

SE
351

REVILJA ZA ELEKTRONIKO, AVTOMATIKO, RAČUNALNIŠTVO IN TELEKOMUNIKACIJE

svet ELEKTRONIKE

ISSN 1318-4679

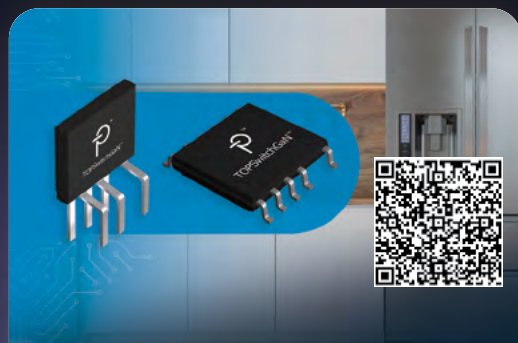


9 771 318 467 014



letnik XXXIII
maj 2026
številka 351
cena:

5,50 €



Power Integrations omogoča do 440 W moči



Arrow MultiSolutions Day Slovenia 2026



Satelitsko IOT omrežje za oddaljene regije

Kako premagati težave pri razvoju v Linux sistemih

Razvoj moderniziranega sistema vesoljskih poletov

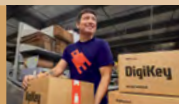
Oscilator v SOT-23 ohišju s frekvenco od 1 kHz do 30 MHz

Python in MikroPython – 4. del

Deli, ki jih
prodajamo,
vam pomagajo
navdih pretvoriti
v resničnost

Družba DigiKey vam pomaga pri preoblikovanju inovativnih zamisli v resničnost, ne glede na to, kje se vam zamisli porodijo, z izdelki, ki obsegajo od več milijonov delov do vrhunskih proizvodnih orodij.

Odkrijte 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 Polno dogodkov
Jurij Mikeln

NOVICE

- 5 Novi zelo precizni debeloplastni upori podjetja Panasonic Industry omogočajo prostorsko in stroškovno učinkovite izdelke
<https://holdings.panasonic/global>
- 6 Podjetje Power Integrations razširja flyback topologijo, da omogoči 440 W moči, ter s tem ponuja enostavnejše alternative Resonant Power rešitev
<https://www.power.com>
- 8 Podjetje onsemi predstavlja novo tehnologijo hlajenja za povečanje učinkovitosti v napravah z visoko porabo energije
<https://www.onsemi.com>
- 10 Podjetje Tria Technologies omogoča podporo več sistemom na Qualcomm-ovi strojni opremi
<https://www.tria-technologies.com>
- 12 Toshiba predstavlja optični sklopnik za avtomobilsko industrijo
<https://www.toshiba.com>

PREDSTAVLJAMO

- 14 Arrow MultiSolutions Day Slovenia 2026
Avtor: Jurij Mikeln
<https://svet-el.si>
- 16 Kako premagati težave pri razvoju v Linux sistemih z omejenimi viri
Avtor: Rolf Horn
<https://www.digikey.com>
- 21 Odprla so se vrata za razvoj moderniziranega sistema vesoljskih poletov
Avtor: Tao Lang
<https://www.microchip.com>
- 24 Oscilator v SOT-23 ohišju z nastavljivo frekvenco od 1 kHz do 30 MHz
Avtor: Andy Crofts
<https://www.analog.com>
- 27 Satelitsko IOT omrežje za oddaljene regije
Avtor: Julian Clauß
<https://www.rutronik.com>
- 30 Program razvoja čipov in polprevodniških tehnologij v Sloveniji do leta 2030
<https://fe.uni-lj.si>

PROGRAMIRANJE

- 32 UNIHAKER K10 razvojna plošča podjetja DFRobot (2. del)
Avtor: Brian Millier
- 37 Program EZNEC Pro+ kot pripomoček za načrtovanje in simulacijo delovanja anten (1. del)
Avtor: Boštjan Tovšak
- 42 Python in MikroPython – 4. del
Avtor: dr. Simon Vavpotič
- 48 Merilnik pospeška in žiroskop s PSOC™ 6 in MicroPython
<https://hackster.io>

Power Integrations omogoča do 440 W moči

Nova integrirana vezja TOPSwitch-GaN več kot podvojijo izhodno moč ter zmanjšajo stroške sistema, njegovo zapletenost in čas načrtovanja. Podjetje Power Integrations (NASDAQ: POWI), vodilni proizvajalec visokonapetostnih integriranih vezij za energetske učinkovito pretvorbo energije, je predstavili...

Stran:6**Arrow MultiSolutions Day Slovenia 2026**

Podjetje Arrow Slovenija je pripravilo izjemen dogodek konec marca v Ljubljani. Podjetje Arrow Slovenija je 25. marca pripravilo Arrow MultiSolutions Day Slovenia 2026, kjer so obiskovalci imeli enkratno priložnost mreženja z različnimi podjetji področja elektronike. Dogodek se je dogajal v Hote

Stran:14**Kako premagati težave pri razvoju v Linux sistemih**

Odprtokodna tehnologija razvijalcem elektronskih sistemov omogoča znižanje stroškov, hitrejše uvajanje izdelkov na trg in podaljšanje življenjskega cikla izdelkov, saj odpravlja ovire, povezane z lastniškimi pravicami, in spodbuja sodelovanje. Danes odprtokodne rešitve zajemajo celoten sistemski niz, od...

Stran:16**Satelitsko IOT omrežje za oddaljene regije**

V mnogih regijah konvencionalna brezžična omrežja dosega meje svojega pokritja. Nova nezemeljska omrežja (NTN) pa zagotavljajo povezljivost v območjih, ki prej niso imela mobilnega pokritja – s tehnologijo, ki doseže tudi najbolj oddaljene lokacije. S širitvijo interneta stvari (IoT) se hitro povečuje povpraševanje po brezhibni in zanesljivi povezljivosti. Mobilna...

Stran:27

RA2L2: MCU z ultra nizko porabo,

integriranim USB-C podporo na prenosne naprave. www.renesas.com



Jurij Mikeln

Polno dogodkov

Drage bralke, dragi bralci, mesec za nami je bil poln dogodkov. Najprej se je dogajala konferenca/sejem Embedded World, nato je podjetje Arrow Slovenija organiziralo enodnevni dogodek Arrow MultiSolutions Day Slovenia 2026, temu pa je sledil še industrijski sejem MIS v Celju.

Poročili iz Embedded World in MIS sledita v naslednji številki naše revije, v tokratni številki pa si preberite, kako je potekal najbolj zanimiv dogodek za elektronike v Sloveniji. Resnično si organizator zasluži vse čestitke, da je v Ljubljano pripeljal 54 podjetij iz celega sveta.

Tokratna številka bo morda malce bolj obarvana z SBC-ji – ali po slovensko računalniki na eni plošči (angl. single board computer). Brian bo nadaljeval z opisom UNIHAKER K10 razvojne plošče podjetja DFRobot, podjetje DigiKey predstavlja BeagleBoard, naš avtor Simon pa predstavlja programiranje SBC s Python in z MicroPython programom. Predstavil je osnovo, kako se lotiti programiranja drona, prikazal je tudi simulator, v katerem najprej preizkusimo naš program, preden ga naložimo na dejanskega drona. Na svojem PC-ju imam simulator drona, ampak ta, ki ga je predstavil Simon je nekaj posebnega, saj drona premikamo s Python ukazi.

Zanimiv pa bo tudi članek o programu za modeliranje anten – oziroma programu, v katerem lahko vidimo odziv antene v prostoru. Tokrat objavljamo 1. del članka, kjer se spoznamo s programskim okoljem – ki je malce neintuitivno, ampak se splača pregristi skozi začetne težave, saj je program EZNEC odličen pripomoček za načrtovanje anten. Da niti ne omenjam, da je opisana verzija programa brezplačna za uporabo.

Pomlad je tukaj, lahko bomo načrtovali in postavljali antene med cvetočimi drevesi in v najavi pomladanskih neviht. Verjetno bi imeli rajši več cvetočih dreves, kot neviht, ampak spomladi se je pač treba pripraviti tudi na nevihte. Upam, da vas ne bodo preveč prizadele. Slovenija si namreč še vedno »liže rane« od zadnjih velikih poplav, saj so redne volitve v parlament, kot kaže, »prehitro« prišle za vlado v odhodu.

Lep pozdrav!

Jure

REVIJA ZA ELEKTRONIKO,
AVTOMATIKO,
RAČUNALNIŠTVO
IN TELEKOMUNIKACIJE

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

Glavni in odgovorni urednik:
JURIJ MIKELN, dipl.inž.
Tel.: 01 549 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.

Električni pastir

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

<https://svet-el.si> Kode: 5ELU0056, 5ELU0059,...

Novi zelo precizni debeloplastni upori podjetja Panasonic Industry omogočajo prostorsko in stroškovno učinkovite izdelke

Panasonic Industry

Razširitev ponudbe preciznih izdelkov: dvojna gostota moči s preciznostjo na ravni tankoplastnih elementov (0,1 %, 25 ppm).



Nova serija zelo preciznih debeloplastnih uporov Panasonic ERJPC dosega raven preciznosti, ki je bila doslej mogoča le s tankoplastno tehnologijo, ter strankam ponuja višjo gostoto moči in stroškovno učinkovito delovanje. S temperaturnim koeficientom upora (TCR) že od 25 ppm/K in možnostmi ozkih toleranc do $\pm 0,1$ % in $\pm 0,5$ % novi upori zagotavljajo dvakrat večjo gostoto moči kot tankoplastne rešitve.

Clara Lagomarsini, vodja izdelkov v poslovni diviziji Device Solution pri Panasonic Industry, pojasnjuje: »Številne aplikacije – kot so sistemi za upravljanje baterij (BMS), elektronske krmilne enote (ECU), gospodinski aparati ter sistemi za industrijsko in tovarniško avtomatizacijo – zahtevajo zelo precizne komponente.« Naša debeloslojna tehnologija predstavlja resnično alternativo tankoslojni tehnologiji. Nova serija debeloslojnih izdelkov ERJPC združuje visoko preciznost in stabilnost v različnih okoljskih pogojih ter hkrati odpira novo pot k dolgoročni stroškovni učinkovitosti.

Debeloslojni upori iz serije ERJPC imajo do dvakrat večjo nazivno moč kot tankoslojni upori – 0,2 W pri izdelkih v ohišju velikosti 0603 in 0,25 W pri enotah v ohišju velikosti 0805. Ta višja gostota moči projektantom omogoča, da tankoplastne komponente nadomestijo z upori ERJPC v manjših ohišjih, s čimer prihranijo do 50 % prostora in hkrati znatno zmanjšajo stroške. Dolgoročna stabilnost je še ena pogosta težava, ki jo rešujejo nove komponente. Z združevanjem visoke preciznosti in nizkega koeficienta temperaturne odvisnosti (TCR) debeloplastni upori ERJPC dosegajo skupno toleranco, ki je znatno boljše od konvencionalnih debeloplastnih uporov in se približuje zmogljivosti tankoplastnih uporov.

Podjetje Panasonic Industry je z uporabo naprednih materialov in optimiziranih konstrukcij razvilo novo serijo zelo preciznih debeloplastnih uporov ERJPC. Nova serija je izdelana iz materialov brez svinca, zaradi česar je serija ERJPC skladna z direktivo RoHS in v skladu s Panasonic-ovo globalno zavezo k trajnostnemu razvoju. Izdelki so v celoti skladni s standardom AEC-Q200, kar omogoča njihovo uporabo v avtomobilski industriji.

Za več informacij o novi seriji zelo natančnih debeloplastnih senzorjev ERJPC podjetja Panasonic obiščite: ERJPC [1]



Vir:

- 1: <https://industry.panasonic.eu/products/components/resistors/fixed-chip-resistors-smd/high-precision-chip-resistors/ERJPC-high-precision-thick-film-chip-resistor>

O podjetju Panasonic Industry Europe GmbH

Panasonic Industry Europe GmbH je del globalne organizacije Panasonic Industry, ki je ena od petih glavnih operativnih družb v skupini Panasonic Holding. Panasonic Industry Europe zagotavlja izdelke in storitve za industrijske stranke po vsej Evropi.

Panasonic Industry Europe si prizadeva strankam omogočiti doseganje njihovih ciljev v številnih industrijskih sektorjih, kot so mobilnost, infrastruktura, avtomatizacija, medicina, naprave, pametno življenje in varnost. Z znanjem o napravah in tehnologijah rešitev, ki ga goji z globalno miselnostjo in več kot stoletno tradicijo, Panasonic Industry tesno sodeluje s strankami pri ustvarjanju trajnostne prihodnosti.

Širok in raznolik portfelj izdelkov podjetja Panasonic Industry Europe zajema ključne sektorje elektronskih komponent, vključno z elektromehanskimi in pasivnimi komponentami, baterijami in drugimi energetskimi izdelki, senzorji in moduli

za brezžično povezljivost, materiali za upravljanje toplote in rešitvami po meri ter napravami in rešitvami za avtomatizacijo.

Več o Panasonic Industry Europe: <http://industry.panasonic.eu>

O skupini Panasonic

Skupina Panasonic, ki je bila ustanovljena leta 1918 in je danes vodilna na področju razvoja inovativnih tehnologij in rešitev za široko uporabo v sektorjih potrošniške elektronike, stanovanjske gradnje, avtomobilske industrije, industrije, komunikacij in energije po vsem svetu, je 1. aprila 2023 prešla na sistem delujočih družb, pri čemer je Panasonic Holdings Corporation v vlogi holdinga, pod njenim okriljem pa deluje osem družb.

Skupina je za poslovno leto, ki se je končalo 31. marca 2025, izkazala konsolidirani čisti prihodek od prodaje v višini 51,6 milijarde evrov (8.458,2 milijarde jenov).

Če želite izvedeti več o skupini Panasonic, obiščite: <https://holdings.panasonic/global/>

<https://holdings.panasonic/global>



Podjetje Power Integrations razširja flyback topologijo, da omogoči 440 W moči, ter s tem ponuja enostavnejše alternative Resonant Power rešitev

Power Integrations

Nova integrirana vezja TOPSwitchGaN več kot podvojijo izhodno moč ter zmanjšajo stroške sistema, njegovo zapletenost in čas načrtovanja.

Podjetje Power Integrations (NASDAQ: POWI), vodilni proizvajalec visokonapetostnih integriranih vezij za energetsko učinkovito pretvorbo energije, je predstavilo prebojno novost na področju flyback topologije, s katero je razširilo zmogljivostni razpon flyback pretvornikov na 440 W. To močno presega omejitve, ki so tradicionalno zahtevale bolj zapletene resonančne in LLC-topologije. Nova družina flyback IC-jev TOPSwitchGaN™ [1] združuje revolucionarno tehnologijo PowiGaN™ [2] tega podjetja z njegovo ikonično arhitekturo TOPSwitch™ [3] IC-jev, s čimer zmanjšuje zapletenost, v mnogih primerih odpravlja

potrebo po hladilnih telesih, skrajša čas načrtovanja, izboljša možnosti proizvodnje in zniža skupne stroške sistema.

»To je več kot le nadgradnja izdelka – gre za temeljito spremembo v načinu, kako inženirji pristopajo k načrtovanju napajalnikov,« je dejal Silvestro Fimiani, direktor za trženje izdelkov pri podjetju Power Integrations. »Že desetletja so morali razvijalci zaradi vse večje porabe energije prehajati na resonančne topologije, kot je LLC. S tehnologijo TOPSwitchGaN razširjamo uporabo flyback-topologije na območje moči, ki je bilo doslej

nedosegljivo, in inženirjem omogočamo, da z veliko preprostejšo arhitekturo dosežejo visoko učinkovitost in zmogljivost.«

Integrirana vezja TOPSwitchGaN zagotavljajo 92-odstotni izkoristek v celotnem območju obremenitve – od 10 do 100 odstotkov obremenitve – in s porabo energije manj kot 50 mW v stanju pripravljenosti in izklopljenem stanju brez težav presegajo zahteve evropskih predpisov o energetsko povezanih izdelkih (ErP). Naprava to doseže brez potrebe po sinhronem usmerjanju.

PowigaN stikala zagotavljajo precej nižjo vrednost RDS(ON) kot stikala narejena na podlagi silicija. To pomeni manjše prevodne izgube, kar bistveno poveča zmogljivost flyback pretvornikov. Te nove naprave vključujejo 800-voltna PowigaN stikala, ki zagotavljajo odlično odpornost proti prenapetostim in nizke izgube pri preklapljanju, kar pomeni, da lahko delujejo pri frekvencah preklapljanja do 150 kHz, s čimer se zmanjša velikost transformatorja.

Poraba v mirovanju pri 230 VAC, vključno z zaznavanjem napetosti omrežja, znaša precej pod 50 mW, pri 300 mW vhodne moči pri 230 VAC pa je na voljo do 210 mW izhodne moči za izvajanje vzdrževalnih funkcij, ko so naprave v stanju pripravljenosti.

Fimiani je nadaljeval: »Kot prva naprava, ki je v majhnih ohišjih združila offline stikalne pretvornike – in s prodajo več milijard enot od leta 1994 – ime TOPSwitch pomeni inovativnost na področju pretvorbe energije. Inženirji se zanašajo na TOPSwitch zaradi njegove učinkovitosti in enostavnosti uporabe, zdaj pa so te prednosti na voljo za še širši spekter projektov.« TOPSwitchGaN razširja območje moči flyback arhitekture na 440 W – kar je bilo doslej pri tej arhitekturi nezaslišano – in s tem omogoča uporabo flyback arhitekture v aplikacijah, ki so prej zahtevale bolj zapletene topologije.

Novi integrirani vezji sta na voljo v dveh izvedbah. Za ultra tanke konstrukcije nizkoprofilno ohišje eSOP™-12 za površinsko montažo omogoča izhodno moč 135 W (85–265 VAC) brez hladilnega telesa, kar je primerno za aplikacije, kot so gospodinjski aparati. Navpična usmeritev ohišja eSIP™-7 zmanjša zasedeno površino na tiskanem vezju in ima toplotno impedanco, enakovredno tranzistorju v TO-220 ohišju. Z namestitvijo kovinskega hladilnika s pomočjo preproste sponke se doseže razširjen razpon moči za aplikacije, kot so električna orodja, električna kolesa in odpiralci garažnih vrat. Ker so integrirana vezja TOPSwitchGaN pin združljiva z integriranimi vezji za stikalne napajalnike TinySwitch™-5 [4], lahko projektanti uporabijo isto metodologijo za aplikacije z močmi od 10 W do 440 W.

Viri in dobavljivost

Cena za TOPSwitchGaN se začne pri 1,00 \$ za količino 10.000 kosov (TOP7074K-TL). Na voljo so naslednji materiali za referenčne zasnove:

- DER-1079 [5] – Ta komplet uporablja čip TOP7074K za izdelavo 60 W izoliranega napajalnika s flyback vezjem in širokim delovnim območjem za gospodinjske aparate;



- DER-1019 [6] – Ta komplet vsebuje izolirano industrijsko napajalno enoto tipa flyback z močjo 356 W (89 V / 4 A), ki temelji na čipu TOP7078E;
- RDK-1018 [7] – Ta komplet za polnjenje e-koles je 168-vatni izolirani flyback polnilnik s širokim delovnim območjem, ki uporablja čip TOP7075E.

