senzorjev gibanja: Flat Wide Detection Type (12 leč), ki je prvi izdelek z novo tehnologijo PaPIRs+.

Flat Wide Detection Type je zasnovan za sodobno avtomatizacijo stavb, profesionalno krmiljenje razsvetljave in trge pametnih domov. Ima eleganten, neopazen ploščat objektiv, ki se brezhibno vključi v vsako estetsko zahtevno aplikacijo. Široko vidno polje 136,4° × 135,4° poveča pokritost, zmanjša število potrebnih senzorjev in poenostavi namestitve.



Z novo zasnovo piroelektričnih elementov PaPIRs+ zagotavlja dvakrat večjo občutljivost v primerjavi s serijo PaPIRs, kar mu omogoča, da z izjemno natančnostjo zazna tudi najmanjše premike na velikem območju. Ta napredek zagotavlja zanesljivo delovanje v različnih okoljih, od pisarn in šol do stanovanjskih prostorov.

Specifikacije novega senzorja PaPIRs+ s širokim območjem zaznavanja:

- Največji domet $\approx \varnothing 15$ m pri višini namestitve na stropu 3,0 m
- 416 zaznavnih območij za zaznavanje gibanja brez vrzeli
- Premer leče: 32,6 mm
- Poraba toka: štiri različice od 1 μ A do 170 μ A
- Izhodni vmesniki: digitalni (odprti odtok) in analogni (op-amp)
- Območje delovne temperature: od -20 °C do $+60$ °C
- Barve leč: bela, biserno bela in črna
- Oblika leče je enaka kot pri senzorju High-Bay Aisle: »tip za ultra široko in daljinsko zaznavanje (11 leč)«
- Zasnova leče podpira tesnjenje z O-tesnilom za izboljšano stopnjo zaščite IP

„Naš novi „Flat Wide Detection“ senzor je primer združitve ploščatega dizajna z izjemno zmogljivostjo zaznavanja. Zahvaljujoč tehnologiji PaPIRs+ zazna zelo majhne premike ne le gibajočih se, ampak tudi sedečih oseb na velikem območju,

zato je popolnoma primeren za uporabo v pisarniških okoljih, hotelih ali javnih uradih,“ pravi Robert Spiegler, vodja produktnega upravljanja industrijskih senzorjev. „Ta senzor združuje elegantno, kompaktno estetiko z neprimerljivo občutljivostjo. Postavlja nov standard v oblikovanju izdelkov in zmogljivosti zaznavanja!“

Ta najnovejši tip Flat Wide Detection predstavlja pomemben korak naprej v tehnologiji PIR senzorjev in postavlja nov standard za estetiko, občutljivost in enostavnost namestitve.

Zmožnosti senzorja PIR za tangencialno, radialno in manjše gibanje so bile obširno testirane v laboratorijih podjetja Panasonic na Japonskem v skladu s standardiziranimi merilnimi in preskusnimi normami IEC63180.

Če vas zanimajo podrobni rezultati in preskusni postopki, se obiščite podjetje Panasonic Industry na sejmu Embedded World, ki bo potekal od 10. do 12. marca v Nürnbergu, na stojnici 4A-103, ali pa jih kontaktirajte po e-pošti ali na Flat Wide Detection Type (12 lens), da se dogovorite za pogovor z njihovim strokovnjakom Robertom Spieglerjem.

<https://industry.panasonic.eu/products/components/sensors/passive-infrared-motion-sensors-papirs/flat-wide-detection-type-12-lens>



Arrow MultiSolutions Day Slovenia 2026

Arrow Slovenija vas vabi na dogodek **Arrow MultiSolutions Day Slovenia 2026**, kjer boste imeli enkratno priložnost mreženja z različnimi deležniki na področju elektronike. Za vas bomo **25. marca 2026** na enem mestu v Hotelu Four Points by Sheraton Ljubljana Mons združili:

- 54 različnih proizvajalcev elektronskih komponent – ves dan prisotni na razstavnem delu
- 10 predstavitev v dveh ločenih sektorjih
- 4 tehnološke Arrow kotičke
- Predstavnike SiliconExpert – največja svetovna baza elektronskih komponent (demo uporaba)
- Predstavnike uspešnih slovenskih podjetij na področju AI

Celodnevni dogodek je brezplačen in kot takšen odlična priložnost za pogovore tako o zadnjih inovacijah na področju razvoja elektronike, kot tudi diskusije pri trendih trga, saj bodo prisotni vsi predstavniki proizvajalcev iz naše regije in cel dan na voljo za B2B diskusije.

LINK za registracijo: Arrow MultiSolutions Day Slovenia 2026 | Arrow.com



Sponzorji:



ARROW
Five Years Out

Poenostavite načrtovanje varnih pametnih naprav z omrežnim napajanjem z uporabo varčnih večprotokolnih brezžičnih sistemov na čipu (SoC)

DigiKey
Avtor: Rolf Horn

Naprave interneta stvari (IoT) za pametno razsvetljavo in avtomatizacijo stavb se hitro razvijajo iz preprostih krmilnih vozlišč v funkcijsko bogate, povezane sisteme, ki morajo podpirati večje računske zahteve, robustno varnost in izboljšano radiofrekvenčno (RF) zmogljivost.

Razvijalci teh naprav se soočajo z vse večjim pritiskom pri uravnoteženju različnih zahtev, vključno s povezljivostjo večjega števila protokolov, naprednimi varnostnimi funkcijami in energijsko učinkovitostjo, ob hkratnem zmanjševanju stroškov materiala (BOM) in kompleksnosti sistema. Potrebni so napredni brezžični sistemi na čipu (SoC), ki naslavlja te nastajajoče zahteve trga IoT.

Ta članek opisuje izzive, s katerimi se soočajo razvijalci sodobnih IoT naprav in sistemov. V nadaljevanju predstavi in prikazuje, kako lahko nova generacija brezžičnih IoT SoC-ov podjetja Silicon Labs [1] odgovori na te izzive z arhitekturo z izjemno nizko porabo, ki združuje visoko zmogljiv procesor z več specializiranimi podsistemi.◀

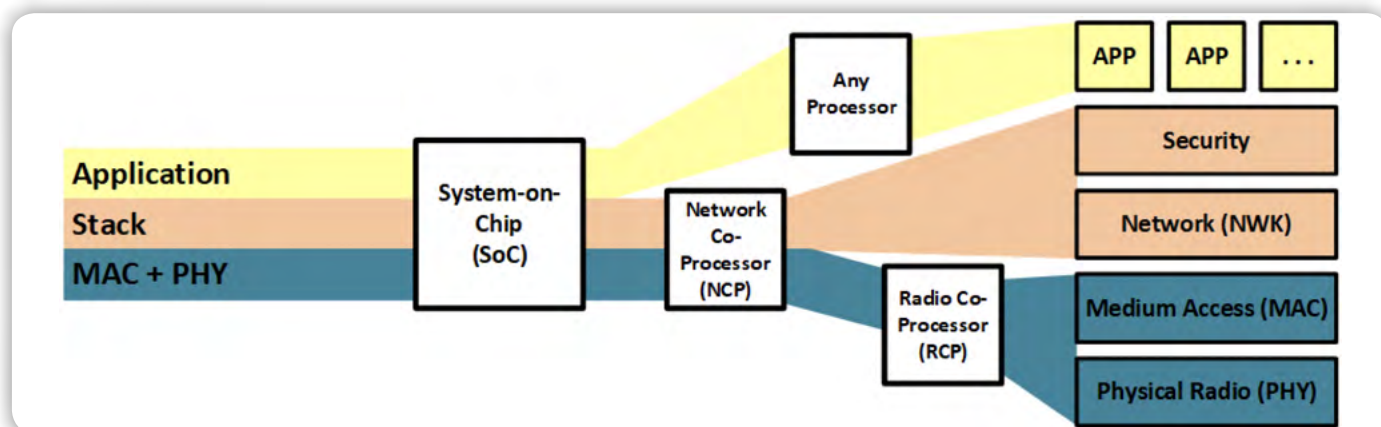
Kako raznolike zahteve spodbujajo prehod k višji integraciji

Od pametnih naprav z omrežnim napajanjem, ki se uporabljajo v aplikacijah, kot so LED razsvetljava, pametne vtičnice in sti-

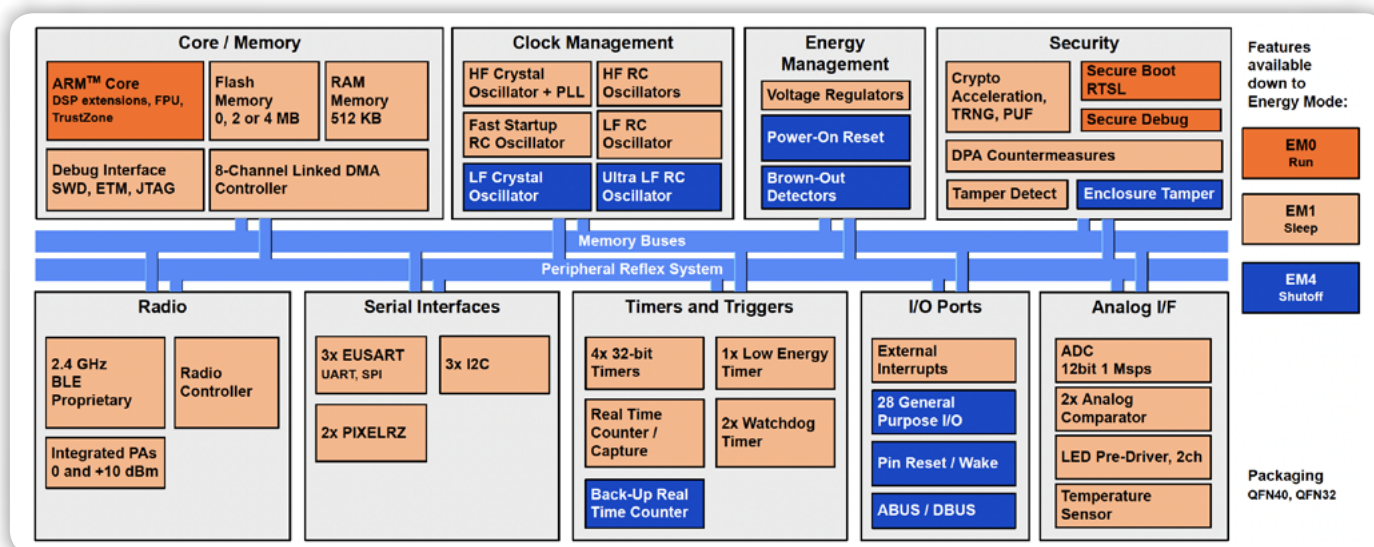
kala, se vse pogostejše pričakuje večja funkcionalnost v krajših razvojnih ciklih. Razvijalci teh naprav se soočajo z zahtevnimi pogoji za integracijo večje procesorske zmogljivosti, več brezžičnih standardov in robustne varnosti, ob hkratnem ohranjanju strogih ciljnih stroškov materiala (BOM) in predvidljivega delovanja v okoljih, kjer naprave neprekinjeno delujejo.

Kompleksnost brezžične povezljivosti te pritiske še stopnjuje. Bluetooth Low Energy (BLE), Zigbee, Thread in Matter vse pogostejše soobstajajo, kar otežuje rešitve, ki temeljijo na posameznih protokolih ali arhitekturah na več čipih. Podpiranje večjega števila heterogenih protokolov preko zunanjih komponent lahko upočasni razvoj in povzroči neučinkovitost. Posledično se je načrtovanje IoT naprav premaknilo k monolitnim brezžičnim SoC-em, kot so Silicon Labs serije 3 (SiMG301/SiBG301, slika 1) [2], ki združujejo izvajanje aplikacij, varnostne funkcije in delovanje radia znotraj ene same naprave.

Ti SoC-i načrtovalcem omogočajo učinkovitejši odziv na hitro spreminjajoče se zahteve za pametne naprave, saj z napredno arhitekturo zagotavljajo visoko zmogljivost, robustno varnost in prilagodljivo povezljivost



Slika 1: Napredni brezžični IoT SoC-i integrirajo celoten nabor funkcij, kar omogoča večjo učinkovitost načrtovanja v primerjavi s prejšnjimi arhitekturami na več čipih. (Vir slike: Silicon Labs)



Slika 2: Arhitektura brezžičnega SoC-a SixG301 združuje izvajanje aplikacij, brezžično povezljivost in varnost, kar zagotavlja prilagodljivo zmogljivost ter zmanjšuje kompleksnost sistema v pametnih napravah z omrežnim napajanjem. (Vir slike: Silicon Labs)

Integrirana arhitektura izpolnjuje številne zahteve nastajajočih IoT aplikacij

Družina SixG301 integrira celoten nabor zmogljivosti, potrebnih v pametnih napravah z omrežnim napajanjem. Da bi zadostili vse bolj kompleksnim zahtevam po računanju, SoC-i SixG301 temeljijo na 150-megaherčnem (MHz) procesorskem jedru Arm [3] Cortex-M33 z ukazi za digitalno obdelavo signalov (DSP) in enoto za operacije s plavajočo vejico (FPU) (slika 2). Procesorski podsistem združuje to jedro z integriranim delovnim pomnilnikom (RAM), Flash pomnilnikom v istem ohišju, krmilnikom za neposreden dostop do pomnilnika (DMA) in vmesniki za razhroščevanje. Arhitektura dopolnjuje široko podporo za pametne naprave z namenskimi strojnimi bloki za povezljivost, varnost, upravljanje z energijo, ure, časovnike in periferne enote, vključno s specializiranimi funkcijami za LED razsvetljavo.

Družina SixG301 načrtovalcem zagotavlja prilagodljivo rešitev, ki izpolnjuje širok nabor zahtev. Za načrtovanje pametnih naprav, osredotočenih na povezljivost Bluetooth, serija Bluetooth SoC SiBG301 [4] podpira BLE, Bluetooth mesh in lastniške aplikacije v 2,4-gigaherčnem (GHz) pasu. Serija večprotokolnih SoC-ov SiMG301 [5] podpira iste Bluetooth možnosti, hkrati pa dodaja podporo za fizično (PHY) plast IEEE 802.15.4 in plast za nadzor dostopa do medija (MAC) za brezžična omrežja z nizko hitrostjo prenosa podatkov, vključno z Zigbee, Matter over Thread in OpenThread. Znotraj vsake družine posamezni člani ponujajo dodatne konfiguracijske možnosti z do 512 kilobajti (kB) RAM-a in do 4 megabajti (MB) varnega Flash pomnilnika QSPI z možnostjo neposrednega izvajanja na mestu (XIP – execute-in-place). Ne glede na izbiro konfiguracije si vsi člani družine SoC SixG301 delijo enake zmogljivosti, potrebne za IoT naprave naslednje generacije.

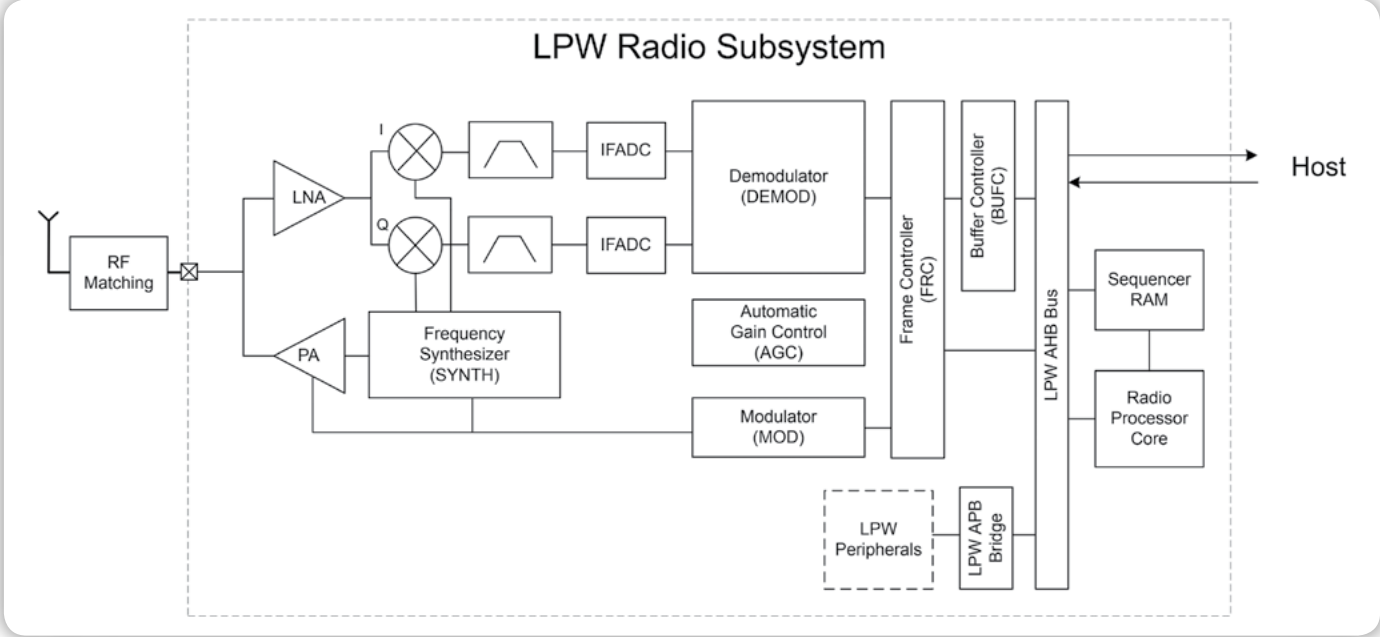
Napredne IoT aplikacije so odvisne od robustne povezljivosti,

družina SixG301 pa je zasnovana za zanesljivo delovanje tudi v okoljih z veliko motnjami, ki so značilna za te aplikacije. Varčni brezžični (LPW – low-power wireless) radio te družine (slika 3) integrira radijsko procesorsko jedro, RAM ter namenski oddajni in sprejemni signalni poti, kar zagotavlja celovit povezljivostni podsistem.

Podsistem LPW je zasnovan tako, da zagotavlja oddajno moč in občutljivost sprejemnika, ki sta potrebni za ohranjanje zanesljive povezljivosti. Podsistem podpira izhodno moč do +10 dBm (decibelov glede na 1 milivat), kar omogoča zanesljive rezerve v povezavi (link margins) pri namestitvah z omrežnim napajanjem, kjer so lahko postavitev antene in omejitve ohišja zahtevne. Na sprejemni strani radio zagotavlja občutljivost, potrebno za IoT načrte, osredotočene na Bluetooth ali večprotokolno delovanje. Za modulacijo GFSK (Gaussian frequency-shift keying) s hitrostjo 125 kbit/s, ki se uporablja za Bluetooth/BLE na vseh napravah SixG301, je občutljivost sprejema -106,8 dBm. Za modulacijo O-QPSK (offset quadrature phase-shift keying) s hitrostjo 250 kbit/s, ki se uporablja v standardu 802.15.4 na napravah SiMG301, pa občutljivost sprejema znaša -106,3 dBm.

Nenehno prizadevanje za varnost in energetska učinkovitost

Prilagodljive možnosti brezžične povezljivosti so bistvene za napredne IoT aplikacije. Vendar pa je varnost teh povezav in IoT naprav odvisna od neprestanega prizadevanja za robustne varnostne zmogljivosti, ki temeljijo na strojni opreми. SixG301 vključuje varnostno arhitekturo, ki temelji na strojni opreми, zgrajeno na Silicon Labs Secure Vault High, najvišji ravni večplastne varnostne tehnologije Secure Vault tega podjetja. So certificirane po PSA Certified Level 4, najvišji ravni certifikacijskega okvira Platform Security Architecture. Da bi naprava pridobila to certifikacijo, mora zagotavljati robustno zaščito



Slika 3: Integriran radijski podsistem LPW v SoC-u SixG301 podpira robustno povezljivost prek namenskih oddajnih in sprejemnih poti. (Vir slike: Silicon Labs)

pred sofisticiranimi programskimi in strojnimi napadi, vključno s skalabilnimi stranskimi kanali in napadi z vnašanjem napak, ki so vsi vključeni v raven Secure Vault High.

Ta varnostna arhitektura vzpostavlja strojno korenino zaupanja (Root of Trust, RoT) z uporabo namenske varnostne enote z lastnim procesorjem, s čimer izolira kriptografske funkcije in občutljive podatke od glavnega jedra aplikacije Cortex-M33. Ta izolacija zagotavlja, da tudi v primeru ogrožanja aplikacijske programske opreme kriptografski ključi in varnostno kritične operacije ostanejo zaščiteni. Arm TrustZone izvaja ločitev na ravni strojne opreme med izvajanjem varne in nevarne kode, medtem ko varno upravljanje ključev uporablja tehnologijo fizične neklonljive funkcije (angl. physical unclonable function: PUF) za generiranje edinstvenega ključa ob vklopu. Da pa tega ključa ne bi bilo možno izveči ali kako drugače klonirati, je viden le za šifrirni mehanizem in ostane aktiven le, dokler naprava ne izgubi napajanja.

Varen zagon z RoT in Secure Loader (RTSL) zagotavlja, da se lahko izvaja samo avtentificirana strojna programska oprema, medtem ko avtentificirano izvajanje na mestu (AXiP) to zaščito razširja na preverjanje kode v času izvajanja. Avtonomni kriptografski pospeševalnik strojne opreme razbremeni glavni procesor šifriranja in protokolov. Skupaj z zaščitnimi funkcijami SixG301 proti vdoru te zmogljivosti pomagajo razvijalcem graditi varne, visoko zmogljive naprave, ki avtentificirajo posodobitve firmware-a, ščitijo poverilnice in ohranjajo zaupanje v IoT aplikacije.

Upravljanje energije za minimalno porabo energije ima enako pomembno vlogo pri podpori neprekinjenega delovanja, napajane iz omrežja. Poleg urejanja napajanja ure in perifernih naprav, naprave SixG301 ponujajo več načinov izvajanja, ki razvijalcem omogočajo dinamično uravnoteženje zmogljivosti in porabe energije. V aktivnem načinu (EM0) gostiteljski procesor izvaja kodo z vsemi perifernimi napravami in oscilatorji, ki

so na voljo, pri čemer običajno porabi 47 mikroamperov na megahertz ($\mu\text{A}/\text{MHz}$) pri 150 MHz v zanki While ali 62 $\mu\text{A}/\text{MHz}$ pri izvajanju CoreMark. Način mirovanja (EM1) ohranja vse periferne naprave na voljo, medtem ko procesor ostane neaktiven, vendar pripravljen na hitro prebujenje ob sistemskih dogodkih. V tem načinu se tipična poraba zniža na 33 $\mu\text{A}/\text{MHz}$ ali manj, odvisno od konfiguracije ure.

V obdobjih, ko je potrebna minimalna aktivnost, način izklopa (EM4) izklopi večino naprave, s čimer se poraba zmanjša na samo 0,26 μA brez rezervnega števca v realnem času (BURTC) ali 0,75 μA z BURTC, ki deluje z nizkofrekvenčnim oscilatorjem.

Z uporabo teh načinov skupaj s prilagodljivim taktom in perifernim proženjem lahko razvijalci dosežejo specifično ravnovesje med močjo in zmogljivostjo, ki je potrebno za njihove aplikacije.

Kako integrirane analogne funkcije poenostavljajo zasnovo pametnih svetlobnih naprav

Poleg funkcionalnosti, ki je vse bolj potrebna v široki paleti IoT aplikacij, SixG301 naprava vključuje analogne in napajalne funkcije, ki so posebej prilagojene pametnim svetlobnim aplikacijam. Podsystem predhodnega LED gonilnika (LEDDRV) na čipu (slika 4), zasnovan za zagotavljanje energetske učinkovite rešitve v enobarvnih in nastavljivih belih LED-icah, vključuje tokovni vir in dva kanala gonilnikov vrat za neposredno napajanje FET tranzistorjev, ki nadomeščajo namenske gonilne čipe za krmiljenje toplih belih in hladnih belih LED verig.

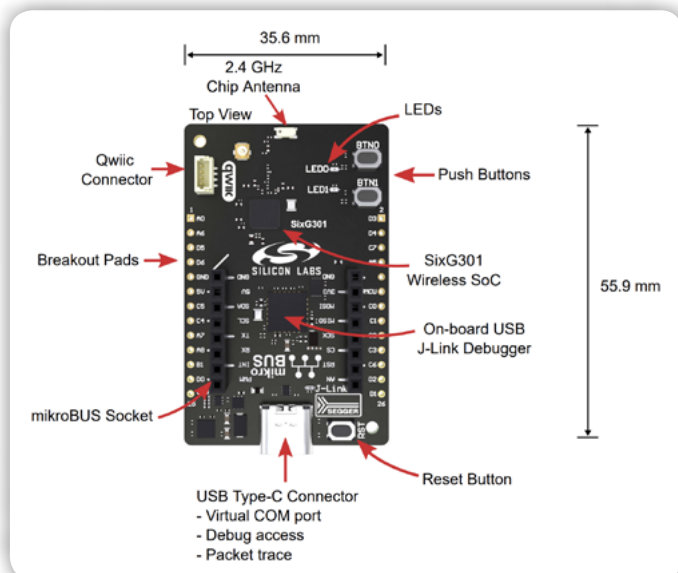
Periferna naprava LEDDRV zagotavlja krmilne signale in funkcije nadzora, vključno z nadzorom toka in zaščito pred

prenapetostjo, kar poenostavlja regulacijo toka, ki krmili LED-ice. V tipični enokanalni aplikaciji LED osvetlitve na primer, razvijalec preprosto poveže izhod LEDDRV z zunanjim močnostnim tranzistorjem, ki krmili niz LED-ic (slika 5), pri čemer uporabi splošne vhodno-izhodne (GPIO) priključke za zajemanje izmenične napetosti, napetosti na izhodu in najvišjega toka.

Blok LEDDRV podpira tudi konfiguracije z dvojnimi gonilnikom in neposrednim pogonom, kar razvijalcem omogoča, da razširijo osnovno dvo-kanalno nastavitve ali se prilagodijo različnim topologijam napajalne stopnje. Z vgradnjo teh funkcij, namenjenih razsvetljavi, neposredno

[illegible]

SVET ELEKTRONIKE 15



Slika 6: SIXG301-EK2719A je kompaktna razvojna platforma, ki se napaja prek USB-ja, opremljena s konektorji in vgrajenim J-Link debuggerjem za hitro izdelavo prototipov. (Vir slike: Silicon Labs)

Pospeševanje razvoja z viri za razvoj in izdelavo prototipov

Silicon Labs podpira razvoj SixG301 s strojno in programsko opremo, ki je zasnovana za pospešitev razvoja in izdelave prototipov. Razvojna platforma SixG301 Explorer Kit (SIXG301-EK2719A [6]) (slika 6) z napajanjem prek USB-ja razvijalcem ponuja kompaktno in cenovno ugodno vstopno točko. Ta plošča, zgrajena okoli modula SiMG301 s 4 MB Flash pomnilnika in 512 KB RAM pomnilnika, ponuja vtičnice in konektorje za dodatne senzorje in periferno opremo. Vgrajeni J-Link debugger z virtualnim COM vmesnikom in vmesnikom za sledenje paketov razvijalcem omogoča razvoj firmware-a in razvoj radia brez dodatne opreme.

Za naprednejši razvoj in podrobno karakterizacijo zmogljivosti je na voljo komplet SixG301 Flash Pro Kit (SIXG301-PK6037A) (slika 7), ki združuje glavno ploščo SI-M-B4002A BRD4002A Wireless Pro Kit z vstavljivo radijsko ploščo SIXG301-RB4407A s 4 MB Flash pomnilnika ali vstavljivo radijsko ploščo SIXG301-RB4408A z 8 MB Flash pomnilnika. Glavna plošča omogoča integrirano odpravljanje napak, napredno spremljanje porabe energije in celovito periferno razširitev za testiranje integracije na ravni sistema, medtem ko obe vstavljivi radijski plošči vključujeta SiMG301 z 512 KB RAM-a, prilagodilno vezje in anteno na tiskanem vezju.

Kompleta SixG301 Explorer Kit in SixG301 Flash Pro Kit delujeta z razvojnim okoljem

Simplicity Studio [7] podjetja Silicon Labs, ki ponuja čarovnike za konfiguracijo, primerne projekte in dostop do razvojnega kompleta Simplicity Software Development Kit (SDK). Ti viri skupaj razvijalcem pomagajo, da učinkovito preidejo od začetne ocene prek izdelave prototipov do izdelkov, pripravljenih za proizvodnjo.