Za več informacij se obrnite na prodajnega predstavnika podjetja Power Integrations ali na enega od pooblaščenih distributerjev po vsem svetu – DigiKey, Newark, Mouser in RS Components – ali obiščite spletno stran power.com.

Viri:

- 1: https://www.power.com/products/topswitch/topswitchgan?utm_source=business-wire&utm_medium=pr&utm_campaign=PR-03-23-2026-GLOBAL-TOPSwitchGaN-Product-Launch&utm_content=acdc-product 
- 2: https://www.power.com/company/our-innovations/powigan-technology?utm_source=business-wire&utm_medium=pr&utm_campaign=PR-03-23-2026-GLOBAL-TOPSwitchGaN-Product-Launch&utm_content=acdc-innovation 
- 3: https://www.power.com/products/topswitch/topswitch?utm_source=business-wire&utm_medium=pr&utm_campaign=PR-03-23-2026-GLOBAL-TOPSwitchGaN-Product-Launch&utm_content=acdc-product-class 
- 4: https://www.power.com/products/tinyswitch/tinyswitch-5?utm_source=business-wire&utm_medium=pr&utm_campaign=PR-03-23-2026-GLOBAL-TOPSwitchGaN-Product-Launch&utm_content=acdc-product 
- 5: https://www.power.com/der-1079?utm_source=business-wire&utm_medium=pr&utm_campaign=PR-03-23-2026-GLOBAL-TOPSwitchGaN-Product-Launch&utm_content=acdc-design 
- 6: https://www.power.com/der-1019?utm_source=business-wire&utm_medium=pr&utm_campaign=PR-03-23-2026-GLOBAL-TOPSwitchGaN-Product-Launch&utm_content=acdc-design 
- 7: https://www.power.com/rdr-1018?utm_source=business-wire&utm_medium=pr&utm_campaign=PR-03-23-2026-GLOBAL-TOPSwitchGaN-Product-Launch&utm_content=acdc-design 

<https://www.power.com>

Podjetje onsemi predstavlja novo tehnologijo hlajenja za povečanje učinkovitosti v napravah z visoko porabo energije

ONSEMI

Top-cool ohišje zagotavlja odlično toplotno učinkovitost, zanesljivost in fleksibilnost pri načrtovanju za električna vozila, sončno infrastrukturo in sisteme za shranjevanje energije

Podjetje onsemi je lansiralo svoje MOS-FET-ov EliteSiC v standardnem ohišju T2PAK s hlajenjem na zgornji strani, s čimer predstavlja napredek na področju ohišij za močnostne komponente v avtomobilskih in industrijskih aplikacijah. Ta nova ponudba zagotavlja izboljšano toplotno učinkovitost, zanesljivost in fleksibilnost pri načrtovanju za zahtevne visokozmogljive in visokonapetostne aplikacije na trgih, kot so električna vozila, sončna infrastruktura in sistemi za shranjevanje energije.

Najnovejša ponudba MOSFET-ov EliteSiC podjetja onsemi z napetostjo 650 V in 950 V v ohišju T2PAK združuje vodilno tehnologijo silicijevega karbida, ki predstavlja eno najbolj inovativnih oblik ohišij z zunanjim hlajenjem. Prvi izdelki se že dobavljajo ključnim strankam, dodatni izdelki pa so načrtovani za četrto četrtletje leta 2025 in naprej.

Z uvedbo T2PAK v svojo družino EliteSiC podjetje onsemi ponuja zmogljivo novo rešitev za stranke iz avtomobilске in industrijske panoge, ki v zahtevnih visokonapetostnih aplikacijah iščejo učinkovitost, kompaktnost in vzdržljivost.

Zakaj je to pomembno?

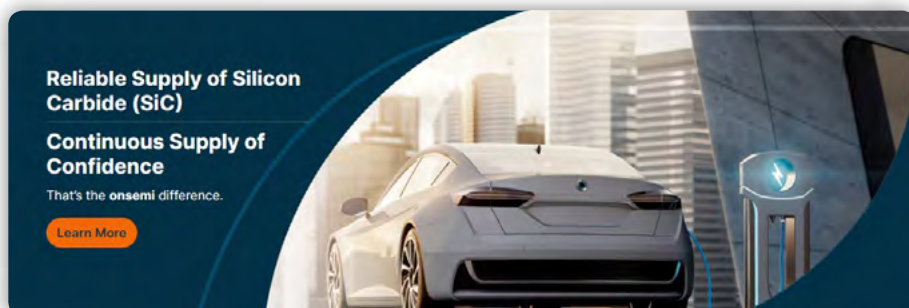
Zaradi večjih zahtev po moči v aplikacijah, kot so solarni pretvorniki, polnilniki za električna vozila in industrijske napajalne naprave, je učinkovito upravljanje toplote postalo ključni inženirski izziv. Pri običajnih ohišjih so razvijalci pogosto prisiljeni izbirati med toplotno učinkovitostjo in zmogljivostjo stikalnega pretvornika. Rešitev EliteSiC T2PAK rešuje ta problem z učinkovitim prenosom toplote s tiskalnega vezja (PCB) neposredno v hladilni sistem, kar omogoča vrhunsko zmogljivost brez kompromisov. Rezultat tega je:

- *Izjemna toplotna učinkovitost in nižje delovne temperature*
- *Manjša obremenitev komponent, kar*



podaljšuje življenjsko dobo sistema

- *Večja gostota moči in kompaktna zasnova sistema*
- *Poenostavljena zasnova sistema za hitrejšo uvajanje izdelkov na trg*
- *»Upravljanje toplote je eden najpomembnejših izzivov, s katerimi se danes soočajo projektanti napajalnih sistemov na avtomobilskem in industrijskem trgu. Projektanti napajalnih sistemov na avtomobilskem in industrijskem trgu iščejo rešitve, ki brez kompromisov zagotavljajo učinkovitost in zanesljivost.« »Z našo tehnologijo EliteSiC in inovativnim ohišjem T2PAK s hlajenjem na zgornji strani lahko stranke dosežejo vrhunsko toplotno učinkovitost in fleksibilnost pri načrtovanju, kar jim omogoča razvoj izdelkov naslednje generacije, ki se izkazujejo v današnjem konkurenčnem okolju.« je dejal Auggie Djekic, podpredsednik in vodja oddelka SiC pri podjetju onsemi.*



Kako deluje

Vrhunski hladilni sistem T2PAK zagotavlja optimalno ravnovesje med odvodom toplote in zmogljivostjo preklapljanja, saj omogoča neposredno toplotno povezavo med MOSFET-om in hladilnim telesom.

Ta zasnova zmanjšuje toplotni upor med spojem in hladilnikom ter podpira širok razpon vrednosti $R_{ds(on)}$ (od 12 m Ω do 60 m Ω), kar omogoča večjo prožnost pri načrtovanju. Ključne tehnične značilnosti vključujejo:

- Vrhunska toplotna učinkovitost zaradi neposrednega odvajanja toplote v hladilnik sistema, kar omogoča preprečevanje toplotnih omejitev tiskanega vezja
- Zagotavlja nizko induktivnost, kar omogoča hitrejše preklapljanje in manjše izgube energije
- Združuje prednosti ohišij TO-247 in D2PAK brez večjih pomanjkljivosti

Z odličnimi tehničnimi lastnostmi rešitve EliteSiC v ohišju T2PAK z zunanjim hlajenjem lahko razvijalci ustvarijo kompaktnjše, hladnejše in učinkovitejše sisteme.

Več informacij:


T2PAK Proizvodi:

- <https://www.onsemi.com/products/discrete-power-modules/silicon-carbide-sic/silicon-carbide=-sic-mosfets#products-> 



`fi0xMX52YWx1ZX4xflQyUEFLLTcgMTEuODB4M-TQuMDB4My41MCwgMS4yN1B+c3Rh dHVzfnZhbHVl-fjJ+IX5MYXN0IFNoaXBtZW50c34hfk9ic29sZXRIfg==`

EliteSiC Portfolio:

- <https://www.onsemi.com/products/discrete-power-modules/silicon-carbide-sic> 

Povzeto po:

- <https://www.onsemi.com/company/news-media/press-announcements/en/onsemi-launches-new-cooling-packaging-technology-to-drive-efficiency-in-power-hungry-applications>

Slika vir: onsemi
<https://www.onsemi.com>

Rittal – The System.

Faster – better – everywhere.



Ri4Power

Modularni sistem za prilagodljive nizkonapetostne stikalne naprave in razdelilnike električne energije

VX25 **Ri4Power** je preizkušen modularni sistem za nizkonapetostne stikalne naprave do 6300 A, zasnovan za okolja, kjer štejeta maksimalna varnost in popolna fleksibilnost. Sistem združuje ohišje in zbiralni sistem v eni celoti ter omogoča hitro, čisto in standardizirano sestavljanje po IEC 61439-1. Sistem nudi stopnjo zaščite do IP 54, preverjeno zaščito pred električnim oblikom po IEC/TR 61641 ter zaščito pred dotikom IP 2X.



Več o podrobnostih,
ki naredijo razliko.

ODKRIJTE



OHIŠJA

ELEKTRIČNI RAZVODI

KLIMATIZACIJA

IT INFRASTRUKTURA

PROGRAMI IN SERVIS

FRIEDHELM LOH GROUP

www.rittal.si

Podjetje Tria Technologies omogoča podporo več sistemom na Qualcomm-ovi strojni opremi

Tria Technologies GmbH

Tria Technologies je razširilo podporo operacijskim sistemom na svoji strojni opremi.

Podjetje Tria Technologies, del skupine Avnet, ki se ukvarja z načrtovanjem in proizvodnjo ugnezenih računalniških plošč, sistemov in vmesnikov za človek-stroj, je razširilo podporo operacijskim sistemom na svoji strojni opremi, ki temelji na Qualcomm strojni opremi.

Zdaj so na voljo Yocto Linux, Windows 11 IoT in Android, kar omogoča neprimerljivo izbiro in prožnost pri načrtovanju na eni sami strojni platformi.

»Z izjemno široko paleto podpore lahko stranke podjetja Tria izberejo operacijski sistem, ki najbolje ustreza njihovim potrebam, hkrati pa izkoristijo prednosti strojne opreme na osnovi ARM,« je dejal Christian Bauer, vodja trženja izdelkov v podjetju Tria Technologies. »Vsak operacijski sistem ponuja svoje prednosti. S podporo za celotno paleto naših Qualcommovih plošč lahko stranke ohranijo svoj najljubši operacijski sistem, hkrati pa uživajo v izboljšani zmogljivosti in učinkovitosti, širših možnostih uporabe ter vgrajeni pospešitvi umetne inteligence po konkurenčnih cenah.«

Yocto Linux

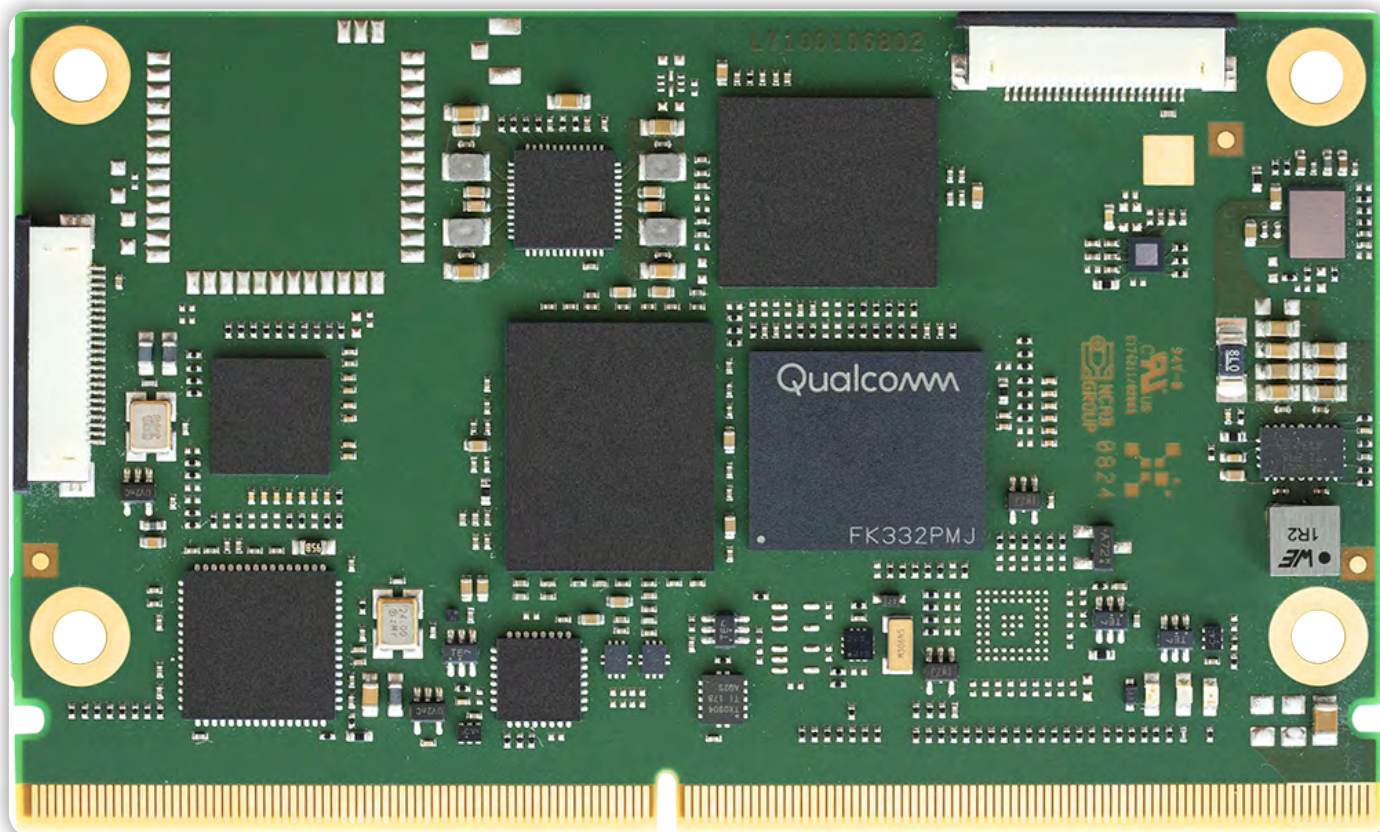
Ta izdaja temelji na Qualcomm Linux 1.7 kot platformnem BSP in jedru Linux 6.6 LTS. Celoten programski paket je mogoče sestaviti in prilagoditi z uporabo okvira Yocto Scarthgap in MSC LDK, ki zagotavljata celoten nabor orodij, gonilnikov in programskih komponent, potrebnih za učinkovito uvajanje aplikacij.

Usklajenost z Linuxovim jedrom LTS višje stopnje zagotavlja dostopnost varnostnih popravkov, izboljšuje upravljanje ranljivosti in omogoča dolgoročno vzdrževanje, s čimer prispeva k prizadevanjem za skladnost z Zakonom o kibernetiki in odpornosti (CRA). Kot prevladujoči operacijski sistem na trgih ugnezenih in industrijskih sistemov ta različica Yocto utrjuje vodilni položaj podjetja Tria na področju razvoja ugnezenih rešitev in ostaja temelj njegove strategije za ARM programsko opremo.



Windows 11 IoT na ARM

Podjetje Tria je začelo dobavljati plošče Windows 11 IoT, ki temeljijo na zaganjalniku Qualcomm UEFI. Stranke lahko sistem Windows na ARM uporabljajo v ugnezenih in industrijskih okoljih, kar pomeni odmik od več desetletij trajajoče zavezanosti x86-različicam. Prehod na sisteme, ki temeljijo na operacijskem sistemu Windows, ne ogroža več združljivosti aplikacij in omogoča delovanje sistema Windows na strojni opremi z nižjo porabo energije ter zmanjša skupne stroške sistema. Ta izdaja uvaja tudi dodatno podporo za AMI UEFI Firmware, kar prinaša razširjene funkcije, kot je zagon prek NVMe, pri čemer so za konec tega leta načrtovane še dodatne razširitve.



Android 16

Čeprav je podpora za Android 13 že danes na voljo uporabnikom Tria, je Android 16 načrtovan za četrto četrtletje leta 2026. Ta različica prinaša preizkušene mobilne zmogljivosti v industrijske aplikacije z dolgim življenjskim ciklom, kot so robustni tablični računalniki in naprave za terensko servisiranje v naftni in plinski industriji, robotiki ter drugih zahtevnih delovnih okoljih. Celotna paleta vmesnikov in funkcij Tria je podprta že v standardni opremi.

»Še naprej smo vodilni v panogi, kar zadeva izbiro, kakovost in vsestranskost,« nadaljuje Bauer. »Osredotočeni smo na podporo strankam ter jim zagotavljamo rešitve in prožnost, potrebne za razvoj rešitev prihodnosti. Ta najava predstavlja ključni mejnik za razvoj ugnезdenih sistemov. Še nikoli doslej stranke niso imele tako neomejenega dostopa do operacijskih sistemov na standardizirani strojni opremi.«

Podpora za Ubuntu je na voljo tudi na zahtevo prek podjetja Tria. Za več informacij obiščite: <https://www.tria-technologies.com/>

O podjetju Tria

Podjetje Tria, del skupine Avnet, ponuja ugnезdene računalniške plošče, sisteme ter s tem povezane storitve na področju načrtovanja in proizvodnje. Tria ponuja vodilne rešitve na trgu za ugnезdene računalniške sisteme in napredne aplikacije, pri čemer ima lastne obrate za načrtovanje in proizvodnjo v Evropi ter razširjene zmogljivosti za načrtovanje in proizvodnjo v Severni Ameriki in Aziji. Ne glede na to, ali potrebujejo serijske računalniške module ali popolne, po meri izdelane sisteme, velika multinacionalna podjetja proizvajalcev originalne opreme (OEM) zaupajo podjetju Tria, da jim pomaga pri uvedbi njihovih izdelkov na trg.

<https://www.tria-technologies.com>



BeeProg2C

60-0059_PROG BeeProg2C



 AX ELEKTRONIKA

GENERALNI ZASTOPNIK ZA SLOVENIJO: AX ELEKTRONIKA d.o.o., Ljubljana
00386 (0)1 549 14 00 // www.svet-el.si // stik@svet-el.si

Toshiba predstavlja optični sklopnik za avtomobilsko industrijo

Toshiba

Vgrajen v tankem ohišju z veliko električno razdaljo in visoko izolacijsko napetostjo.

Podjetje Toshiba Electronic Devices & Storage Corporation („Toshiba“) je na trg lansiralo optični sklopnik s fotonapetostnim izhodom „TLX9920“ v tankem ohišju SO6L z dolgim električnim razmakom, namenjen za polprevodniške releje (SSR)[1] v avtomobilski opremi. Serijska dobava se je že začela.