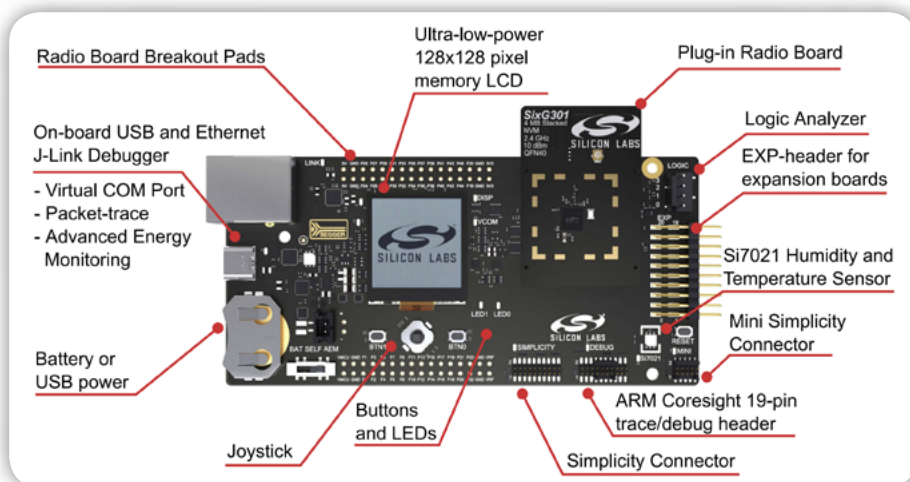
Zaključek

Razvijalci pametnih naprav za LED-osvetlitev, pametnih vtičnic in stikal, ki se napajajo iz omrežja, se soočajo z vse večjim pritiskom, da zagotovijo visoko zmogljivost, zanesljivost, večprotokolno povezljivost, robustno varnost in energetsko učinkovitost ob minimalnih stroških. Brežžični SoC-i naslednje generacije Silicon Labs SiMG301 in SiBG301 serije 3 skupaj s povezanimi razvojnimi orodji podpirajo te zahteve in zagotavljajo prilagodljivo osnovo za hiter razvoj.

Viri:

- 1: <https://www.digikey.com/en/supplier-centers/silicon-labs>
- 2: <https://www.digikey.com/en/product-high-light/s/silicon-laboratories/simg301-sibg301-next-generation-series-3-wireless-socs>
- 3: <https://www.digikey.com/en/supplier-centers/arm>
- 4: <https://www.digikey.com/en/products/filter/rf-transceiver-ics/879?s=N4IgjCBcoLQCxVAYy-gMwIYBsDOBTANCAG4B2aWehA9IANrhxgBM-TAHCALqEAOALICBAbfQjCaIQKSLwBOAVwI-gakegE5OQkSACsE7IDA99kMAAZTmoA>
- 5: <https://www.digikey.com/en/products/filter/rf-transceiver-ics/879?s=N4IgjCBcoLQCxVAYy-gMwIYBsDOBTANCAG4B2aWehA9IANrhxgB-MTA7CALqEAOALICBAbfQjCaIQKSLwBOAVwI-gakegE5OQkSACsE7IDA99kMAAZTmoA>
- 6: <https://www.digikey.com/en/products/detail/silicon-labs/SIXG301-EK2719A/26865382>
- 7: <https://www.silabs.com/software-and-tools/simplicity-studio>

<https://www.digikey.com>



Slika 7: Komplet SixG301 Flash Pro združuje glavno ploščo z bogato ponudbo funkcij s vstavljivo radijsko ploščo in vrati za razhroščevanje napak in karakterizacijo zmogljivosti. (Vir slike: Silicon Labs)

Testiranje in ocenjevanje brezžičnih komunikacij v medicinskih objektih in aplikacijah

Anritsu

Avtor: Kazuichi Ichikawa, pomočnik direktorja

V zdravstvenih ustanovah je treba upravljati velike količine podatkov – od slik do besedil, kar povzroča povečano povpraševanje po učinkovitem upravljanju podatkov, hitrejšem izmenjevanju in usklajevanju zdravstvenih informacij ter izboljšanjem komuniciranja med zdravstvenimi delavci znotraj in zunaj teh ustanov.

Da bi zadostili tem potrebam, zdravstvene ustanove digitalizirajo zdravstveno administracijo in podatke ter uvajajo brezžično komunikacijo z uporabo brezžičnih LAN in Bluetooth® tehnologij.

Bluetooth s svojimi funkcijami za varčevanje z energijo je primeren za naprave, ki jih nosijo pacienti, in za medicinske naprave, ki prenašajo in sprejemajo majhne količine podatkov. Primeri vključujejo pulzne oksimetre, merilnike krvnega tlaka, termometre, elektrokardiografe in elektroencefalografe.

Brezžični LAN omogoča zelo hitro komunikacijo za prenos slik in videa, kar je idealno za opremo, kot so endoskopi in radiografska oprema.

Druga tehnologija, ki se uporablja v zdravstvenih ustanovah, je brezžični medicinski telemetrijski sistem (WMTS), ki uporablja namenske frekvenčne pasove za zmanjšanje radijskih motenj. Na centralnem monitorju v postaji medicinskih sester spremlja vitalne podatke pacientov, kot so srčni utrip (EKG), frekvenca dihanja, telesna temperatura in raven kisika v krvi hospitaliziranih pacientov. Oprema prenaša radijske signale na sprejemnik v sobi pacienta, nakar sprejemnik pošlje podatke na centralni monitor za prikaz.

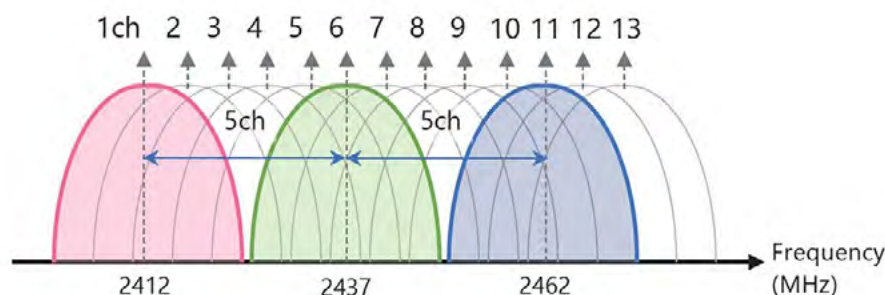
Glavni problem brezžičnih LAN omrežij je prekrivanje radijskih kanalov, ki jih uporablja več naprav. Med frekvenčnimi pasovi, ki se uporabljajo za brezžična LAN omrežja, obstaja pas 2,4 GHz, ki podpira največje število naprav. Določenih je trinajst kanalov v intervalih 5 MHz, od 2412 MHz do 2472 MHz. Ker je pasovna širina kanala 20 MHz, se lahko za izogibanje motnjam s sosednjih kanalov uporabljajo le trije kanali v intervalih 5 kanalov, na primer 1, 6 in 11. Poleg tega lahko v zdravstvenih ustanovah motnje povzročajo tudi naprave v nadstropjih nad in pod njimi.

Druga ključna težava je povečanje števila naprav, ki uporabljajo brezžično LAN tehnologijo. V zdravstvenih ustanovah je veliko brezžičnih LAN naprav, vključno z osebni računalniki in tabličnimi računalniki, ki jih uporabljajo zdravniki in osebje. Tudi pacienti prinašajo naprave, kot so pametni telefoni in prenosne igralne konzole, ki lahko povzročajo radijske motnje ali preobremenijo omrežje. Preveč naprav v omrežju povzroča težave pri vzpostavljanju brezžične povezave in upočasnjuje komunikacijo.

Najpogostejši problem pri WMTS je odsotnost brezžične povezave zaradi prešibkega radijskega signala. Med vzroki so nizka napetost baterije v oddajniku, nepravilna pozicija antene, motnje drugih brezžičnih naprav ali virov šuma ter slabljenje signala zaradi dodatkov in sprememb v razporeditvi in podobno.

Težave s komunikacijo medicinskih pripomočkov

Brezžične komunikacije so idealne za paciente, ki nosijo senzorje za zbiranje biometričnih podatkov, saj odpravljajo potrebo po kablju za prenos podatkov in olajšujejo nastavitve, dodajanje ali premikanje naprav. Vendar pa lahko pride do težav, kot so prekinitve komunikacije in zmanjšanje hitrosti prenosa.



Slika 1: Konfiguracija 2,4 GHz kanala in pasovna širina kanala.

Prepoznavanje težav z brezžično komunikacijo

Komunikacijske težave v zdravstvenih ustanovah nastanejo predvsem zaradi motenj in slabljenja signala, kar lahko povzroči okvare medicinske opreme ali motnje v komunikaciji. Ker to lahko ogrozi varnost pacientov, je pomembno, da se ugotovijo in odpravijo vzroki takšnih težav. Brezžično komunikacijo je mogoče identificirati z naslednjimi postopki:

- Z enostavnim merjenjem preverite moč radijskih valov. V brezžičnem LAN omrežju se preveri tudi število dostopnih točk, ki lahko sprejemajo podatke.
- Za radijske signale, ki niso dovolj močni, lahko preureditev radijske opreme ali sprememba položaja predmetov, ki bi lahko ovirali širjenje radijskih valov, izboljša moč radijskega signala.
- Če težave kljub zadostni moči signala vztrajajo, posumite na prisotnost motenj. Za identifikacijo morebitnih motenj in iskanje njihovega vira lahko uporabite spektralni analizator.
- Po ugotovitvi vira motenj razmislite, kako rešiti problem motenj.

Primer preproste metode merjenja, ki temelji na uporabi brezplačne programske opreme za preverjanje moči signala brezžičnega LAN omrežja, je prikazan na sliki 2. Vsaka valovna oblika je povezana z imenom omrežja (SSID) in številko brezžičnega kanala.

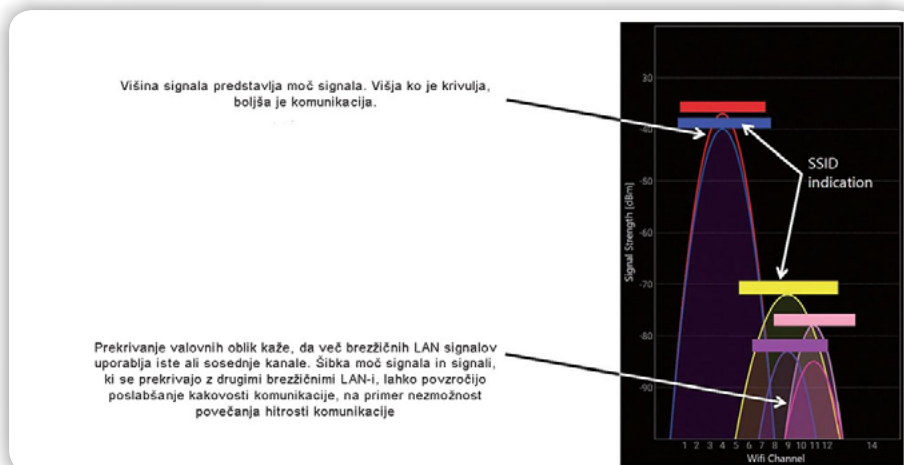
Z aplikacije WMTS je osrednji WMTS monitor opremljen s preprosto funkcijo spektralnega analizatorja, ki omogoča merjenje signala sprejetih radijskih signalov.

Če je moč radijskega signala v brezžičnem LAN ali WMTS omrežju po rezultatih preprostih meritev zadostna, vendar težave s komunikacijo ostajajo, se domneva, da so vzrok motnje radijskih valov, ki jih oddajajo druge naprave.

Prepoznavanje motenj in njihovega vira

Z združevanjem spektralnega analizatorja z antenami, zasnovanimi za uporabo z merjenim radiofrekvenčnim pasom, je mogoče zaznati in vizualizirati radijske signale, ki povzročajo motnje v istem frekvenčnem pasu, poleg WMTS signalov in signalov brezžičnega LAN-a.

V primeru, ko je moč radijskega signala zadostna, vendar je komunikacija motena, se za zajemanje prehodnih in trenutnih sprememb radijske frekvence na



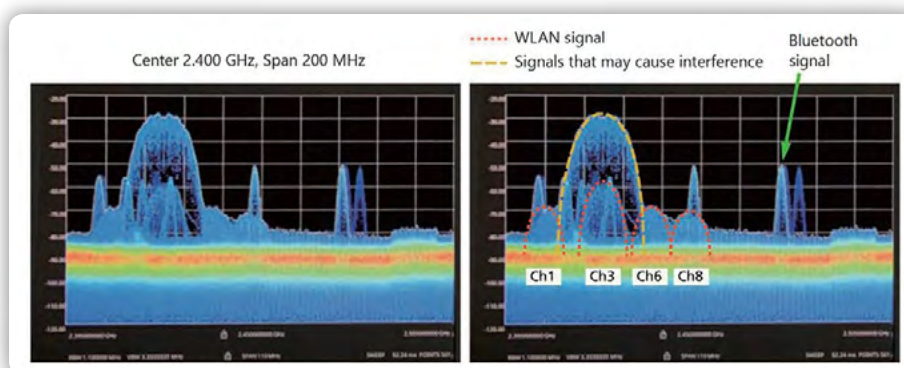
Slika 2: Primer merjenja okolja brezžičnega LAN radijskega valovanja z brezplačno programsko opremo.

mestu, kjer je prišlo do brezžične motnje, uporabi spektralni analizator v realnem času (RTSA). Ta preveri moč signala in motnje. Potrebni so več meritev v različnih časih, saj se pogoji za širjenje radijskega signala razlikujejo glede na dan v tednu, uro dneva in odprta ali zaprta vrata.

V primeru, prikazanem na sliki 3, so signali opazni na kanalih 1, 3, 6 in 8 brezžičnega omrežja LAN, vendar se trije od teh kanalov prekrivajo z drugimi močnejšimi radijskimi valovi. Prisotni so strmi vrhovi zaradi Bluetooth naprav in radijskih signalov neznanega izvora v višjem frekvenčnem območju. Ti drugi radijski signali se lahko štejejo za problematične, zlasti če je brezžično LAN opremo mogoče prestaviti na drugo mesto, kjer ti drugi radijski signali izginejo ali se zmanjšajo in se komunikacija izboljša.

Ko je prisotnost motilnih valov potrjena, se lahko z vozičkom z baterijskim spektralnim analizatorjem in anteno, nastavljeno na frekvenco merjenih radijskih signalov, omeji območje, na katerem se pojavljajo motnje. Za nadzor merilnega postopka in zapisovanje rezultatov se uporablja prenosni računalnik. Voziček se premika po tlorisu oddelka, da se izmeri moč motenj na več točkah. Ker vir motenj morda ni na istem nadstropju, se meritve opravijo tudi na nadstropjih nad in pod oddelkom ter v sosednjih stavbah.

Vir motenj je mogoče identificirati z usmerjanjem visoko usmerjene antene v različne smeri. Nekateri spektralni analizatorji



Slika 3: Primer merjenja pogojev radijskega signala z uporabo RTSA.



Sliki 4: Spektralna analizatorja za analize v realnem času.

imajo funkcijo, ki z zvokom (tonom in glasnostjo) prikazuje moč sprejetega radijskega signala, kar omogoča učinkovito iskanje vira ne da bi spremljali zaslon ali podatke. Vir motenj je mogoče potrditi z izklopom napajanja ali prekrivanjem s prevodno folijo, da se preveri, ali motnje izginejo.

Prihodnje perspektive brezžičnega zdravstvenega varstva

Brezžični standardi se nenehno razvijajo, da bi zagotovili višje hitrosti in zmogljivosti. Naprave, ki so skladne s standardoma Wi-Fi 6E in Wi-Fi 7, bodo na primer omogočile krajše čase prenosa medicinskih podatkov in spremljanje zelo natančnih slik v realnem času. Hitri 5G z nizko zakasnitvijo v kombinaciji s hitrejšim brezžičnim LAN-om bo premagal omejitve razdalje, s katerimi se soočajo medicinske naprave in storitve.

Kombinacija 5G mobilnih komunikacij z žičnimi optičnimi vlakni omogoča izmenjavo slik visoke ločljivosti, kot sta 4K in 8K, v realnem času, kar prispeva k širjenju telemedicine. Telemedicina, ki uporablja to tehnologijo, lahko tudi deli videoposnetke pacientov med nujnim prevozom in zagotavlja boljšo zdravstveno oskrbo v oddaljenih območjih. Začeli so se tudi demonstracijski testi kirurgije na daljavo, pri katerih se za izvedbo dejanskega posega uporabljajo roboti.

Z vse hitrejšimi brezžičnimi komunikacijami postajajo tehnologije virtualne resničnosti (VR), obogatene resničnosti (AR) in mešane resničnosti (MR) vse bolj razširjene. Te tehnologije, ki se skupaj imenujejo XR, se lahko uporabljajo za medicinske preglede, izobraževanje, kirurško podporo in rehabilitacijo. AR/XR lahko na primer potrdijo lokacije dejanskih organov in krvnih žil pacienta, pridobljene s CT in drugo diagnostično slikovno opremo, da se izboljša učinkovitost kirurških posegov in izobraževanja.

Zaključek

Motnje so pomemben problem, ki ga je treba upoštevati pri načrtovanju brezžičnih omrežij za medicinske aplikacije. S tehnološkim napredkom brezžičnih tehnologij in vse večjo zasičenostjo spektra bodo motnje postale vse bolj problematične, zato jih bo treba zmanjševati z obsežnim testiranjem in skrbnim načrtovanjem. Anritsu ponuja široko paleto testne opreme in bogate izkušnje pri testiranju in ocenjevanju brezžičnih omrežij za medicinske ustanove in aplikacije, vključno s testnimi kompleti Bluetooth in WLAN, spektralnimi analizatorji, VNA in spremljanjem spektra do 5G, RAN in komunikacijskimi testnimi sistemi. Poleg tega je Anritsu v odličnem položaju za dobavo izdelkov za testiranje in ocenjevanje nastajajočih Wi-Fi in 5G Advanced standardov, ki bodo v prihodnjih letih postali prevladujoči.

Kot bistveni del IT infrastrukture zdravstvene ustanove bodo brezžične komunikacije v prihodnosti zahtevale uvedbo tehnologije, ki bo omogočala na primer hitre, zanesljive in stabilne povezave na kratke in dolge razdalje, nizko zakasnitev, celovito varnost, visoke hitrosti prenosa podatkov in video v realnem času.

Preskusna oprema za brezžične komunikacije v medicinskih objektih in aplikacijah

Anritsu ponuja dva ročna spektralna analizatorja: Field Master MS2080A, ki lahko meri frekvence od 9 kHz do 6 GHz in ima pasovno širino RTSA 40 MHz, ter Field Master Pro MS2090A, ki ima frekvenčni razpon od 9 kHz do več kot 9 GHz in pasovno širino RTSA 110 MHz.

Na voljo je več različnih anten za preiskovanje motenj. Anritsu ponuja tudi več različnih anten za preverjanje motenj.

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



Vabljeni na že 10. EMC delavnico na Fakulteto za elektrotehniko v Ljubljani!

Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko
Vodja delavnice: Izr. prof. dr. Marko Jankovec

EMC delavnica je študentsko tekmovanje, namenjeno vsem študentom FE, kjer študentje načrtajo in izdelajo vezje s posebno skrbjo za doseganje elektromagnetne združljivosti (EMC). Vezja potem pomerijo na SIQ in glavno nagrado dobi tisti, katerega vezje doseže največjo skladnost z EMC.

Tokratni izziv nudi Kolektor, kjer bodo študenti načrtovali moč-
nostni gonilnik za elektromotorski pogon.

Predstavitve delavnice je bila v torek, 24. februarja ob 16:15
v P1-C0.

Nadaljevala pa se bo do junija z zaključkom 16.6. z razglasitvi-
jo rezultatov in podelitvijo nagrad.

Letos bo poseben poudarek na simulaciji prevodnih in sevalnih
elektromagnetnih motenj s simulacijskimi programi Ansys.

Ansys bo za vse udeležence delavnice izvedel 4-tedenski tečaj
po 3 ure tedensko s hands-on uporabo Ansys HFSS in SiWave
orodij za simulacije elektromagnetnih pojavov v tiskanih vez-
jih s poudarkom na simulaciji konduktivnih in sevalnih motenj.
Sponzorji delavnice imate možnost brezplačne udeležbe na An-
sys seminarju.

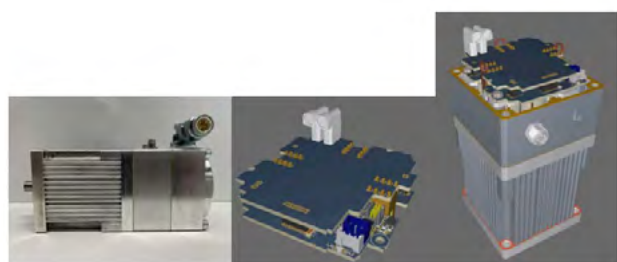
Vabljeni, da se aktivno pridružite dogodku z vašo podporo v ob-
liki študentskih nagrad, ki najboljšim odpira vrata do najboljših
pozicij v podjetjih, sponzorjih tekmovanja.

Več informacij je na:

- <https://lpvo.fe.uni-lj.si/izobrazevanje/seminarji/nacrtovanje-elektronike-za-emc-2026>.



<https://fe.uni-lj.si>



Načrtovanje elektronike za

EMC²

študentska delavnica
in tekmovanje

KOLEKTOR

Glavna nagrada 1500 €



FE | UNIVERZA V LJUBLJANI
Fakulteta za elektrotehniko

LPVO | Laboratorij za fotovoltaike
in optoelektroniko

torek, 24. februar 2026
ob 16:15 v P3-C0

FORVIA
HELLA

WÜRTH ELEKTRONIK
MORE THAN YOU EXPECT

AMTECH

INTECTIV

GEMmotors

iskraemeco
BY ELSEWEDY ELECTRIC

SIQ

INSTRUMENTATION
TECHNOLOGIES

Hidria
Gonvorri Industries

svet
ELEKTRONIKE

simtec

ANSYS
part of synopsys

SELECT
CHANNEL
PARTNER

Omogočite zmogljivost sklepanja z nizko porabo energije v aplikacijah Edge AI.

Renesas Electronics Corporation

Avtor: Kavita Char, Glavna vodja za trženje izdelkov, Renesas

Na trgu umetne inteligence je prišlo do preobrata. Prej se je obdelava umetne inteligence izvajala predvsem v oblaku. Končne naprave so zbirale podatke iz senzorjev in jih pošiljale v oblak za sklepanje in odločanje, rezultati pa so se pošiljali nazaj na končne naprave.

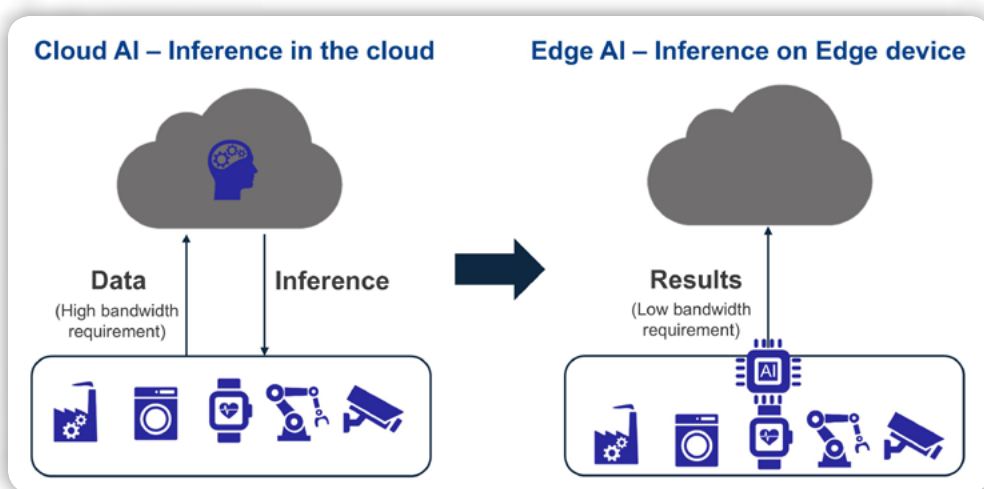
Ta pristop je imel večje zamude, višjo porabo energije, varnostna tveganja in je zahteval ogromno pasovno širino za prenos podatkov v oblak. IDC ocenjuje, da je bilo v letu 2025 iz IoT naprav v oblak poslanih 79,4 ZB podatkov.

Zaradi teh razlogov se vse bolj uveljavlja umetna inteligenca na robu, ki omogoča hitre odzive v realnem času, ter večjo zasebnost in varnost podatkov, hkrati pa preprečuje zamude in stroške, povezane z oblakom. To tudi zmanjša porabo energije, zaradi česar je primerna za baterijsko napajane IoT naprave in potrošniške aplikacije. Uporaba umetne inteligence na robu tako ponuja prednosti avtonomije, manjše zakasnitve, manjše porabe energije, nižjih stroškov z manjšo pasovno širino do oblaka in večje varnosti, kar jo naredi privlačno za nove in nastajajoče aplikacije.

Obstaja več rešitev za Edge AI trg. Izbira med MPU in MCU za implementacijo AI je odvisna od specifičnih zahtev aplikacije. MPU so primerni za kompleksne aplikacije, ki zahtevajo visoko procesno moč, medtem ko so MCU idealni za aplikacije z nizko porabo energije in aplikacije, ki so občutljive na ceno, kjer sta ključnega pomena obdelava v realnem času in energetska učinkovitost.

Potreba po namenskih AI pospeševalnikih

Obdelava nevronske mreže zahteva različne operacije linearne algebre, skalarne produkte in vrsto hitrih, vzporednih množenj matrik, konvolucij in transpozicij. To zahteva večjo računsko moč procesorjev. Proizvajalci mikrokontrolerjev zdaj uvajajo naprave, ki vključujejo napredna CPU jedra z izboljšavami za podporo operacijam DSP in AI/ML, kot so vektorske razširitve Helium na jedru Arm Cortex-M85. Proizvajalci mikrokontrolerjev v mikrokontrolerje vgrajujejo tudi nevronske procesne enote (NPU), ki so zasnovane za pospeševanje AI-sklepanja.



Slika 1: Prehod od sklepanja v oblaku k sklepanju na robu

Prednosti NPU-jev:

Višja zmogljivost obdelave AI/ML – NPU ima namensko strojno opremo za izvajanje osnovnih operacij nevronske mreže, kot so množenje matrik in konvolucije, ki so učinkovitejše in imajo manjšo zakasnitev kot CPU jedro. NPU so optimizirani za aritmetiko z manjšo natančnostjo (8/4-bitna cela števila), ki se uporablja v AI modelih, kar zmanjšuje kompleksnost, porabo pomnilnika in porabo energije, ne da bi zmanjšalo natančnost sklepanja.

Učinkovito razdeljevanje sistema – NPU-ji opravljajo naloge umetne inteligence in tako razbremenijo glavni CPU, ki lahko opravlja pred- in post-obdelavo podatkov umetne inteligence ter izvaja aplikacijsko kodo in druge sistemske naloge, kot so varnost, senzorski vmesniki in komunikacije, kar izboljša zmogljivost sistema.

Nižja potrebna napajalna moč – NPU lahko obdeluje modele z veliko manjšo porabo energije kot CPU jedro, zaradi česar so NPU-ji še posebej primerni za naprave na robu, kjer je nizka poraba energije ključnega pomena.

Višja varnost – NPU omogočajo obdelavo sklepanja in sprejemanje odločitev na napravi na robu, kar zmanjšuje prenos podatkov v oblak in zagotavlja zasebnost in celovitost podatkov.

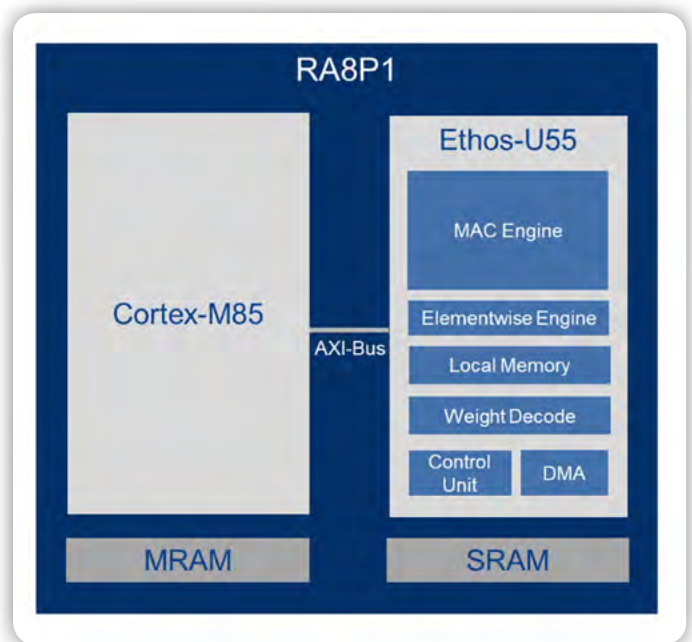
Za uresničitev nizkoenergetske Edge AI je potreben popolnoma integriran, visoko zmogljiv MCU z umetno inteligenco, ki omogoča visoko varnost, nizkoenergetsko zmogljivost sklepanja in hitrejši odzivi v realnem času.