Povpraševanje po relejih za avtomobilsko opremo z daljšo življenjsko dobo narašča, kar je privedlo do vse pogostejše uporabe SSR namesto mehanskih relejev. Glede na to, da se avtomobilski sistemi nenehno razvijajo, se pričakuje, da se bo prehod na SSR še pospešil.

TLX9920 je primeren za uporabo kot gonilnik vrat za visokonapetostne močnostne MOSFET-e, ki se uporabljajo v SSR. V kombinaciji z visokonapetostnim močnostnim MOSFET-om omogoča preklapljanje visoke napetosti in visokega toka, kar je pri optičnih sklopnikih težko doseči. Ker SSR-ji nimajo fizičnih stikov, za razliko od mehanskih relejev, sta izključena obraba kontaktov in potreba po rednem vzdrževanju. TLX9920 je skladen tudi s standardom AEC-Q101, standardom za zanesljivost avtomobilskih elektronskih komponent.

Vgrajen je v ohišje SO6L z dielektrično razdaljo več kot 8 mm, kar omogoča visoko izolacijsko napetost (BVs = 5000 Vrms). Mednarodni standard IEC 60664-1[2] na primer zahteva dielektrično razdaljo 5,6 mm ali več za uporabo v okoljih s stopnjo onesaženosti 2 in delovno napetostjo 400 V ali več. TLX9920 izpolnjuje to zahtevo.

TLX9920 je primeren za uporabo v visokonapetostnih sistemih in v zahtevnih okoljskih pogojih. Uporablja se lahko v številnih stikalnih aplikacijah v avtomobilski opremi, sistemih za shranjevanje energije (ESS) in industrijski energetski opremi.

Možnosti uporabe

- *Avtomobilska oprema: sistemi za upravljanje akumulatorjev (BMS), vgrajeni polnilniki, pretvorniki itd.*
- *Industrijska oprema: sistemi za shranjevanje energije (ESS).*

Ključne lastnosti

- *Tanka in dolga ovojna razdalja: SO6L (3,84 × 10,0 × 2,1 (mm))*
- *Dolga ovojna razdalja: 8 mm (min.)*
- *Visoka izolacijska napetost: BVS = 5000 Vrms (min.)*
- *Napetost v odprtem stanju: VOC = 13,5 V (min.)*



Optični sklopniki za avtomobilsko industrijo (vir: Toshiba)

- *Kratkostični tok: ISC=8μA (min)*
- *Certificiran po standardu AEC-Q101*

Toshiba bo še naprej prispevala k gradnji varne in trajnostne družbe z razvojem izdelkov za avtomobilsko in industrijsko opremo, ki povečujejo zanesljivost in spodbujajo tehnološke inovacije.

Več informacij je na voljo na povezavi [3]

Viri:

- *1: Polprevodniški releji, ki se uporabljajo za krmiljenje visokozmogljivih obremenitev (grelnih elementov, motorjev) z nizkonapetostnimi signali. Primarna (krmilna) stran in sekundarna (stikalna) stran sta električno ločeni z izolacijsko pregradno, kar omogoča preklapljanje tokokrogov, neposredno priključenih na izmenične napetosti, ali preklapljanje med napravami z različnimi ozemljitvenimi potenciali.*
- *2: Standard, ki določa načela, zahteve in preskusne metode za usklajevanje izolacije za sisteme do 1000 V izmenične napetosti ali 1500 V enosmerne napetosti.*
- *3: <https://toshiba.semicon-storage.com/info/lo-okup.jsp?pid=TLX9920>*



Povzeto po:

- *<https://toshiba.semicon-storage.com/ap-en/company/news/news-topics/2026/03/isolators-solid-state-relays-20260318-1.html>*

<https://www.toshiba.com>



Placebo programska oprema

Vedno naj bi obstajal še en program, še eno orodje, še en klik, s katerim bo naprava hitrejša, čistejša, varnejša in bolj odzivna.



SEVERNA KOREJA

Severnokorejski zaposleni na daljavo pod različnimi pretvezami delajo za ameriška podjetja in v svojo državo na skrivaj pošiljajo milijone dolarjev. Več sto podjetij ima med zaposlenimi severnokorejske operativce, ne da bi to sploh vedela.



MONITORPRO:

- Videokonferenčni sistemi
- Poslovno obveščanje
- Podatkovna analitika

Samsung Galaxy A37 | Xiaomi Redmi Note Pro 15 | Honor Magic 8 Lite | Honor 600 Lite | Fotonski čipi za AI | Osveževanje z 1 Hz | Antisocialna omrežja | Nemicrosoftove pisarne

Arrow MultiSolutions Day Slovenia 2026

AX elektronika d.o.o.
Avtor: Jurij Mikeln
E-pošta: stik@svet-el.si

Podjetje Arrow Slovenija je pripravilo izjemen dogodek konec marca v Ljubljani.



Podjetje Arrow Slovenija je 25. marca pripravilo Arrow MultiSolutions Day Slovenia 2026, kjer so obiskovalci imeli enkratno priložnost mreženja z različnimi podjetji področja elektronike. Dogodek se je dogajal v Hotelu Four Points by Sheraton Ljubljana Mons, kjer se je predstavilo 54 različnih proizvajalcev elektronskih komponent, ki so bili ves dan prisotni na razstavnem delu.

Hkrati so se odvijala strokovna predavanja v dveh ločenih sekcijah. Skupaj je bilo organiziranih 10 predavanj.

Če naštejemo samo nekaj tem, ki ste jih lahko poslušali na predavanjih: krmiljenje motorjev s pomočjo CoolGaN, industrijski konektorji za pametne naprave, nove SiC naprave, brezžične povezljivosti, e-Mobilnost, uporaba močnih MOSFET-ov, IoT rešitve, AI na robu in še mnogo drugih.

Do sedaj še nikomur v Slovenijo ni uspelo na eno mesto pripeljati 54 različnih proizvajalcev elektronskih komponent iz celega sveta. Ta izjemen dogodek je nadaljevanje dogodka, ki



ga je podjetje Arrow Slovenija organiziralo že lani, letos pa so z udeležbo vseh proizvajalcev presegli vsa pričakovanja. Poznavalci elektronske industrije boste prepoznali večino podjetij, ki so se predstavila. In kar je najpomembnejše, z njimi ste lahko poklepetali in navezali bolj pristne stike, kot pa bi to lahko naredili na recimo Embedded World ali kakšnem drugem dogodku.

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

Na dogodku so predstavili tudi predstavnike uspešnih slovenskih podjetij na področju AI, ki so bili na voljo za vprašanja in diskusije.

V uredništvu revije Svet elektronike čestitamo organizatorju dogodka, direktorju podjetja Arrow Slovenija g. Simonu Rusjanu za res lep in izjemno bogat dogodek. Ni namreč lahko pripeljati v Slovenijo predstavnike vseh navedenih podjetij.

Upamo, da podjetje Arrow Slovenija tudi naslednje leto spet organizira podoben dogodek.

<https://svet-el.si>



Kako premagati težave pri razvoju v Linux sistemih z omejenimi viri

DigiKey
Avtor: Rolf Horn

Odprtokodna tehnologija razvijalcem elektronskih sistemov omogoča znižanje stroškov, hitreje uvajanje izdelkov na trg in podaljšanje življenjskega cikla izdelkov, saj odpravlja ovire, povezane z lastniškimi pravicami, in spodbuja sodelovanje.

Danes odprtokodne rešitve zajemajo celoten sistemski niz, od operacijskih sistemov do strojne opreme enoploščnih računalnikov (SBC) in intelektualne lastnine na področju polprevodnikov.

Vendar pa pri uporabi sistema Linux na napravah z omejenimi viri, kot so sistemi industrijskega interneta stvari (IIoT) in robotski sistemi, ostajajo velike zahteve po računalniški zmogljivosti, varnostna tveganja in izzivi v zvezi z deterministično zakasnitvijo.

Ta članek na kratko obravnava izzive, s katerimi se soočajo razvijalci pri uvajanju sistema Linux v sisteme z omejenimi viri. Nato predstavi enoploščni računalnik (SBC) BeagleV-Fire [1] spletne strani BeagleBoard.org v kombinaciji z Linuxom ter opisuje, kako lahko ta rešitev poveča prihodnjo fleksibilnost pri razvoju. Vključena je tudi predstavitev, kako uporabiti odprtokodne pakete za podporo ploščam (BSP) podjetja Microchip Technology [2] za vzpostavitev začetne konfiguracije sistema Linux.

Izzivi razvoja odprtokodnih rešitev v ugnezenih sistemih

Uporaba odprtokodnih tehnologij v razvoju ugnezenih sistemov je že dobro uveljavljena. Tako načrtovanje strojne opreme kot integracija programske opreme sta pospešena z uporabo takoj uporabnih virov, ki jih ustvarja širok ekosistem proizvajalcev in posameznih inženirjev. Zlasti zaradi svoje prilagodljivosti je Linux postal vodilna programska rešitev za sisteme, ki zahtevajo omrežno povezljivost, visokokakovostne aplikacijske okvire in integracijo umetne inteligence (AI).

Vendar pa namestitve sistema Linux na naprave z omejenimi viri prinaša dodatne vidike, ki jih je treba upoštevati:

- **Računske zahteve:** Tradicionalni mikrokontrolerji (MCU) težko izpolnjujejo zahteve po pomnilniku in shranjevanju celo pri najmanjših distribucijah Linuxa. Ko razvijalci dodajajo storitve v ozadju za podporo aplikacijam, podsistemom in okvirom v uporabniškem prostoru (USF), ti podsistemi porabijo več virov, zaradi česar so obsežni programski sklopi neizvedljivi.
- **Zakasnitev:** Aplikacije, ki zahtevajo visoko natančnost, kot sta robotika in industrijska avtomatizacija, potrebujejo predvidljivo časovno usklajevanje za koordinacijo

sistema in varnost delovanja. Čeprav funkcija `PREEMPT_RT` jedra Linux izboljšuje determinizem, namenski operacijski sistemi v realnem času (RTOS) zagotavljajo manjšo zakasnitev in manjšo obremenitev za strojno opremo z omejenimi viri.

- **Varnost:** Ugnezdeni sistemi, nameščeni v javnih okoljih, so izpostavljeni tveganju nepooblaščenega dostopa, zato so standardni varnostni ukrepi, kot so varen zagon, zaščita pred nedovoljenim poseganjem in strojna osnova zaupanja (Root of Trust, RoT), ključnega pomena. Poleg tega predpis, kot je Zakon EU o kibernetiki odpornosti (CRA), zahtevajo, da morajo biti izdelki z digitalnimi elementi varni že v fazi načrtovanja.
- **Poraba energije:** Naprave na robu omrežja pogosto delujejo v oddaljenih okoljih z omejenimi viri energije. Večja energetska učinkovitost lahko podaljša življenjsko dobo baterije ali omogoči delovanje z uporabo virov energije iz okolja. Podobno lahko večja energetska učinkovitost poenostavi upravljanje s toploto in poveča zmogljivost na vat, kar omogoča napredno obdelavo podatkov na robu omrežja.
- **Upravljanje življenjskega cikla:** CRA zahteva, da se digitalne naprave podpirajo vsaj pet let, čeprav številne industrijske aplikacije zahtevajo 10 do 15 let razpoložljivosti izdelka. Da bi tako zagotovili dosledno podporo jedra Linux, morajo razvijalci upoštevati možnost nadgradnje in razpoložljivost strojne opreme.

Da bi premagali te izzive, lahko razvijalci izkoristijo dodatna sredstva iz odprtokodnih in ugnezenih Linuxovih ekosistemov ter izkoristijo poenostavljene kombinacije strojne in programske opreme sistema Linux za hitro razvijajoče se aplikacije na robu.

Linux implementacija z uporabo odprtih enoploščnih računalnikov in RISC-V

Čeprav splošne distribucije Linuxa omogočajo hiter dostop do pripravljenih aplikacij, pogosto vsebujejo pakete in storitve, ki za zadevni projekt niso potrebni. Nasprotno pa projekt Yocto [3], ki temelji na OpenEmbedded, razvijalcem omogoča izdelavo prilagojenih slik Linuxa, prilagojenih konkretnim primerom uporabe. S tem se odpravijo nepotrebne funkcije, kar omogoča



Slika 1: BeagleV-Fire podjetja BeagleBoard.org predstavlja kompaktno SBC platformo za vključevanje odprtokodnih tehnologij v ugnedene naprave. (Vir slike: BeagleBoard.org)

delovanje lahkih distribucij na strojih z omejenimi viri, hkrati pa se ohranijo napredne zmogljivosti, kot so računalniški vid na podlagi umetne inteligence ali predvidljivo vzdrževanje s pomočjo standardnih orodij.

Poleg tega projekt Yocto razvijalcem ponuja:

- *Ponovljive različice sistema Linux za dolgoročno vzdrževanje*
- *Prilagojena konfiguracija jedra za izboljšanje zmogljivosti, varnosti in odzivnosti*
- *Integracija plasti, prilagojena posamezni plošči, za zagotovitev združljivosti strojne in programske opreme ter skrajšanje časa razvoja*

Enostavna integracija z mehanizmi za posodobitve prek brezžičnega omrežja (OTA), kot so SWUpdate, RAUC in Mender, razvijalcem omogoča tudi redno izboljševanje zmogljivosti in varnosti naprav skozi celoten dolg življenjski cikel izdelka. Zaradi tega je Yocto Project danes standard za ugnedene Linux sisteme.

Podobno se odprtokodni enoploščni računalniki (SBC) že dolgo uporabljajo za pospeševanje razvoja aplikacij za Linux, saj ponujajo takoj uporabno referenčno platformo, ki v samostojni obliki združuje zmogljivosti za obdelavo podatkov, pomnilnik, shranjevanje in vmesnike za vhodno-izhodne operacije. Z odprtokodnimi SBC-ji lahko razvijalci hitro izdelajo prototip sistema, preverijo delovanje svojega programskega sklada in nato z minimalnim dodatnim delom preidejo na prilagojeno strojno opremo.

Arhitektura naborov ukazov (ISA) odprtega standarda RISC-V

gre še korak dlje, saj razvijalcem sistemov omogoča da ustvarjajo prilagojene procesne platforme brez dragih licenčnih pristojbin. Z RISC-V lahko razvijalci izbirajo, katere dele nabora ukazov bodo vključili, in jih celo razširijo, da bi ustrezali njihovim specifičnim primerom uporabe. Ker so bili prvotni projekti ustvarjeni pod licenco Berkeley Software Distribution (BSD), so lahko izpeljani izdelki bodisi odprti in brezplačni bodisi zaprti in lastniški.

Za razvijalce in arhitekta projekt Yocto, odprti enoprocorski računalniki (SBC) in RISC-V zmanjšujejo odvisnost od razvojnih načrtov posameznih ponudnikov, s čimer povečujejo dolgoročno prožnost pri načrtovanju. Poleg tega naraščajoča podpora za RISC-V v Linuxu na višji ravni ter platinasto članstvo RISC-V v projektu Yocto poudarjata zanimanje skupnosti za ugneden Linux.

Visoko zmogljiv enoploščni RISC-V računalnik za kompaktno integracijo sistema Linux

Odprtokodni enoploščni računalnik (SBC) BeagleV-Fire s spletne strani BeagleBoard.org (slika 1) ponuja kompaktno platformo z obsežnimi vhodno-izhodnimi zmogljivostmi za reševanje teh izzivov. S sistemom na čipu (SoC) FPGA Microchip PolarFire [4] zagotavlja energetske učinkovito delovanje, varnostne funkcije na ravni strojne opreme ter usklajen grozd RISC-V procesorjev, ki podpira Linux aplikacije za izvajanje delovnih obremenitev v realnem času. Razvijalci lahko SBC uporabijo za

izdelavo prototipov krmilnikov za robotiko, industrijskih vrat, AI pospeševalnikov na robu omrežja in prilagojenih I/O platform, ki temeljijo na ugnezenem Linuxu.

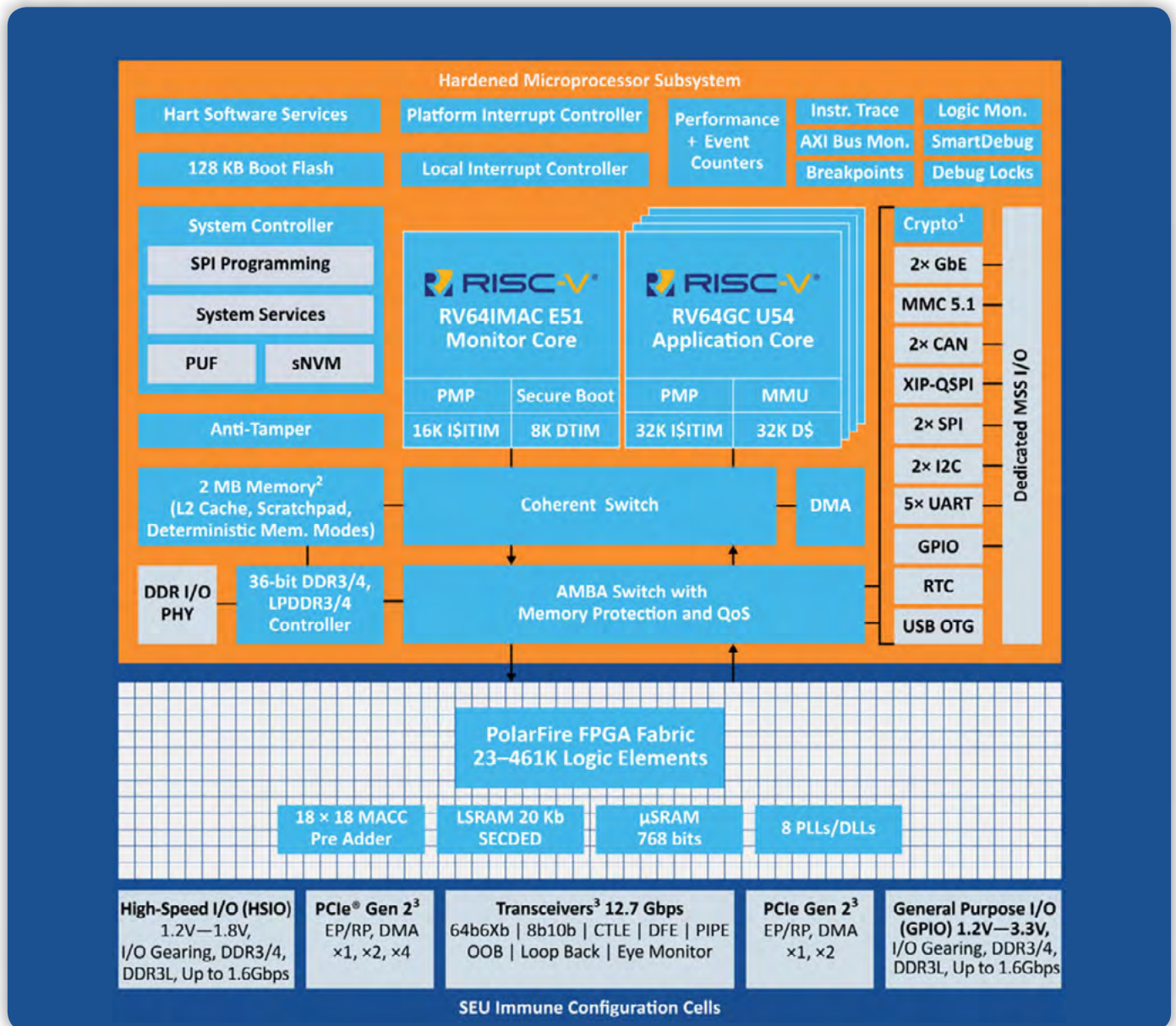
Kompaktna platforma meri 86,38 × 54,61 × 18,8 milimetrov (mm) in temelji na energetsko učinkovitem sistemu na čipu (SoC) MPFS025T-FCVG484E [5] PolarFire. Ima koherentno večjedrno arhitekturo s štirimi aplikacijskimi jedri RV64GC za izvajanje Linux sistema in nadzornim jedrom RV64IMAC za upravljanje funkcij na nizki ravni.

Za doseganje največje zmogljivosti in zagotavljanje natančnosti podatkov med jedri sistem na čipu (SoC) PolarFire ponuja skupni predpomnilnik L2, koherenten pomnilniški podsistem ter vgrajen krmilnik DDR pomnilnika, ki podpira 2 gigabajta (GB) vgrajenega pomnilnika LPDDR4. Zahtevne aplikacije dodatno podpira 16 GB pomnilnika eMMC in 128 megabitni (Mbit) SPI Flash pomnilnik v napravi BeagleV-Fire.

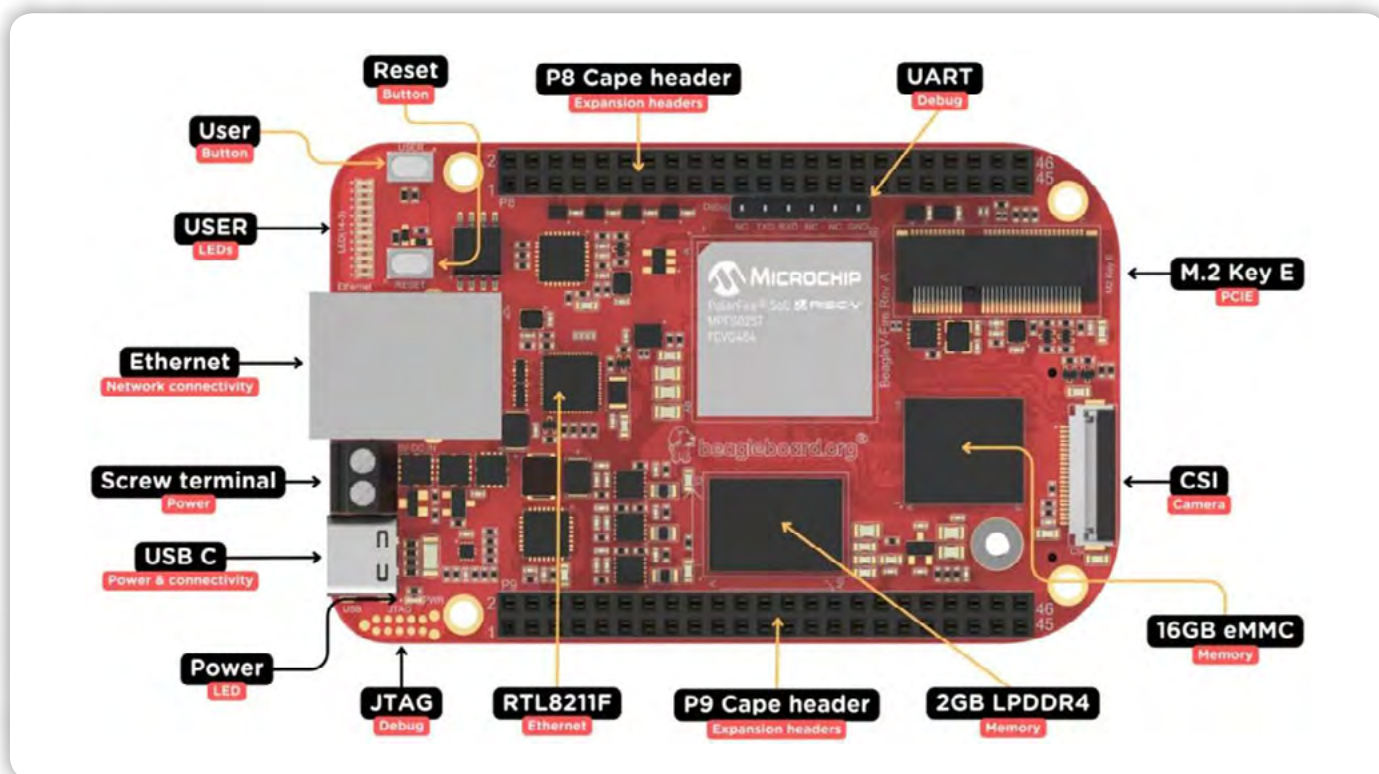
Poleg podsistema RISC-V procesorja sistem na čipu PolarFire vključuje tudi FPGA strukturo (slika 2), ki razvijalcem omogoča oblikovanje determinističnih poti obdelave za aplikacije v realnem času z nizko zakasnitvijo ter implementacijo prilagojene strojne pospešitve za poteke sklepanja umetne inteligence. Kot del celotnega sistema ta struktura vsebuje 23.000 logičnih elementov in lastne dodatne vire, kar ji omogoča delovanje neodvisno od glavnih procesnih jedr.

Z več možnostmi varnega zagona vgrajene strojne varnostne funkcije systemskega čipa PolarFire razvijalcem omogočajo uvedbo celovitega varnostnega modela, zaradi česar je ta platforma primerna za izpolnjevanje sodobnih zahtev na področju kibernetске varnosti. Te funkcije vključujejo:

- Nespremenljiv koren zaupanja v strojni opremi prek funkcije, ki jo je fizično nemogoče klonirati (PUF).
- Varno shranjevanje ključev z enkratno programirljivim



Slika 2: Družina sistemov na čipu (SoC) Microchip PolarFire združuje več procesnih jedr RISC-V z vsestransko strukturo FPGA za deterministične delovne obremenitve. (Vir slike: Microchip Technology)



Slika 3: Kljub majhni površini ponuja BeagleV-Fire podjetja BeagleBoard.org več fizičnih vrat za takojšnjo povezavo z aplikacijami. (Vir slike: BeagleBoard.org)

pomnilnikom (OTP) ali varno trajno shranjevanje s pomočjo tehnologije Unique Device Secrets (UDS) in strojne kontrole dostopa do ključev.

- Modul za zaščito pred nedovoljenim posegom.

Poleg tega BeagleV-Fire ponuja več vgrajenih fizičnih vrat za sestavo sistema, pripravljenega za uporabo, v katerem je mogoče preverjati in testirati prilagojene distribucije Linuxa (slika 3). Ti vključujejo RJ45 Gigabit Ethernet vmesnik, USB Type-C vmesnik za napajanje in povezljivost, M.2 Key E vtičnico, dva 46-pinska BeagleBone-združljiva Cape [6] priključka za večjo razširitev ekosistema ter Camera Serial Interface (CSI) za neposredno integracijo. Za razhroščevanje je na voljo JTAG TAG-CONNECT, BeagleV-Fire pa podpira tudi razširitev, združljivo s SYZYGY, za periferno opremo, usmerjeno v FPGA.

Kako nastaviti začetno konfiguracijo sistema Linux na enoploščnem računalniku BeagleV-Fire

Pri razvoju lahke distribucije Linuxa za BeagleV-Fire morajo razvijalci najprej pridobiti ustrezen sloj BSP iz projekta Yocto. Ta zagotavlja konfiguracijo U-Boot, privzeto konfiguracijo jedra Linux, drevesa naprav za podporo plošči ter opredelivite podpore za periferno opremo. Repozitorij GitHub [7] podpira vse BSP-je za razvojne komplete SoC PolarFire, vključno z BeagleV-Fire.

Po namestitvi vseh potrebnih odvisnosti projekta Yocto Project

naslednje plasti predstavljajo osnovo za sestavo in jih je treba klonirati:

```
bitbake
meta-openembedded-core
meta-yocto (za Poky referenčno distribucijo)
meta-mchp-common
meta-mchp-polarfire-soc/meta-mchp-polarfire-soc-bsp
meta-mchp-polarfire-soc/meta-mchp-polarfire-soc-community
Dodatne plasti, kot jih zahteva projekt
```

Ko je to storjeno, je mogoče sestaviti minimalno sliko z uporabo cilja MACHINE = „beaglev-fire“ in konfiguracijske datoteke kas [8]. V seznamu 1 je prikazan primer konfiguracije:

```
header:
version: 19

repos:
openembedded-core:
url: git://git.openembedded.org/openembedded-core.git
# yocto-5.0.15
commit: 6988157ad983978ffd6b12bcefedd4de-afdbbd1
layers:
meta:

bitbake:
```

```

url: git://git.openembedded.org/bitbake.git
# yocto-5.0.15
commit: 8dcf084522b9c66a6639b5f117f554f-
de9b6b45a
layers:
bitbake: disabled

meta-yocto:
url: git://git.yoctoproject.org/git/meta-
yocto.git
# yocto-5.0.15
commit: 9bb6e6e8b016a0c9dfe290369a6e-
d91ef4020535
layers:
meta-poky:
meta-yocto-bsp:

meta-mchp:
url: https://github.com/linux4microchip/me-
ta-mchp.git
branch: scarthgap
path: layers/third-party/meta-mchp
layers:
meta-mchp-common:
meta-mchp-polarfire-soc/meta-mchp-polarfi-
re-soc-bsp:
meta-mchp-polarfire-soc/meta-mchp-polarfi-
re-soc-community:

machine: beaglev-fire

local_conf_header:
Users: |
EXTRA_IMAGE_FEATURES = »allow-empty
-password empty-root-password \
allow-root-login«
    
```

Seznam 1: Prikazan je vzorčna konfiguracija datotek, ki ustvari vse gradbene artefakte, potrebne za zagon naprave BeagleV-Fire v preprostem lupinskem okolju. (Vir seznama: *Microchip Technology*)

Z izvedbo ukaza »kas build core-image-minimal« se nato ustvarijo vsi potrebni artefakti, potrebni za zagon BeagleV-Fire naprave v preprostem lupinskem okolju, vključno z binarnimi datotekami U-Boot ter sliko FIT, ki vsebuje jedro Linux in module, drevo naprav ter korenski datotečni sistem.

Ko z uporabo Yocto Projecta ustvarimo minimalno sliko sistema Linux za BeagleV-Fire, lahko nato sledimo standardnim postopkom za izdelavo prilagojene slike in prilagodimo sestavo natančnim zahtevam projekta. V robotiki in industrijskih sistemih se na primer Linux pogosto uporablja skupaj z bolj tradicionalnimi RTOS, kot sta FreeRTOS ali Zephyr, da se omogoči napredno obdelavo ob operacijah, pri katerih je čas ključnega pomena. To funkcionalnost dobro podpira PolarFire SoC naprave BeagleV-Fire, ki se lahko konfigurira za sočasno izvajanje

več operacijskih sistemov ali aplikacij na goli strojni opremi.

Glede na to, da mnoge vgrajene naprave zahtevajo življenjsko dobo 10 let ali več, kombinacija odprte arhitekture RISC-V, operacijskega sistema Linux in ponovljivosti na podlagi Yocto omogoča platformam na osnovi PolarFire SoC, da se prilagajajo nastajajočim varnostnim grožnjam in novim zahtevam aplikacij prek rednih lokalnih ali OTA posodobitev. Na ta način enoploščni računalnik BeagleV-Fire predstavlja odlično izhodišče za prehod na odprtokodne rešitve, s čimer povečuje prilagodljivost in dolgo življenjsko dobo inteligentnih sistemov na robu omrežja.

Zaključek

Računske omejitve, zahteve po deterministični zakasnitvi, varnostna tveganja in zahteve po dolgem življenjskem ciklu lahko predstavljajo resne izzive pri uporabi sistema Linux v ugnuzdenih sistemih z omejenimi viri. SBC BeagleV-Fire podjetja BeagleBoard.org ponuja hibridno arhitekturo, ki združuje zmogljivosti RISC-V Linuxa z deterministično logiko na osnovi FPGA in varnostnimi funkcijami strojne opreme, da bi premagala te izzive.

V kombinaciji z Yocto Projectom in odprtokodnimi BSP-plastmi podjetja Microchip lahko razvijalci to platformo uporabijo za razvoj prilagojenih, sledljivih distribucij Linuxa, optimiziranih za robotiko z daljšo življenjsko dobo, IIoT in aplikacije za računalništvo na robu.

Viri:

- 1: <https://www.digikey.com/en/product-highlight/b/beagleboard/beaglev-fire>
- 2: <https://www.digikey.com/en/supplier-centers/microchip-technology>
- 3: <https://www.yoctoproject.org/>
- 4: <https://www.digikey.com/en/product-highlight/m/microchip-technology/polarfire-soc-fpgas>



- 5: <https://www.digikey.com/en/products/detail/microchip-technology/MPFS025T-FCVG484E/16028828>
- 6: <https://www.digikey.com/en/products/filter/expansion-boards-daughter-cards/797?s=N4IgjCBcoLQEx-VAYygFwE4FcMaaEA9IANogCcIAugL7X4KSIICGADtIdUA>
- 7: <https://github.com/linux4microchip/meta-mchp>
- 8: <https://kas.readthedocs.io/en/latest/intro.html>



<https://www.digikey.com>

Odprla so se vrata za razvoj moderniziranega sistema vesoljskih poletov

Microchip Technology Inc.

Avtor: Tao Lang – višji vodja razvoja izdelkov v poslovni enoti za komunikacije pri podjetju Microchip

Procesor RAD750, ki je bil dejanska izbira agencije NASA za računalniške sisteme v vesolju, je bil predstavljen pred 20 leti. Uporabljal se je v številnih pionirskih misijah, med drugim v misijah vesoljske sonde Deep Impact in robotskega vozila Curiosity na Marsu.

Današnja veliko večja in raznolika vesoljska industrija v javnem in zasebnem sektorju ima znatno širše in hitro rastoče računalniške potrebe. Razvijalci sistemov potrebujejo nov, zmogljivejši mikroprocesor (MPU) za vesoljske namene.

Leta 2022 je NASA izbrala podjetje Microchip za razvoj novega procesorja PIC64 High Performance SpaceFlight Processor (HPSC), ki bo v prihodnjih desetletjih pomagal spodbujati inovacije na področju vesoljske avionike in tovorov. Procesorji PIC64-HPSC izpolnjujejo potrebe industrije vesoljske strojne opreme in storitev, za katero Svetovni gospodarski forum napoveduje [1], da bo rasla s povprečno letno stopnjo rasti (CAGR) 7 % s 330 milijard dolarjev v letu 2023 na 755 milijard dolarjev do leta 2035. Zasnovani so za reševanje izzivov vesoljskega računalništva kot del novega ekosistema za razvoj naprednega računalništva, ki bo izkoriščal številne iste splošno sprejete standarde in tehnologije, ki so spodbudile komercialne in industrijske inovacije po vsem svetu.

Vizija HPSC

MPU, namenjen vesoljskim aplikacijam za novo poglavje v vesoljskih poletih, je moral izpolnjevati dve zelo različni skupini zahtev: za dolgotrajne misije v daljnje vesolje in za krajše komercialne misije v nizki zemeljski orbiti (LEO). Hkrati so morali MPU-ji bolje spodbujati inovacije, tako da so presegli včerajšnje namenske in hitro zastarele arhitekture ter podprli odprte standarde in odprtokodno programsko opremo, hkrati pa vključili številne iste prilagodljive in razširljive tehnologije, ki sočasno spreminjajo vse, od podatkovnih centrov do e-mobilnosti.

Prva dva člana družine mikroprocesorjev PIC64-HPSC podjetja Microchip ponazarjata pot k uresnitvi te vizije. Mikroprocesor PIC64-HPSC-RH, odporen proti sevanju (RH), avtonomnim misijam zagotavlja lokalno procesno moč za naloge v realnem času, kot je izogibanje nevarnostim na površini Lune, ter nizko porabo energije in zaščito pred sevanjem za misije v globokem vesolju. Za misije v nizki zemeljski orbiti (LEO) je MPU PIC64-HPSC-RT, odporen proti sevanju (RT), razvijalcem sistemov ponuja stroškovno optimizirano rešitev z nujno odpornostjo proti napakam in zmogljivostjo pri prisotnosti sevanja.

Nove zmogljivosti

Med najpomembnejšimi inovacijami na področju MPU za



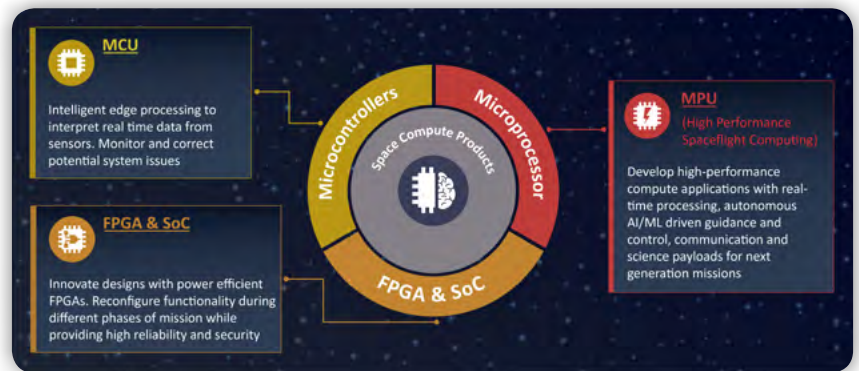
vesoljske namene je vključitev široko razširjenih procesorjev RISC-V®, dopoljenih z razširitvami ukazov za vektorsko obdelavo, ki podpirajo aplikacije umetne inteligence in strojnega učenja. Ti MPU vključujejo tudi vmesnike in protokole, ki ustrezajo industrijskim standardom in ki prej niso bili na voljo za vesoljske aplikacije.