Predstavljamo RA8P1 AI pospešeno MCU enoto

RA8P1 mikrokontrolerji so prvi Renesas-ovi mikrokontrolerji z enim ali dvema jedroma, ki podpirajo umetno inteligenco, in so izdelani po naprednem procesu TSMC 22nmULL, ki združuje najzmogljivejša Arm® Cortex®-M85 (CM85) in Cortex-M33 (CM33) CPU jedra z nevronskega procesorjem (NPU) Arm Ethos™-U55, kar omogoča ogromno izboljšanje zmogljivosti AI/ML, DSP in skalarne zmogljivosti – idealno za aplikacije Edge AI in IoT. Ti visoko integrirani mikrokontrolerji zagotavljajo neprimerljivo surovo zmogljivost 7300+ CoreMarks, 256 GOPS umetne inteligence in skupaj z velikim pomnilnikom in bogatim naborom perifernih naprav poganjajo zahtevne aplikacije Voice, Vision AI in Real-Time Analytics, kar zagotavlja večkrat višjo zmogljivost obdelave kot samo CPU jedro. Dvojedni mikrokontrolerji RA8P1 znatno izboljšujejo zmogljivost aplikacij umetne inteligence, saj omogočajo večjo procesno moč, učinkovito razdelitev nalog med dvema jedroma ter izboljšano zmogljivost v realnem času in energetsko učinkovitost. Poleg tega so vgrajeni napredni varnostni elementi, nezamenljiv pomnilnik in TrustZone, ki omogočajo resnično varne aplikacije umetne inteligence.

Izboljšanje zmogljivosti AI sklepanja z Ethos-U55 NPU

Arm Ethos-U55 NPU [1], vgrajen v RA8P1, je namenski procesor, optimiziran za izvajanje osnovnih operacij nevronskega omrežja, kot so množenje matrik in konvolucije, ki so učinkovitejše in porabijo manj energije kot CPU jedro. NPU je zasnovan za nemoteno delovanje z jedri Cortex-M. Razbremenjeno CPU jedro in podpira vse operaterje, ki se uporabljajo v CNN in RNN. Podpira 8-bitne uteži in 8/16-bitne aktivacije ter za svoje delovanje uporablja sistemski SRAM in neizbrisljivi pomnilnik prek dveh 64-bitnih AXI glavnih vmesnikov. Uporablja stiskanje in raztezanje podatkov za izboljšanje hitrosti sklepanja in zmanjšanje potreb po pomnilniku. Podpira tudi nadomestni način – operaterji, ki jih NPU ne podpira, se vrnejo



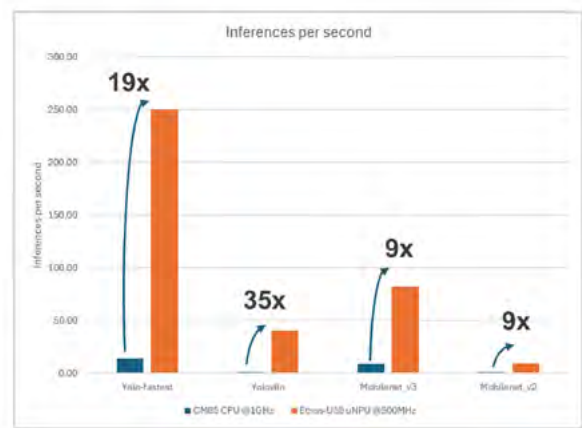
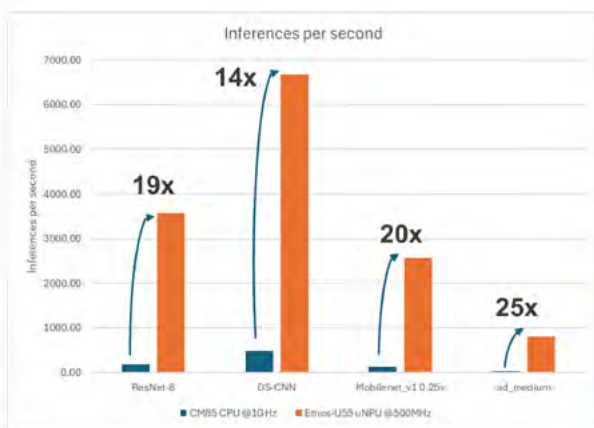
Slika 2: Arhitektura NPU Ethos-U55 in sistemski vmesniki
Vir: Arm, Inc.

na glavno jedro procesorja Cortex-M, pospešeno v programski opremi z uporabo CMSIS-NN. Ethos-U55 podpira najpogostejše uporabljene modele nevronskega mrež, kot so DS-CNN, ResNet, MobileNet, Inception, Wav2Letter itd.

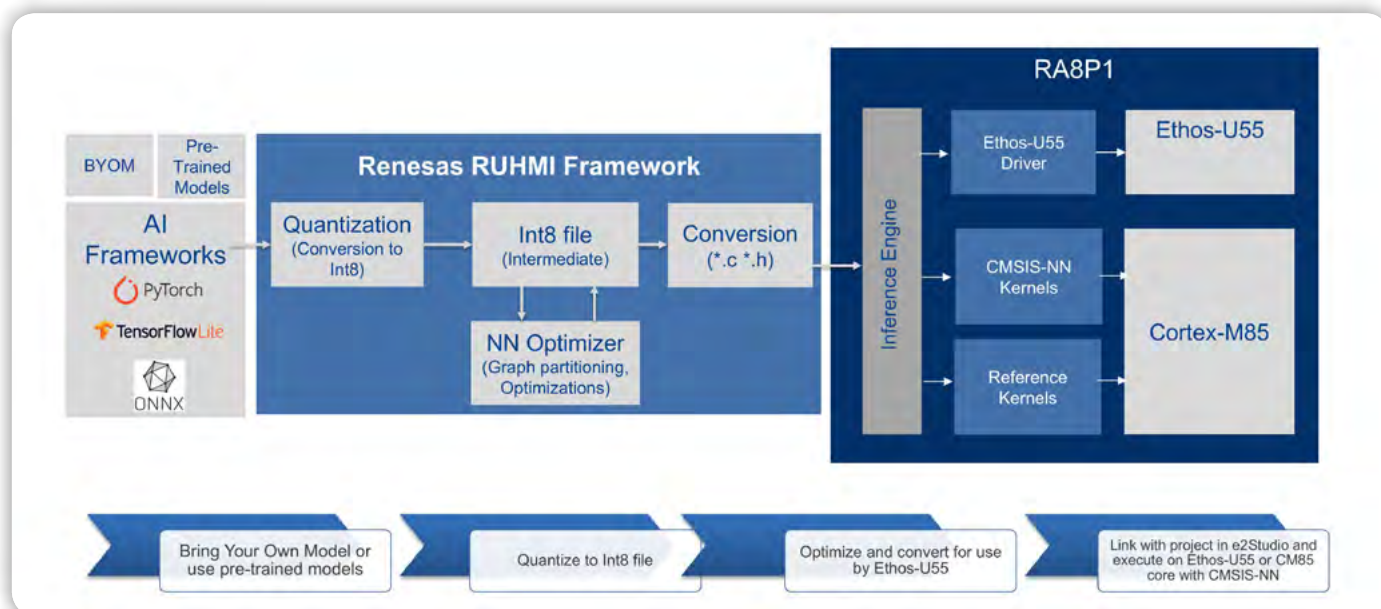
Renesas je uspešno prikazal izboljšanje zmogljivosti sklepanja z RA8P1 mikrokontrolerji, ki za obdelavo sklepanja uporabljajo Ethos-U55, s pomočjo nekaj primerov uporabe AI/ML, pri čemer je pokazal znatno izboljšanje zmogljivosti z NPU Ethos-U55 v primerjavi s CPU jedrom.

Modeli so uporabili:

- Razvrščanje slik – ResNet8, MobileNet v2, MobileNet v3
- Prepoznavanje ključnih besed – DS-CNN
- Vizualne ključne besede – MobileNet v1
- Zaznavanje objektov – Yolo_fastest, Yolo8N
- Odkrivanje anomalij – ad_medium



Slika 3: Znatno izboljšanje zmogljivosti umetne inteligence z NPU Ethos-U55 v primerjavi z jedrom CPU



Slika 4: Delovni tok AI z uporabo okvira Renesas RUHMI

Hitrejši razvoj aplikacij z ogrođjem RUHMI

Rešitev RA8P1 AI vključuje **RUHMI okvir**, prvo celovito AI razvojno okolje za mikrokontrolerje in MPU procesorje podjetja Renesas, integrirano v IDE Renesas e2 studio za optimizacijo in uvajanje visoko optimiziranih modelov nevronske mreže na način, ki je neodvisen od okvira.

RUHMI omogoča optimizacijo modelov, kvantizacijo in pretvorbo v format, ki je prijazen za mikrokontrolerje. Zagotavlja vsa potrebna orodja, API-je, generator kode in runtime datoteke, potrebne za razvoj vnaprej usposobljenega modela na RA8P1. Vključena je tudi nativna podpora za pogosto uporabljane okvire ML TensorFlow Lite, Pytorch in ONNX, skupaj z uporabnimi primeri aplikacij in modeli, optimiziranimi za RA8P1.

Tipični potek dela z umetno inteligenco z RUHMI:

Optimizacija in prevajanje modela (offline): Predhodno usposobljen model umetne inteligence se vnese prek pogosto uporabljenih okvirov, kot je Tensorflow Lite, kvantizira v vmesni format Int8 in optimizira za izvajanje na jedru NPU ali CPU. Model se nato prevede v format, ki je primeren za MCU (običajno *.c/*.h) in ga lahko izvaja NPU.

Vnos in priprava podatkov: Surovi vhodni podatki (slika iz kamere, zvok iz mikrofona) se zajamejo z MCU. Ti podatki se nato pripravijo s CPU, da se prilagodijo in oblikujejo za vnos v model AI.

Izvajanje na NPU: CPU jedro pošlje pripravljene vhodne podatke in preveden niz ukazov AI modela v NPU za izvedbo. NPU prebere niz ukazov in z uporabo vhodnih podatkov in uteži modela (običajno shranjenih v lokalnem pomnilniku) obdela vsak sloj nevronskega omrežja, pri čemer posreduje vmesne rezultate sosednjim slojem omrežja.

Izhod in Post-procesiranje: Ko NPU obdela vse plasti nevronskega omrežja, izpiše rezultate sklepanja (npr. koordinate okvirja objekta in klasifikacijo ali signal »zaznana ključna beseda«) nazaj v glavni CPU, ki lahko nato izvede vse potrebne

naknadne obdelave in ukrepe (npr. prekrivanje okvirjev na sliki, sprožitev ukrepa, pošiljanje podatkov v oblak).

Omogočene AI aplikacije z RA8P1

Z visoko zmogljivostjo sklepanja, nizko porabo energije in zmogljivostjo obdelave v realnem času je RA8P1 idealen za široko paleto aplikacij umetne inteligence v različnih tržnih segmentih, kot so:

Voice AI – Prepoznavanje ključnih besed, prepoznavanje glasu, prepoznavanje govora, identifikacija govorca.

Vision AI – Zaznavanje predmetov, razvrščanje slik, prepoznavanje gest, prepoznavanje obrazov, analiza slik, spremljanje vozila/vozila.

Analitika v realnem času – Odkrivanje anomalij, analiza vibracij, prediktivno vzdrževanje.

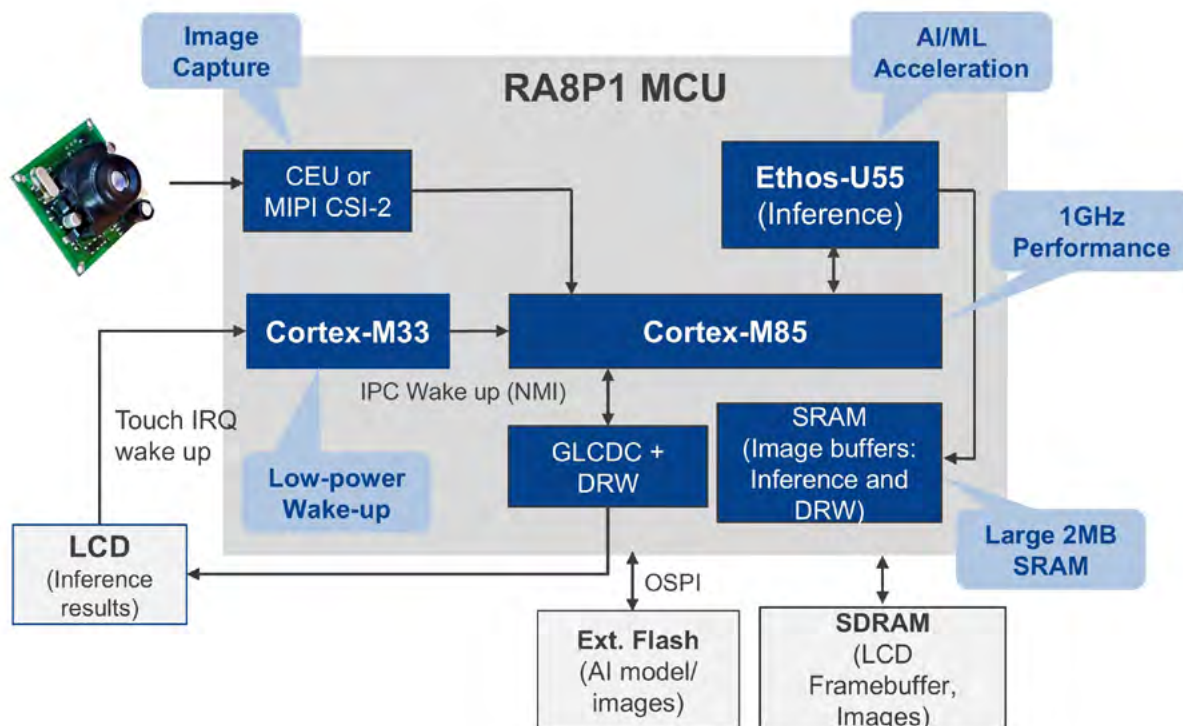
Različne aplikacije – Pametni HMI z zvočnimi in vizualnimi zmogljivostmi, izboljšane nadzorne kamere, robotika z vizualnimi in slušnimi vhodi za zaznavanje okolja in interakcijo.

V naslednjem poglavju bomo videli dva primera implementacij AI na RA8P1.

Primer uporabe 1: Razvrščanje slik na RA8P1

Slika 5 prikazuje AI aplikacijo za razvrščanje slik, ki analizira vhodno sliko in ji dodeli vnaprej dodeljeno oznako ali kategorijo.

Nevronski model se iterativno trenira na obsežnem nizu podatkov označenih slik, dokler natančnost napovedi modela ne doseže zelo visoke ravni. Ta vnaprej treniran model se lahko namesti na mikrokontroler RA8P1. Za sklepanje se v model vnese nova vhodna slika, ki preide skozi plasti treniranega omrežja. Izhodni sloj nato zagotovi verjetnostno porazdelitev po vseh kategorijah, kategorija z največjo verjetnostjo pa se dodeli kot oznaka slike. Ti izhodni podatki (oznaka slike in natančnost) se nato lahko pošljejo na zaslon ali v oblak.



Slika 5: Blok diagram sistema za razvrščanje slik

V naši implementaciji smo z Ethos-U55 v primerjavi z uporabo jedra CPU zabeležili 33-kratno izboljšanje hitrosti sklepanja in porabo 62 mA pri izvajanju sklepanja s hitrostjo 1000 fps (vključno z dostopi do zunanjega pomnilnika).

Razvrščanje slik se lahko uporablja v različnih aplikacijah:

Varnost – prepoznavanje orožja, prepoznavanje oseb, odkrivanje anomalij

Trgovina na drobno – ustvarjanje katalogov izdelkov po kategorijah, upravljanje zalog

Kmetijstvo – prepoznavanje boleznih pridelkov, razvrščanje rastlin

Pametna mesta – prepoznavanje semaforjev/prometnih znakov in pešcev

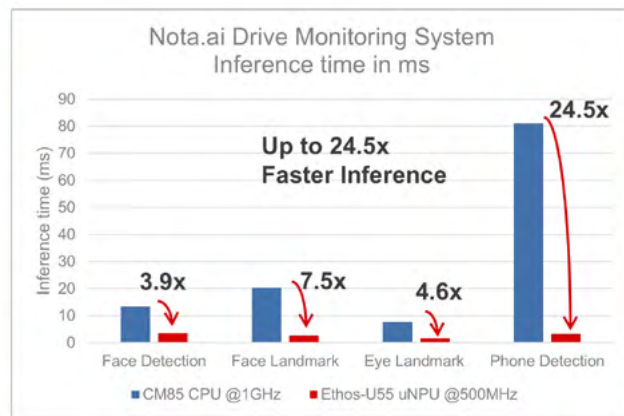
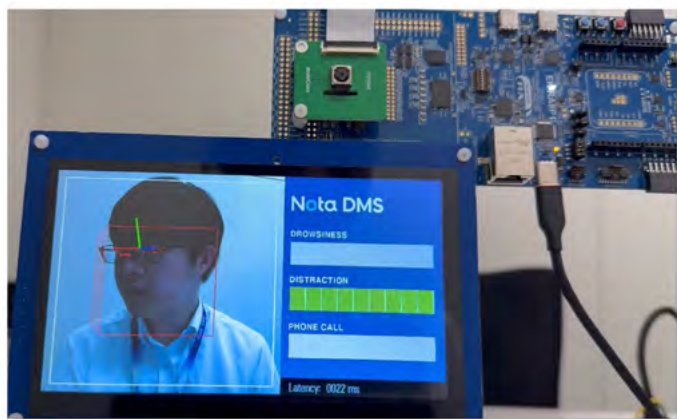
Pametne naprave – prepoznavanje predmetov v hladilniku

Primer uporabe 2: Sistem za spremljanje voznika na RA8P1

Ta primer uporabe prikazuje sistem za spremljanje voznikov



Slika 6: Razvrščanje slik na RA8P1 in primerjava zmogljivosti, NPU v primerjavi s CPU



Slika 7: Sistem za spremljanje voznika na RA8P1 in primerjava zmogljivosti, NPU v primerjavi s CPU

Nota-ai [2] (DMS), ki predstavlja vgrajeno varnostno rešitev za izboljšanje varnosti v prometu v vseh vidikih vožnje z vozilom. Nota-ai DMS izvaja več modelov za zaznavanje neregistriranih voznikov, zaspanosti voznikov, uporabe mobilnih telefonov in motenj voznikov, kot je kajenje. Z uporabo RA8P1 smo opazili 4- do 24-kratno povečanje zmogljivosti sklepanja za štiri modele, ki se uporabljajo v tej aplikaciji – zaznavanje obraza, zaznavne točke obraza, zaznavne točke oči in zaznavanje telefona. Povprečna poraba toka, izmerjena med delovanjem vseh 4 modelov, je bila 86 mA.

DMS se uporablja v kamerah za armaturno ploščo, snemalnikih podatkov vozila in sistemih za spremljanje voznika.

Obe Vision AI aplikaciji optimalno izkoriščata vire na mikrokontrolerju RA8P1:

- **Učinkovito zajemanje vhodne slike prek slikovnega senzorja:**
 - » RA8P1 vključuje vmesnik **MIPI CSI-2** z enoto za **skaliranje slike** ali 16-bitni vzporedni vmesnik kamere CEU za zajemanje surovih vhodnih podatkov slike.
- **Visoko zmogljiva obdelava sklepanja z NPU Ethos-U55:**
 - » **Pospeševalnik umetne inteligence Ethos-U55** prejema obdelane slike iz vmesnika kamere MIPI CSI-2 ali CEU in obdeluje kompleksne modele umetne inteligence učinkoviteje in z manjšo porabo energije kot CPU jedro.
- **Hitrejša obdelava aplikacij s CPU Arm Cortex-M85 in Cortex-M33 jedri:**
 - » **Visoko zmogljivo jedro CM85** s frekvenco 1 GHz in vektorskimi razširitvami Arm Helium se uporablja za predobdelavo in obdelavo vhodnih podatkov ter rezultatov sklepanja. Operacije, ki jih Ethos-U55 ne podpira, lahko izvede jedro CM85 v nadomestnem načinu. Ker je obdelava sklepanja prenesena na NPU, se lahko CPU CM85 v celoti uporabi za računsko intenzivne aplikacijske kode.
 - » **Jedro Cortex-M33** s frekvenco 250 MHz na dvojedrnih RA8P1 mikrokontrolerjih se lahko uporablja za nizkoenergetske naloge prebujanja in vzdrževanja.
- **Učinkovito shranjevanje slik, uteži modelov in aktivacij s pomnilnikom na čipu in pomnilniškimi vmesniki**

- » Vgrajeni **1 MB MRAM** in **2 MB SRAM** sta ključnega pomena za shranjevanje uteži AI-modela, slik in vmesnih rezultatov.
- » Za večje modele se lahko uporabijo **zunanji pomnilniški vmesniki z visoko prepustnostjo** (OSPI z XIP in dešifriranjem v realnem času ter 32-bitni SDRAM).
- **Napredne grafične periferne naprave za grafično obdelavo in HMI:**
 - » **Grafični LCD krnilnik** (z vzporednimi ali MIPI DSI vmesniki) in 2D grafični motor se lahko uporabljata za prikazovanje slik in rezultatov sklepanja na LCD zaslonu.
- **Prilagodljive možnosti poveztljivosti:**
 - » Na voljo je več možnosti poveztljivosti za prenos rezultatov sklepanja, slik ali opozoril/obvestil na lokalne naprave ali v oblak za shranjevanje ali analizo.

Zaključek

Aplikacije Edge AI imajo veliko koristi od uporabe MCU-jev, pospešenih z AI. Omogočajo aplikacije, pri katerih so ključnega pomena zmogljivost v realnem času, nizka poraba energije in varnost. Dodajanje NPU k MCU-jem z nizko porabo energije je pomenilo preobrat v svetu AI-rešitev. Novi mikrokrnilniki RA8P1 drastično zmanjšujejo zakasnitve, omogočajo zasebnost podatkov in zmanjšujejo porabo energije, zaradi česar so idealni za aplikacije, ki jih poganja baterija. Celoten razvoj podpira celovit okvir RUHMI podjetja Renesas, ki razvijalcem pomaga učinkovito optimizirati in razviti svoje AI-modele na strojni opremi RA8P1.

Za več informacij obiščite www.renesas.com/ra8p1

Viri:

- 1: <https://developer.arm.com/documentation/102420/0200>
- 2: <https://www.renesas.com/en/products/microcontrollers-microprocessors/ra-cortex-m-mcus/ra-partners/nota-ai-dms?queryID=322f313cedbf0998abe48607746aba40>



<https://www.renesas.com>

Zasnova visokonapetostnega stikala za odklop baterije na osnovi SiC

Microchip Technology Inc.

Avtor: Ehab Tarmoom, višji tehnični inženir za aplikacije v poslovni enoti za silicijev karbid

Električni sistemi z napetostjo enosmernega vodila 400 V ali več, ki jih napaja enofazno ali trifazno omrežje ali sistem za shranjevanje energije (ESS), lahko izboljšajo svojo zanesljivost in odpornost z ugodnostmi, ki jih ponuja polprevodniška zaščita vezja.

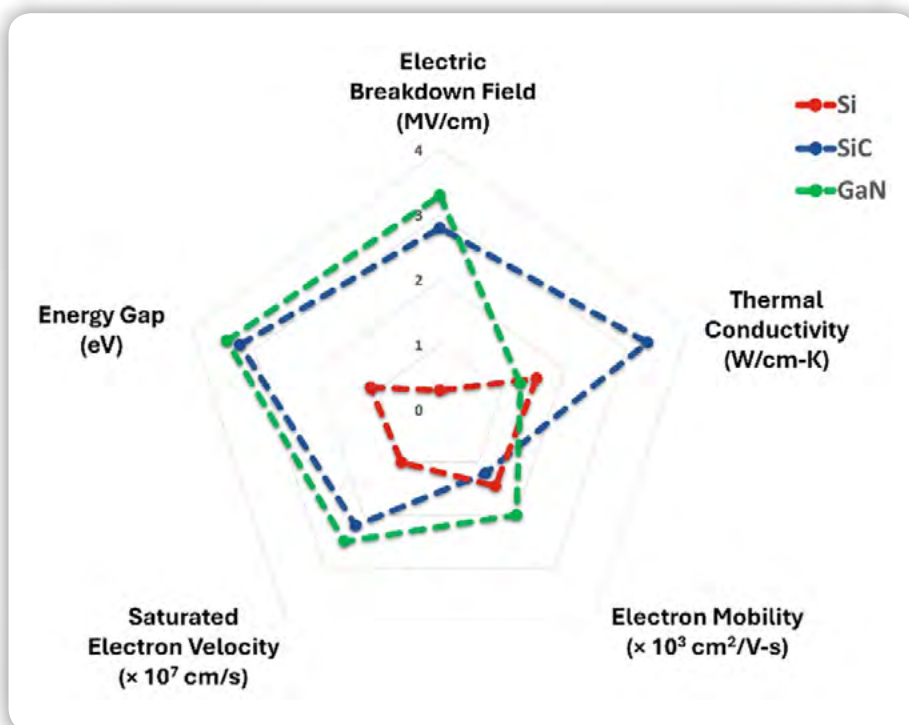
Pri načrtovanju visokonapetostnega stikala za odklop baterije je treba upoštevati več temeljnih odločitev glede zasnove. Med ključnimi dejavniki so polprevodniška tehnologija, tip naprave, toplotno ohišje, robustnost naprave in upravljanje induktivne energije med prekinitvijo tokokroga. V tem članku bomo obravnavali nekatere konstrukcijske vidike pri izbiri tehnologije močnostnih polprevodnikov in opredelitvi ohišja polprevodnikov za visokonapetostni, visokotokovni odklopnik baterije, pa tudi pomen opredelitve parazitivne induktivnosti sistema in omejitev zaščite pred prenapetostjo.

Prednosti tehnologije polprevodnikov s široko energijsko vrzeljo

Pri izbiri optimalnega polprevodniškega materiala je treba upoštevati več značilnosti. Cilj je stikalo z minimalnim upornim tokom v vklopljenem stanju, minimalnim mirovnim tokom v izklopljenem stanju, sposobnostjo blokiranja visoke napetosti in visoko zmogljivostjo. Slika 1 prikazuje značilnosti polprevodniških materialov za silicij (Si), silicijev karbid (SiC) in galijev nitrid (GaN). Električno prebojno polje SiC in GaN je približno desetkrat večje od silicijevega. To omogoča zasnovo naprav z območjem drsenja, ki je desetkrat tanjša od enakovredne silicijeve naprave, saj je njegova debelina obratno sorazmerna z električnim prebojnim poljem. Poleg tega je upornost območja drsenja obratno sorazmeren s kubom prebojnega polja. To ima za posledico skoraj 1000-krat nižjo upornost območja drsenja. V aplikacijah s fizičnimi stikali, kjer so vse izgube prevodne izgube, je visoko električno polje preboja pomembna prednost. Ta zmanjšana upornost odpravlja tudi skrbi glede dinamičnih težav z zaskočitvijo, kjer lahko visoki prehodni tokovi dV/dt sprožijo parazitski NPN tranzistor ali tistor v silicijevih močnostnih MOSFET-ih oziroma IGBT-jih.

Toplotna prevodnost silicijevega karbida, ki je trikrat večja od toplotne prevodnosti Si in GaN, znatno izboljša sposobnost odvajanja toplote iz čipa, kar omogoča njegovo hladnejše delovanje in poenostavi toplotno zasnovo. Alternativno omogoča za enako ciljno temperaturo spojev delovanje z višjim tokom. Višja toplotna prevodnost v kombinaciji z visokim električnim poljem preboja povzroči nizko upornost v vklopljenem stanju, kar dodatno poenostavi toplotno zasnovo.

Silicijev karbid, polprevodniški material s široko energijsko vrzeljo (WBG), ima energijsko vrzel, ki je skoraj trikrat večja od silicijeve, kar omogoča delovanje pri višjih temperaturah. Polprevodnik pri višjih temperaturah preneha delovati kot polprevodnik. Širša energijska vrzel omogoča silicijevemu karbidu delovanje pri več sto stopinjah Celzija višji temperaturi kot silicij, saj je koncentracija prostih nosilcev naboja nižja. Vendar pa drugi dejavniki (npr. ohišje, uhajanje oksida na vratih), ki temeljijo na današnji tehnologiji, omejujejo najvišjo neprekinjeno temperaturo spojev naprave na 175 °C. Druga prednost



Slika 1: Lastnosti materialov Si, SiC in GaN

tehnologije WBG je, da zagotavlja nižji mirovni tok v izklopljenem stanju.

Glede na te lastnosti je silicijev karbid optimalen polprevodniški material za to uporabo.

Razen med vrstami tranzistorjev IGBT, MOSFET in JFET

Naslednji pomemben dejavnik je tip tranzistorja. V večini primerov je največji izziv pri zasnovi izguba prevodnosti. Izgubo prevodnosti je treba zmanjšati na minimum, da se izpolnijo toplotne zahteve sistema. V nekaterih sistemih je na voljo tekoče hlajenje, drugi sistemi pa lahko uporabljajo prisilno hlajenje z zrakom ali naravno konvekcijo. Poleg minimalne izgube prevodnosti je treba tudi padec napetosti ohraniti na minimumu, da se doseže največja učinkovitost v vseh delovnih točkah, vključno z razmerami z majhno obremenitvijo. To je še posebej pomembno v sistemih, ki jih poganja baterija. Drugi pomemben dejavnik v mnogih sistemih, vključno z enosmernimi sistemi, je dvosmerni tok. Na splošno je zaželen tranzistor z nizko izgubo prevajanja, nizkim padcem napetosti in zmožnostjo povratnega prevajanja. Običajno se upoštevajo IGBT, MOSFET in JFET tranzistorji.