Druge ključne zmogljivosti vključujejo:

- 64-bitna arhitektura MPU, primerna za vesoljske aplikacije. Vključenih osem 64-bitnih procesorskih jeder SiFive RISC-V® X280 omogoča virtualizacijo in delovanje v realnem času. Vektorske razširitve zagotavljajo do 2 TOPS (int8) ali 1 TFLOPS (bfloat 16) vektorske zmogljivosti za izvajanje umetne inteligence in strojnega učenja pri avtonomnih misijah.
- Povezljivost hitrega omrežja. Podpira več možnosti hitre povezljivosti, vključno z: a) Time-Sensitive Networking (TSN) Ethernetom s hitrostjo do 10 GbE; b) stikalom TSN Ethernet s hitrostjo 240 Gbps; c) prilagodljivo in razširljivo povezljivostjo PCIe® gen 3 in Compute Express Link™ (CXL™) 2.0 s konfiguracijami x4 ali x8; ter d) vrati SpaceWire, združljivimi s standardom RMAP, ki vključujejo notranje usmerjevalnike.
- Prenos podatkov z nizko zakasnitvijo. MPU-ji povečajo računsko zmogljivost tako, da podatke iz oddaljenih senzorjev prenesejo v bližino CPU-ja. To se izvaja prek strojne opreme za pospeševanje Remote Direct Memory Access (RDMA) over Converged Ethernet (RoCEv2).
- Varnost na ravni platforme, primerljiva z varnostjo v obrambnem sektorju. Večplastna varnostna zaščita MPU podpira postkvantno kriptografijo in funkcije za zaščito pred nedovoljenim poseganjem.
- Visoka odpornost proti napakam. Procesorji MPU podpira-

jo delovanje v načinu Dual-Core Lockstep (DCLS), uporabljajo strojno arhitekturo WorldGuard za celovito razdelitev in izolacijo ter imajo vgrajen sistemski krmilnik za spremljanje in odpravljanje napak.

- Prilagodljivo nastavljanje moči. Večkratni nadzorni mehanizmi omogočajo MPU enotam, da zadovoljijo računske zahteve v različnih fazah vesoljskih misij, hkrati pa omogočajo prilagojeno aktiviranje funkcij in vmesnikov.



Slika 1: Triada rešitev za vesoljsko računalništvo podjetja Microchip.

Novi inovacijski ekosistem

Ti novi procesorji za visoko zmogljivo računalništvo so del trojice rešitev za obdelavo podatkov, primernih za vesoljske aplikacije, znotraj novega inovacijskega ekosistema. Ta trojica vključuje tudi mikrokontrolerje za inteligentno obdelavo podatkov na robu omrežja ter programirljiva logična vezja (FPGA) in sistem na čipu (SoC), ki zagotavljajo prilagodljivo funkcionalnost v različnih fazah misije ter visoko zanesljivost in varnost (glej sliko 1).

Širši ekosistem izdelkov za vesoljske namene in programske opreme tretjih ponudnikov za mikroprocesorje PIC64-HPSC bo skupaj pospešil razvoj integriranih rešitev na sistemski ravni. Poleg Microchipove testne platforme, ki jo sestavljajo mikroprocesor, razširitvena kartica in različne periferne kartice, ekosistem vključuje tudi enoploščne računalnike (SBC), primerne za uporabo v vesolju, ki upoštevajo običajne komercialne oblike in industrijske standarde.

Med prvimi člani ekosistema, ki prispevajo vire in strokovno znanje, so SiFive, Moog®, IDEAS-TEK, Ibeos, 3D PLUS, Micro-pac, Wind River®, Linux Foundation, RTEMS, Xen, Lauterbach®, Entrust® in še mnogi drugi. Več informacij o teh partnerjih v ekosistemu MPU si oglejte tukaj [2].

Ekosistem vključuje tudi spremljevalne komponente vesoljske kakovosti z dokazano zgodovino uporabe v vesolju. Te komponente so zasnovane in certificirane tako, da zagotavljajo potrebno zanesljivost za delovanje v zahtevnih pogojih vesoljskega okolja. Slika 2 prikazuje, kako se bodo te komponente uporabljale v priljubljenem enoploščnem računalniku formata SpaceVPX, da bi pospešile razvoj integriranih rešitev za vesoljsko letalsko elektroniko in tovor na sistemski ravni.

Različne potrebe na področju računalništva v vesolju

Pospeševanje razvoja sistemov prek celovitega ekosistema je ključnega pomena za zagon dobe »novega vesolja«. V nasprotju s »tradicionalnim vesoljem«, kjer so vesoljske programe in tehnološki razvoj v glavnem vodile vladne agencije in javna sredstva, je ta nova vesoljska doba zaznamovana z znatnim sodelovanjem zasebnega sektorja in podjetniškim pristopom k vesoljskim prizadevanjem. Gibanje »New Space« se zavzema za bolj ekonomične in dostopnejše pristope

k razvoju vesoljskih poletov, zlasti za konstelacije v nizki zemeljski orbiti (LEO). Te konstelacije imajo edinstvene značilnosti, kot so manjša intenzivnost sevanja, krajše trajanje misij, drugačne zahteve glede odpornosti na napake ter pogostejša zamenjava satelitov.

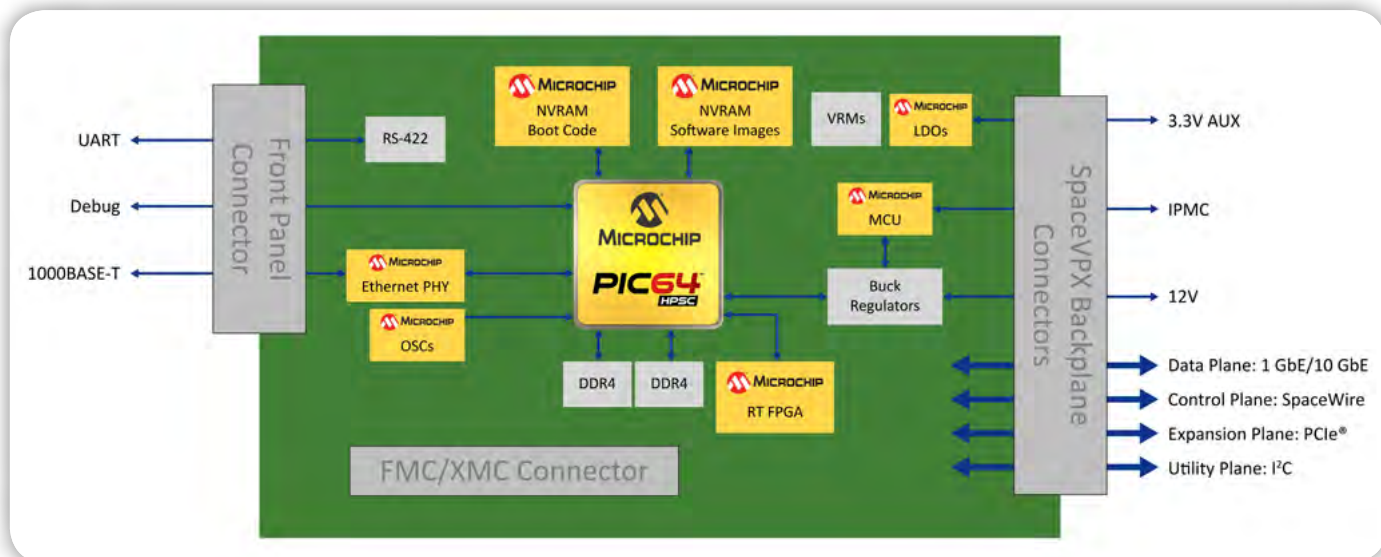
Potrebe po procesorjih v tradicionalnem in »novem« vesolju odražajo te razlike:

- **Tradicionalni vesoljski prostor:** Procesorji, odporni proti sevanju, morajo biti zasnovani tako, da prenesejo ekstremne pogoje, ki vladajo v srednji zemeljski orbiti (MEO), geostacionarni zemeljski orbiti (GEO), globokem vesolju in pri misijah na planete. Delovati morajo v okoljih, kjer je elektronika izpostavljena visokim ravnem sevanja.
- **New Space:** Procesorji, odporni proti sevanju, morajo biti prilagojeni zahtevam konstelacij v nizki zemeljski orbiti (LEO). Optimalna rešitev podpira misije, pri katerih nižje ravni sevanja omogočajo stroškovno učinkovitejši pristop.

Te razlike je mogoče z razvojnega vidika premostiti, če je zagotovljena združljivost procesorskih priključkov in programske opreme, tako da lahko uporabniki z enim samim razvojnem projektom ustvarijo prilagojene rešitve tako za misije v nizki zemeljski orbiti (LEO) kot za misije v globokem vesolju. Takšna združljivost med MPU-ji PIC64-HPSC-RH, odpornimi proti sevanju, in MPU-ji PIC64-HPSC-RT, tolerantnimi do sevanja, omogoča poenostavljen proces načrtovanja, zmanjša razvojne stroške in pospeši uvajanje vesoljskih tehnologij v različnih orbitalnih režimih.

Vse večja vloga 64-bitnih ugnezenih procesorjev

Poleg posodobitve vesoljskih računalnikov se 64-bitni ugnezeni procesorji pojavljajo tudi v novi generaciji rešitev za računalništvo na robu z umetno inteligenco in drugih visoko zmogljivih ugnezenih procesnih aplikacijah tukaj na Zemlji. Pridružujejo se 8-, 16- in 32-bitnim mikrokontrolerjem in procesorjem ter programirljivim logičnim vezjem (FPGA) in sistemom na čipu (SoC), ki jih vse podpira skupni ekosistem razvojnih orodij. To bo razvijalcem omogočilo prožnost in ponovno uporabnost, ki ju potrebujejo za reševanje zahtevnih računalniških izzivov na različnih trgih in v različnih aplikacijah ter za preoblikovanje načina, kako so ugnezeni sistemi zasnovani in delujejo, bodisi na zemeljskih omrežjih na robu bodisi v vesolju.



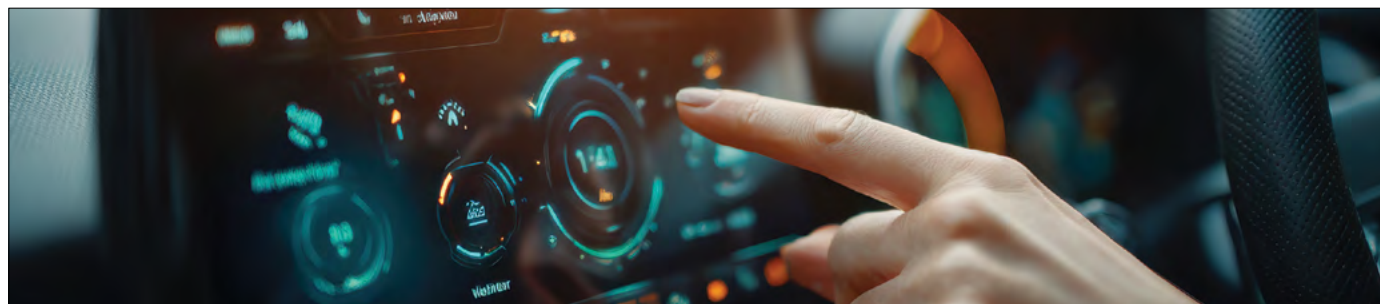
Slika 2: Sodobni vesoljski sistemi potrebujejo različne periferne naprave, primerne za vesoljske razmere, vključno z rešitvami za sinhronizacijo in merjenje časa, pomnilniki, diskretnimi komponentami in drugimi. Več partnerjev v ekosistemu bo ponujalo serijske enoploščne računalnike (SBC), kot je tisti zgoraj, ki ustrezajo standardom, ki jih določajo organizacije, kot so VITA, SOSA ali PICMG. To bo omogočilo, da bo enoploščni računalnik HPSC enega ponudnika brezhibno sodeloval s karticami različnih drugih ponudnikov znotraj enotnega ohišja.

Viri:

- 1: https://www3.weforum.org/docs/WEF_Space_2024.pdf
- 2: <https://www.microchip.com/en-us/products/microprocessors/64-bit-mpu/pic64-hpsc/ecosystem>

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>



Zmogljivi avtomobilski zasloni s prvim 2 SIP razredom Zmanjša kompleksnost tiskanih vezij in strošek seznama materialov za digitalne armaturne plošče

SAM9X75D5M, prvi izdelek na trgu, primeren za avtomobilsko industrijo za razred 2 SiP, spodbuja inovacije v avtomobilski industriji z zanesljivo in stroškovno učinkovito rešitvijo. Z združitvijo visoko zmogljivega MPU in DDR2 SDRAM poenostavlja načrtovanje tiskanih vezij in zmanjšuje tveganje pri seznamu komponent. Narejen je posebej za avtomobilске aplikacije, vključno z digitalnimi armaturnimi ploščami, pametnimi armaturnimi ploščami za dvo- in trikolesnike, sisteme za krmiljenje klimatizacije, polnilnike za električna vozila in še več. Proizvajalcem originalne opreme (OEM) in dobaviteljem prvega reda ponuja vsestransko rešitev. S certifikatom AEC-Q100 razreda 2 zagotavlja zanesljivo delovanje za digitalne armaturne plošče, vmesnike človek-stroj (HMI), polnilnike za električna vozila, diagnostiko in sledenje sredstev. Odkrijte, kako SiP poenostavi načrtovanje in zmanjša stroške.



microchip.com/automotivempus



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. MEC2647A-SLO-04-26

Oscilator v SOT-23 ohišju z nastavljivo frekvenco od 1 kHz do 30 MHz

Analog Devices
Avtor: Andy Crofts
Slike: Vir Analog Devices

Oscilator LTC1799, ki se programira z uporabo, odpravlja težave pri načrtovanju natančnega referenčnega vira s kvadratnim izhodnim signalom.

Frekvenco se nastavi s samo enim uporom

En sam upor (RSET), priključen med napajanje in vhodni pin (SET), nastavi frekvenco glavnega oscilatorja na vrednost med 100 kHz in 30 MHz. Notranji delilnik takta se programira z uporabo vhodnega pina s tremi stanji (DIV), da se frekvenca glavnega oscilatorja pred napajanjem izhoda deli z 1, 10 ali 100. To razširi spodnjo mejo na 1 kHz za skupni razpon od 1 kHz do 30 MHz. Izhodna frekvenca je linearno povezana z RSET, kot je določeno v enačbi za nastavitvev frekvence:

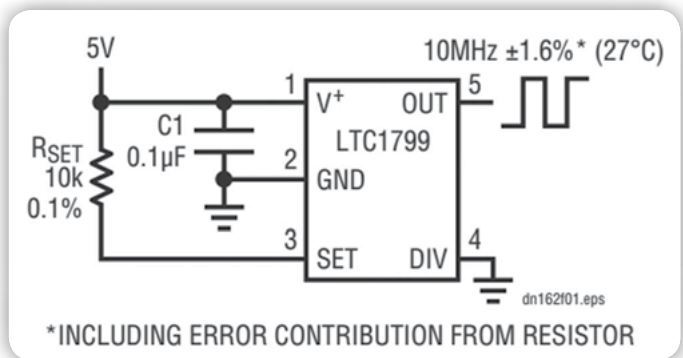
$$f_{OSC} = 10\text{MHz} \cdot \left(\frac{10\text{k}\Omega}{N \cdot R_{SET}} \right), N = \begin{cases} 100, & \text{DIV} = V^+ \\ 10, & \text{DIV} = \text{Open} \\ 1, & \text{DIV} = \text{GND} \end{cases}$$

Slika 1: Enačba za izračun frekvence

To preprosto in natančno razmerje se doseže z lastniško zasnovo, ki linearizira pretvorbo upora v frekvenco in s tem odpravlja napake, kot je zamik pri delovanju oscilatorja.

Majhen čip, odlične lastnosti

Kot je prikazano na sliki 2, za popoln oscilator potrebujete le LTC1799, upor za nastavitvev frekvence in blokirni kondenzator.

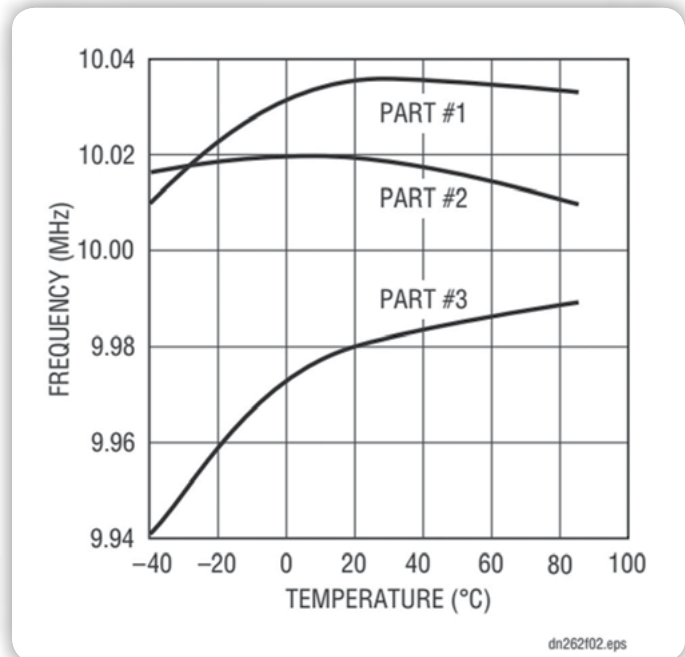


Slika 2: Električna shema vezave oscilatorja

Majhno število komponent v vezju in majhno SOT-23 ohišje čipa LTC1799 skupaj omogočata znaten prihranek prostora na tiskanem vezju v primerjavi z oscilatorji, zgrajenimi iz kristalov, keramičnih resonatorjev, 555 časovnikov ali diskretnih komponent.

Zaradi te miniaturizacije ne pride do poslabšanja zmogljivosti. LTC1799 ima pri sobni temperaturi zagotovljeno frekvenčno natančnost ±1,5 % (tipično ±0,5 %). Ta specifikacija velja za celotno območje napajalne napetosti od 2,7 V do 5,5 V, kar omogoča izjemno majhen tipični odklon 0,05 %/V glede na napajalno napetost.

Natančnost ostaja visoka tudi pri različnih temperaturah. LTC1799C ima tipični temperaturni odklon ±0,004 %/°C, z zagotovljeno natančnostjo ±2 % v temperaturnem območju od 0 °C do 70 °C (zagotovljena natančnost LTC1799I je ±2,5 % v temperaturnem območju od -40 °C do 85 °C). Slika 3 prikazuje frekvenčni izhod vezja iz slike 1 v industrijskem temperaturnem območju za tri tipične komponente.



Slika 3: Odvisnost frekvence od temperature za vezje s slike 2

Zaradi nizke občutljivosti na nihanja napetosti in temperature ima LTC1799 lastnosti, ki jih noben drug oscilator ne more doseči. Zamenjava RSET s potenciometrom omogoča »nastavitev« izhodne frekvence po dokončanju vezja. Ko je nastavljena, bo LTC1799 natančno ohranjal želeno frekvenco v vseh pogojih delovanja. Kristalov in keramičnih resonatorjev ni mogoče nastaviti na ta način; časovniki 555 in drugi RC oscilatorji nimajo takšne ravni stabilnosti.

Hiter čas zagona

Ena od pogostih težav, s katerimi se razvijalci srečujejo pri kristalnih oscilatorjih, je dolg čas zagona, preden vezje začne nihati na končni frekvenci. Pri frekvencah v območju MHz ta čas zagona običajno znaša 10 ms. Pri frekvencah pod 100 kHz lahko zagon kristalnega oscilatorja traja tudi do sekunde. LTC1799 potrebuje manj kot 1 ms, da se ustali z odstopanjem manj kot 1 % pri kateri koli frekvenci med 5 kHz in 30 MHz.