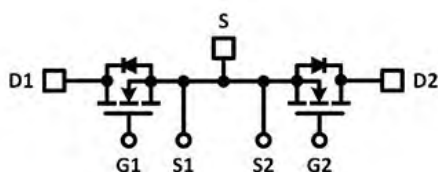
Medtem ko IGBT ponuja primerljivo prevodno izgubo kot MOSFET pri največjih tokovih obremenitve, se učinkovitost rešitve na osnovi IGBT zmanjša, ko se tok obremenitve zmanjša. To je zato, ker padec napetosti sestavljata dve komponenti: skoraj konstanten padec napetosti, ki je neodvisen od toka kolektorja, in padec napetosti, ki je sorazmeren s tokom kolektorja. Pri MOSFET je padec napetosti sorazmeren s tokom ponora. To omogoča visoko učinkovitost v vseh delovnih točkah, vključno z lahкими obremenitvami.

MOSFET omogoča prevajanje kanala v prvem in tretjem kvadrantu, kar pomeni, da lahko tok teče skozi napravo v naprej in nazaj.

Dodatna prednost delovanja MOSFET-a v tretjem kvadrantu je, da ima na splošno nekoliko nižjo upornost v vklopljenem stanju kot v prvem kvadrantu. IGBT prevaja tok le v prvem kvadrantu, za prevajanje povratnega toka pa je potrebna antiparalelna dioda. JFET, starejša tehnologija, ki pa ponovno pridobiva na popularnosti, deluje tako v direktnem kot v reverznem prevajanju in ima, podobno kot MOSFET, padec napetosti, ki je sorazmeren s tokom ponora. Razlikuje se od MOSFET-a v tem, da je naprava v deplezivnem načinu. To pomeni, da je JFET običajno vklopljen in zahteva prednapetost vrat, da se zavira tok. To predstavlja praktične izzive za razvijalce pri upoštevanju napak v sistemu. Kot rešitev se lahko uporabi kaskadna konfiguracija, ki vključuje serijski nizkonapetostni silicijev MOSFET, da se doseže naprava, ki je običajno izklopljena. Dodajanje serijske silicijeve naprave poveča kompleksnost, kar zmanjša nekatere prednosti JFET v aplikacijah z visokim tokom. SiC MOSFET, ki je običajno izklopljen, ponuja nizko upornost in nadzorljivost, ki sta potrebni v mnogih sistemih.

Termično ohišje

SiC močnostni moduli omogočajo visoko stopnjo optimizacije sistema, kar je težko doseči z vzporednim povezovanjem diskretnih MOSFET-ov. Moduli mSiC™ podjetja Microchip so na voljo v širokem razponu konfiguracij ter nazivnih napetosti in tokov. Med njimi je tudi konfiguracija s skupnim virom, ki povezuje dva SiC MOSFET-a v antiserijski konfiguraciji, da omogoča dvosmerno blokiranje napetosti in toka. Vsak MOSFET je sestavljen iz več čipov, povezanih vzporedno, da se doseže nazivni tok in nizka upornost v vklopljenem stanju. Za enosmerno stikalo za odklop baterije potrebujemo dva MOSFET-a zunanje vzporedno povezana z močnostnim modulom.



BL1 Module

$R_{DS(on)} = 25 \text{ m}\Omega$
 $I_D = 79 \text{ A}$



BL3 Module

$R_{DS(on)} = 12.5 \text{ m}\Omega$
 $I_D = 150 \text{ A}$



SP3F Module

$R_{DS(on)} = 6.3 \text{ m}\Omega$
 $I_D = 337 \text{ A}$



SP6C Module

$R_{DS(on)} = 2.78 \text{ m}\Omega$
 $I_D = 733 \text{ A}$

Slika 2: Microchip-ovi mSiC moduli v konfiguraciji skupnega vira

	Material	CTE (ppm/K)	Termična prevodnost (W/cm-K)	Gostota (g/cm ³)
Rezina	Si	4	136	
	SiC	2.6	270	
Substrat	Al ₂ O ₃	7	25	
	AlN	5	170	
	Si ₃ N ₄	3	60	
Baseplate	CuW	6.5	190	17
	AlSiC	7	170	2.9
	Cu	17	390	8.9

Tabela 1: Rezina, substrat in baseplate termične lastnosti

Za ohranjanje nizke temperature čipov sta potrebna nizka upornost v vklopljenem stanju in nizka toplotna upornost. Materiali, uporabljeni v modulu, so bistveni elementi, ki določajo toplotno upornost od spojev do ohišja, pa tudi njegovo zanesljivost. Zlasti lastnosti materialov za pritrditev čipa, podlage in osnovne plošče pomembno vplivajo na toplotno upornost modula. Izbor materialov z visoko toplotno prevodnostjo pomaga zmanjšati toplotno upornost in temperaturo spojev. Poleg toplotne učinkovitosti izbira materialov s podobnim koeficientom toplotnega raztezanja (CTE) podaljša življenjsko dobo modula, saj zmanjša toplotno obremenitev na stiku in v notranjosti materialov. Tabela 1 povzema te toplotne lastnosti. Substrati iz aluminijevega nitrida (AlN) in osnovne plošče iz bakra (Cu) so standardni v mSiC-modulih moči. Možnosti s podlagami iz silicijevega nitrida (Si₃N₄) in osnovnimi ploščami iz aluminijevega silicijevega karbida (AlSiC) zagotavljajo večjo zanesljivost. Na sliki 2 so prikazani močnostni moduli s skupnim virom v standardnih ohišjih SP3F in SP6C ter visoko zanesljivi moduli brez osnovne plošče BL1 in BL3, ki so skladni s standardom DO-160.

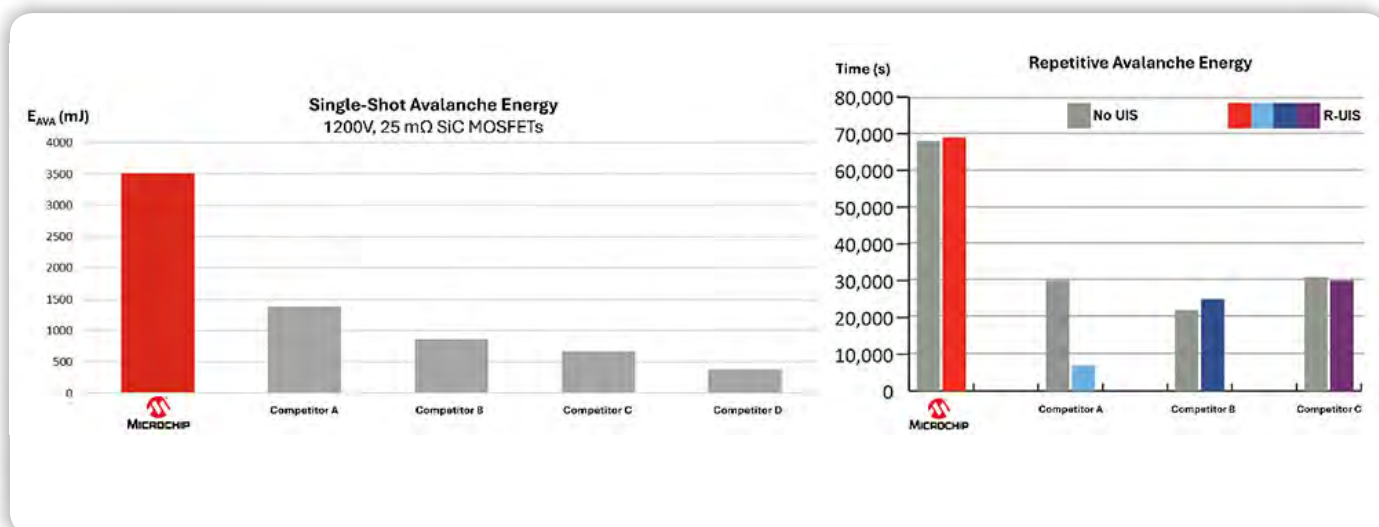
Robustnost naprave in induktivnost sistema

Poleg toplotne zmogljivosti modula in dolgoročne zanesljivosti je pri napravah za prekinitev tokokroga pomemben tudi dejavnik visoke induktivne energije. Releji in kontaktorji imajo omejeno število ciklov. Običajno so določeni z neobremenjenimi mehanskimi preklopnimi cikli in znatno manj električ-

no obremenjenimi preklopnimi cikli. Induktivnost v sistemu povzroča iskrenje med kontakti, kar povzroča degradacijo pri prekinitvi toka. Zato so pogoji delovanja električnih ciklov posebej opredeljeni in močno vplivajo na njihovo življenjsko dobo. Tudi v tem primeru so v sistemih s kontaktorji ali releji potrebne prednje varovalke, saj se kontakti lahko zvarijo, če so izpostavljeni visokim kratkostičnim tokovom. Polprevodniški odklopniki baterij ne trpijo zaradi te degradacije, kar omogoča večjo zanesljivost sistema. Kljub temu je razumevanje parazit-ske in obremenitvene induktivnosti ter kapacitivnosti sistema bistveno tudi za upravljanje induktivne energije, ki je prisotna pri prekinjanju visokih tokov.

Induktivna energija je sorazmerna z induktivnostjo in kvadratom toka v sistemu v trenutku prekinitve. Kratki stik na izhodnih priključkih stikala povzroči hitro povečanje toka, ki narašča s hitrostjo, ki je enaka razmerju med napetostjo akumulatorja in induktivnostjo vira. Na primer, napetost vodila 800 V z induktivnostjo vira 5 mikrohentyjev povzroči povečanje toka s hitrostjo 160 amperov na mikrosekundo. 5-mikrosekundni odzivni čas za zaznavanje in odziv bo povzročil dodatni tok 800 amperov v vezju. Ker ni priporočljivo, da se SiC-močnostni modul uporablja v lavinskem načinu, je za zaščito modula potrebno snubber vezje, ki absorbira to induktivno energijo. Vendar pa parazitivni pojavi, ki se pojavijo v snubber vezju, če je pravilno zasnovano, da izpolnjuje zahteve glede izolacijske razdalje in prostora, dodatno omejujejo njegovo učinkovitost. Zato mora stikalo izklopiti dovolj počasi, da omeji preobremenitev napetosti zaradi notranje induktivnosti modula in nenadnega zmanjšanja toka. Modul, zasnovan z nizko induktivnostjo, pomaga dodatno zmanjšati to napetostno obremenitev.

V silicijevih napajalnih napravah hitro prekinitev visokega toka predstavlja tveganje za sprožitev parazitnega NPN ali tiristorja, kar povzroči nekontrolirano zaskočitev in končno okvaro. Na SiC napravah lahko zelo hiter izklop povzroči nizkoenergetski lavinski preboj v vsakem čipu, ko se izklopi, dokler snubber ali omejevalnik ne absorbira visoke energije. MOSFET-i mSiC podjetja Microchip so zasnovani in testirani za robustnost „Unclamped Inductive Switching“ (UIS), kar zagotavlja dodatno



Slika 3: Enojna (levo) in ponavljajoča (desno) zmogljivost lavinske energije

varnostno rezervo, ko se snubber ali omejevalnik začeta slabšati. Slika 3 prikazuje enostavno in ponavljajoče se delovanje UIS v primerjavi z drugimi SiC napravami na trgu.

Čeprav je treba razumeti zmogljivost kratkega stika na ravni naprave in IGBT-ji imajo v primerjavi z MOSFET-i boljšo zmogljivost kratkega stika na ravni naprave, je v dejanskem sistemu izpostavljen različnim obremenitvenim pogojem. Zaradi inherentnega omejevanja toka induktivnosti sistema je malo verjetno, da bo modul dosegel svojo nazivno vrednost kratkega stika. Omejevalni dejavnik je zasnova snubberja ali omejevalnika. Za zasnovo stroškovno učinkovitega in kompaktnega snubberja bo dovoljeni sistemski konični kratkostični tok omejen na vrednost, ki je precej nižja od kratkostičnega toka modula. Na primer, v 500-amperskem odklopnem stikalu za baterijo, ki je sestavljeno iz devetih vzporednih čipov in je zasnovano tako, da preprečuje kratkostične tokove, ki presegajo 1350 amperov, vsak čip prevaja tok 150 amperov, ob predpostavki enakomerne porazdelitve toka. To je precej nižji tok kot v preskusu kratkega stika na ravni naprave, v katerem tok med trajanjem preskusa presega več sto amperov. Optimizacija naprave za omejevanje napetosti je ključni del pri zasnovi robustnega odklopnika baterije v trdnem stanju.

Drugi vidiki razvoja

Poleg napajalne naprave obstajajo tudi zasnovne zahteve v zvezi z elektronskim krmiljenjem, vključno s tehnologijo zaznavanja

toka, zaznavanjem in zaščito pred prenapetostjo ter funkcionalno varnostjo. Odločitev, ali za zaznavanje toka uporabiti shunt upor ali magnetno tehnologijo, je pomembna za zasnovo sistema z nizko parazitno induktivnostjo, kjer je bistven hiter odzivni čas. Pomembna odločitev je tudi, ali za zaznavanje prenapetosti uporabiti strojno opremo, programsko opremo ali kombinacijo obeh, zlasti pri zasnovi, ki mora izpolnjevati zahteve funkcionalne varnosti.

V povzetku so bili obravnavani nekateri ključni vidiki izbire in zasnove visokonapetostne napajalne naprave v polprevodniškem odklopnem stikalu za baterije. Prednosti silicijevega karbida in ohišja močnostnih polprevodnikov so ključni dejavniki, ki omogočajo sistemske prednosti, ki jih polprevodniški odklopnik ponuja v primerjavi s tradicionalnim mehanskim odklopnikom. Z uporabo tehnologije silicijevega karbida so zdaj na voljo naprave z nizko upornostjo v vklopljenem stanju in toplotno upornostjo, ki omogočajo nizke izgube prevajanja, potrebne v mnogih sistemih, hkrati pa uporabljajo materiale, ki zagotavljajo visoko zanesljivost.

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>



5V delovanje v vseh pogojih

Učinkovito delovanje brez izgube moči

PIC32CM PL10 mikrokontrolerji na novo opredeljujejo možnosti za inženirje, ki iščejo idealno ravnotežje med preprostostjo in zmogljivostjo. Ti mikrokontrolerji, ki temeljijo na ARM Cortex-M0+ jedru, omogočajo delovanje pri 5 V, kar je redko med 32-bitnimi mikrokontrolerji. Hkrati zagotavljajo izjemno odpornost proti motnjam za industrijske, gospodinske in avtomobilске aplikacije. Z naprednim zaznavanjem dotika, izjemno nizko porabo energije in brezhibno podporo za znana razvojna orodja, PIC32CM PL10 združuje preprostost in zmogljivost z robustno kapacitivno zmogljivostjo dotika in zanesljivo podporo pri 5 V.

Nadgradite svoj naslednji projekt s PIC32CM PL10 in izkusite 32-bitno zmogljivost brez zapletenosti.

 **MICROCHIP**
microchip.com/pic32cm-pl10



Ime in logotip Microchip ter logotip Microchip so registrirane blagovne znamke podjetja Microchip Technology Incorporated v ZDA in drugih državah. Vse druge blagovne znamke so last njihovih registriranih lastnikov. © 2026 Microchip Technology Inc. Vse pravice pridržane. MEC2640A-SLO-01-26

Blokirni kondenzatorji (3. del)

Fakulteta za elektrotehniko, Univerza v Ljubljani
Avtor: Izr. prof. dr. Marko Jankovec
email: marko.jankovec@fe.uni-lj.si

V obeh prejšnjih člankih smo za blokiranje napajanja uporabili idealne kondenzatorje, kjer nismo upoštevali njihovih parazitnih vrednosti. Le na koncu smo za dušenje paralelne resonance uporabili večji (elektrolitski) kondenzator, ki smo mu dodali majhno serijsko upornost, ki je služila za dušenje nihanja v resonanci oz. poslabšanju kvalitete nihajnega kroga.

V praksi seveda elementi niso idealni in v tem prispevku si bomo pogledali, kako nam neidealnost kondenzatorjev kvari lepe poteke impedance napajanja.

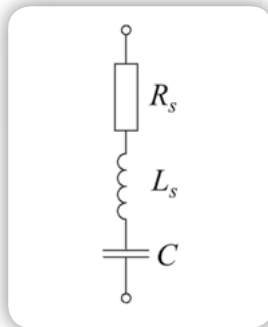
Realni kondenzator poleg osnovne kapacitivnosti izraža vsaj še dve parazitni lastnosti in sicer serijsko upornost in induktivnost, ki skupaj tvorijo serijski nihajni krog, kot kaže slika 1.

Impedanca serijskega nihajnega kroga je vsota posameznih impedanc, formula 1.

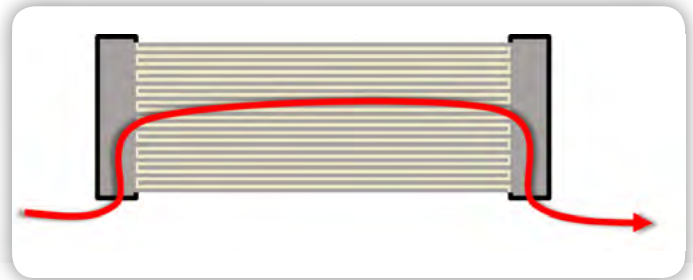
$$Z_C = \frac{1}{j\omega C} + j\omega L_s + R_s$$

Na sliki 2 so trije grafi, ki kažejo vpliv posameznih parametrov kondenzatorja na potek njegove impedance. Z večanjem kapacitivnosti C se impedanca pri nizkih frekvencah vzporedno niža in upada proti serijski resonančni frekvenci $\omega_s = 1/\sqrt{L_s C}$, kjer je špica navzdol omejena z R_s . Pri frekvencah nad ω_{spa} impedanca kondenzatorja spet narašča in je določena s serijsko induktivnostjo L_s . Vidimo lahko, da visokofrekvenčno delovanje blokirnega kondenzatorja določa prav njegova serijska induktivnost, ki tako postaja eden glavnih parametrov načrtovanja.

Serijska induktivnost je posledica fizičnih površin tokovnih zank,



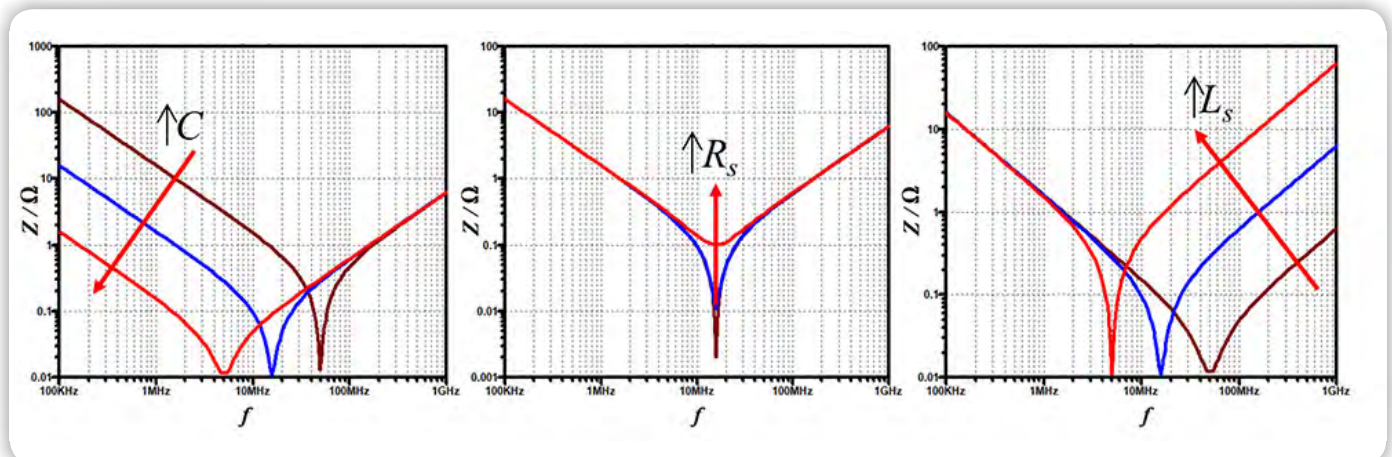
Slika 1: Model realnega kondenzatorja s serijsko induktivnostjo L_s in serijsko upornostjo R_s .



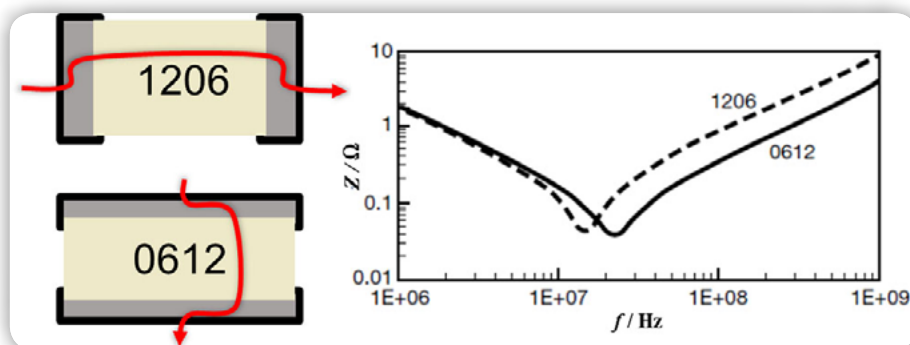
Slika 3: Struktura MLCC kondenzatorja s prikazano povprečno potjo visokofrekvenčnega toka

po katerih teče visokofrekvenčni tok skozi kondenzator. Slednje pa določa velikost, oblika in konstrukcija kondenzatorja. Rekli smo že, da se za blokiranje napajanja uporabljajo prvenstveno keramični kondenzatorji v tehnologiji površinske montaže, ki pa so izvedeni v tehnologiji MLCC (Angl. Multi-Layer Ceramic Capacitor). Za te kondenzatorje je značilno, da so izvedeni kot stisnjen sendvič mnogo kovinskih plošč, med katerimi je tanka plast keramike, ki služi kot dielektrik. Polovica plošč ima kontakt iz ene strani, polovica pa iz druge tako, da oba konca predstavljata po en priključek kondenzatorja, kot kaže slika 3.

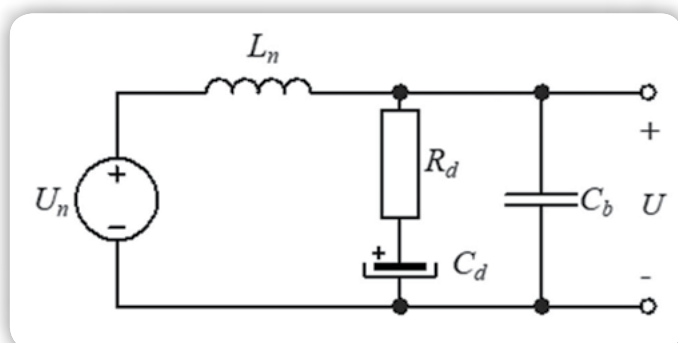
Serijska induktivnost kondenzatorja se povečuje z dolžino poti, ki jo opiše visokofrekvenčni tok in se niža s širino te poti. Če pogledamo sliko 4, vidimo dve tipični obliki SMD kondenzatorja. Številki pomenita dimenzije širine in dolžine kondenzatorja po 10 mils. Oblika z oznako 1206 pomeni dolžino 120 mils in širino 60 mils, medtem ko je 0612 ravno obratna. Slednji je iz stališča serijske induktivnosti ugodnejši, saj je pot visokofrekvenčnega toka krajša in širša.



Slika 2: Vpliv posameznih parametrov realnega modela kondenzatorja na potek impedance



Slika 4: Dve orientaciji SMD kondenzatorjev in frekvenčna poteka njunih impedanc, kjer se lepo vidi manjša serijska induktivnost in s tem nižji potek impedance pri frekvencah na serijsko resonanco krajše in širše izvedbe



Slika 5: Vežje za stabilizacijo napajanja z vzporedno vezanim blokirnim in dušilnim kondenzatorjem

Ko se že toliko ukvarjamo z realnimi kondenzatorji, si pogledjmo, kako njihove parazitne veličine vplivajo na poteke impedanc v napajalnih sistemih. Vzemimo primer iz prejšnje številke revije (slika 5), ki ga sestavljajo blokirni kondenzator $C_b=10\mu\text{F}$ paralelno z dušilnim kondenzatorjem $C_d=160\mu\text{F}$ s serijsko upornostjo $R_d=50\text{m}\Omega$.

Če k blokirnemu kondenzatorju C_b dodamo realno vrednost njegove serijske induktivnosti $L_s=2\text{nH}$, dobimo potek impedance, ki jo prikazuje modra črta na sliki 6, ki pri višjih frekvencah bistveno razlikuje

od idealnega poteka in presega zadano maksimalno impedanco $100\text{m}\Omega$.

Kaj storiti? Lahko bi vzeli kondenzator v manjšem ohišju, kar bi nekoliko znižalo njegovo serijsko induktivnost, a s tem ne bi rešili problema, saj določena vrednost kapacitivnosti zahteva ustrezno velikost ohišja. Lahko pa obstoječ blokirni kondenzator kombiniramo s kondenzatorjem v manjšem ohišju, ki bo imel manjšo kapacitivnost a tudi manjšo serijsko induktivnost. Potek impedance, ko dodamo manjši in boljši kondenzator kaže slika 7. Kot vidimo, dodatni kondenzator, kljub temu, da izkazuje nižjo serijsko induktivnost vnese dodatno paralelno resonanco $\omega_{p1}=1/\sqrt{L_b C_{b1}}$, ki v resonanci presega originalni potek impedance, ki ga je prej

BIOLOGIJA

ASTRONOMIJA

AUTOMOBILIZEM

RAČUNALNIŠTVO

+ mnoge druge tehnološke in naravoslovne tematike!

življenje in tehnika

naročila sprejemamo na info@tzs.si ter na tel: 01 479 02 24

Naročam revijo ŽIVLJENJE IN TEHNIKA

Letna naročnina: 67 €

Letna naročnina za upokojence/študente: 60 €

Polletna naročnina: 34,5 €

Polletna naročnina za upokojence/študente: 30,50 €

Za uveljavitev popusta nam na e-naslov ali po pošti pošljite kopijo upokojske kartice ali potrdila o vpisu.

*Ime in priimek: _____

*Ulica in hišna št.: _____

*Poštna št.: _____ *Kraj: _____

*Telefon: _____ E-pošta: _____

*Datum: _____ *Podpis: _____

*Izberite knjižno darilo:

☐ Steve Jobs - Inovacije
☐ Živali iz fimo mase
☐ Šepetalec psom (trda vezava)

☐ Cvetno razkošje iz papirja

Naročnina velja do pisnega preklica. Naročnina bomo poravnali/a po prejemu položnice ali (po želji) e-računa.

*Podatki označeni z zvezdico, so obvezni. S svojim podpisom dovoljujete Tehniški založbi Slovenije, da vaše podatke hrani v svoji evidenci ter vas redno obvešča o najboljših ponudbah in možnostih za osvojitve privlačnih nagrad. Vaše podatke bomo hranili, dokler se morda ne boste odločili drugače - kadarkoli lahko pisno ali po telefonu zahtevate, da v roku 15 dneh trajno ali začasno nehamo uporabljati vaše osebne podatke za namen neposrednega trženja. Tehniška založba Slovenije zagotavlja varstvo osebnih podatkov po Zakonu o varstvu osebnih podatkov.

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

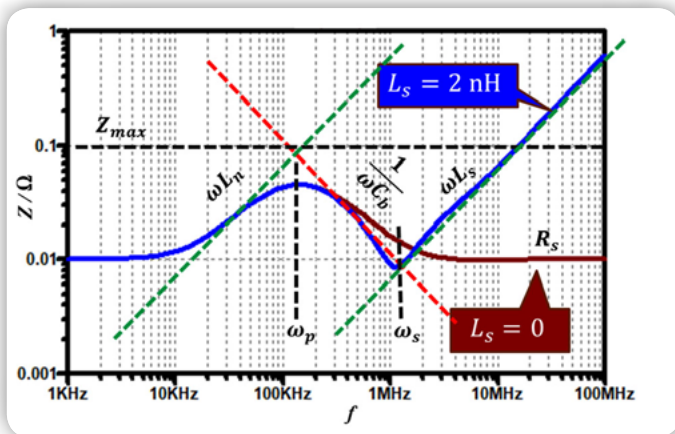
Tehniška založba Slovenije

p.p. 541

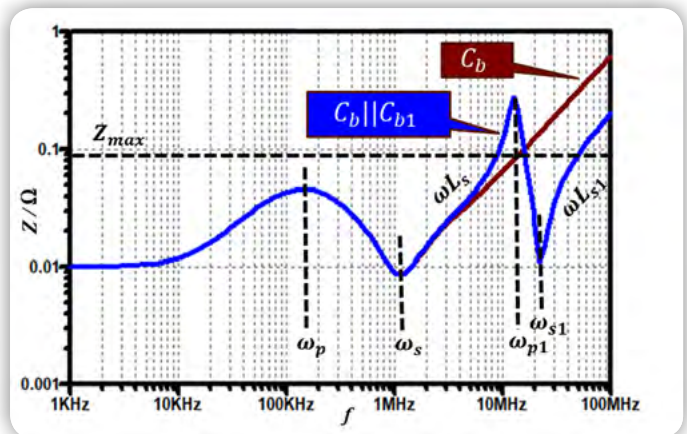
1001 Ljubljana

www.tzs.si
naročila@tzs.si
MODRA ŠTEVILKA
080 17 90

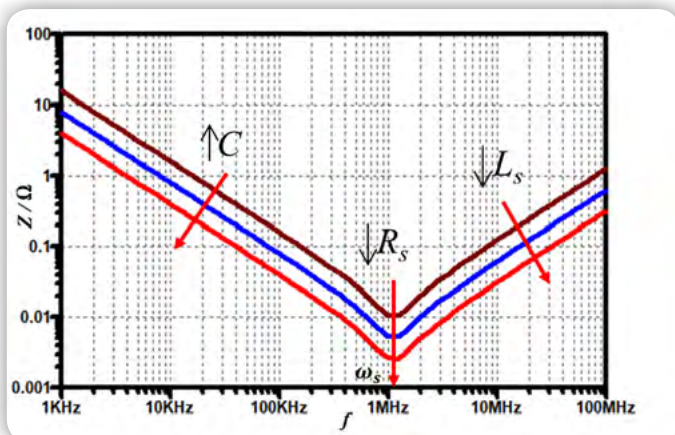
Tehniška založba Slovenije



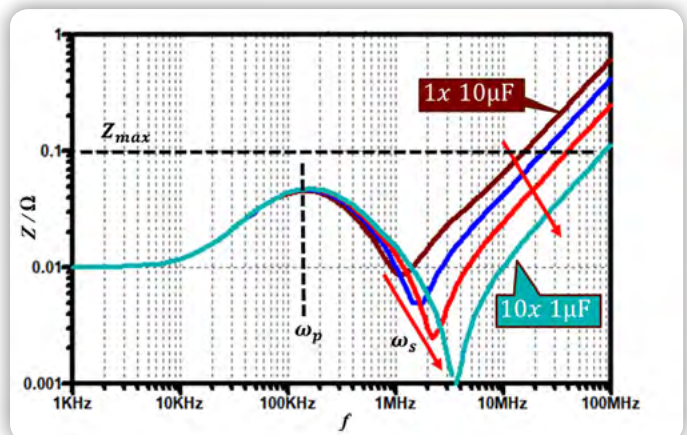
Slika 6: Potek impedance napajalnega sistema, ki ga sestavljajo dušilni in blokirni kondenzator (idealni $L_s=0$ in realni $L_s=2\text{nH}$)



Slika 7: Potek impedance napajalnega sistema, ki ga sestavljajo dušilni kondenzator in realni blokirni kondenzator ($C=10\mu\text{F}$ in $L_s=2\text{nF}$, rjava črta) in dodatni paralelno vezani manjši kondenzator ($C=100\text{nF}$ in $L_s=0,5\text{nF}$, modra črta)



Slika 8: Potek impedance enega, dveh ali štirih vzporedno vezanih enakih blokirnih kondenzatorjev.



Slika 9: Potek impedance napajalnega vezja, kjer sem uporabil enega, dva, štiri ali deset vzporedno vezanih enakih blokirnih kondenzatorjev.

določala zgolj serijska induktivnost L_s . Nastanek te dodatne paralelne resonance je fizikalno enak paralelni resonanci, ki smo jo obravnavali v prvotnem primeru v prejšnji številki revije, kjer smo morali dodati dušilno vezje. Dušenje teh resonanc bi torej zahtevalo vgradnjo dodatnih kondenzatorjev, katerih vrednosti in kvaliteto bi morali dobro določiti in vezje za stabilizacijo napajanja bi bilo vedno bolj težko določljivo.

Na srečo obstaja alternativna rešitev problema serijske induktivnosti, ki je precej enostavnejša. Če vezemo več enakih kondenzatorjev vzporedno nam povečuje kapacitivnost in hkrati znižuje serijsko induktivnost in učinek je podoben, kot da bi vzeli en širok in kratek kondenzator (kot npr. 0612 na sliki 4). Pri dveh vzporedno vezanih kondenzatorjih se kapacitivnost podvoji, serijska upornost in induktivnost pa se razpolovita. Pri tem serijska resonančna frekvenca ostane enaka, le impedanca se zniža v celotnem frekvenčnem področju, tako kot kaže slika 8.

Vezava več enakih kondenzatorjev torej ne vnaša dodatnih paralelnih resonanc. Pa še eno zelo pomembno prednost imamo, ko uporabljamo več blokirnih kondenzatorjev, kar pa naj ostane za naslednjo številko revije. Na tem mestu naj zaključim le še s končnim potekom impedance napajalnega vezja, kjer sem za doseg impedance pod 100mΩ do frekvence 100MHz moral uporabiti 10 manjših kondenzatorjev po 1μF namesto enega večjega. S tem nisem vnesel nobenih dodatnih paralelnih resonanc in dosegel nizko impedanco napajanja skozi celotno frekvenčno območje.

Če nizko in srednje frekvenčno področje impedance napajanja določa skupna kapacitivnost blokirnih kondenzatorjev, njen visokofrekvenčni potek določa njihova skupna parazitna serijska induktivnost, in ta je mnogokrat pomembnejši načrtovalski parameter kot pa je sama kapacitivnost.



Preizkušanje nove Arduino Uno Q razvojne plošče, 3. del

Avtor: Brian Millier
email: bmillier1@gmail.com

V drugem delu tega članka, ki je bil objavljen v februarski številki revije Svet Elektronike, sem predstavil Uno Q praktične primere programov, ki so vključevali enostavne primere, kot je utripanje LEDice, do programov, ki so zajemali in prepoznavali objekte na sliki.

V zadnjem delu članka bom podal nekaj komentarjev glede drugih programskih primerov, ki so na voljo. Pokazal bom, kako je z nadgradnjami Uno Q, kako namestiti ADB programe, predstavil bom tudi naprednejše programiranje ključev oddaljenih postopkov.

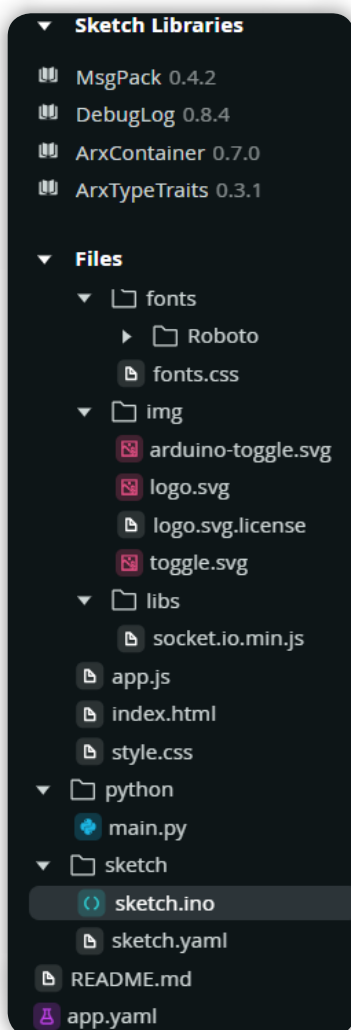
Komentarji glede drugi primerov programov

Na voljo je 24 primerov. Tisti, ki niso navedeni tukaj, so tisti, za katere sem menil, da so podobni opisanim primerom, ali za katere nisem imel potrebne zunanje strojne opreme.

Mnogi primeri uporabljajo spletno nadzorno ploščo. Tako koda C++ v sketch.ino, kot koda Python, ki teče na Linux SOC, na splošno nista preveč zapleteni. Podjetje Arduino poudarja, da večino »težkega dela« opravijo sami brick-i. Čeprav je to verjetno res, si oglejte tudi druge datoteke, ki so del teh primerov – glejte sliko 7, ki prikazuje datoteke, potrebne za primer Uno Q Pin Toggle. Ugotovili boste, da so različne HTML datoteke (index.html itd.) precej dolge in vključujejo nekaj zapletenega HTML kodiranja.

Obstajajo tudi datoteke, ki vsebujejo javascript programiranje, ki so prav tako precej zapletene. Nobena od nadzornih plošč, uporabljenih v teh primerih, ni posebej zapletena, če upoštevamo vse potrebne HTML datoteke.

Brick-i sami so za uporabnika v tem trenutku v bistvu »črne skrinjice«. Program



Slika 7: Drugi primeri programov

App Lab ima na levi strani zavihek Brick. Opisuje njihovo uporabo in API-je, ki so potrebni za dostop do njih. Vendar pa v primeru Brick-i za strojno učenje ni nobenega navedka, kje so shranjene datoteke za učenje, niti kako bi lahko ustvarili svoje modele – vsaj kakor sem ugotovil.

Nadgradnje

Uno Q sem kupil takoj, ko je bil na voljo v severni Ameriki. Zato sem pričakoval, da bom več mesecev dobival posodobitve programske opreme/firmware-a. Nekoliko me je presenetila pogostost, s katero so se pojavljale – zdelo se mi je, da se je vsakič, ko sem vklopil ploščo, sprožila posodobitev. Čeprav bodo mnoge od teh posodobitev že izšle, preden boste prebrali ta članek, bo plošča, ki jo boste prejeli, vsebovala zgodnjo tovarniško nameščeno različico firmware-a in bo potrebovala te posodobitve.

Če ste v preteklosti že uporabljali Arduino IDE, ste verjetno seznanjeni z njegovim precej enostavnim pristopom k posodabljanju paketov podpore za plošče in knjižnice – to je ena najboljših lastnosti tega IDE. Všeč mi je, da je ta proces popolnoma prostovoljen – občasna posodobitev plošče ali knjižnice lahko »pokvari« obstoječo funkcijo ali rutino, ki jo uporabljate v tekočih projektih. Zato je dobro, da lahko takšne posodobitve preložite. Arduino IDE vam omogoča tudi ponovno nalaganje starejših različic knjižnic ali paketov podpore za plošče, če morate nadaljevati z razvojem nekaterih obstoječih projektov.

V primeru Uno Q plošče postopek posodobitve trenutno ni prostovoljen. Menim, da je glavni razlog za to dejstvo, da imate pri Uno Q opravka s tremi neodvisnimi »računalniki«, ki so med seboj povezani in soodvisni:

- STM32U585 Arm MCU,
- Qualcomm QRB2210,
- PC, ki ga uporabljate za razvoj.

Poglejmo si to medsebojno odvisnost podrobneje. Mikrokontroler STM32U585 Arm je programiran v C++, za pisanje kode pa lahko uporabite obstoječi Arduino 2.x.x IDE (ali pa Arduino App Lab). Za nalaganje kode na STM32U585 mikrokontroler pa se uporabljata Qualcomm QRB2210 in operacijski sistem Linux. Poleg tega je Zephyr RTOS, ki ga uporablja mikrokontroler STM32U585, vsebovan v image Linux datoteki, ki je bila tovarniško vnaprej nameščena na ploščo. Zdi se, da se posodobitve Zephyr RTOS mikrokontrolerja STM32U585 izvedejo, ko se posodobi image Linux datoteka, vsebovana v pomnilniku eMMC plošče. Druga medsebojna odvisnost vključuje program

Arduino App Lab, ki je privzeti razvojni IDE, ki ga ponuja Arduino. To sta dva popolnoma ločena programa, ki delujeta bodisi na vašem računalniku, bodisi neposredno na plošči Uno Q pod operacijskim sistemom Linux. V obeh primerih je uporabniški vmesnik, ki ga vidite, identičen in deluje v bistvu na enak način. Če program App Lab teče na računalniku, lahko komunicira s ploščo Uno Q prek USB ali WiFi (v omrežnem načinu). Oba App Lab programa komunicirata s strojno opremo/firmware na plošči Uno Q. Zato morajo biti vse večje posodobitve firmware plošče Uno Q ali katerega koli od App Lab programov, sinhronizirane.

Na neki točki se bo prikazalo sporočilo, da poteka prisilna posodobitev programske opreme App Lab na plošči Uno Q prek WiFi. Ko bo posodobitev končana, se bo ob naslednjem zagonu App Lab na računalniku takoj začel postopek posodobitve, da bo program sinhroniziran z novo različico App Lab na plošči Uno Q.

Update Type	Communication method
App Lab program (PC)	The PC's network connection to Arduino server
App Lab program (Uno Q)	Uno Q's WiFi connection to Arduino server
Debian Linux image/FreeRTOS	USB connection to host PC & flash programmer
Miscellaneous Linux updates	Uno Q's WiFi connection to Arduino server

Tabela 1: Štiri glavne vrste posodobitev

Tabela 1 prikazuje štiri glavne vrste posodobitev in kako se izvedejo. V 1. delu sem opisal postopek posodobitve Linux image-a s Flash Update Tool orodjem na računalniku prek USB-ja. Omenil sem, da bo to izbrisalo vaše poverilnice za WiFi in vse spremembe, ki ste jih naredili na Linux namizju. Vendar sem kasneje izvedel, da bodo izbrisani tudi vsi programi, ki ste jih morda napisali z App Lab! O tem bom govoril kasneje.

Upoštevajte, da se veliko posodobitev strojne programske opreme na Uno Q izvaja prek njegovega WiFi vmesnika. To mi je povzročalo nekaj težav. Domača pisarna, v kateri delam, je precej oddaljena od moje WiFi dostopne točke. Moj računalnik je povezan prek Ethernet, tj. WiFi se ne uporablja. WiFi tudi ni bil problem za različne MCU-je z WiFi, ki jih uporabljam, kot so ESP32, Arduino Nano Matter ali Raspberry Pi SBC-ji. Uno Q ni imel nobenih težav z zaznavanjem/povezovanjem z mojim brezžičnim usmerjevalnikom (WAP). Vendar je bila moč signala, ki jo je prikazoval, včasih šibka in sem imel težave z izgubo povezave. Uno Q običajno uporabljam v načinu SBC ali v omrežnem načinu. To storim zato, ker je edini način za zagon programov Uno Q, ki zahtevajo USB-periferne naprave (kamero, mikrofoni itd.), priključitev USB-C-vmesnika. Ko je ta vmesnik priključen, lahko priključite miško, tipkovnico in HDMI-monitor, zato je uporaba načina SBC priročna. Vendar v tej konfiguraciji Uno Q nima neposredne povezave z vašim računalnikom prek USB. Če želite zagnati program App Lab na svojem računalniku, je edini način za povezavo z Uno Q prek WiFi, in sicer v načinu Network.

V mojem primeru je šibka WiFi povezava pomenila, da program App Lab na računalniku pogosto ni zaznal prisotnosti plošče

Uno Q. Tudi ko je bil WiFi signal zadovoljiv, je App Lab, ki je deloval na računalniku v omrežnem načinu, potreboval do minuto, da je zaznal Uno Q. Zato je bila včasih izguba časa čakati na povezavo, ki se nikoli ni zgodila, ker je bil WiFi signal šibak.

Poskušal sem popraviti ta šibek WiFi signal tako, da sem v svojo pisarno dodal WiFi repetitor. Ta WiFi repetitor se priključi na Ethernet stikalo/vozlišče v moji pisarni. Uno Q sem preklapljal na to dostopno točko WiFi ojačevalnika in dobil močan WiFi signal z dodeljenim IP-naslovom v istem podomrežju kot moj pisarniški računalnik. V dokumentaciji Arduina je navedeno, da morata biti Uno Q in vaš računalnik v istem omrežju, da lahko uporabljata omrežni način. Vendar pa App Lab v tem primeru ni mogel zaznati Uno Q, čeprav je bil v istem omrežnem podomrežju kot moj računalnik. Na enak način bi bil neuspešen tudi poskus dostopa do Uno Q prek `<boardname>.local` iz mojega spletnega brskalnika ali iz SSH. Ta način naslavljanja plošče Uno Q prek omrežja je deloval brez težav, dokler sem uporabljal svoj običajni WAP (razen v primeru šibkega signala v moji pisarni). Program PC App Lab mora prav tako uporabljati metodo `<boardname>.local`, kar bi pojasnilo, zakaj ni zaznal Uno Q, ko sem poskušal uporabiti WiFi repetitor.

Potreba po zanesljivi WiFi povezavi med razvojem programske opreme je za Uno Q pomembna – glejte nedavni prispevek na forumu Arduino: Trenutno App Lab zahteva aktivno internetno povezavo vsakič, ko se povežete s ploščo UNO Q. To je bilo prvotno uvedeno, da bi se zagotovilo, da imajo uporabniki najnovejšo različico App Lab in druge programske opreme Arduino, tudi če je plošča opremljena s starejšo različico. Zavedamo se, da je to problematično, in delamo na rešitvi, da boste lahko preskočili posodobitve in uporabljali ploščo UNO Q, da je ne bi bilo potrebno povezati z internetom. Rešitev bo objavljena v eni od naslednjih izdaj App Lab.

Lokacije datotek in ravnanje z njimi

Programsko opremo App Lab lahko uporabljate na tri načine:

- *Single Board Computer način,*
- *Aplikacijski laboratorij na osnovi osebnega računalnika z USB povezavo,*
- *Aplikacijski laboratorij na osnovi osebnega računalnika z omrežno povezavo.*

Čeprav to ni očitno, ne glede na to, kako izvajate App Lab, so vse programske datoteke (tako za priložene primere, kot za vaše lastne programe) shranjene v eMMC Uno Q pomnilniku. Poleg dejanskih zagonskih datotek, ki morajo seveda biti shranjene v pomnilniku Uno Q, so tam shranjene tudi vse datoteke izvirne kode. To se razlikuje od tega, kar se zgodi, če za razvoj kode za druge mikrokontrolerje uporabljate Arduino IDE na svojem računalniku – izvirna koda ostane na vašem računalniku, v Flash pomnilnik ciljne plošče pa se naloži samo zagonska datoteka.

Če gremo še korak dlje, je nekoliko nejasno, katere funkcije program PC App Lab dejansko opravlja. Primeri, ki jih zagotavlja Arduino, obstajajo le v pomnilniku eMMC Uno Q (čeprav so

dobro skriti). Izvorna koda za programe, ki jih napišete sami (ali spremenite iz primerov), se nahaja v mapi Home/Arduino/ArduinoApps na Uno Q.

Ni jasno, ali App Lab, ki teče na osebnem računalniku, dejansko izvaja prevajanje/povezovanje kode skice, kot tudi vse korake, potrebne za nastavitve Pythonovega dela programa. Pri delovanju v načinu SBC program App Lab, ki teče na Uno Q, vsekakor izvaja vse te operacije. Vendar, ko App Lab teče na osebnem računalniku, se mi zdi, da osebni računalnik nadzira samo program App Lab, ki teče na QRB2210 SOC Uno Q. Vsa statusna sporočila, ki jih vidite na osebem računalniku na zaslonu App Launch, verjetno prihajajo iz QRB2210 in se samo posredujejo App Lab programu za prikaz na osebem računalniku.

Iz radovednosti sem izmeril čas, ki je bil potreben za »izgradnjo« primera Hey Arduino. V načinu SBC je to trajalo 38 sekund. Ista operacija z uporabo programa App Lab na računalniku je trajala 41 sekund. Ker je procesor i7 v mojem namiznem računalniku precej močnejši od QRB2210, me dejstvo, da je bil proces počasnejši, še dodatno prepričuje, da vse delo opravlja QRB2210. Nekoliko počasnejši čas, ki sem ga opazil pri računalniku, je verjetno čas, ki je potreben za pošiljanje kontrolnih in statusnih sporočil med obema napravama.

Kot je omenjeno drugje v tem članku, se ob prisilni posodobitvi datoteke Linux Image izbrišejo vsi kopirani primerjalni programi in vaši lastni programi. Enako velja za vaše WiFi poverilnice in druge prilagoditve, ki ste jih morda naredili na namizju Linux.

Zato morate imeti na voljo nekaj načinov za varnostno kopiranje teh datotek. Če kateri od teh programov vključuje USB-napravo (kamero, mikrofoni itd.), boste morali priključiti USB-C vmesnik na Uno Q. Če imate na voljo tipkovnico, miško in HDMI-monitor, lahko Uno Q uporabljate v načinu SBC. V tem načinu je enostavno priključiti USB-ključ in kopirati datoteke z uporabo datotečnega upravitelja Thunar ali iz ukazne vrstice Linux (CLI).

Če pa ne morete delovati v načinu SBC, morate poiskati drugo rešitev. Poznam uporabo SSH za komunikacijo z drugimi Linux SBC-ji iz svojega računalnika. V primeru Uno Q SSH deluje, vendar se morate najprej prijaviti v Linux OS Uno Q in nastaviti uporabniško ime in geslo. Nato lahko uporabite SSH za povezavo z Uno Q na enega od naslednjih načinov:

```
arduino@<Uno Q's IP#>
(IP# najdete na spodnji vrstici stanja v App
Lab v načinu omrežja)
arduino@<board name>.local
(deluje samo, če sta računalnik in Uno Q v
istem omrežju)
```

SSH vam omogoča dostop do Linuxove lupine Uno Q, vendar ne kopira datotek. To lahko stori drug SCP program, vendar ga nisem uporabljal.

Zahvaljujoč povratnim informacijam iz foruma Arduino (oddelek Uno Q) sem izvedel, da lahko program ADB prenese datoteke. ADB pomeni Android Debug Bridge in sem ga redko uporabljal na svojem Android telefonu. Vendar deluje tudi z

operacijskim sistemom Linux. Tukaj je navodilo, kako namestiti in uporabljati ta program.

Namestitev in uporaba ADB

Na Uno Q ni treba namestiti ničesar dodatnega, vendar je treba na računalnik naložiti program ADB. ADB komunicira prek USB vmesnika in samodejno poišče ploščo Uno Q, ko je ta prek USB-ja priključena na računalnik. ADB je vmesnik ukazne vrstice (CLI), zato ni tako enostaven za uporabo kot program GUI za Windows, vendar je vsestranski. Na osnovni ravni se ADB lahko uporablja za zagon lupine na sistemu Linux Uno Q, podobno kot SSH. Če želite namestiti ADB na računalnik z operacijskim sistemom Windows, v ukazni vrstici vnesite:

```
winget install Google.PlatformTools
```

S tem boste namestili ADB in tudi orodje za programiranje. Ob koncu prenosa vas bo program pozval, da zaprete in ponovno odprete ukazno vrstico, saj dodaja spremenljivke v okoljsko datoteko računalnika (kar vam omogoča, da ADB zaženete iz katere koli mape).

Za Mac OS in Linux računalnike glejte naslednje:

- <https://docs.arduino.cc/tutorials/uno-q/ADB/>

Da preizkusite komunikacijo med računalnikom in Uno Q ploščo, v ukazni vrstici računalnika vnesite:

```
ADB devices
```

in videli boste 10-mestno številko + »device«. ADB shell vas bo pripeljal v Linux shell na Uno Q. Z ADB ni potrebno ime uporabnika/geslo. Za varnostno kopiranje datotek/map, ki se nahajajo na Uno Q, v ukazni vrstici računalnika izvedite naslednje:

```
ADB pull <Uno Q path> <PC path>
```

Tako je na primer za varnostno kopijo aplikacije Uno Q pot

```
/home/arduino/ArduinoApps/<your app's name>
```

Upoštevajte, da bo ADB pri prenosu aplikacij ustvaril nekaj napak – »Takšna datoteka ali mapa ne obstaja«, ko dostopa do mape .cache. To ni resničen problem, saj se mapa .cache ponovno ustvari, kadar App Lab naloži aplikacijo in ne najde mape .cache. Vendar morate to nepopolno mapo .cache izbrisati s svojega računalnika, preden jo prenesete nazaj na Uno Q (tj. obnovite aplikacijo iz varnostne kopije). Zame je flash disk najlažji način za prenos datotek, in sicer v načinu SBC.

Klici oddaljenih postopkov

Poleg USB perifernih naprav so edini senzorji, ki jih je mogoče enostavno priključiti na Uno Q, tisti, ki se lahko povežejo s STM32U585 prek vrat I2C, SPI ali UART. Kamere in zasloni, ki uporabljajo vmesnike MIPI CSI, DSI, so izključeni, saj so priključeni samo na zelo goste konektorje JMISC in JMEDIA Uno Q. Trenutno nisem slišal za razpoložljivost Arduino nosilne plošče, ki bi se povezovala s tema dvema konektorjema.

Če SMR32U585 obdeluje vse podatke senzorjev, se postavlja naslednje vprašanje: kako se ti podatki prenesejo na Qualcomm Linux SOC. Ker ste kupili ploščo z 2 ločenima procesorjema, bi bilo smiselno v celoti izkoristiti Linux SOC zaradi njegove večje zmogljivosti obdelave. Poleg tega je WiFi modul Uno Q neposredno dostopen samo prek Linux SOC.

Arduino je zagotovil visoko raven metode za pošiljanje podatkov med dvema procesorjema plošče. To se imenuje Remote Procedure Call (daljinski klic postopka) in je implementiran tako na Qualcomm SOC kot na STM32U585. Da bi uporabili funkcijo RPC, morate v svoji skici na STM32U585 na začetku programa umestiti naslednji ukaz:

```
#include <Arduino_RouterBridge.h>
```

S tem se namestijo rutine usmerjevalnika MessagePack RPC na STM32U585. Usmerjevalnik MessagePack RPC omogoča RPC kliče med več odjemalci MessagePack RPC, povezanimi v omrežju z zvezdasto topologijo, kjer je usmerjevalnik osrednji vozlišče. V tem primeru se zdi, da funkcijo usmerjevalnika opravlja STM32U585, edini odjemalec pa je Qualcomm SOC. Za procesor Qualcomm SOC ne obstaja nobena podobna zahteva, razen da sem ugotovil, da so vsi primeri, ki so uporabljali funkcijo RPC, vključevali tudi naslednje v Python programu tega primera:

```
from arduino.app_utils import *
```

Ko so te direktive vzpostavljene, za uporabo RPC uporabite funkcijo Bridge, ko želite izmenjati podatke. RPC lahko obdeluje booleanske, numerične (int, float itd.) in String spremenljivke. Prav tako lahko izmenjuje podatke v poljih, na primer binarne podatke. Vendar noben od primerov, ki jih je zagotovil Arduino (in so bili na voljo, ko sem to pisal), ni prikazoval prenosa polj. Čeprav bi pričakovali, da rutina, ki izmenjuje podatke med dvema procesorjema, te informacije posreduje z imenom spremenljivke in vrednostjo spremenljivke, funkcija RPC deluje nekoliko drugače. Poleg teh dveh parametrov posreduje tudi ime rutine odjemalca, za katero pričakuje, da bo obdelala te podatke. Zato lahko uporabite RPC-je za posredovanje spremenljivk več različnim rutinam odjemalca, imena teh spremenljivk pa bodo specifična (lokalna) za to rutino. Poglejmo si funkcijo RPC, vzeto iz primera Uno Q Pin Toggle, ki ga je zagotovil Arduino. V Python programu spletni nadzorni panel zagotavlja dve spremenljivki, ki ju nadzira uporabnik s premikanjem stikal, povezanih z vsakim od pinov STM32U585 GPIO Uno Q:

- *name* – to je ime pina (uporablja se nomenklatura Arduino GPIO)
- *state_for_hw* – to je stanje visoko/nizko, v katerega želimo, da preklopi pin.

Te informacije o stanju pinov pošljemo v STM32U585, da lahko program sketch.ino nastavi imenovani pin v ustrezno stanje. Za to v programu Python uporabimo naslednji ukaz:

```
Bridge.call(»set_pin_by_name«, name, state_for_hw)
```

Funkcija Bridge.call sproži prenos podatkov. Njen prvi parameter je ime servisne rutine, ki bo sprejela te podatke in se

izvaja v programu sketch.ino C++ na STM32U585. Imenovana spremenljivka in njena vrednost (v tem primeru Boolean) se prenese kot drugi in tretji parameter.

Na mikrokontrolerju STM32U585 mora sketch.ino zagnati funkcijo RPC v oddelku setup() z vključitvijo izjave Bridge.begin();. To inicializira usmerjevalnik RPC, podobno kot funkcija begin() deluje z razredi C++. Vendar pa potrebujete še eno izjavo, da dokončate nastavitve RPC:

```
Bridge.provide(»set_pin_by_name«, set_pin_by_name);
```

Na prvi pogled bi se zdelo, da je vir podatkov mikrokontroler STM32U585, kar pa ni res. To si lahko predstavljate kot podobno izjavi, ki bi jo uporabili za zagotovitev prekinitvene rutine (ISR) za prekinitev spremembe pinov ali časovnika. Vendar pa bo v tem primeru usmerjevalnik RPC prejel niz »set_pin_by_name« kot ime rutine, za katero pričakuje, da bo obdelala dohodne podatke. Drugi parameter, set_pin_by_name, je dejansko ime funkcije, ki se uporablja v programu sketch.ino za sprejemanje/obdelavo teh podatkov. Upoštevajte, da imata oba parametra tukaj enako ime, vendar je to le zaradi jasnosti – dejanska funkcija bi lahko imela katero koli ime, ki bi ga izbrali, če bi se ime, uporabljeno tukaj, uporabljalo tudi drugje v programski kodi, kjer je opredeljena koda za to rutino.