LTC1799 je odporen na vibracije in pospeške, kar je še ena težava, s katero se spopadajo kristalni oscilatorji. Tipični tok porabe LTC1799 znaša 1 mA (največ 2,4 mA pri 10 MHz in napetosti 5 V) je zelo učinkovit v primerjavi s 10 do 30 mA, ki jih porabijo številni kristalni oscilatorji.

Načrtovanje v dveh korakih

LTC1799 združuje neomejen izbor frekvenc (omejeno le z iz-

biro upora) z izjemno enostavno uporabo. Zunanji upor RSET določa frekvenco glavnega oscilatorja v območju od 100 kHz do 30 MHz. Tristopenjski izvod DIV določa, ali se signal glavnega oscilatorja posreduje neposredno na izhod ali se najprej deli z 10 ali 100. Postopek načrtovanja je preprost:

1. Na podlagi tabele 1 določite ustrezno nastavitve delilnika.

Nastavitev delilnika	DIV (Pin 4) vezava	Obseg frekvence
÷1 (N = 1)	GND (Pin 2)	>500kHz*
÷10 (N = 10)	V zraku	50kHz do 1MHz
÷100 (N = 100)	VCC (Pin 1)	≤100kHz

Tabela 1: * Pri frekvencah nad 10 MHz (RSET < 10 k) se lahko natančnost LTC1799 pri napetostih pod 4 V zmanjša.

2. Če je znana vrednost N, izračunajte najboljšo vrednost za RSET z uporabo enačbe:

$$R_{SET} = 10k \cdot \left(\frac{10MHz}{N \cdot f_{OSC}} \right)$$

Slika 4: Enačba za izračun Rset

živiljenje *in* tehnika



Postanite naročnik poljudnoznanstvene revije in si izberite eno izmed knjižnih nagrad: *Inovacije, Živali iz fimo mase, Šepetalec psom (trda vezava), Cvetno razkošje iz papirja*

Letna naročnina: 67 €
 Letna naročnina za upokoјence & študente: 60 €
 Polletna naročnina: 34,50 €
 Polletna naročnina za upokoјence & študente: 30,50 €
 Za uveljavitev popusta nam na e-naslov ali po pošti pošljite kopijo upokoјenske kartice ali potrdila o vpisu.

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

informacije o naročnini ter ostalih ugodnostih najdete na



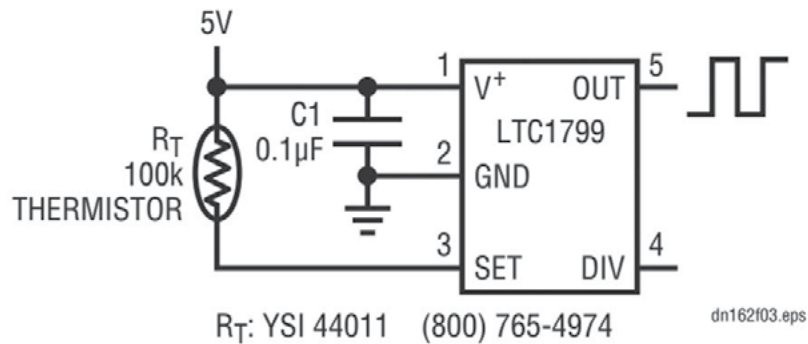
www.tzs.si



+ mnoge druge tehnološke in naravoslovne tematike!

SPREMLJAJTE NOVICE S PODROČJA ZNANOSTI IN TEHNIKE IN SE PRIDRUŽITE BRALCEM EDINE POLJUDNOZNANSTVENE REVIJE, KI LETOS PRAZNUJE ŽE 75 LET!

MODRA ŠTEVILKA
 080 17 90

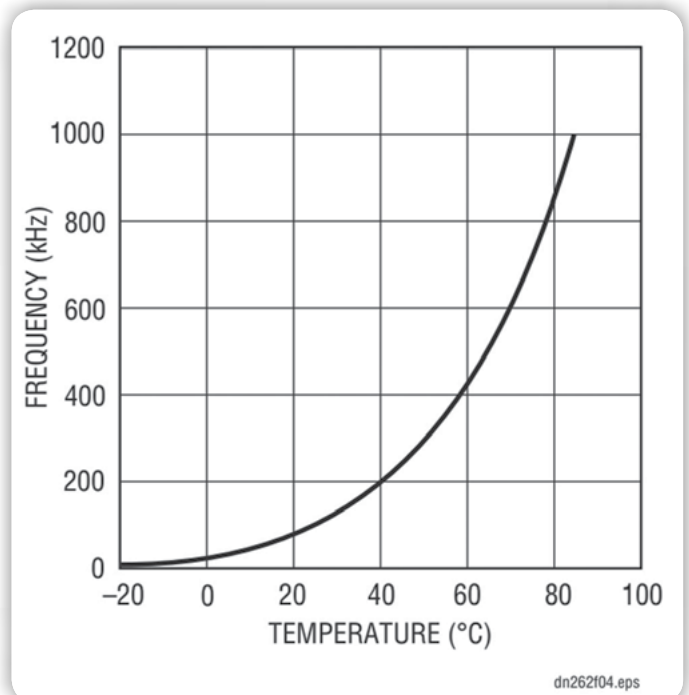


Slika 5: Pretvornik temperature v frekvenco

Tako preprosto je! Ker LTC1799 pretvarja upornost v frekvenco, seveda vsaka napaka v vrednosti RSET (zaradi tolerance upora ali neoptimalne izbire vrednosti upora) zmanjša natančnost frekvence. Zato za najboljšo zmogljivost priporočamo uporabo upor z 1 % ali 0,1 % toleranco.

Uporaba: Pretvornik temperature v frekvenco

Najbolj preprosta uporaba vezja LTC1799 je kot referenčni vir s konstantno frekvenco. Vendar pa njegova arhitektura pretvorbe upornosti v frekvenco omogoča številne različne uporabe. Slika 5 prikazuje pretvornik temperature v frekvenco, ki je zgrajen s preprosto zamenjavo RSET s termistorjem. YSI 44011 ima upornost 100 kΩ pri 25 °C, 333 kΩ pri 0 °C in 16,3 kΩ pri 70 °C, kar lepo ustreza dovoljenemu območju LTC1799 za RSET. Z nizkim temperaturnim koeficientom in visoko linearostjo LTC1799 doda manj kot 0,5 °C napake v komercialnem temperaturnem območju. Slika 6 prikazuje izhodno frekvenco v odvisnosti od temperature.



Slika 6: Odvisnost frekvence od temperature

Zaključek

LTC1799 je majhen, natančen in enostaven za uporabo oscilator, ki se nastavi z enim samim uporom. Z značilno natančnostjo, ki presega 0,5 %, ter nizko občutljivostjo na temperaturo in napetost napajanja se zmogljivost LTC1799 približuje zmogljivosti kristalnih oscilatorjev in keramičnih resonatorjev, hkrati pa zahteva precej manj prostora na tiskanem vezju. Arhitektura

pretvorbe upornosti v frekvenco omogoča neskončno ločljivost in preprostost zasnove. Rezultat je oscilator s kvadratnim izhodom z odlično kombinacijo enostavnosti uporabe in natančnosti v majhnem SOT-23 ohišju.

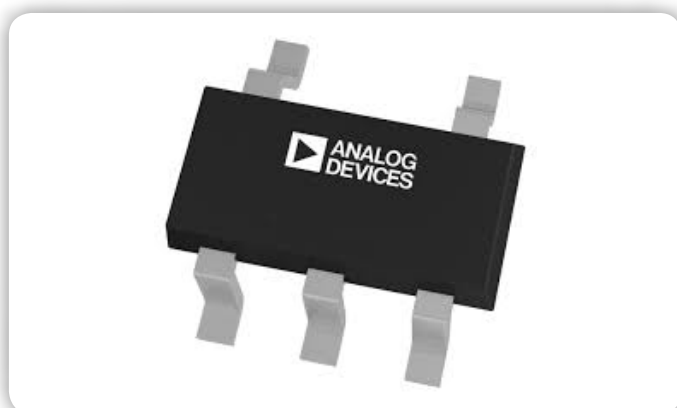
O avtorju

Andy Crofts je višji inženir za razvoj v skupini za avtonomni prevoz in varnost pri podjetju Analog Devices. Ukvarja se z integriranimi vezji za časovno sinhronizacijo TimerBlox™ in Silicon Oscillator. Diplomiral je iz elektrotehnike (BSEE) in magistriral iz elektrotehnike (MSEE) na Univerzi Texas A&M v College Stationu v Teksasu.

Povzeto po:

- <https://www.analog.com/en/resources/design-notes/sot23-1khz-to-30mhz-oscillator-with-single-resistor-frequency-set.html>

<https://www.analog.com>



Satelitsko IoT omrežje za oddaljene regije

RUTRONIK GmbH

Avtor: Julian Clauß, vodja oddelka za brezžične izdelke v podjetju Rutronik

V mnogih regijah konvencionalna brezžična omrežja dosegajo meje svojega pokritja. Nova nezemeljska omrežja (NTN) pa zagotavljajo povezljivost v območjih, ki prej niso imela mobilnega pokritja – s tehnologijo, ki doseže tudi najbolj oddaljene lokacije.



PREDSTAVLJAMO

S širitvijo interneta stvari (IoT) se hitro povečuje povpraševanje po brezhibni in zanesljivi povezljivosti. Mobilna omrežja LTE pokrivajo približno 90 % svetovnega prebivalstva, vendar le okoli 15 % površine Zemlje.

Z vključitvijo omrežij 2G in 3G se pokritost poveča na 30–35 %. Zato ostaja povezovanje v številnih oddaljenih regijah izziv. Ukinitev 2G bo globalno pokritost še dodatno zmanjšala.

Nezemeljska omrežja (NTN) naj bi ta izziv rešila s prenosom podatkov neposredno prek satelitskih sistemov, ki obidejo tradicionalne radijske stolpe.

NTN omogoča povezljivost IoT prek satelitov

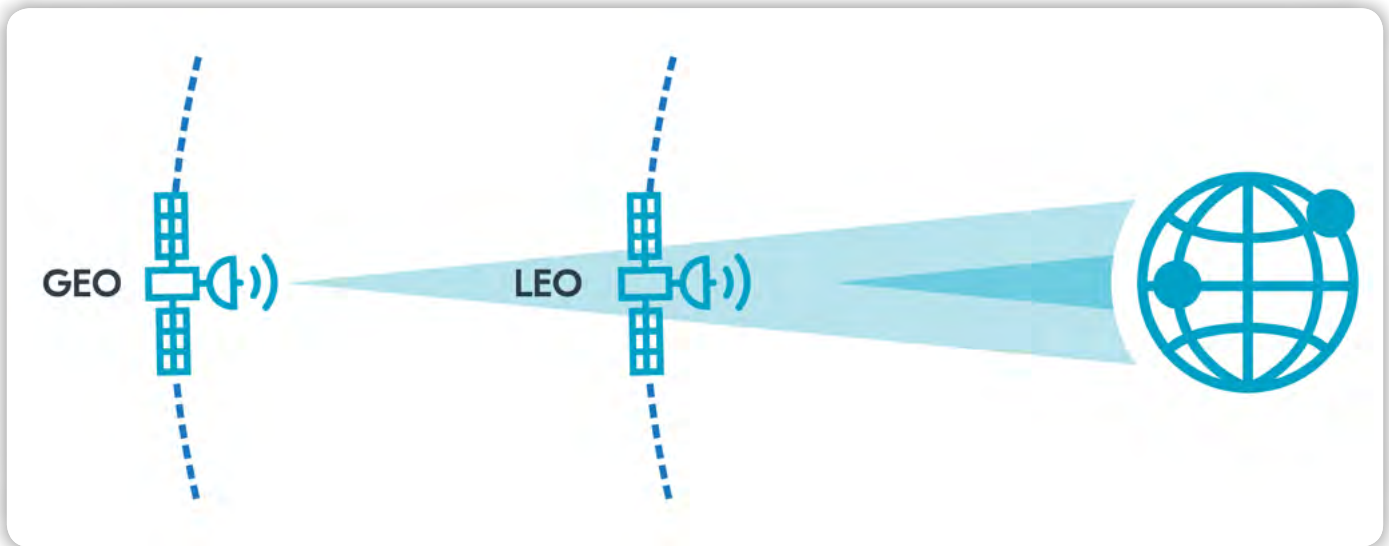
Nezemeljska omrežja (NTN) so radijski komunikacijski sistemi, ki delujejo daleč nad zemeljsko površino. To vključuje satelite v nizki (Low Earth Orbit, LEO), srednji (Medium Earth Orbit, MEO) in geostacionarni (GEO) orbiti, pa tudi visokogorske platformne postaje (HAPS) in drone. Ti elementi

skupaj zagotavljajo neprekinjeno pokritost in dosegajo tudi oddaljene regije, ki prej niso imele dostopa do konvencionalnih mobilnih omrežij.

Danes se končne naprave lahko povežejo bodisi z zemeljskimi omrežji 3GPP bodisi s sateliti. Uporabniki, ki se zanašajo na satelitsko komunikacijo, zato potrebujejo dodatno strojno opremo poleg svojega pametnega telefona. To se bo s NTN kmalu spremenilo: v prihodnosti se bodo vse mobilne naprave lahko brezhibno povezale tako s kopenskimi kot s satelitskimi omrežji znotraj ekosistema 3GPP.

S tehnološkim napredkom sateliti vse bolj prevzemajo vlogo baznih postaj. V prihodnosti končne naprave tako ne bodo več odvisne od včasih omejenega pokritja stacionarnih omrežij 3GPP – brez dodatne strojne opreme. Če zemeljska povezava odpove, NTN zagotavlja nemoten prehod na satelitsko omrežje, kar je še posebej pomembno za kritične aplikacije, na primer v kmetijstvu, gozdarstvu ali naftni in plinski industriji.

Zaradi stacionarnih in večjih naprav bo uvedba NTN enostavna.



Slika 1 : NTN uporablja satelitske sisteme LEO in GEO za najučinkovitejšo brezžično komunikacijo. (Slike: Nordic Semiconductor)

NTN bo še posebej pomemben za sledenje sredstev in logistiko, čeprav se lahko še vedno pojavijo izzivi pri gostovanju. Prvi omrežni operaterji pa že razvijajo rešitve.

Novi ponudniki satelitskih storitev poleg infrastrukture v zemeljski orbiti ponujajo tudi mobilna jedrna omrežja. To omogoča dostop do mobilnih storitev prek satelitov. Za končne naprave to pomeni: končne naprave se lahko samodejno povežejo v satelitsko omrežje z uporabo SIM-kartice, ki podpirajo NTN, in obstoječih pogodb za mobilne telefone (MNO/MVNO) ali dinamično preklapljaajo med zemeljskimi in satelitskimi omrežji, ko zemeljska pokritost ni na voljo.

NTN je integriran v obstoječ na omrežja z uporabo istih APN-jev in struktur jedrnega omrežja. Glavne razlike so večja zakasnitev in manjša pasovna širina.

Dva tipa satelitov za različne zahteve

Za čim večjo učinkovitost komunikacije NTN uporablja dva

satelitska sistema. Glede na posamezno uporabo imajo sateliti GEO in LEO različne prednosti in slabosti.

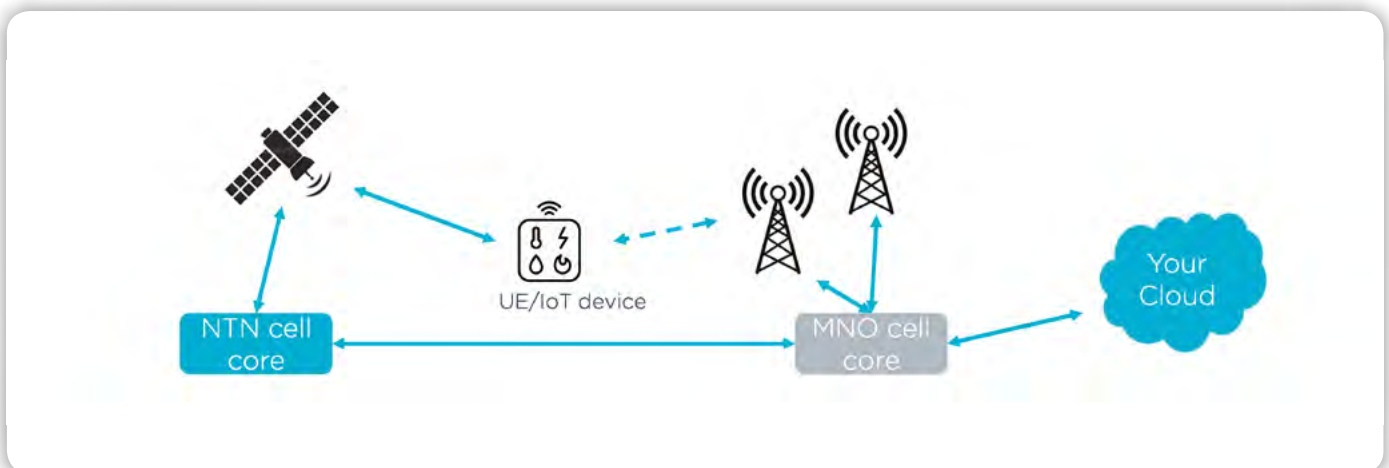
GEO (geostacionarna zemeljska orbita):

- Višina: približno 36.000 kilometrov
- Stacionarni in trajno dostopni nad isto regijo Zemlje
- Visoka zakasnitev, povečana poraba energije, nizka hitrost prenosa podatkov (2–4 kbps)

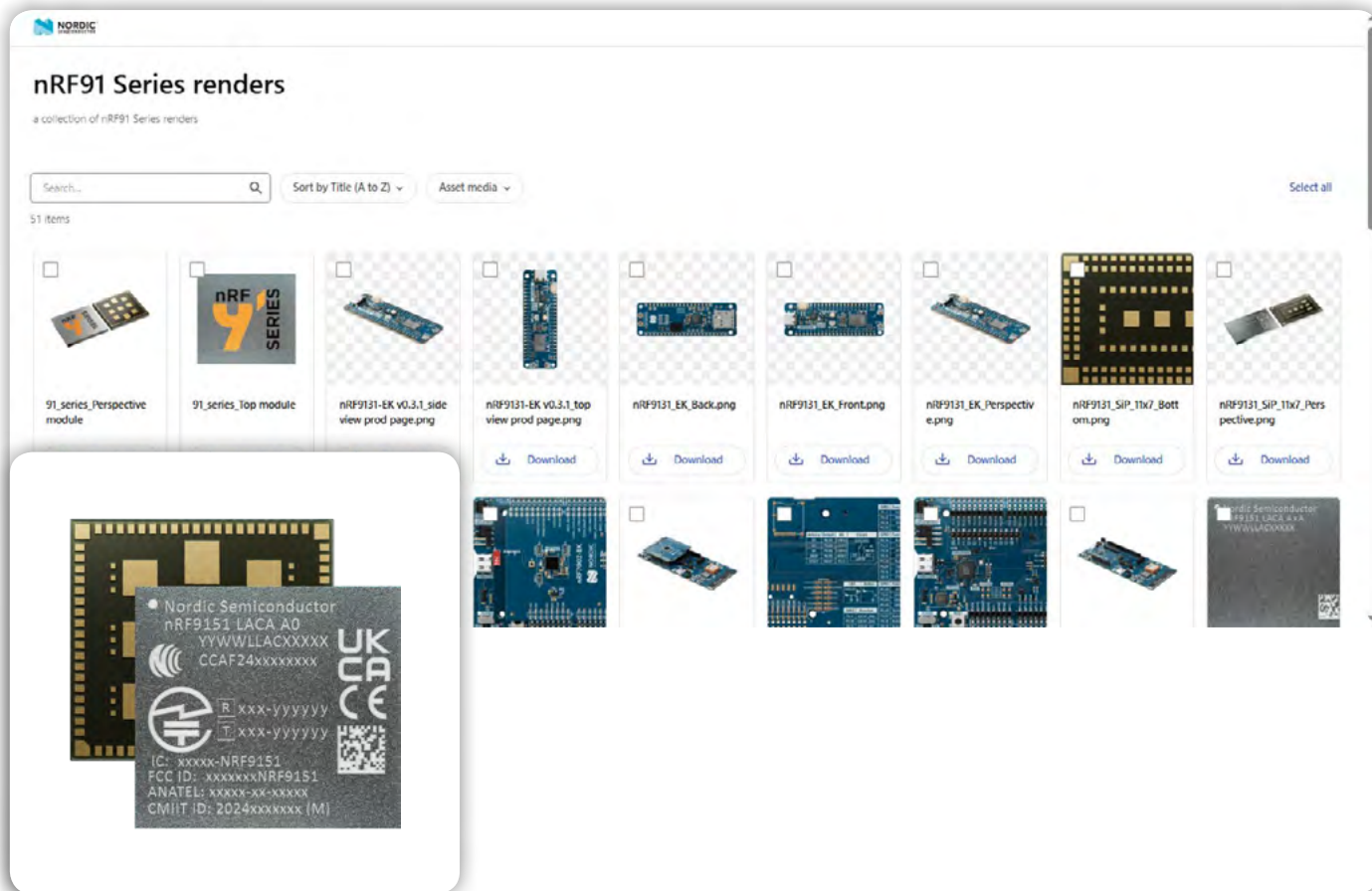
LEO (nizka zemeljska orbita):

- Višina: 600–800 kilometrov
- Višja hitrost prenosa podatkov (20–40 kbps), nižja poraba energije
- Ker se sateliti hitro premikajo, je nujna arhitektura shranjevanja in posredovanja
- Idealno za rutinsko zbiranje podatkov, ki ni nujno v realnem času

Izbira orbite je v končni fazi odvisna od zahtev posamezne aplikacije. GEO omrežja so idealna za komunikacijo v nujnih primerih in alarmnih situacijah z nizkimi hitrostmi prenosa podatkov, medtem ko LEO omrežja zagotavljajo učinkovito in



Slika 2 : Integracija NTN v obstoječe mobilne arhitekture – vzporedna uporaba zemeljskih in satelitskih omrežij z enotnim dostopom do jedra.



Slika 3 : Sodobni moduli IoT, kot je nRF9151, podpirajo tako zemeljsko kot satelitsko komunikacijo. Povezava: nos-p-001. sitecorecontenthub.cloud/collections/90838d08fbac4c6eac85135cab869a



prilagodljivo komunikacijo za splošne podatke IoT z zmernimi zahtevami glede zakasnitve. Rešitve, ki temeljijo na 5G, se večinoma uporabljajo v sistemih LEO.

Uporaba frekvenc in zasnova antene za NTN

NTN ima dva glavna pasova: n255 (NTN 1,6 GHz ali L-pas) in n256 (NTN 2 GHz ali S-pas). Ti pasovi se delno prekrivajo s pasovi zemeljskih mobilnih frekvenc, kar olajšuje izkoriščanje obstoječih oblik anten. Aplikacije L-pasu lahko zahtevajo namensko ločitev antene od GNSS.

Začetni moduli NTN za globalno povezljivost IoT

Modul nRF9151 podjetja Nordic Semiconductor podpira tako zemeljsko kot satelitsko komunikacijo IoT (NTN). Gre za kompaktno rešitev sistema v paketu (SiP), zasnovano za mobilne aplikacije IoT in DECT NR+.

Poleg energetske učinkovite tehnologije LTE modul vključuje integrirane funkcije obdelave, varnostne mehanizme in GNSS za pozicioniranje. Podpira 3GPP Release 14 LTE-M/NB-IoT ter DECT NR+. Polna funkcionalnost NTN (vključno s podporo GEO/LEO) je na voljo od druge polovice leta 2025 (prek posodobitve firmware) in omogoča globalno povezljivost ne glede na dostop

do mobilnega omrežja. Nordic Semiconductor sodeluje s ponudniki, kot so Iridium, Skylo in Myriota, da bi zagotovil rešitve NTN. Do konca leta bo tudi Telit v svojo ponudbo vključil prve module NTN.

Povzetek in napovedi

Zaradi ukinitve omrežij 2G/3G in naraščajočega povpraševanja po globalni povezljivosti NTN postaja ključna tehnologija za IoT. Kombinacija sodobne satelitske tehnologije in energetske varčnih modulov odpira nove poslovne priložnosti in omogoča dostop do prej nedostopnih regij.

Kaj je 3GPP?

3rd Generation Partnership Project (3GPP) je mednarodno sodelovanje organizacij za razvoj telekomunikacijskih standardov. Razvija standarde za mobilno komunikacijo, kot so GSM, UMTS, LTE in 5G. Tehnična specifikacija NTN (Non-Terrestrial Networks) je prav tako del tega standardnega sistema in je razširjena v več izdajah:

- *Izdaja 17 (2022): Sateliti kot reflektorji, potrebna lastniška jedrna omrežja*
- *Izdaja 18 (2024): uvedba prekinjenega pokritja, optimizacija GEO*
- *Izdelek 19 (2026): Sateliti kot bazne postaje (eNB), izboljšana podpora LEO*

<https://www.rutronik.com>



Program razvoja čipov in polprevodniških tehnologij v Sloveniji do leta 2030

Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko

Temelj za pospešitev raziskav in inovacij na ključnem področju sodobnega gospodarstva.



Kompetenčni center KC-Čip.si je prvi ukrep programa (foto_UL FE)

Marca 2026 je Vlada RS sprejela nacionalni Program razvoja čipov in polprevodniških tehnologij v Sloveniji do leta 2030. S programom, ki je bil pripravljen in usklajen v okviru strokovne



Prof. dr. Gregor Dolinar, prorektor za raziskave in razvoj UL (foto_UL FE)



Prof. dr. Janez Krč in prof. dr. Marko Topič z UL FE ter prof. dr. Gregor Dolinar z UL_1 (foto_UL FE)

delovne skupine pod vodstvom Ministrstva za digitalno preobrazbo (MDP), Slovenija s polnim zagonom odpira novo poglavje in postavlja pomemben mejnik na področju razvoja čipov in polprevodniških tehnologij. Za uresničitev programa in poln zagon aktivnosti je potrebnih okoli 160 milijonov evrov. Vlaganja v razvoj čipov in polprevodniških tehnologij ima velik multiplikativni učinek na gospodarstvo in povečuje suverenost države na tem strateškem področju.

Čipi so strateški proizvod

Svet se v zadnjem času vse bolj zaveda velikega pomena čipov. Brez njih ni proizvodnje sodobnih naprav, zelenega prehoda, digitalizacije in naprednega gospodarstva. Tudi Evropa v okviru Zakona o čipih uveljavlja ukrepe za povečanje suverenosti držav na tem ključnem visokotehnoškem področju. Sprejeti slovenski program pa ni le odgovor na evropske pobude, temveč tudi potrditev dolgoletnega uspešnega delovanja Slovenije na področju čipov in polprevodniških tehnologij ter priznanje odličnemu slovenskemu znanju, raziskavam in podjetništvu na tem področju.

Fakulteta za elektrotehniko Univerze v Ljubljani (UL FE) je bila skupaj z ostalimi strokovnjaki aktivno vključena v pripravo programa. Pomen tega strateškega dokumenta in področja v Sloveniji in Evropi poudarja prof. dr. Marko Topič, dekan UL FE: »Polprevodniške tehnologije, čipi in integrirana vezja so danes najpomembnejša strateška tehnologija sodobne civilizacije, saj predstavljajo temelj praktično vseh naprednih sistemov in



Prof. dr. Janez Krč in prof. dr. Marko Topič z UL FE ter prof. dr. Gregor Dolinar z UL_2 (foto_UL FE)



Prof. dr. Janez Krč z UL FE (foto_UL FE)



Prof. dr. Marko Topič z UL FE ter prof. dr. Gregor Dolinar z UL (foto_UL FE)

naprav, brez katerih si ne moremo predstavljati delovanja sodobne družbe, gospodarstva in nacionalne varnosti. Nacionalni program za čipe do leta 2030 je pravi odgovor na krepitev tehnološke in digitalne suverenosti Slovenije. Z njim krepimo konkurenčnost na specializiranih segmentih namenskih čipov in celotne tehnološke vertikale, od dizajna do testiranja čipov,

kjer ima Slovenija z UL FE na čelu šestdesetletno tradicijo ter, zahvaljujoč profesorju Janezu Trontlju in Laboratoriju za mikroelektroniko, uspešne prvence integriranih vezij v svetovnem merilu. Nacionalni program med cilji do leta 2030 izpostavlja pospešena vlaganja v raziskovalno opremo in skrb za kadre, še posebej za mlade talente, ki si želijo visokotehnološke izzive.«

Prof. dr. Janez Krč z UL FE pravi, da program opredeljuje cilje in usmeritve načrtovanja, prototipne izdelave, testiranja in napredna pakiranja namenskih elektronskih čipov in sistemov na čipu za nišne aplikacije. »Obenem odpira vrata razvoju novim generacijam čipov, kot so fotonski in kvantni čipi. Spodbuja sodelovanje podjetij z raziskovalnimi organizacijami in univerzami, kar ob ustrezni podpori države in strateških mednarodnih partnerstev ustvarja okolje za doseganje prebojnih inovacij v nacionalnem in mednarodnem prostoru,« še pojasnjuje Krč.

Kompetenčni center KC-Čip.si kot prvi ukrep programa

Kompetenčni center za čipe in polprevodniške tehnologije KC Čip.si, ki je začel delovati jeseni 2025, predstavlja prvi temeljni ukrep programa za doseganje dolgoročnih ciljev ter krepitev vloge slovenskega znanja, raziskovalne sfere in industrije v slovenskem in evropskem prostoru. S strokovnimi izobraževanji, promocijo, z dostopom do sodobnih tehnologij in povezovanjem ustvarja okolje za pospeševanje razvoja in inovacij na področju. Njegov koordinator prof. dr. Janez Krč z UL FE obenem poudarja, da je »kompetenčni center odlično izhodišče, ki pa zaradi svojih omejitev zahteva ključne dodatne ukrepe in vlaganja, predvsem v tehnološko opremo ter izvajanje raziskovalno-razvojnih aktivnosti. S tem bo lahko program zaživel, multiplikativni učinki v gospodarstvu pa bodo vidni.«

Prof. dr. Gregor Dolinar, prorektor za raziskave in razvoj Univerze v Ljubljani, izpostavlja, da so se od šoka izpred nekaj let, ko se je Evropa nenadoma zavedela svoje odvisnosti in ranljivosti na področju polprevodniških tehnologij, razmere v svetu samo še poslabšale. »Zato je res bistveno, da se opremo na lastno znanje, kar pa pomeni skrb za vzgojo kadrov ter velika vlaganja v opremo, raziskave in razvoj. Pri tem je ključno sodelovanje vseh deležnikov in čim hitrejši prenos rezultatov raziskav v industrijo. Kompetenčni center KC-Čip.si in sprejeti nacionalni program razvoja čipov predstavljata ustrezen odziv na izpostavljene izzive. Na Univerzi v Ljubljani, vodilni znanstvenoraziskovalni instituciji v Sloveniji, se zavedamo sprejete odgovornosti. Pri vedno novih krizah pa bo zelo pomembno, da tudi odločevalci na ravni države ne bodo pozabili na sprejete zaveze, predvsem pa na to, da se sodobni svet brez čipov v trenutku povsem ustavi.«

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



UNIHIKER K10 razvojna plošča podjetja DFRobot (2. del)

Avtor: Brian Millier

E-pošta: bmillier1@gmail.com

Podjetje DFRobot je pred kratkim predstavilo dve razvojni plošči, namenjeni mladinskemu in izobraževalnemu trgu. Gre za cenovno ugodne plošče, ki vsebujejo številne dodatne čipe in module ter tako ponujajo veliko običajnih funkcij, ki presegaajo zgolj zmogljivosti samega mikrokontrolerja.

Arduino primeri

Ker plošča K10 vsebuje TFT-zaslon, kamero in številne druge senzorce itd., sem upal, da bo vključevala knjižnice gonilnikov in primere za te periferne naprave. To tudi drži. Kadarkoli namestite kateri koli nov BSP za Arduino in ga izberete kot ciljno ploščo/mikrokontroler, bo meni »Primeri« vseboval razdelek »Examples for xxxxx board/MCU«. V tem primeru bo to »Examples for Unihiker k10«.

Tako kot pri drugih BSP-jih, ki sem jih namestil, bo razdelek z zgledi za UNIHIKER K10 vseboval veliko »splošnih« zgledov. Obstaja veliko podrazdelkov z zgledi, ki delujejo z družino mikrokontrolerjev ESP32xx. Vendar pa vsi ne bodo delovali z ESP32S3. Opazil sem kategorijo »Bluetooth Serial«, ki vsebuje primere, za katere vem, da ne bodo delovali z ESP32S3, saj ta podpira le BLE, ne pa Bluetooth 4. Obstajajo primeri za HUSKYLENS, ki je modul kamere z umetno inteligenco, ki ga prodaja DFRobot. Spraševal sem se, ali je modul za kamero K10 takšna kamera, vendar ni. Ti primeri HUSKYLENS bi zahtevali nakup modula HUSKYLENS.

Preizkusil sem primer DFRobot_AHT20 in deloval je brez težav s senzorjem temperature in vlažnosti AHT20, vgrajenim v K10. Tudi skica DFRobot_I2Cscan je delovala pravilno in je prikazala vse vgrajene I2C naprave, ki sem jih navedel v tabeli 1.

Naslov I2C naprave	Naprava
0x11	ES7243 I2S ADC (konfiguriran preko I2C)
0x19	SC7A20 3-osni merilnik pospeška
0x20	XL9535 I/O Ekspander (16 I/O pinov)
0x29	LTR-303ALS-01 Senzor svetlobe okolice
0x38	AHT20 Senzor temperature/vlage

Tabela 1: Spisek I2C vezij ki se nahajajo na K10 plošči

Nisem pričakoval, da bi pri WiFi-ju na K10 nastale kakšne težave, vendar sem vseeno preizkusil nekaj priloženih primerov. Primer BasicHttpClient je vseboval certifikat za avtentifikacijo, ki je bil izključen. Pričakoval sem, da bom moral vnesti svoje podatke za dostopno točko, in K10 je uspešno našel moj WiFi usmerjevalnik. Ciljni URL-ji, navedeni v primeru, niso bili veljavni, zato ni bilo vzpostavljen nobene povezave. Ko sem vnesel veljavne URL-je, povezava še vedno ni bila vzpostavljena, saj večina spletnih strani odgovarja le na HTTPS zahteve.

Tudi primer BasicHttpsClient ni deloval. Ta primer je sicer vseboval certifikat za avtorizacijo, vendar je bil že dolgo pretečen.

Zato se tudi varna http zahtevka na navedeni URL naslov nista uspela povezati. To sta dva primera, ki v tej obliki ne bosta delovala, razen če ne navedete pravega URL-naslava in priložite veljaven certifikat.

Vendar je primer AdvancedWebserver po vnosu imena omrežja (SSID) in gesla za WiFi deloval brez težav. V tem primeru se je moj brskalnik uspešno povezal z napravo K10 prek URL-ja »esp32.local«. Bil sem navdušen nad tem, kako hitro se je v brskalniku prikazal črtni grafičkon. Program sem prilagodil tako, da je prikazal grafičkon z več sto podatkovnimi točkami, in ugotovil, da je dovolj hiter za nekatere grafične aplikacije, ki jih imam v mislih.

V razdelku »Examples for the Unihiker k10« se nahaja tudi podmapa z imenom »unihiker_k10«. Pričakoval sem, da bo ta mapa vsebovala le primere, ki so bili preizkušeni na plošči K10. Čeprav to na splošno drži, sem se hitro soočil s težavami pri številnih primerih, ki sem jih preizkusil, zlasti pri tistih, ki so za prikazovanje potrebovali TFT zaslon. Te težave bodo pojasnjene v naslednjem poglavju.

K10 TFT Display

Tako Unihiker K10 kot M10 vsebujeta 2,8-palčni TFT-zaslon, vendar model K10 nima na dotik občutljivega zaslona, ki ga ima model M10. To se mi je zdelo nekoliko nenavadno – zaslon na dotik na 2,8-palčnem TFT-zaslону bi lahko bil koristen za vrste aplikacij, ki jih K10/ESP32S3 brez težav obvladuje. M10 deluje na sistemu Linux in menim, da njegov majhen zaslon na dotik ne bi bil preveč uporaben na Linux namizju.

Po tem, ko sem preizkusil številne primere za TFT-zaslone (v podmapki Unihiker_k10), mi jih ni uspelo niti prevesti brez številnih napak. Pregledal sem kodo skic in opazil, da vsi ti primeri uporabljajo knjižnico »TFT_eSPI«. Ta knjižnica je na voljo prek Arduino upravitelja knjižnic in je zelo priljubljena knjižnica, ki jo je napisal Bodmer.

Ta knjižnica je bila že naložena v mojem Arduino IDE, saj sem jo v preteklosti že uporabljal z različnimi mikrokontrolerji. Iz preteklih izkušenj sem vedel, da ta knjižnica od uporabnika zahteva, da prilagodi datoteko z imenom »User_Setup_Select.h«, ki izbere datoteko, ki opisuje vašo ciljno ploščo z mikrokontrolerjem. Poleg tega bi bilo treba datoteko ciljne plošče spremeniti, da bi ustrezala SPI ožičenju, ki ga uporablja vaša plošča. Ko sem to preveril, sem ugotovil, da sta bili obe datoteki še vedno konfigurirani za ciljno ploščo/zaslon TFT, ki sem


```
KER_K10 k10;
```

Tv vrstici vstavite v svojo rutino `setup()`: `k10.begin()`; in `k10.initScreen(1)`;

Številka "1" znotraj `initScreen()` pomeni orientacijo zaslona in lahko ima vrednosti od 0-3.

Vsi primeri v podmapi `Unihiker_k10` vsebujejo te vrstice in uporabljajo funkcije `TFT`, ki so del razreda `k10`. Če pa želite uporabiti druge primere `TFT_eSPI` za Arduino, morate dodati zgornje vrstice.