V tem primeru imamo torej naslednjo servisno rutino:

```
void set_pin_by_name(String name, bool s) {
    int idx = findIndex(name.c_str());
    if (idx < 0) return;
    // neznano ime
    digitalWrite(kPins[idx].pin, s ? HIGH : LOW);
}
```

Dva parametra, ki ju prejme RPC usmerjevalnik, sta enaka tistim, ki jih pošlje program Python: niz imena pina in njegova boolean vrednost (oz. vrednosti). Ime pina se pretvori v String, ki se konča s C, in findIndex rutina to pretvori v indeks v kPins polje, ki zagotavlja konstanto, ki jo lahko uporabi rutina digitalWrite(). To nastavi GPIO pin v skladu z vrednostjo boolean spremenljivke s. Izraz s ? HIGH: LOW preprosto pretvori resnično/neresnično stanje spremenljivke »s« v konstante HIGH, LOW, za uporabo v digitalWrite() ukazu. Z RPC funkcijo še nisem preživel veliko časa. Vendar me je zanimalo, koliko časa bi potreboval za prenos preproste podatkovne strukture, kot je ime pina/logično stanje, prikazano v tem primeru. Da bi to storil, sem najprej spremenil Python program, da sem dodal drugi ukaz

```
Bridge.call(»set_pin_by_name«, name, state_for_hw)
```

takoj za prvim. Nato sem modificiral set_pin_by_name rutino v sketch.ino, da na začetku te rutine nastavi določen GPIO pin na visoko, kot tudi ukaz, da na koncu te rutine isti GPIO pin ponovno nastavite na nizko. S temi spremembami programa sem s pomočjo svojega osciloskopa ugotovil, da je klic RPC trajal

8,3 ms. Čas, potreben za STM32U585, da izvede spremembo GPIO-pinov v `set_pin_by_name()` rutine je bil 2.7 us (ali 4 us ko je tekel Uno Q v SBC načinu).

Na podlagi tega poskusa sem sklenil, da bi bilo hitro prenašanje večjih količin podatkov med dvema procesorjema mogoče le, če bi rutina RPC lahko obdelovala nize (po možnosti binarne nize). Verjetno bi v tem primeru zamuda 8,3 ms nastala le enkrat na prenos niza. Nimam posebnih izkušenj s Pythonom, vendar sem na forumu Arduino Uno Q našel nekaj informacij o prenosu nizov z uporabo RPC. V nadaljevanju so navedene osnovne programske strukture, potrebne za pošiljanje nizov v obe smeri. Velikost prikazanega niza (104 bajtov) je tista, ki bi bila potrebna za upravljanje matrice LED 8 x 13 na Uno Q.

Od STM32U585 MCU do Pythona:

```
Sketch.ino-
uint8_t frame[104];
Bridge.notify(»frame_packet«, frame, 104);
```

```
Python -
@bridge.on(»frame_packet«)
def handler(data: bytes):
    grid = list(data)
```

```
Od Pythona na STM32U585 MCU
Python-
frame = bytes(your_flattened_8x13_list)
bridge.notify(»frame_packet«, frame)
Sketch-
@bridge.on(»frame_packet«)
void handleFrame(uint8_t* data, size_t len)
{
    // len should be 104
    // process your LED grid here
}
```

Različne ugotovitve

Med delom z Uno Q sem odkril nekaj stvari, ki so vredne omembe, saj vam lahko prihranijo nekaj časa. Tukaj je nekaj izmed njih:

- V programu App Lab med uporabo urejevalnika deluje funkcija *Kopiraj z desnim klikom*, funkcija *Prilepi pa je sivkasta*. Vendar lahko uporabite bližnjice na tipkovnici **CTRL-C** in **CTRL-V**.
- Pri delovanju v načinu SBC je za zagon programa z namizja potreben le en klik. V primeru App Lab bo trajalo nekaj sekund, preden se kaj prikaže na zaslonu, z dvojnimi klikom pa se zažene dva ločena primerka programa.
- Moj glavni HDMI monitor je deloval brez težav z Uno Q, ko sem ga priključil na USB-C hub. Imam še en monitor, ki ima samo DVI vhod, ki deluje brez težav z mojimi računalniki in Raspberry Pi, če uporabim kabel DVI-HDMI. Vendar Uno Q tega monitorja ni prepoznal, ko sem ga priključil na USB-C hub.
- Gumb z oznako »Power« na Uno Q ne izklopi plošče. Če ga pridržite 5 sekund, se Linux ponovno zažene. Podobno tudi izvedba ukaza `Shutdown` iz namizja Linuxa samo ponovno

zažene Linux. Iz CLI lahko ploščo izklopite z vnosom ukaza `Sudo halt`.

- Če pozabite geslo za Linux, morate po mojih izkušnjah ponovno namestiti image Linuxa z uporabo Flash orodja na računalniku. To bi izbrisalo tudi vse programe, ki ste jih napisali, pa tudi vaše podatke za WiFi itd.

Shema plošče Uno Q (vseh 24 strani) je na voljo na:

- <https://docs.arduino.cc/resources/schematics/ABX00162-schematics.pdf>



Kako nastaviti samodejni zagon aplikacije ob zagonu Uno Q? V Linux CLI Uno Q vnesite naslednje:

```
arduino-app-cli properties set default
<appID>
```

<appID> je ime aplikacije, ki jo želite nastaviti kot privzeto aplikacijo, tj. tisto, ki se bo zaganjala ob zagonu/vklupu naprave. Upoštevajte, da če naredite kopije priloženih primerov, bo ime datoteke „kopija-ime-primera“. Mislim, da v imenih aplikacij, ki vsebujejo več besed, ne morete uporabljati presledkov. Ko določite aplikacijo kot privzeto, se bo ta prikazala v App Lab z besedo »privzeta« kot del ikone tega programa.

Tukaj je še nekaj drugih CLI ukazov, ki jih lahko uporabite v zvezi z aplikacijami:

- `arduino-app-cli app list`
- `arduino-app-cli properties get default`

Če želite odstraniti obstoječo privzeto aplikacijo, uporabite ukaz `set default` (prikazan zgoraj), ne da bi navedli ime aplikacije. Ko se aplikacija samodejno zažene, se ne morete povezati z Uno Q iz PC App lab v omrežnem načinu.

Zaključki

To je še zgodnja faza za Uno Q. V zadnjem mesecu sem ga večkrat vklopil in vsakič je bila potrebna prisilna posodobitev. Te so bile precej obsežne – izpis dnevnika je lahko obsegal več strani. Zaradi teh posodobitev so bile odpravljene nekatere zgodnje težave, s katerimi sem se srečal. Do takrat, ko boste to prebrali, se bo še kaj spremenilo.

Nisem prepričan, katero „nišo“ na trgu bo Uno Q zapolnil. Kot enoploščni Linux računalnik Uno Q ni tako priročen za uporabo, kot Raspberry Pi 4 ali 5. Potrebno bi bilo veliko časa, da bi lahko konkuriral Raspberry Pi v smislu podporne dokumentacije ali se primerjal z veliko skupnostjo uporabnikov Raspberry Pi. Njegova glavna prednost bi lahko bila vključitev sekundarnega mikrokontrolerja STM32U585, kot tudi standardni pinout Arduino Uno, ki omogoča uporabo velikega števila razpoložljivih Arduino ščitov. Tudi 5 V toleranca logične ravni na digitalnih GPIO linijah STM32U585 bi lahko bila za nekatere zelo koristna.

Arduino App Lab je bil lepo zasnovan, da združuje vse operacije, potrebne za programiranje dveh procesorjev v Pythonu in C++, ter avtomatizira postopek »gradnje«. Če bo Arduino nadaljeval z razvojem uporabnih Brick-ov, bo to prav tako velika prednost.

Python in MikroPython – 2. del

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

Python in MikroPython sta popularna programska jezika med nadobudnimi mladimi programerji. Zakaj so lahko umetno-inteligentni modeli v veliko pomoč pri programiranju?

V preteklem nadaljevanju smo si ogledali precej uporabnih primerov v Pythonu 3, ki jih lahko poganjamo tudi v Raspberry Pi Zero, ki je uporaben za gradnjo mobilnih robotov in dronov. Znanje tako brez težav uporabimo tudi v praksi.

Tokrat se lotimo kompleksnejšega programiranja, kjer bomo v eno aplikacijo združili veliko funkcionalnosti. Slednje pogosto zahteva tudi namestitve dodatnih programskih knjižnic, za kar pa nemalokrat potrebujemo tudi navidezna okolja. Obe nem bomo v Raspberry Pi Pico 2 namestili in preizkusili tudi MicroPython.

Začenjamo pa z navideznimi okolji, katerih uporaba je nujna, če želimo uporabljati nekatere programske pomembne knjižnice.

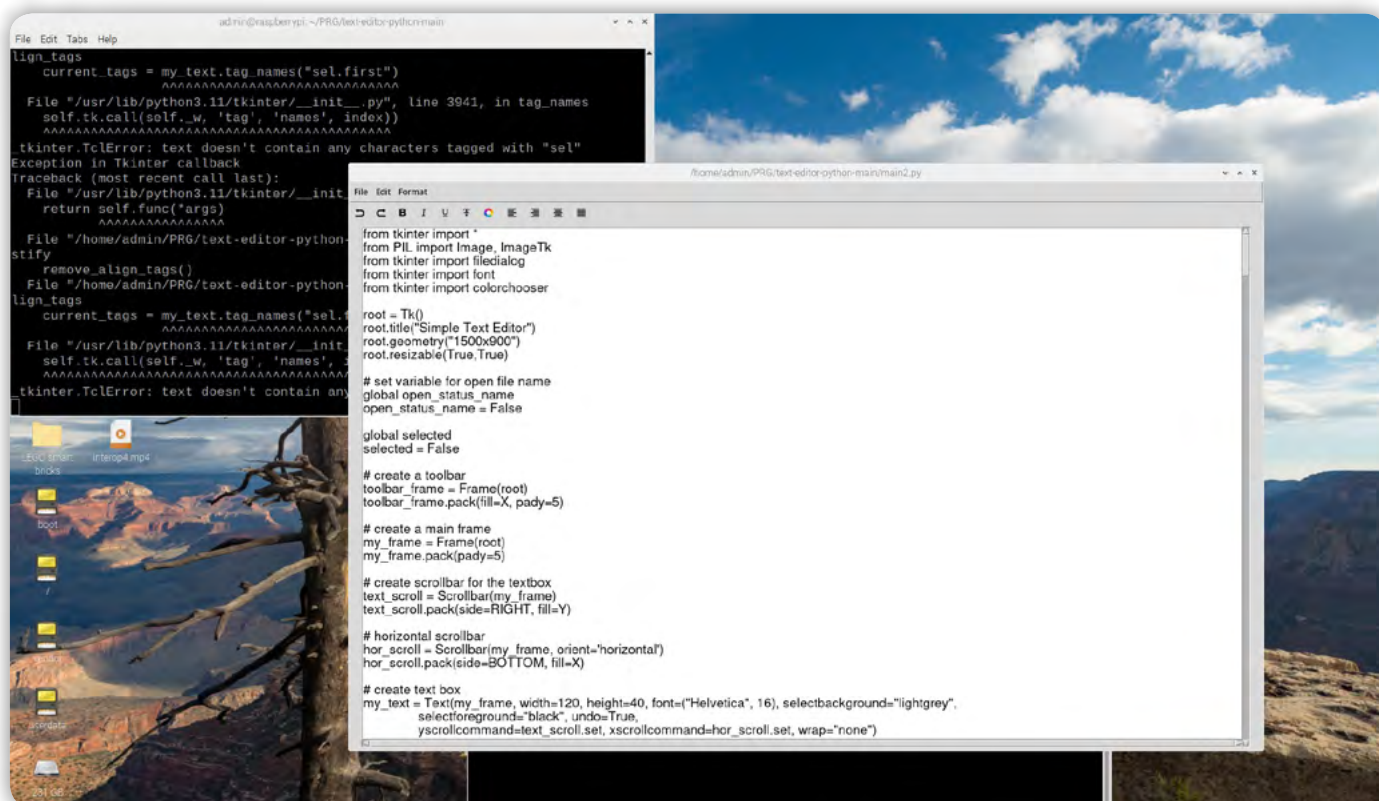
Navidezna okolja v Pythonu

Številne različice Linuxa za zaščito programov in podatkov, pa tudi jedra operacijskega sistema, uporabljajo strogo nadzorovana okolja, v katera ni mogoče neposredno namestiti novih programskih knjižnic za programski jezik Python(3) tretjih proizvajalcev, ki niso uvrščene v standardno zbirko programskih knjižnic zanje. Tej omejitvi se lahko izognemo le z izgradnjo in

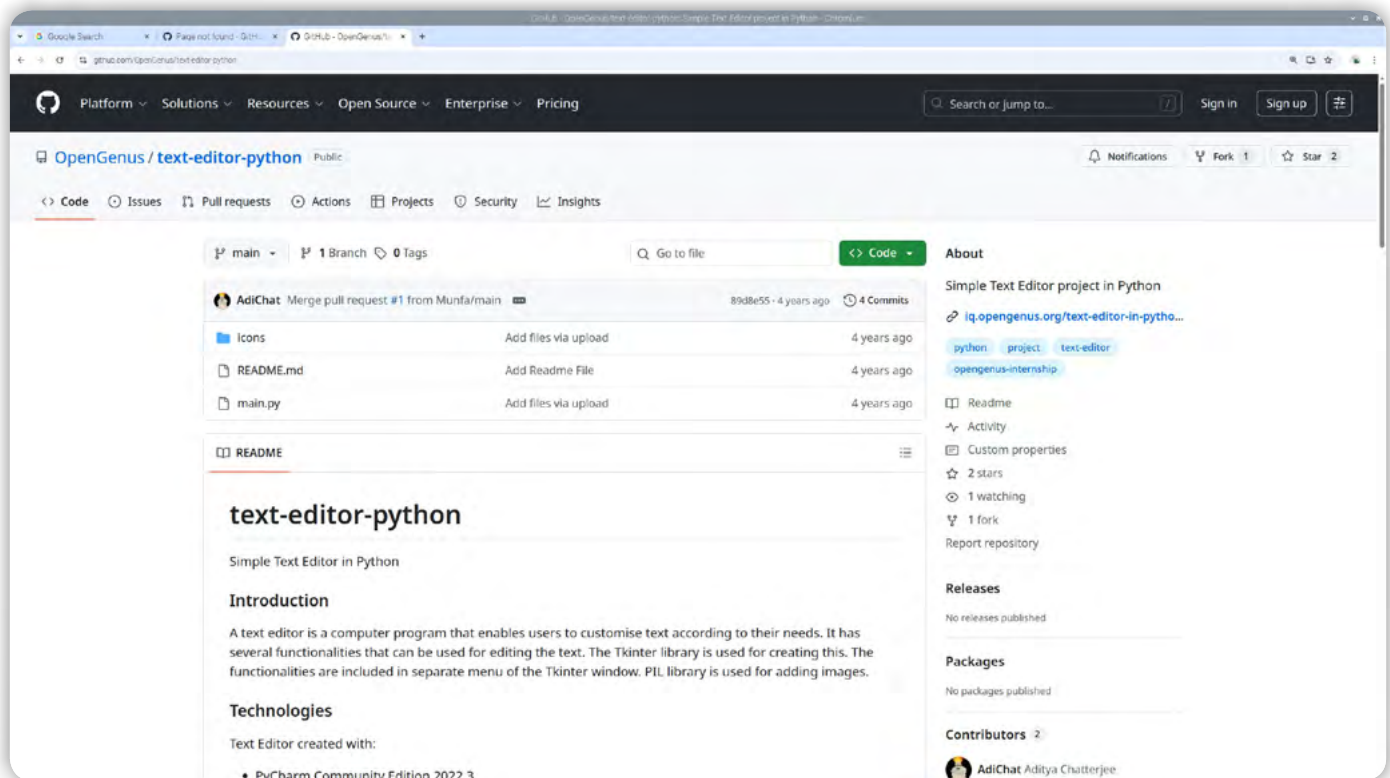
uporabo navideznih okolij za poganjanje aplikacij v Pythonu(3). Navidežno okolje lahko primerjamo z navideznim računalnikom, ki nima (neposrednega) dostopa do operacijskega sistema gostiteljskega strežnika. Zato spremembe v njem praviloma ne morejo neposredno vplivati na delovanje gostiteljskega računalnika. Podobno velja tudi za navidezna okolja v Pythonu(3), ki omogočajo rabo različnih programskih knjižnic in njihovih (pod)različic za različne aplikacije. Denimo, če ena aplikacija potrebuje starejšo različico neke programske knjižnice, druga pa novejšo, lahko vsako izmed njiju poganjamo v svojem navideznem okolju.

Novemu navideznemu okolju moramo dodeliti unikatno ime, ki naj bil se praviloma začelo s piko (».«), vendar lahko ime izberemo tudi drugače, kar storimo takole: `python3 -v venv <pot do navideznega okolja>`. Če se držimo konvencije označevanja navideznih okolij, mora pot navideznega okolja, ki ga želimo ustvariti v mapi trenutnega uporabnika izgledati takole `»~/prog1«`.

Če si nato ogledamo vsebino mape navideznega okolja, opazimo podmape in konfiguracijske datoteke. V eni od podmap (npr. `bin`, `scripts` ipd.) je tudi program `activate`, ki omogoča zagon navideznega okolja. Na Raspberry Pi-ju je ta v imeniku `bin`.



Slika 1: Urejevalnik besedila v Pythonu 3 ureja svojo programsko kodo.



Slika 2: Izvorna koda urejevalnika besedil v Pythonu 3.

Zagon navideznega okolja izvedemo na primer z ukazom `source ~/.pyenv/bin/activate`, seveda če smo prej ustvarili okolje s tem imenom v svoji uporabniški mapi. Uspešen zagon obenem spremeni uporabniški prompt tako, da je spredaj v oklepajih dodano ime okolja, v našem primeru `»(.pyenv) ... «`.

Navidezna okolja v Thonnyju

Priprava in zaganjanje navideznih okolij ter urejanje programske kode in njeno zaganjanje je v Thonnyju v veliki meri avtomatizirano. Navidezno okolje lahko vzpostavimo prek menija Run/Configure interpreter v zavihku Interpreter. V spodnjem desnem kotu pogovornega okna je besedilo New virtual environment. Če kliknemo nanj, se odpre okno z dialogom, ki nas opozori, da moramo izbrati prazno mapo, v kateri bo Thonny izdelal navidezno okolje za izbrani program. Po kliku na OK se odpre okno za izbiro datotečne mape, ki omogoča tudi ustvarjanje nove, če na levi strani izberemo glavno mapo Home.

Novo mapo ustvarimo s klikom na majhen gumb z emblemom datotečne mape s plusom, nakar lahko izberemo ime nove mape (npr. `.pyenv`) in kliknemo gumb Create, nato pa v desnem spodnjem kotu pogovornega okna še gumb OK. Za kratek čas se pokaže pogovorno okno z imenom Creating virtual environment, ki kmalu izgine.

Naslednji korak je namestitev vseh potrebnih programskih knjižnic v navidezno okolje, kar lahko storimo le prek ukaznega okna, do katerega pridemo prek menija Tools/Open system shell. V oknu moramo naprej aktivirati pravkar izdelano navidezno okolje, kar storimo z ukazom `source <pot do ukaza activate v virtualnem okolju v Pythonu3>` (npr. `source .pyenv/`

`bin/activate`). Zdaj lahko uporabimo na primer ukaz `pip3 install Image`, ki namesti programsko knjižnico Image.

Že ustvarjeno navidezno okolje v Thonnyju izberemo prek menija Run/Configure interpreter v zavihku Interpreter tako, da kliknemo na gumb s tremi pikicami, ki je poleg polja Python executable. Nato iz pregleda datotek izberemo mapo z navideznim okoljem v mapi Home (z leve strani), kliknemo nanjo, nato odpremo mapo bin in v njej poiščemo datoteko activate. Ko jo izberemo, se pot do nje izpiše tudi v polju Python executable, le da na koncu ne piše activate ampak python3.

Okna z dialogom

Čeprav se nam zdijo okenski programi v Windows nekaj samoumevnega v Linuxu pogosto ne vemo, kje začeti. Raspberry Pi 500+ z nameščenim operacijskim sistemom Trixie je lahko v veliko pomoč pri preizkušanju programske kode v Pythonu3, saj je ta že prednameščen. Včasih moramo dodati le še kako programsko knjižnico, kar storimo z ukazom `pip install <ime knjižnice>`. V našem primeru potrebujemo le programsko knjižnico Tkinter, ki del standardne knjižnice Pythona 3, zato je ni potrebno nameščati. Poglejmo program:

```
import tkinter as tk
from tkinter import messagebox
import string
def run_dialog():
    # Skrije glavno okno programa
    root = tk.Tk()
    root.withdraw()
    # Odpre okno z dialogom
    answer = messagebox.askyesno(»Selection«,
```

```

»Bi radi izpis abecede?«)
if answer:
# Izpiši abecedo (A-Z)
print(»Alphabet:«, string.ascii_uppercase)
else:
print(»Potem pa ne...«)
# Zapre program
root.destroy()
if __name__ == »__main__«:
run_dialog()

```

Programska koda je sestavljena iz glavnega programa in podprograma `run_dialog()`, ki odpre okno z dialogom in zastavi vprašanje. Če se odločimo, da želimo videti abecedo, jo izpiše, sicer pa le pove, da je ne bo izpisal.

Podprogram `run_dialog()` skriva ključne elemente okenskega vmesnika operacijskega sistema. Glavno okno ustvarimo s klicem objekta `tk.Tk()`, ki smo ga uvozili iz programske knjižnice `tkinter`, dodatno pa smo uvozili še funkcijo `messagebox`, ki omogoča ustvarjanje oken s sporočili in oken z dialogom, kjer je mogočih več odgovorov.

Če z znakom `»#«` zakomentiramo ukaz `root.withdraw()`, bomo poleg okna z dialogom videli še povsem prazno osnovno okno aplikacije. Če bi ga hoteli uporabiti, bi morali definirati vsaj nekaj njegovih elementov, denimo določiti naslov okna vstaviti polje za vnos besedila in gumbe, si katerimi lahko izvajamo funkcije nad besedilom. A vse to lahko vidimo tudi iz naslednjega primera.

Urejevalnik besedil

Tkinter programsko knjižnico lahko uporabimo tudi za izgradnjo kompleksnejših aplikacij, denimo urejevalnika besedil, ki vsebuje tudi dialoga za nalaganje (`filedialog.askopenfilename()`) in shranjevanje (`filedialog.asksavefilename()`) tekstovnih datotek. Funkcije `text_editor` objekta, po drugi strani omogočajo pisanje in urejanje besedil. Osnovnemu oknu urejevalnika je dodana tudi menijska vrstica.

Primer urejevalnika besedil v Pythonu, ki ga lahko prenesemo

iz spletne strani github.com/OpenGenus/text-editor-python, uporablja tudi programsko knjižnico `Image`, kar pomeni, ki jo moramo dodatno namestiti. Kar je vse sorazmerno enostavno, saj nas Python3 med poganjanjem programske kode opozori na manjkajoče programske knjižnice. Namestitev smo v našem primeru izvedli z ukazom: `pip3 install Image`, pri čemer je program že deloval v navideznem okolju `.pyenv`, brez katerega dodatne knjižnice ne bi mogli namestiti.

Urejevalnik besedil je shranjen v datoteki `main.py`, ki jo iz prej ustvarjenega navideznega okolja zaženemo takole: `python3 main.py`. Program sicer odpre glavno okno, noče pa odpreti oken za nalaganje in shranjevanje tekstovnih datotek.

Kodo moramo zato za izvajanje v novejših različicah Pythona, kakršna je v Raspberry Pi OS Trixie, še nekoliko popraviti. V glavo specifikacij funkcij, ki odpirajo okni za ustvarjanje, nalaganje in shranjevanje tekstovnih datotek, dodamo še zapis `»None«`, s katerim povemo, da je prednastavljena vrednost vhodnega parametra prazno. Nato se okni normalno odpreta, pri čemer lahko nalagamo in shranjujemo datoteke. Poglejmo primer spremenjene kode za glavo funkcije, ki naloži tekstovno datoteko: `»def load_file(e=None):«`.

Prilagajanje polja za vnos besedila

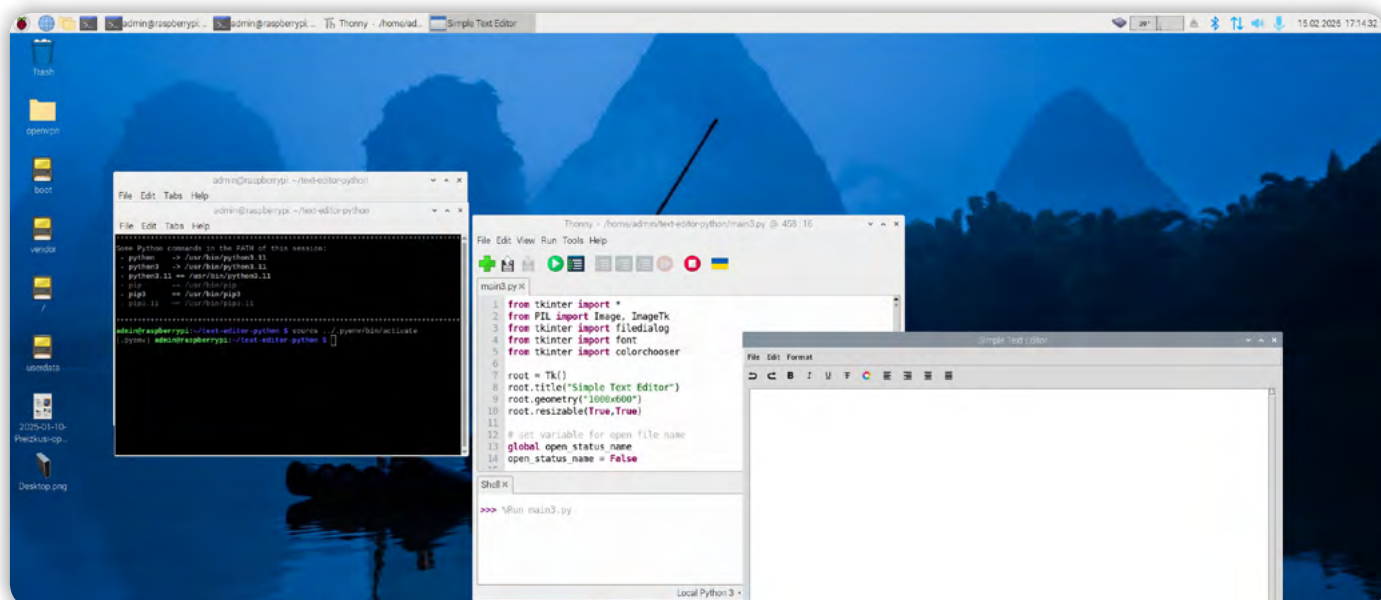
Poglejmo, kako povečamo sorazmerno majhno okno za vnos teksta, ki je na začetku veliko le 1000 x 600 pik, oziroma 80 x 20 znakov. Najprej v 9. vrstici programa poiščemo ukaz `root.geometry(»1000x600«)` in ga zamenjamo z naslednjim `root.geometry(»1500x900«)`, s čemer povečamo osnovno okno, ne pa tudi polja za vnos besedila. Slednje storimo tako, da v nadaljevanju programa poiščemo ukaz: `my_text = Text(my_frame, width=80, height=20, font=(»Helvetica«, 16), ...` in v njem zamenjamo vrednosti širine in višine okna v znakih: `my_text = Text(my_frame, width=120, height=40, font=(»Helvetica«, 16), ...` Tako se polje za vnos besedila povsem prilagodi novi velikosti okna. Po želji lahko zamenjamo tudi font in barvo besedila. Nastavimo lahko tudi prelom vrstic, daljših od širine okna.

```

admin@raspberrypi:~ $ source .pyvirenv/bin/activate
(.pyvirenv) admin@raspberrypi:~ $ pip3 install Image
Looking in indexes: https://pypi.org/simple, https://www.piwheels.org/simple
Collecting Image
  Using cached https://www.piwheels.org/simple/image/image-1.5.33-py2.py3-none-any.whl (19 kB)
Collecting django
  Using cached https://www.piwheels.org/simple/django/django-5.2.11-py3-none-any.whl (8.3 MB)
Collecting pillow
  Using cached pillow-12.1.1-cp311-cp311-manylinux_2_27_aarch64.manylinux_2_28_aarch64.whl (6.3 MB)
Collecting six
  Using cached https://www.piwheels.org/simple/six/six-1.17.0-py2.py3-none-any.whl (11 kB)
Collecting asgiref>=3.8.1
  Using cached https://www.piwheels.org/simple/asgiref/asgiref-3.11.1-py3-none-any.whl (24 kB)
Collecting sqlparse>=0.3.1
  Using cached https://www.piwheels.org/simple/sqlparse/sqlparse-0.5.5-py3-none-any.whl (46 kB)
Installing collected packages: sqlparse, six, pillow, asgiref, django, Image
Successfully installed Image-1.5.33 asgiref-3.11.1 django-5.2.11 pillow-12.1.1 six-1.17.0 sqlparse-0.5.5
(.pyvirenv) admin@raspberrypi:~ $ █

```

Slika 3: Namestitev dodatne `Image` programske knjižnice v navidezni okolje `.pyvirenv` v Pythonu.



Slika 4: Thonny razvojno okolje (na sredini) s primerom urejevalnika besedil (desno) in konzolo z navideznim okoljem .pyenv (levo).

Okni za izbor in shranjevanje tekstovnih datotek

V datoteki main.py so tudi podprogrami open_file, save_file in save_as_file. Najpomembnejši del prvega je klic za odpiranje okna z dialogom za izbor datoteke. Kot vidimo, lahko nastavimo tako začetno datotečno mapo (npr. »/«), ime okna z dialogom (npr. »Open File«) in tipe besedilnih datotek, ki jih je mogoče naložiti. V našem primeru so definirani štirje tipi (TXT, HTML, PY in splošen). Slednji prikaže vse razpoložljive datoteke.

Odpiranju datoteke sledi še nekaj ukazov, med katerimi je najpomembnejši my_text.insert(END, stuff), ki v okno za urejanje besedil prenese celotno vsebino prebrane datoteke.

V oknu za shranjevanje besedila imamo nasprotno ukaz: text_file.write(my_text.get(1.0, END)), ki celotno vsebino polja za vnos besedila shrani v izbrano datoteko.

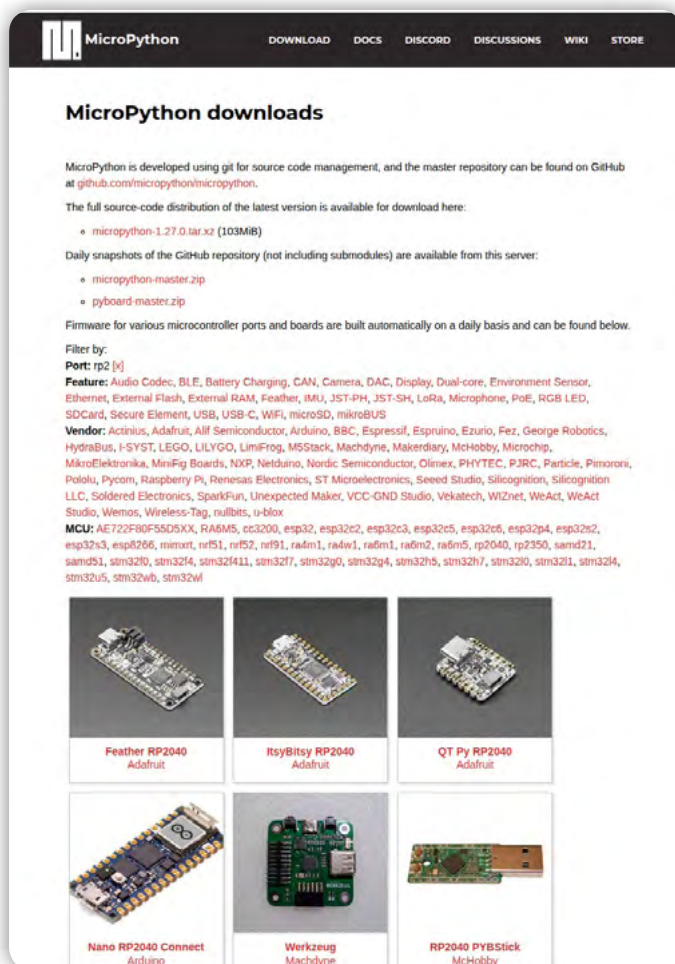
Celoten primer urejevalnika besedil je predolg, da bi ga lahko objavili v celoti, je pa na voljo iz spletne strani github.com/OpenGenus/text-editor-python.



Z manjšimi popravki bi bil čisto uporaben ...

Urejevalnik teksta še ni povsem dodelan, saj mu manjka določitev robnih pogojev. Na primer, če tekst ni izbran in kliknemo na kurzivno pisavo, dobimo le napako v oknu za razhroščevanje, v tekstovnem oknu pa je pisava še vedno pokončna. Kurzivno pisavo lahko naredimo samo, če najprej izberemo besedilo in nato izvedemo ukaz. Slednje velja tudi za tipke, s katerimi poravnavamo besedilo na levo, desno ali na obe strani.

Morda je celo bolje, da primer urejevalnika ni v celoti dodelan, saj nas to sili k razmišljanju in novim zamislim.



Slika 5: Na spletni strani micropython.org/download najdemo namestitve interpreterja za MicroPython za vse pomembnejše razvojne plošče, tudi Raspberry Pi Pico 2.

MicroPython

Medtem, ko smo že veliko povedali o Pythonu, je bil MicroPython v njegovi senci. Zato je prav, da v drugem delu tega nadaljevanja preizkusimo še slednjega. Pri tem sta v veliko pomoč

Raspberry Pi Pico in Pico 2, ki sta edina Raspberry Pi-ja, ki ju navadno poganjamo brez operacijskega sistema. Programiramo ju lahko le prek gostiteljskega računalnika, kot je klasični PC ali kateri od ostalih Raspberry Pi, celo Raspberry Pi Zero (2) lahko uporabimo za ta namen, če mu dodamo monitor in drugo periferijo, kot je originalna Raspberry Pi tipkovnica z USB spojnikom, da lahko nanj povežemo še miško in Raspberry Pi Pico (2).

Raspberry Pi Pico (2) nima priključka za monitor in se lahko z gostiteljskim računalnikom, na katerega moramo namestiti tudi ustrezno razvojno okolje, pogovarja le prek edinega priključka mikro USB, ki podpira delovanje dveh logičnih vmesnikov: CDC in MSD, ki posnemata serijski vmesnik in pogon za masovno hrambo podatkov. Medtem, ko je MSD namenjen nameščanju nove programske kode, računalnik med njenim izvajanjem praviloma komunicira prek vmesnika CDC. So pa tudi druge možnosti.

Za izvajanje programov v MikroPythonu moramo na Raspberry Pi Pico (2) najprej namestiti interpreter za MycroPython, nato pa lahko računalnik neposredno povežemo z razvojnim okoljem Thonny pred logične povezave CDC. Programska koda v Pythonu tako nastaja na gostiteljskem računalniku, izvaja pa jo vselej Raspberry Pi Pico (2).

Kako začeti?

Najprej se podamo na spletno strani micropython.org/download/RPI_PICO2, iz katere prenesemo izvedljivo datoteko z interpreterjem za MicroPython (različica Pythona je 3) za jedra ARM ali za jedra RISC-V. Mimogrede povejmo, da imajo Raspberry Pi Pico 2 štiri procesorska jedra, od katerih lahko naenkrat delujeta samo dve. MikroPython je na voljo za par jeder ARM in par jeder RISC-V. Tako lahko vselej izberemo tisto procesorsko arhitekturo, ki nam najbolj ustreza.

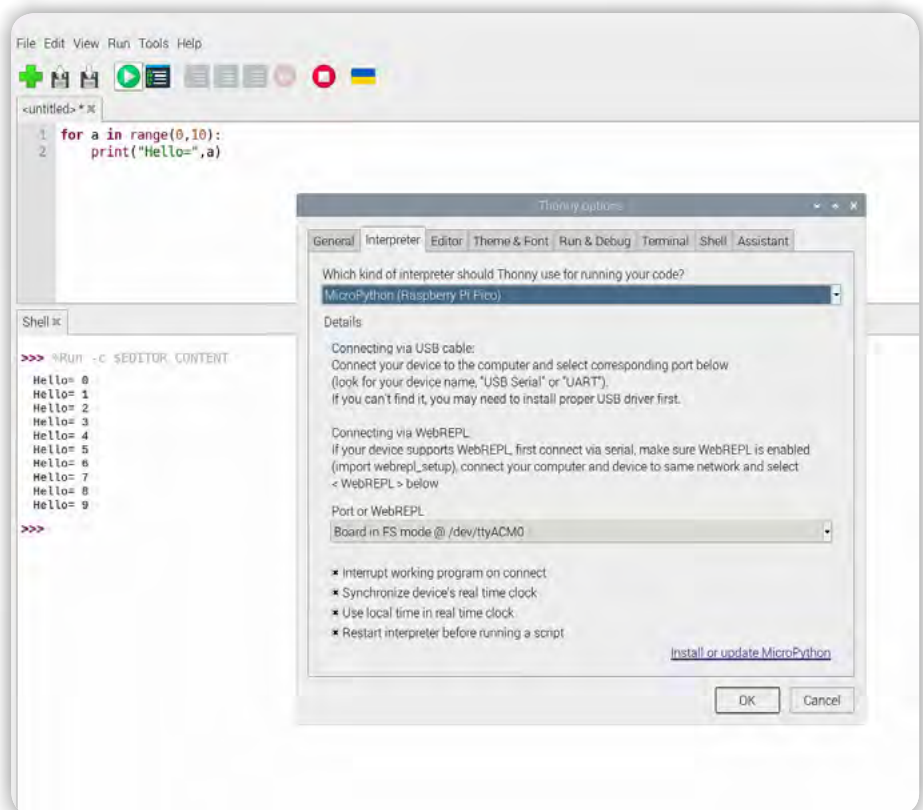
RAČUNALNIŠKE NOVICE
bralcev revije
SVET ELEKTRONIKE
ponujajo POSEBNO
PONUDBO!

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

Navedete geslo
SVET ELEKTRONIKE.

**12 števk
BREZPLAČNO**

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



Slika 6: Izbira interpreterja v razvojnem okolju Thonny: Izbrali smo Raspberry Pi Pico 2 razvojno ploščo z nameščenim MicroPythonom.

Naslednji korak je zagon Raspberry Pi Pico 2 tako, da pred in med priklopom kabla USB 2.0 na gostiteljski računalnik držimo pritisnjeno tipko Boot. Raspberry Pi Pico 2 se nato zažene v načinu za programiranje, pri čemer se gostiteljskemu računalniku predstavi kot MSD enota. Na slednjo nato iz odložimo datoteko UF2 z MicroPythonom.

Po nameščanju in ponovnem zagonu je Raspberry Pi Pico 2 pripravljen za izvajanje programov v Pythonu. Gostiteljskemu računalniku se predstavi kot naprava CDC, oziroma zaporedna vrata z imenom Board in FS mode z oznako zaporednega vmesnika (npr. /dev/ttyACM0 v Linuxu ali npr. COM3 v Windows). Z ukazom `help()` lahko izpišemo bistvene dodatne kaze v MikroPythonu, s katerimi lahko upravljamo na primer vhodno-izhodne priključke.

Thonny razvojno okolje z Raspberry Pi Pico 2 povežemo prek menija Run/Configure interpreter v zavihku Interpreter, kjer izberemo Raspberry Pi Pico, kot ciljni interpreter programov v MikroPythonu. Tako se ob pritisku na belo puščico v zelenem krogu program v Pythonu vselej zažene v Raspberry Pi Pico 2. Preizkusili smo zelo enostaven programček: `print(»Test.«)` – Deluje!

Prihodnjič

Nadaljevali bomo z opisom kompleksnejših programov, ki so lahko zelo uporabni pri praktičnem delu, in načrtovanju strojne opreme, kot je izdelava drona. Videli bomo, kako upravljamo GPIO priključke in različne vgrajene komunikacijske protokole, kot so: I2C, SPI in TTL RS232 s 3,3-voltnimi nivoji.

<https://pcusbprojects.com>

Kako integrirati M5Stack Dial s Home Assistant (popoln vodnik za ESPHome)

M5Stack Dial
Avtor: TitoTB

V tem članku bomo integrirali M5Stack Dial v Home Assistant (HA) – večfunkcionalni sistem z mnogimi zanimivimi funkcijami za nadzor naše nastavitve.

M5Stack Dial

M5Stack je za nas že dobro znana blagovna znamka, ki je ustvarila izdelke, kot sta M5Stack CoreS3SE [1] in klasični Atom Echo [2]. Opisali smo jo že v reviji Svet elektronike (SE328-SE333).

Tokrat bomo v Home Assistant integrirali M5Stack Dial [3] – napravo, ki vključuje naslednje komponente:

- Plošča M5StampS3, mikrokontroler na osnovi ESP32-S3.
- 1,28-palčni okrogel TFT zaslon na dotik.
- Vrtljivi enkoder okoli zaslona, s tipko na dnu.
- RFID in čitalnik kartic (13,56 MHz), čeprav se mi zdi, da ni zelo natančen.
- Zvočnik za predvajanje zvoka.
- Priključek za baterijo z vgrajenim polnilnim vezjem.
- Dva razširitvena priključka za I2C in GPIO.

Vse te funkcije so združene v eni sami, takoj uporabni napravi, kar M5Dial naredi za resnično privlačno napravo. Ker jo poganja ESP32-S3, jo lahko z ESPHome enostavno integriramo v Home Assistant.



Slika 1: M5Dial (vir: <https://m5stack.com/>)

Mr. Avocado

Kot ponavadi smo želeli te funkcije izkoristiti v največji možni meri in ustvariti zabaven in praktičen projekt. Tokrat gre za nekaj posebnega – napravo, ki smo jo zasnovali v sodelovanju z našo skupnostjo Patreon [4].

Poimenovali smo jo Mr. Avocado, kar je igriv namig na ikoničnega „Mr. Potato“. Cilj je bil ustvariti večfunkcionalno napravo z naslednjimi zmogljivostmi:

- Zaklenjen zaslon, ki po nekaj sekundah nedejavnosti prikaže trenutni datum in uro.
- Samodejno izklapljanje zaslona za varčevanje z energijo.
- Preprost vmesnik za upravljanje do 8 naprav.
- Alarm z nastavljenim zvonjenjem, ki ga lahko konfigurirate

prek Home Assistant.

- NFC/RFID čitalnik za oznake in kartice.
- Zahvaljujoč ESP32-S3 lahko deluje tudi kot Bluetooth Proxy in služi kot senzor prisotnosti z Bermuda [5].

Predpogoji

Za integracijo M5Dial v Home Assistant potrebujete:

- Seveda M5Dial.
- ESPHome, nameščen in nastavljen v Home Assistant.
- USB-C podatkovni kabel za napajanje in programiranje plošče (kablji, namenjeni samo za polnjenje, ne bodo delovali za namestitev programske opreme).
- Po želji lahko uporabite tudi posebej zasnovano stojalo, ki

smo ga oblikovali, da ga spremenite v Mr. Avocado.

- Če šele začnete z ESPHome, vam toplo priporočamo, da si ogledate delavnico akademije [6] – to je odličen način, da izkoristite vse njene možnosti!

Nastavitev ESPHome

Sledite tem korakom, da integrirate M5Stack Dial v Home Assistant:

1. V Home Assistant odprite dodatek ESPHome, kliknite »New Device« (Nova naprava) in nato »Continue« (Nadaljuj).
2. Dajte napravi ime (na primer »M5Stack Dial«) in kliknite »Next« (Naprej).
3. Za tip naprave izberite »ESP32-S3«. Videli boste, da je bila za vašo napravo ustvarjena nova ploščica (angl. tile).
4. Kliknite »Preskoči«, nato »Uredi« na ploščici vaše naprave. Kopirajte privzeto kodo, ki se prikaže, in jo shranite – deli te kode bodo potrebni kasneje.
5. Sedaj kopirajte spodnjo kodo in jo uporabite za zamenjavo privzete kode v ESPHome [7].

Čeprav nam je uspelo implementirati vse te funkcije za Mr. Avocado, priporočam, da izkomentirate (ali odstranite) vse dele kode, ki jih ne nameravate uporabljati. To bo izboljšalo delovanje naprave in preprečilo njeno zamrznitev.

Ta koda ne vključuje poverilnic, potrebnih za povezavo vaše naprave z omrežjem Wi-Fi in vašo instanco Home Assistant. Te boste morali dodati ročno.

Natančneje, nanašam se na naslednje vrstice iz kode, ki ste jo kopirali v koraku 4.

```
# Enable Home Assistant API
api:
  encryption:
    key: »bg6hash6sjdjsdk02hh0qnQeYVwm-123vdfKE8BP5«
  ota:
    - platform: esphome
    password: »asddasda27aab65a48484502b332f«
  wifi:
    ssid: !secret wifi_ssid
    password: !secret wifi_password
# Enable fallback hotspot (captive portal)
# in case wifi connection fails
ap:
  ssid: »Assist Fallback Hotspot«
  password: »ZsasdasdHGP2234«
```

7. Najti morate ustrezne vrstice v kodi (nahajajo se na vrhu) in tam dodati svoje podatke za Wi-Fi in Home Assistant.
8. Sedaj kliknite »Save« in nato »Instal«. Izberite »Manual download« in počakajte, da se koda prevede.
9. Ko je prevajanje končano, izberite možnost »Modern format«, da prenesete ustrezno datoteko .bin.
10. M5Stack Dial povežite z računalnikom z USB-C podatkovnim kablom prek vrat na dnu naprave.

11. Nato odprite spletno stran ESPHome in kliknite »Connect« (Poveži). V pojavnem oknu izberite svojo ploščo in kliknite »Connect«.
12. Nato ponovno kliknite »Install« in izberite datoteko .bin, ki ste jo prenesli v koraku 9. Še enkrat kliknite »Install«, da posodobite firmware.
13. Vrnite se v Home Assistant in odprite Settings > Devices & Services.

V večini primerov bo vaša naprava samodejno odkrita in se bo prikazala na vrhu, kjer boste lahko kliknili »Configure«.

Če se to ne zgodi, kliknite »Dodaj integracijo«, poiščite »ESPHome« in vnesite IP naslov vaše plošče v polje Gostitelj. Kot vedno je dobro, da v nastavitvah usmerjevalnika svoji napravi dodelite statični IP naslov, da se izognete poznejšim težavam s povezavo.

14. Za zaključek pojdite v Nastavitve > Naprave in storitve > ESPHome, kliknite povezavo »Konfiguriraj« poleg vaše naprave in v pojavnem oknu potrdite polje »Dovoli tej napravi, da izvaja klice API Home Assistant«, nato kliknite »Pošlji«.

To nam bo omogočilo nadzor naprav neposredno s zaslona.

Prilagajanje naprave

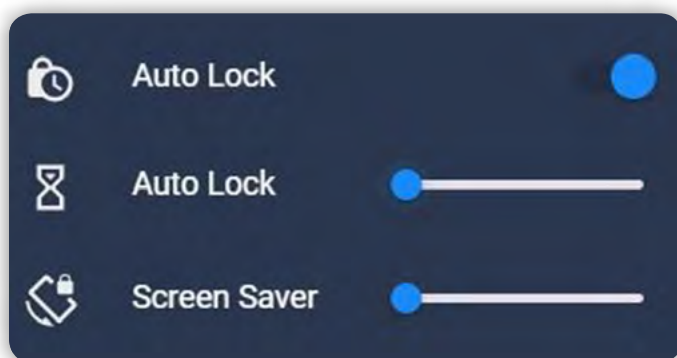
V redu, uspešno ste integrirali M5Stack Dial v Home Assistant kot Mr. Avocado. Sedaj pa si pogledjmo, kako lahko v celoti izkoristite njegove funkcije.

Nadzor zaslona

Za zaščito zaslona smo dodali prilagodljivo funkcijo zaslona. Lahko jo enostavno prilagodite z dostopom do entitet, ki jih naprava izpostavlja v Home Assistant. Posebno pozornost posvetite tem trem nadzornim elementom.

Po nekaj sekundah nedejavnosti (trajanje lahko nastavite s pomočjo drsnika »Screen Saver«) se meni samodejno skrije, prikazuje pa se ura in datum z zmanjšano svetlostjo zaslona.

Poleg tega se bo zaslon, če omogočite »Auto Lock«, nekaj sekund kasneje popolnoma izklopil (nastavljivo s pomočjo drsnika »Auto Lock«).



Slika 2: M5Dial samodejno zaklepanje zaslona (vir: <https://m5stack.com/>)



Prilagodite ozadje

Seveda lahko uporabite naše privzete slike ozadja Mr. Avocado – ali pa jih nadomestite s svojimi.

Samo posodobite reference slik v prvih nekaj vrsticah kode, da kažejo na vaše želene datoteke.

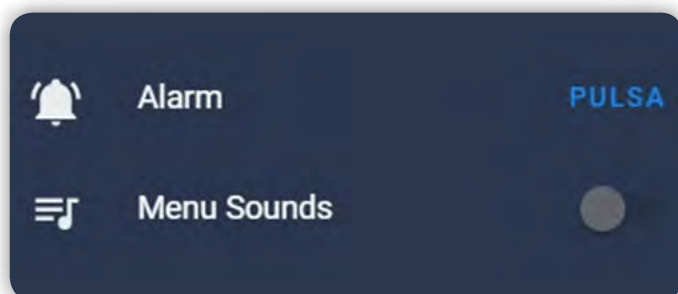
```
substitutions:

# Device customization
# Personalización del dispositivo

background_image: https://aguacatec.es/wp-content/uploads/2025/02/mravocado_background_white.jpg
background_image_saver: https://aguacatec.es/wp-content/uploads/2025/02/mravocado_bg_off.jpg
background_image_device: https://aguacatec.es/wp-content/uploads/2025/02/mravocado_bg_device.jpeg
```

Konfiguracija menija

Prav tako lahko prilagodite naprave, ki jih želite upravljati, in ikone, ki jih predstavljajo. V celotnem programu boste našli primere za upravljanje različnih vrst naprav – svetil, klimatskih naprav, sesalnikov, stikal, vlažilnikov in drugih. Če razumete logiko, lahko upravljate katero koli napravo Home Assistant!



Slika 3: M5Dial meni budilke (vir: <https://m5stack.com/>)

Primer menija je optimiziran za 8 naprav, vendar lahko dodate več ikon ali celo razdelite meni na strani. Poleg tega, če pritisnete na katero koli napravo, se prikažejo napredni elementi za upravljanje z uporabo rotacijskega enkoderja.

Zvoki in budilka

Ker ima Mr. Avocado vgrajen zvočni signal, ga lahko uporabljate kot budilko ali časovnik, ki zazvoni, kadarkoli želite. Uporabite gumb „Alarm“, ki ga ponuja naprava. Med brskanjem po meniju lahko vklopite ali izklopite zvočni signal.

NFC čitalnik

Mr. Avocado vključuje tudi NFC/RFID čitalnik, čeprav to ni njegova najmočnejša lastnost – zaznavanje oznak se mi zdi nekoliko netočno.

Če ga vseeno želite uporabljati, si oglejte ta članek [8], v katerem podrobno pojasnujem, kako ustvariti avtomatizacije za vsako posamezno oznako.

Povzeto po: <https://m5stack.com/>



Viri:

- 1: <https://181bceh2qo2hb9y6-5676892250.shopifypreview.com/products/m5stack-cores3-se-iot-controller-w-o-battery-bottom>
- 2: <https://181bceh2qo2hb9y6-5676892250.shopifypreview.com/products/atom-echo-smart-speaker-dev-kit>
- 3: <https://shop.m5stack.com/products/m5stack-dial-esp-32-s3-smart-rotary-knob-w-1-28-round-touch-screen>
- 4: <https://www.patreon.com/c/aguacatec/membership>
- 5: <https://aguacatec.es/instalar-bermuda-en-home-assistant/>
- 6: <https://youtu.be/QajKfm2kbZ8>
- 7: <https://shop.m5stack.com/blogs/news/integrate-m5stack-dial-into-home-assistant>
- 8: <https://aguacatec.es/reproducir-politonos-con-esphome/>

<https://m5stack.com/>

LARCSet CW/SSB transiver za eno frekvenčno področje

Avtor: Ashhar Farhan, VU2ESE, objavljeno pod GPL v.30 (GNU Public License) V1.0

BITX, ki je bil razvit leta 2003, je bil enostaven za izdelavo SSB postaj, ki ga je bilo mogoče sestaviti iz splošnih komponent za deset dolarjev. Vendar pa ga je bilo treba izdelati od začetka, nekaj testnih instrumentov je bilo potrebnih za uglasitev, čeprav niso bili nujni.

V retrospektivi je bil to razumen uspeh. Na stotine je bilo izdelanih od začetka, več tisoč pa iz kompletov, ki so jih proizvajali številni prodajalci. Od Indonezije do Braziliije so bile razvite, proizvedene in prodane različne različice radijskih postaj BITX pod permisivnimi licenčnimi pogoji.

V zadnjih nekaj letih smo za šole v okolici Hyderabad organizirali tečaje, da bi (predvsem) dekleta navdušili za znanost prek amaterskega radia. Razvit je bil projekt delavnice za radio z direktno konverzijo, ki je konstruktorjem pomagal pri izdelavi preprostih sprejemnikov.

Daleč najuspešnejši so bili sprejemniki z direktno konverzijo, ki sta jih zasnovala in promovirala Dean Souleles, KK4DAS, in Bill Meara, N2CQR. Do danes je bilo izdelanih več kot 100 takih sprejemnikov, popolnoma od začetka. Vsak radio je na svoj način grd, saj so bili uporabljeni deli, ki so bili na voljo vsakemu izdelovalcu.

Med letom 2003 in 2025 so se izzivi in prednosti izdelave radijskih sprejemnikov spremenili. Nekaj pomembnih sprememb je sledečih:

- Komponente za površinsko SMD montažo so veliko cenejše, kot so bile kdajkoli komponente za klasično THT montažo.
- Prototipne storitve, kot sta OshoPark in JLCPCB, omogočajo, da je proizvodnja majhnih serij cenejša, kot jedkanje lastnih tiskanih vezij in ročno spajkanje radijskih sprejemnikov.
- Ljudje imajo skromnejše laboratorije in veliko manj časa, da bi sami spajkali celoten Heathkit HW-101.

S tem v mislih smo si v Lamakaan Amateur Radio klubu zastavili vprašanje, kako poceni je mogoče izdelati in distribuirati HF radijsko postajo. LARCSet je končni rezultat teh prizadevanj. Ko smo se lotili te naloge, smo se spomnili na nekaj mednarodnih projektov. Leta 1976 je Jay Rusgrove W1VD v ARRL razvil komplet za transiver, imenovan »IARU Goodwill Project transceiver kit«. O tem so poročali v aprilski in decembrski številki revije QST iz leta 1978. Druga takšna pobuda je bila One laptop per child (OLPC). Raspberry Pi in Arduino sta uspešnejša in novejša primera podobnih prizadevanj. Vprašanje, ki se nam je postavilo, je bilo: ali lahko proizvedemo transiver, ki ga je mogoče distribuirati za manj kot 30 dolarjev? Če da, katere zmogljivosti lahko vgradimo v tak komplet?

Razmišljali smo, ali bi lahko izdelali zelo poceni transiver, ki bi bil tako poceni, da bi ga lahko podarili brezplačno. Nekaj, kar je lahko razumljivo, razširljivo in se z njim da igrati. Ker se je bližal Lamakaan Amateur Radio Convention (LARC), smo si

zadali cilj, da bomo vsem delegatom podarili ta tiskana vezja z že prispajkanimi SMD komponentami. Lastnosti transiverja so:

- Izhodna moč oddajnika najmanj 5 W moči na CW in SSB ter delovanje na enem frekvenčnem pasu.
- Cena naj bo nižja od 30 dolarjev (pri serijski proizvodnji kompleta).
- Razumna kombinacija površinsko nameščenih komponent in sestavljanja s strani uporabnika lahko zniža stroške.
- Transiver naj bo mogoče sestaviti v enem vikendu v nekaj urah.
- Popolnoma odprtokodni z vsemi vezji v javni domeni.
- Popolnoma analogna zasnova.

LARCSet je rezultat teh prizadevanj. Najpomembnejše značilnosti LARCSeta so:

- 5 W izhodne moči, 7 MHz superheterodinski transiver, ki podpira CW in SSB.
- Na voljo za 29 dolarjev pri nakupu več kosov (več kot enega). 39 dolarjev za posamezne kose (brez poštne).
- Povsem analogna zasnova z zelo čistim oddajnim spektrom in jasnim sprejemom.
- Vezje je razporejeno na relativno velikem tiskanem vezju.
- Omogoča razširitve, eksperimentiranje in razumevanje.
- Uporabnik mora namestiti zelo malo komponent.
- Uporabnik mora zagotoviti napajanje, zvočnik/slušalke, mikrofona in/ali CW tipko.

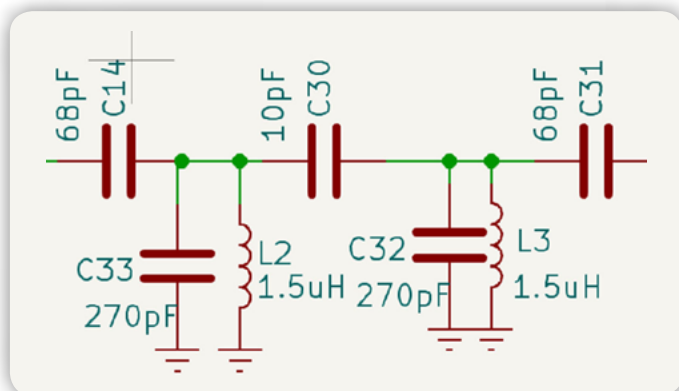
Opis vezja

Postaja je posodobljena različica originalnega BITX40, prilagojena za 40 metrov zaradi zniževanja stroškov in poenostavitve sestavljanja. Trenutno vezje izkorišča poceni SMD komponente, medtem ko je sestavljanje klasičnih komponent omejeno na nekaj večjih komponent. Čeprav je izdelava preprosta, je bilo storjeno vse, da se doseže čim večja zmogljivost, ob upoštevanju omejitev, da vezje ostane preprosto in cenovno dostopno. BITX je družina transiverjev, ki uporabljajo dvosmerno vezje. Signal potuje skozi iste stopnje, pri sprejemu ali oddaji pa se smer pretoka signala obrne.

Dvosmerni filtri

Preučimo pasovni filter iz slike 1. Vidimo, da je simetričen. Na vsaki strani sta dva vezna kondenzatorja s kapaciteto 68 pF, vzliščna kapaciteta je na obeh straneh 270 pF, vezni kondenzator s kapacitivnostjo 10 pF pa je na sredini vezja. Njegov namen je omogočiti, da so signali s frekvenco okoli 7 MHz minimalno dušeni in hkrati močno duši signale drugih frekvenc. Ta pasovni filter bo enako dobro deloval, če signal teče z ene strani na drugo. Zani-

mivo je, da bo obdelal tudi signale, ki tečejo v obe smeri hkrati! Ta filter je bil simuliran v GPL08.exe in LTSpice. Zainteresirani lahko to preizkusijo v svojem priljubljenem simulatorju vezij.



Slika 1: Pasovni filter

Na sliki 2 je več zanimivih značilnosti. Opazili boste, da je levi rob (nižje frekvence) bolj strm kot desni rob. To ni anomalija, ampak značilnost tega tipa pasovnega filtra, ki ima splošno nizkoprepustno karakteristiko. Bralci, ki jih zanima matematika, na kateri temelji ta pojav, naj si ogledajo: https://w7zoi.net/filters/mixed_form_n=3_lc_filter.pdf in druge odlične vire na: <https://w7zoi.net/qststuff.html>.



Upoštevajte, da bi lahko izbrali alternativno obliko, pri kateri bi bil odziv na višje frekvence ostrejši od odziva na nižje frekvence. Vendar pa je bilo v tem radiu, ker je lokalni oscilator na 4 MHz, nujno, da se to zmanjša, ko se za prenos uporablja njegov pasovni filter.

Dva dela tega pasovnega filtra sta za naš namen ustrezna. Zrcalna frekvenca tega superheterodina znaša: 11 MHz (IF) + 4 MHz (lokalni oscilator) = 15 MHz. Zrcalna frekvenca je slabljena za -45 dB. To ni odlično, vendar je dovolj dobro glede na redko uporabo višjega HF spektra v ne-amaterskih (in

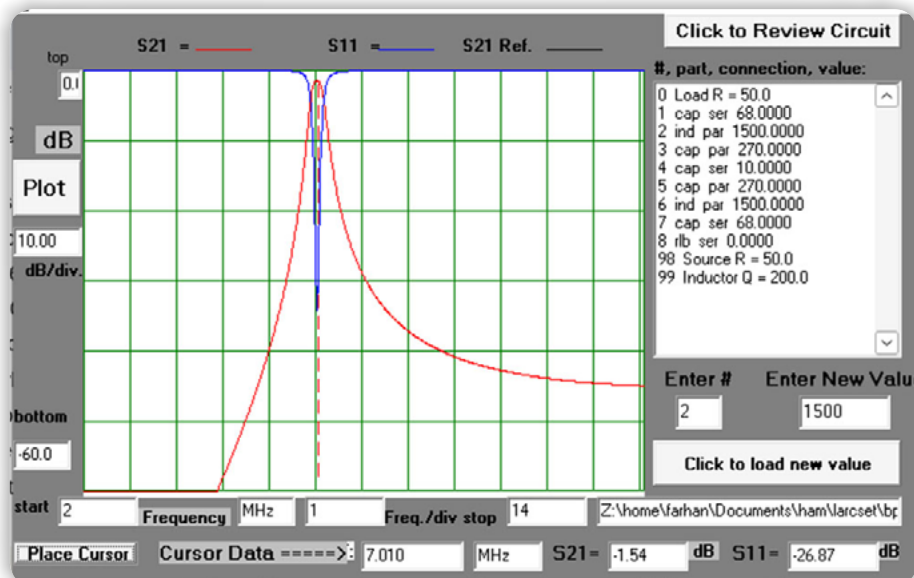
amaterskih) pasovih. Trojni ugašen krog bi zrcalno frekvenco dušil na manj kot -70dB. Vendar trojni ugašen krog ni krog, ki ga lahko nastavite in pozabite. Treba ga je prilagoditi, da doseže najboljši odziv, česar smo se v projektu za začetnike želeli izogniti. Slabši pasovni filter ima še eno slabost, saj omogoča, da drugi harmonik 7 MHz, ki nastane v mešalniku, prodre na raven, ki ni združljiva s pravili FCC. Nizkoprepustni filter na izhodu močnostnega ojačevalnika to reši, kot bomo videli v naslednjih poglavjih.

Ta filter je dober kompromis med enostavnostjo izdelave in zmogljivostjo in ga je možno enostavno prilagoditi za druga frekvenčna področja.

Opomba o prilagajevanju filtra: vrednosti komponent lahko delite ali pomnožite, da dobite drugo frekvenčno področje. Na primer, da ustvarite pasovni filter za 3,5 MHz, ki je polovica 7 MHz, pomnožite vse vrednosti z dva (120 pF, 560 pF, 22 pF, 560 pF in 120 pF kondenzatorji, 3 uH tuljave). Za prilagoditev na višjo frekvenco, na primer 28 MHz (kar je štirikrat več od 7 MHz), vrednosti delite s štiri (15 pF, 68 pF, 2,2 pF, 68 pF, 15 pF in 0,35 uH tuljave).

Kristalni filter

Izbran je bil kristalni filter s štirimi elementi z rahlim prekomernim sklopom (slika 3). To vodi do boljšega odziva v nižjem (300 Hz do 600 Hz) in višjem (1200 do 1800 Hz) avdio območju. Ta subtilni odziv z dvojnim vrhom deluje dobro za glas in tudi za CW (pri tonu 600 Hz). Izbrali smo frekvenco 11,0592 MHz, da se izognemo radiofrekvenčnim motnjam, ki nastajajo na zaokroženih frekvencah, kot je 10 MHz iz taktnih vezij, ki delujejo v digitalni elektroniki okoli nas. Štirje kristali zagotavljajo več kot 40 dB dušenja neželenega bočnega pasu. Dušenje neželenega bočnega pasu je primerno za SSB. To je zato, ker oddajniki proizvajajo popačenje okoli signala na obeh bočnih pasovih, ki je običajno le okoli 25 dB pod najvišjo ravno. Vse, kar je nad 40 dB, je odlično za SSB.

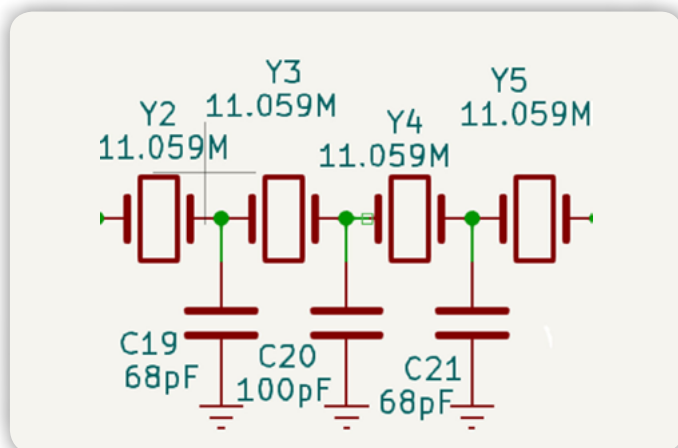


Slika 2: Simulacija v GPL08.exe

Operaterji, ki bi radi uporabljali ta transiver izključno za CW, bodo morda želeli spremeniti kapacitivnosti v filteru tako, da bi dobili ozek pas (na primer 300 Hz širok) filter. Članek Wesa, W7ZOI, o ozkih filterih na <https://w7zoi.net/filters/9megxfils.pdf> ponuja odlično in enostavno metodo za načrtovanje teh filtrov.

Tudi kristalni filter je, podobno kot pasovni filter, simetričen in omogoča pretok signala v obe smeri. Ta tip filtra se imenuje lestvični filter. Ima vzporedne kondenzatorje in serijske kristale, zato ne le da spominja na tradicionalni nizkoprepustni filter, ampak je nizkoprepustni filter, ki je bil modificiran z

zamenjavo serijskih tuljav s kondenzatorji. V nasprotju z zgoraj omenjenim pasovnim filtrom ima ta filter splošno nizkoprepustno karakteristiko, ki zagotavlja ostro slabljenje zgornjega stranskega pasu – v našem primeru zelo zaželeno lastnost. Štirje kristali so enostavni za uskladitev s filtrom, celo odstopanje 200 Hz med njihovo osrednjo frekvenco je sprejemljivo. Inženiring je umetnost kompromisa med zmogljivostjo in stroški, in ta kristalni filter je dober kompromis. Je primeren in zadosten za vse, razen najbolj zahtevnih CW tekmovalcev.



Slika 3

Odziv filtra je prikazan na sliki 4, posnet na spektralnem analizatorju Rigol DSA-815. Upoštevajte, da je razpon zmanjšan na 10 kHz, da se zagotovi večje valovanje, odziv pa se bo zdel plitek, vendar je 2 kHz desno od drugega markerja zmanjšan za 50 dB, kar je blizu najboljšim SDR-om.

Ojačevalniki povratne zanke

Uporabljeni so štirje signalni ojačevalniki povratne zanke. Vsak vsebuje en tranzistor MMBT2222 (SMD različica 2N2222A). 2N2222 imajo relativno boljšo zmogljivost obdelave signala kot 2N3904, zato smo uporabili te. Koristno je intuitivno analizirati to preprosto vezje iz slike 5.



Slika 4: Odziv filtra

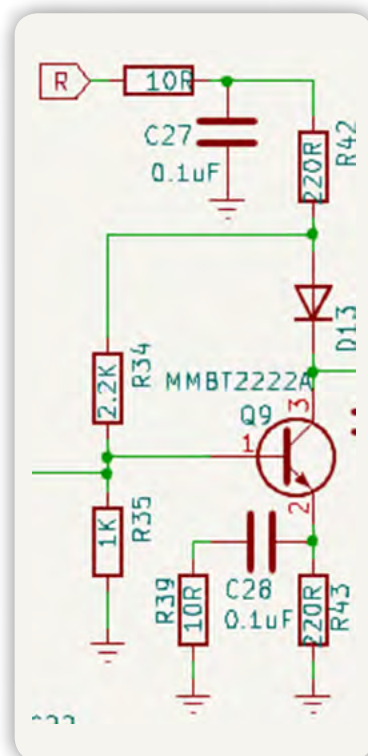
Oglejte si moj video o ojačevalnikih s povratno vezavo na YouTubeu. (https://youtu.be/j3Xf_SpK7qc?si=jE-tzMaxRncqB-8DO0) pa tudi Wes-ov članek: (https://w7zoi.net/transistor_models_and_the_fba.pdf).

V kolektorju ojačevalnika je vezana dioda. Pri pričakovanih ravneh signala, ko je ojačevalnik napajan prek linije „R“, se dioda obnaša skoraj kot kos žice, ki povezuje upor R42 in R34 s kolektorjem tranzistorja. Ko pa je ojačevalnik izklopljen, je dioda v obratni polarizaciji in odklopi 220 Ohmov ter 2,2k upor od kolektorja. To obnašanje bi bilo neuporabno, če v našem primeru ne bi bilo dveh ojačevalnikov, povezanih zaporedno. 2,2k povratni upor (R34 na sliki 5) bi se pojavil vzporedno z R44 ojačevalnika, ki deluje v nasprotni smeri, če ga ta dioda ne bi izolirala, ko je izklopljen.

Uporaba ojačevalnikov poenostavi zasnovo, odpravlja možnost nenamernega induktivnega sklopa med stopnjami in skrajša čas, potreben za izdelavo postaje. Zamenjava R42 v našem vezju s tuljavo bi lahko povzročila rahlo povečanje zmogljivosti obdelave signala, kar pa ni cilj zasnove te postaje.

Diodni mešalniki

Diodni mešalniki so naprave s tremi vrati. Ena vrata poganja lokalni oscilator, na obeh vratih pa je izhod množenje signala iz drugih vrat in lokalnega oscilatorja. To je zapletena razlaga, vendar jo je mogoče enostavno razumeti s preprostim pojmom: ko pomnožite dva signala, je rezultat izhod iz dvema signaloma, enim na vsoti frekvenc pomnoženega signala in enim na razliki frekvenc. V našem primeru, ko v mešalniku na vratih A mešamo vhodni signal 7 MHz z lokalnim oscilatorskim signalom 4 MHz, bo mešalnik na vratih B proizvedel izhodne signale (7+4 =) 11 MHz in (7-4 =) 3 MHz. Med oddajo lahko mešalnik sprejme signal 11 MHz, ki prihaja iz vrat B pri 11 MHz, ga zmeša z lokalnim oscilatorjem 4 MHz in proizvede izhodne signale pri (11-4 =) 7 MHz in (11+4 =) 15 MHz.



Slika 5: Ojačevalnik povratne zanke

Diodni mešalniki niso popolni, saj proizvajajo tudi številne druge frekvence. Zato moramo dodati filtre, da izberemo želene frekvence in dušimo ostale. Eden od razlogov za te neželene izhodne signale je, da se signal, ki izhaja iz vrat kot mešani izhodni signal, če ga naslednje vezje ne duši, vrne v mešalnik kot vhodni signal in prispe na druga vrata, kjer se signali ponovno mešajo, kar povzroča, da se signal ves čas odbija v mešalniku in ustvarja še več neželenih izhodnih signalov.

Naši diodni mešalniki so enojno simetrični. To pomeni, da štiri diode dušijo lokalni oscilator za približno 45 dB na obeh vratih. Če to ne bi bilo dušeno, bi se 4 MHz izhod pojavil v izhodu oddajnika. Zgoraj omenjeni RF pasovni filter izbere pravilno frekvenco 7 MHz in duši zrcalno frekvenco 15 MHz ter lokalni oscilator in njegove harmonike, da se ne ojačijo in ne prenašajo. Enostransko simetrični mešalniki, če se uporabljajo z ustreznim RF-filtriranjem, so primerni za naš namen, saj uporabljajo le en trifilarno navit transformator. Navitje 1 in 6 (na sliki 6) krmili lokalni oscilator, ki izmenično vklaplja pare diod D3+D5 in D4+D2. Ko se vklopi D3+D5, se RF vhod na stiku vodnikov 5 in 3 poveže z izhodom. Preklapljanje povzroči zeleno mešanje. Par diod D4, D2 izmenično ozemlja vhodni signal, kar izboljša simetrijo.

V postaji se uporabljata dva takšna diodna mešalnika. Eden se uporablja za mešanje med 7 MHz RF in 11 MHz IF, drugi mešalnik pa se uporablja za mešanje avdio signala in 11 MHz IF. Zdaj ko razumemo ta dvosmerna vezja, lahko nadaljujemo s pregledom sprejemnika.

Sprejemnik

RF signal, ki prispe v anteno, se s pomočjo releja K1 preklopi na sprejemni del. Dva MOSFET-a, Q16 in Q17, delujeta kot dodatno RF stikalo, ki signal neposredno poveže z RF pasovnim filtrom. 7 MHz signal se meša z lokalnim oscilatorjem pri 4 MHz, izhodi mešalnika v smeri sprejema se vodijo v ločilno stopnjo in ojačijo z ojačevalnikom Q6 ter se pošljejo v kristalni filter. Vsi signali, razen zelenega signala, se filtrirajo skozi lestevični filter, ojačijo v Q9 in pretvorijo v avdio signal z drugim diodnim mešalnikom.

Upoštevajte, da 0,1 uF, C67 duši RF signal na avdio vratih drugega mešalnika, ki zdaj deluje kot demodulator. Preprost avdio ojačevalnik Q10 z skupnim emitorjem ojači signal na raven, ki jo zahteva avdio ojačevalnik LM386. Kondenzator 1 uF med priključkoma 1 in 8 čipa LM386 je potreben le, če radio uporabljate z zvočnikom. Če boste uporabljali slušalke, odstranite ta kondenzator, da boste dosegli manjše ojačenje in manj šumov pri sprejemu.

Generiranje SSB signala

SSB oddajanje je le obratni tok signala.

Mikrofonski ojačevalnik z enim tranzistorjem Q18 ojači vhodni signal iz mikrofona za faktor 10. Drugi mešalnik, ki zdaj deluje kot modulator, potrebuje le okoli 200 mV signala. Upoštevajte, da R77 zagotavlja potrebno prednapetost za elektretne mikrofone, ki se danes večinoma uporabljajo. Diodni modulator proizvaja signal z dvema bočnima pasovima, ki ga Q8 ojači pred filtriranjem v kristalnem filteru, ki odstrani zgornji bočni pas. Q7 ojači izhodni signal iz kristalnega filtra in ga vodi v prvi mešalnik, ki pretvori 11 MHz signal v 7 MHz. Kot je bilo omenjeno zgoraj, izhodi mešalnika vključujejo poleg zelenega signala 7 MHz še mnoge druge neželene frekvence. Te se dušijo s pasovnim filtrom.

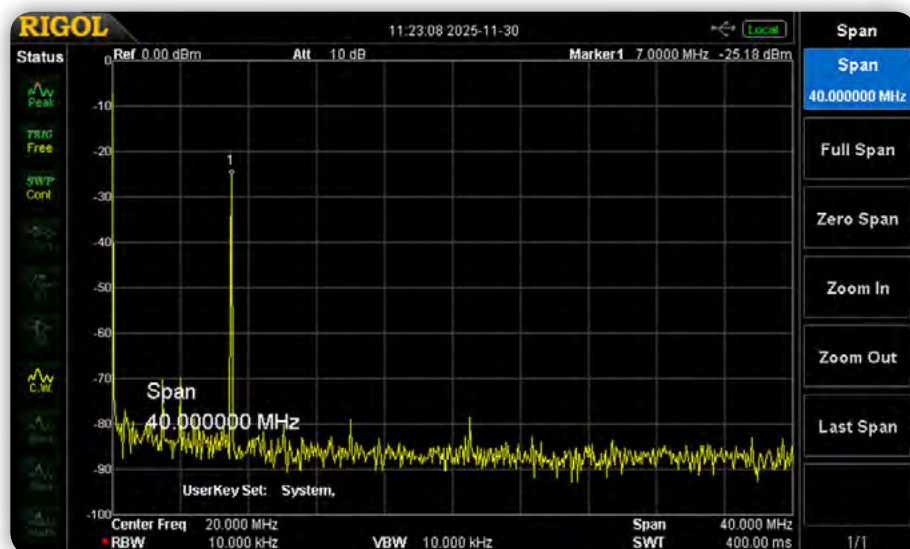
Močnostni ojačevalnik

Načrtovali smo čisto in širokopasovno močnostno ojačevalno stopnjo, ki lahko deluje v frekvenčnem območju od 3,5 MHz do 30 MHz. V izhodni stopnji uporablja le en trifilarni transformator. Predojačevalna in ojačevalna stopnja uporabljata tranzistorje 2N2222. Ker ojačevalna stopnja potrebuje okoli 250 mW moči (+24 dBm), smo se odločili, da bomo za ojačevalno stopnjo uporabili tranzistorje v THT verziji namesto SMD različic. IRF510, gonilna sila QRP ojačevalnikov, odlično deluje v močnostnem ojačevalniku in razvije 5 vatov izhodne moči. Drugi harmonik 7 MHz pri 14 MHz je bil nad omejitvami FCC s preprostim nizkoprepustnim filtrom. Prvi del nizkoprepustnega filtra je bil modificiran tako, da zagotovi dodatno slabljenje, kar je omogočilo zelo čist izhodni signal.

Izhodni spekter je prikazan na sliki 6.

VFO

Že leta se domači izdelovalci radijskih sprejemnikov osredotočajo izključno na vgradnjo Si5351 in digitalnega krmilnika za generiranje lokalnih oscilatorjev (priznamo - krivi smo!). Zdi se, da smo izgubili znanje o izdelavi in uporabi oscilatorjev s spremenljivo frekvenco. To je škoda. Skromno izdelan VFO lahko zagotovi zmogljivost sprejemnika, ki jo redko dosežejo kateri koli sintetizirani oscilatorji. Stane le nekaj centov in lahko



Slika 6: Spekter izhodnega signala

zagotovi ure zabave. Eden od glavnih izzivov poceni radijske postaje je lokalni oscilator. Najbolj odločilni dejavnik odlične radijske postaje je zmogljivost VFO. Dobri VFO ima določene prednosti:

- *Nizek fazni šum.*
- *Stabilna frekvenca izhodnega signala in nizko drsenje.*
- *Enostavnost nastavitve izhodne frekvence.*

Nizek fazni šum in nizko drsenje lahko delujeta drug proti drugemu. Relativno enostaven način za doseganje nižjega faznega šuma je povečanje energije nihanja. To zahteva visok tok v tranzistorju VFO-ja, ki ga bo segrel, kar bo povzročilo drsenje frekvence zaradi segrevanja komponent.

Za razumen kompromis smo nastavili mirovni tok Q1 na 4 mA kot kompromis med stabilnostjo. Kakovostni spremenljivi kondenzatorji so postali redki. Še težje je dobiti takšne, ki imajo mehanske pogone za počasno nastavitve. V številnih domačih projektih so bili uporabljeni oscilatorji, nastavljeni s permeabilnostjo (PTO). Medeninasti vijak se zavija in odvíja iz valja, na katerega je navita tuljava VFO-ja. PTO zagotavlja mehanizem za večkratno nastavljanje in omogoča nastavljanje manj kot 50 kHz na obrat.

Vendar takšen PTO zahteva popolnoma zaščiteno ohišje za mehanizem, saj je zračna tuljava občutljiva na vpliv kapacitivnosti roke, razen če tuljava ni zaščitena pred gumbom za nastavitve frekvence. Za pravilno delovanje je bila potrebna zaščita iz bakrenih plošč. Sistem z višjo zmogljivostjo se lahko vrne na spremenljivo tuljavo, ki za nastavitve frekvence uporablja medeninast vijak.

Na tej točki je Jitendra, VU3BEO, predlagal uporabo varikap diode. Naše prejšnje izkušnje z BITX40 so me pripravile na VFO, ki je drsel. Izbrali smo 1N4007 z obratno polarizacijo kot varikap za nastavljanje. 1N4007 v kombinaciji s kondenzatorji C0G ohranja VFO zelo stabilen. V prvih petih minutah zdrsi za okoli 300 Hz, nato pa postane zelo stabilen. Potenciometer nastavlja 150 kHz del pasu. Za nastavljanje postaje je primeren velik gumb. Nekaterim je lažje dodati 1k potenciometer v serijo z ozemljitvenim priključkom glavnega potenciometra za natančno nastavljanje.

Veliko truda je bilo vložnega v to, da je VFO dovolj stabilen. Prva različica je imela oscilator z nastavlljivo permeabilnostjo, ki je zagotavljal neverjetno stabilno delovanje. Vendar je potreboval 3D-tiskano obliko za pritrditev tuljave in dve matici, ki sta omogočali vstavljanje in izvlek medeninastega vijaka. Potreboval je ustrezno zaščito, da kapacitivnost roke med nastavljanjem postaje ni vplivala na frekvenco VFO. Kombinacija površinsko nameščenih C0G kondenzatorjev z jedkanimi vezicami naredi VFO zelo stabilen. Razloge je treba preiskati. Morda podlaga FR4 preprečuje, da bi se vezice zaradi toplote spreminjale v dimenzijah. VFO poganja prvi mešalnik z znatno količino moči. To je potrebno za pravilno preklapljanje, pri katerem diode v mešalniku porabijo zelo malo časa med popolnim vklopom in popolnim izklopom.

Ta VFO prikazuje temeljno načelo: uporaba visokokakovostnih tuljav in kondenzatorjev z ustrezno izhodno močjo bo VFO-jev

signal ohranil čist in stabilen. Za izdelavo ustreznega VFO-ja ne potrebujete dragih tranzistorjev ali celo JFET-ov. Poceni in pogosti 2N3904 ali 2N2222 so dovolj dobri za stabilno delovanje z nizko stopnjo šuma. JFET, kot je J310, bi zagotovil boljši fazni šum in ga je mogoče neposredno uporabiti v tem vezju z odstranitvijo R1 in povečanjem R2 na 1M. To še ni bilo preizkušeno.

CW delo

SSB je odličen način za brezskrbno klepetanje z lokalno družino in občasne DX-stike. Vendar pa za POTA-aktiviranje, DX-anje itd. ni nič primernejšega od CW. Bilo je nujno, da je CW omogočen na tej postaji. To omogoča preprost oscilator avdio tona, izveden z enim tranzistorjem Q18. Gre za fazni oscilator, znan po čistem zvoku. Vklopi se s kratkim stikom R82 na ozemljitev prek Morse tasterja. To generira 700 Hz ton v mikrofona, kar proizvede CW. Nekaj stranskega tona se vodi tudi v avdio ojačevalnik prek R89. Vrednost 100k lahko spremenite, da povečate ali zmanjšate CW stranski ton. S spreminjanjem vrednosti C74, C75, C76, C84 in C86 lahko spremenite stranski ton, da ustreza vašemu želenemu tonu.

Preklapljanje T/R CW je zabaven detajl. Ob pritisku na tipko se C77 hitro napolni prek D18, izklopi Q20, ki nato vklopi Q21. Q21 skrajša PTT in preklopi radio v način oddajanja. Tipka tudi ozemlji R82, kar ustvari modulacijo iz stranskega tona. Ob sprostitvi tipke se C77 počasi izprazni prek R85. To zavira vrnitev v RX, naslednji pritisk tipke pa ponovno napolni C77. Od zadnjega pritiska tipke mora preteči dovolj časa, da se C77 izprazni do točke, ko se vklopi Q20, kar izklopi Q21, sprosti PTT in vrne v sprejemni način. Pomembno je opozoriti, da se CW generira kot enoten ton na LSB. Zato je LARCSet sposoben navzkrižnega načina LSB-CW stikov. Pri delovanju CW morate odklopiti mikrofona.

Zaključek

Z LARCSetom upamo, da bomo večjemu številu radioamaterjev približali razumevanje elektronike z gradnjo in eksperimentiranjem z lastnimi radijskimi aparati. Pete Juliano, N6QW, je komentiral, da lahko radioamaterji LARCSet prilagodijo različnim pasovom s preprosto zamenjavo dveh kompletov filtrov in VFO. Upamo, da bomo z LARCSetom videli veliko radioamaterjev, ki bodo z navdušenjem nad lastnoročno izdelanim radijskim aparatom prišli na frekvenco. TIV je bil zasnovan z mislijo na spremembe in razširitve.

Predvsem pa je čisti zvok z »prisotnostjo« pri sprejemanju in oddajanju naredil to radijsko postajo prijetno za uporabo in poslušanje. Upamo, da jo bodo tudi drugi našli koristno. Vse datoteke, vključno s shemo in navodili za izdelavo, so na voljo na: <https://github.com/afarhan/larcset>



V naslednjem članku bomo objavili navodilo za gradnjo KIT kompleta.

<https://svet-el.si>



**BREZPLAČNA
POŠTNINA!**

POSEBNA PONUDBA

Ob nakupu knjige vam pripada
BREZPLAČNA poštnina



svet MEHATRONIKE



TEMATIKE

- novice
- robotika
- avtomatizacija
- strojništvo
- primeri dobre prakse

NAROČNINA

4 revije na leto



www.svet-me.si



revija@svet-me.si



01 549 14 00

TOČKA REVJE

Poiščite **brezplačno revijo**
v izbranih trgovinah!

<https://svet-me.si/tocke-revije/>



AX ELEKTRONIKA

ZALOŽNIK

AX ELEKTRONIKA d.o.o.

Depala vas 39, 1230 Domžale

TEMATIKE

- novice
- elektronika za začetnike
- programiranje
- samogradnje

NAROČNINA



<https://svet-el.si>



prodaja04@svet-el.si



01 549 14 00



svet ELEKTRONIKE