Ko enkrat razumete zgoraj navedeno, je knjižnica `TFT_eSPI` za `TFT`-zaslone precej izčrpna. V preteklosti sem jo uspešno uporabljal za preproste grafične vmesnike. Nekateri druge knjižnice za `TFT`-zaslone, ki delujejo s `TFT`-zasloni, priključenimi prek vmesnika `SPI`, so precej počasne. Ugotovil sem, da se `TFT`-zaslon na `K10` pri uporabi knjižnice `TFT_eSPI` zelo hitro riše in osvežuje.

Avdio zmožnosti

`K10` vsebuje dva analogna MEMS mikrofona `MSM381ACT`, ki sta prek `ADC`-ja `ES7243E` povezana z `ESP32S3` prek `I2S`-vmesnika `ESP32S3`. Čeprav se avdio podatki pošiljajo v `ESP32S3` prek `I2S`-vmesnika, je treba `ADC` `ES7243E` najprej konfigurirati prek `I2C` na naslovu `0x11`. `DAC`/ojačevalnik `NS4168` `I2S` obdeluje zvočni izhod, povezan z majhnim zvočnikom, nameščenim na zadnji strani modula.

V razvojnem okolju Arduino IDE se za konfiguracijo teh avdio naprav poskrbi samodejno, kadarkoli uporabite visokokakovostne avdio funkcije iz razreda `music`. Nekateri od teh funkcij so uporabljene v primeru »`TFCardMusic`«, ki ga najdete v podrazdelku »`Unihiker_k10`« v razdelku Primeri za `Unihiker K10`. Tukaj je nekaj funkcij razreda `music`, uporabljenih v tem primeru:

`music.recordSaveToTFCard`: Funkciji posredujete ime datoteke in trajanje snemanja, ona pa bo signal iz mikrofona posnela v datoteko na kartici `uSD`, ki je vstavljena v vgrajeno režo.

`music.playTFCardAudio`: Tej funkciji posredujete ime datoteke, ona pa predvaja avdio vsebino iz te datoteke.

Ta posnetek je bil posnet v stereo formatu, s frekvenco vzorčenja `16 kHz` in ločljivostjo `16 bitov` ter shranjen kot datoteka `.WAV`. Predvajanje poteka prek enega zvočnika, ki je priključen na desni stereo kanal. Funkcija `music.playTFCardAudio` ne deluje pri drugih vzorčnih frekvencah – tj. ne bi predvajal datotek `WAV` v `CD`-kakovosti pri vzorčni frekvenci `44,1 kHz`.

V razredu `music` ni na voljo veliko drugih funkcij. Obstaja `playTone` funkcija, v katero vnesete frekvenco in trajanje v milisekundah. Nazadnje so na voljo še funkcije za ustavitev predvajanja zvoka ali za ustavitev predvajanja tona. Opazili boste, da tone primeri, ki so vključeni v "I2S" subsekcijo primerov ne delujejo. Dodatno `music` razred, avdio vezje se uporablja tudi za prepoznavanje govora. To je samostojna tema, ki jo bomo obravnavali v enem od naslednjih poglavij.

Čeprav sem ugotovil, da primer prepoznavanja govora deluje pravilno, sem ugotovil, da je bil signal mikrofona, posnet s pomočjo primera »`TFCardMusic`«, tako šibek, da je bil neuporaben. To pomeni, da je bil glasovni signal skoraj neslišen, ne glede na to, ali sem posnelo datoteko `WAV` predvajal prek naprave `K10` ali na svojem računalniku s kartice `uSD`. To se je zgodilo kljub mojemu glasnemu govoru in snemanju z razdalje približno `15 cm` od obeh mikrofona. Naprava `ADC` `ES7243E` vsebuje programabilni ojačevalnik pred `ADC`-jem ter možnost nastavitve polnega obsega `ADC`-ja. Ugotovil sem, da so privzete nastavitve za oba parametra, kot uporabljena pri razredu `music`, preizko nastavljena za normalno delo.

Podporna ekipa `Unihiker` mi je pojasnila, da niso vključili funkcije za nastavitve glasnosti mikrofona, saj niso želeli motiti delovanja algoritma za prepoznavanje govora. Ker se mi je obstoječa funkcija snemanja zdela neuporabna, sem sestavil kodni odlomek iz Listinga 2, s katerim sem močno povečal občutljivost mikrofona. Ta odlomek je treba vstaviti na konec rutine `setup()`.

Listing 2:

```
Wire.beginTransaction(0x11); // ES7243
I2C address
Wire.write(0x0D); // ES7243 Register
0x0D -ADC control
Wire.write(0x05); // 30 dB ADC scale
(42 dB is max)
Wire.write(0x0E); // ES7243 Register
0x0E -ADC control
Wire.write(0xFF); // Volume control
set to +32 dB (max)
Wire.endTransmission();
```

Če želite vedeti, kaj te številke pomenijo, si oglejte stran 17 v tehničnem listu za `ES7243E`. URL-ja vam ne morem navesti, saj vsebuje nekaj kitajskih znakov. Tehnični list je sicer v angleščini in ga lahko najdete z iskanjem v Googlu po izrazu »`ESP7243E datasheet`«.

Na voljo je nekaj primerov za prepoznavanje govora – eden za angleščino in eden za kitajščino. Ti se nahajajo v podrazdelku »`Unihiker_k10`« pod imenom »`SpeechRecognition`« + »`EN`« ali »`CN`«. Kot je bilo omenjeno že prej v članku, morate pred nalaganjem teh primerov v meniju Arduino Tools izbrati »`model:EN` (ali `CN`)«. S tem se bodo podatki prenesli v tri particije, kot sem opisal že prej v članku.

Ta primer uporablja `asr` razred. Nisem našel veliko informacij o tem, kako natančno deluje funkcija prepoznavanja govora, razen tega, da se model in glasovni podatki naložijo v zgoraj omenjene particije. Aktivna beseda je »`Hi Telly`«, program pa se odziva na ukaze »`switch on`« in »`switch off`«. Po izgovorjeni aktivni besedi se prižge zelena LED-ica, RGB-LED-ice (ob robnem konektorju `Micro:Bit`) pa se v odziv na glasovne ukaze »`switch on/off`« prižgejo v beli barvi ali ugasnejo. Za razliko od primera »`TFCardMusic`«, pri katerem je bil posnetek skoraj neslišen, je ta primer moj glas z razdalje `30 cm` pravilno zaznal ter prepoznal tako ključno besedo kot tudi ukaze za preklap.

Zdi se, da bi lahko program za prepoznavanje govora »naučili« prepoznavati vaš glas ter dodali nove besede in fraze za prepoznavanje govora. Če je tako, se to verjetno izvede z uporabo programskega jezika Mind+, TinyML ali morda MicroPython, vendar teh programskih možnosti še nisem preučil. Ko v Arduino urejevalniku skic vpišete »asr«, se prikaže približno 15 funkcij razreda asr, vendar nisem našel nobene dokumentacije o tem, kako jih uporabljati.

Podpora za kamero

2-megapikselna kamera je opremljena s slikovnim senzorjem GalaxyCore 1/5" UXGA CMOS. Nameščena je v isti ravnini z zadnjo stranjo plošče K10 in je priključena s kratkim 24-pin FPC-kablom. Na videz je podobna drugim kameram, ki so na voljo na različnih ESP32 ploščah, vendar se od njih nekoliko razlikuje, kot bo opisano kasneje.

Tako kot za mikrofone obstajajo tudi za kamero nekateri primeri za Arduino, ki so na voljo v podrazdelku »Unihiker_k10« seznama primerov za K10. Podobno kot primeri za prepoznavanje govora tudi ti primeri za zaznavanje slike/gibanja naložijo velike količine podatkov na dodatne particije, ko naložite kodo skice. V tem primeru sta obe particiji še vedno poimenovani „model“ in „voice_data“, zato se zdi, da sta ta imeni nekoliko splošni.

Primeri prepoznavanja slik pošiljajo podatke o sliki iz kamere tako v program za prepoznavanje kot na TFT-zaslon, kar vam omogoča, da vidite, kam je kamera usmerjena. Prejšnji mesec sem preizkusil novo ploščo Arduino Uno Q in njeno aplikacijo za prepoznavanje obrazov. Obraz na fotografiji je prepoznala s 95-odstotno zanesljivostjo. Ko sem preizkusil primer »FaceDetect« na K10 z isto fotografijo, obraz ni bil zaznan. Prav tako ni zaznal nobenih podob obrazov, ki sem jih prikazal na monitorju. V vseh primerih je bila slika na TFT-zaslonu K10 precej jasna.

Na voljo je tudi primer zaznavanja gibanja »MoveDetect«. Tudi v tem primeru se v particije modela (in morebiti tudi v particijo »voice_data«) naloži veliko podatkov. V tem primeru je TFT-zaslon prikazoval jasne slike tega, kar je zajemala kamera, vendar se 3 RGB-LED-diode niso spremenile iz modre v rdečo, ko sem premaknil ploščo/kamero. Pravzaprav RGB LED-ice sploh niso svetile, kar mi je nakazovalo, da se skica ni nikoli izvedla do konca rutine setup(), kjer se RGB LED-ice vklopijo v modri barvi. Zato se rutina loop(), ki preverja gibanje, ni nikoli izvedla.

Ko sem šel nazaj in dodal vrstico k10.rgb->write(-1, 0x0000FF); na konec setup() rutine v "FaceDetect" primeru, RGB LED-ici nista zasvetili, kar spet pomeni, da se setup() rutina ni popolnoma izvedla, prav tako se loop() rutina ni izvedla.

Prej sem poskušal uporabiti ukaze Serial.println(), da bi spremljal potek izvajanja. To je stanje še poslabšalo – po tem nisem več mogel naložiti primerja MoveDetect, ne da bi pri 23 % nalaganja skice v particijo aplikacije dobil sporočilo o napaki. Šele z nalaganjem drugega primerja, ki ni uporabljal particij model in voice_data, sem lahko ponovno vzpostavil normalno delovanje K10. Te težave sem prijavil podpori Unihiker.

Ker mi ni uspelo pravilno zagnati primerov Unihiker, sem se odločil, da bom poskusil ploščo K10 usposobiti za delovanje s priljubljenim primerom »CameraWebserver« podjetja Espressif. Kamera K10 ni priključena na iste pine ESP32S3 kot običajne kamere ESP32, ki so na voljo. V datoteki camera_pins.h sem moral definirati novo konfiguracijo kamere, kot je prikazano v seznamu 1. To novo definicijo kamere sem moral izbrati tudi v datoteki WebServer.ino. Če sem v meniju »Orodja« nastavil ploščo kot »ESP32S3 dev board« in prevedel ta primer, sem dobil sporočilo o napaki med izvajanjem, ki je izviralo iz rutine za inicializacijo kamere: »Error: this camera does not support JPEG«.

Ko sem prebral podatkovni list GC2145, sem to potrdil. Ko sem zakomentiral vrstico

```
config.pixel_format = PIXFORMAT_JPEG;
```

in jo nadomestil z:

```
config.pixel_format = PIXFORMAT_RGB565;
```

je sporočilo z napako izginilo, pojavilo se je pa sporočilo z drugo napako:

```
E (428) cam_hal: cam_dma_config(509): frame
buffer malloc failed
E (429) cam_hal: cam_config(599): cam_dma_
config failed
E (429) camera: Camera config failed with
error 0xffffffff
```

V tem trenutku sem se počutil precej nelagodno in sklenil, da primer CameraWebserver verjetno ne bo deloval s ploščo K10.

Zaključki

Mislil sem, da bom v tem članku imel dovolj prostora, da bi podrobneje obravnaval prenos MicroPythona na K10. Vendar so bile različne težave s podporo za Arduino, s katerimi sem se srečal, precej zapletene, zato mi tukaj ni ostalo dovolj prostora, da bi podrobneje obravnaval MicroPython.

MicroPython je že nekaj časa na voljo za večino članov družine ESP32, zato bi splošna različica za ESP32S3 delovala tudi na UNIHAKER K10. Vendar pa splošna različica MicroPythona za ESP32S3 ne bi vključevala podpore za specifične periferne naprave, ki jih najdemo na K10. Stran K10 na Wikiju vsebuje primere MicroPythona, ki podpirajo nekatere K10 periferne naprave.

Najti povezavo do različice K10 za MicroPython, ki jo ponuja UNIHAKER, je malce zapleteno, vendar je tukaj povezava [1]

UNIHAKER navaja naslednje opombe v zvezi s tem prenosom za MicroPython:

- *Trenutna različica (0.9.2) funkcij umetne inteligence – vključno s prepoznavanjem obrazov, prepoznavanjem mačk in psov ter prepoznavanjem QR-kod – porablja precejšnje količine sistemskih virov. Zato trenutno ni mogoče*

hkrati uporabljati funkcij umetne inteligence in WiFi.

Če imate na voljo le eno ploščo K10, ni mogoče hitro preklapljanje med programi MicroPython in skicami za Arduino. Zato ne bom preizkušal MicroPythona, dokler ne bom končal z delom s primeri in programi za Arduino na plošči K10.

Glede na vse okoliščine menim, da je K10 za tako nizko ceno zelo dobra plošča. Ker je plošča namenjena izobraževalnemu področju, ni bila v prvi vrsti zasnovana za enostavno vgradnjo v ohišje v okviru projekta po meri. Vendar pa UNIHIKER ponuja datoteko STL, s katero lahko s 3D-tiskalnikom natisnete majhno ohišje za samo ploščo (glej sliko 8). Tukaj je povezava [2].

Listing 1:

```
#if defined(CAMERA_MODEL_K10)
#define PWDN_GPIO_NUM    -1
#define RESET_GPIO_NUM  -1
#define XCLK_GPIO_NUM    7
#define SIOD_GPIO_NUM    47
#define SIOC_GPIO_NUM    48

#define Y9_GPIO_NUM      6
#define Y8_GPIO_NUM      15
#define Y7_GPIO_NUM      16
#define Y6_GPIO_NUM      18
#define Y5_GPIO_NUM      9
#define Y4_GPIO_NUM      11
#define Y3_GPIO_NUM      10
#define Y2_GPIO_NUM      8
#define VSYNC_GPIO_NUM   4
#define HREF_GPIO_NUM    5
#define PCLK_GPIO_NUM    17
```



Slika 8: 3D natisnjeno ohišje

Viri:

- 1: https://www.unihiker.com/wiki/K10/GettingStarted/gettingstarted_mpy/#unihiker-k10-with-micropython
- 2: <https://dfimg.dfrobot.com/62b2fb5caa613609f271523c/wiki/dd231e44c83eacf7ad601ce01b386718.zip>

<https://svet-el.si>



Najpopolnejši Arduino KIT za nadebudne programerje

Vsebuje:

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



AX elektronika d.o.o.



Program EZNEC Pro+ kot pripomoček za načrtovanje in simulacijo delovanja anten (1. del)

Avtor: **Boštjan Tovšak**
email: tovsakb@gmail.com

Pri načrtovanju in izdelavi antene se večkrat sprašujemo, kako bo antena delovala, sevala, kakšen bo njen SWR, impedanca itd. Na spletu sem po naključju naletel na program EZNEC Pro+, ki pokriva to področje.

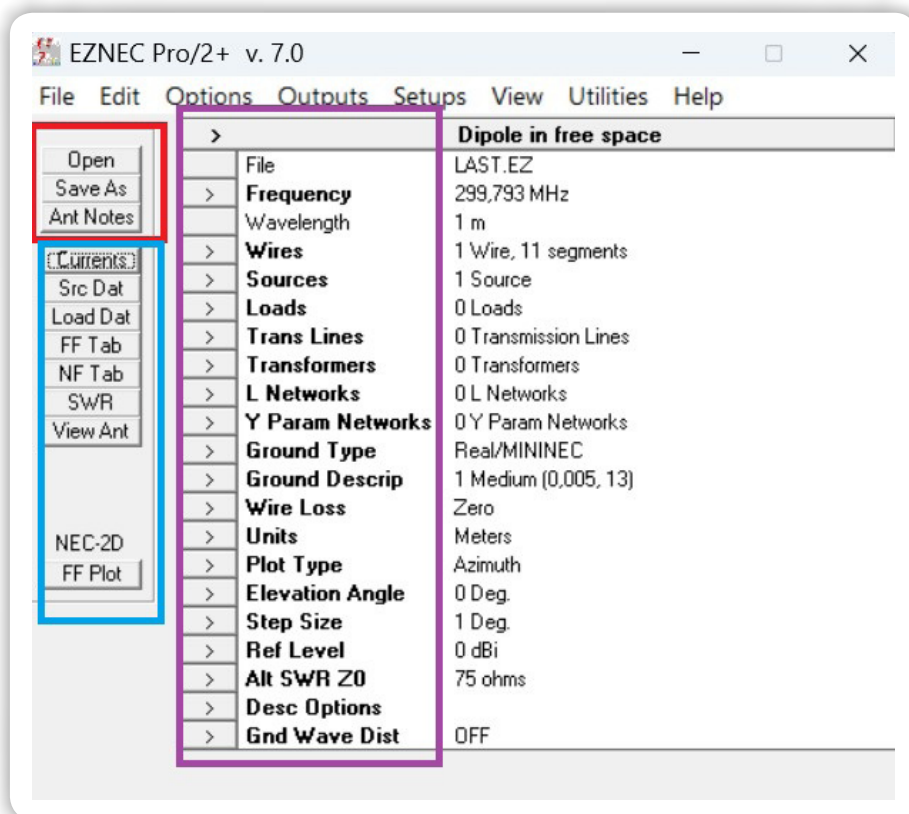
Avtor programa je radioamater Roy W. Lewallen. Pri testiranju in izboljšavah pa pomaga cel kup zanesenjakov radioamaterjev. Lahko rečemo, da je to program radioamaterjev za radioamaterje.

Kaj vse program pokriva in kje ga najdemo

Kot že omenjeno, nam program glede na geometrijo in ostale podatke o anteni, izračuna SWR, izriše sevalni diagram, grafično in tabelarično prikaže smer in potek tokov v posameznih se-

gmentih antene, izriše Smith-ov diagram, omogoča dodajanje pasivnih bremen in še bi lahko naštevali.

Verzija programa 7.0 je brezplačna in jo lahko prenesemo s spletne strani <https://www.eznec.com>[1]. Program za svoje delovanje potrebuje različne t.i. NEC (Numerical Electromagnetic Code) računske pogone. To je programska koda namenjena modeliranju in simulaciji anten. Brezplačna verzija programa uporablja NEC-2D. Napredne verzije NEC-4 in NEC-5 so plačljive. Cena pa se giblje okoli 110 USD. Višji verziji podpirata več možnosti simulacij, večjo natančnost, podpirata izračune za antene iz površinskih elementov (trakovi, plošče ipd.). Verzija NEC-2D podpira samo žične modele anten.



Slika 1: Slika glavno okno programa s polji za vpis parametrov modela in trakom z gumbi za simulacijo

Prenesen program namestimo s klikom na datoteko EZNEC_Pro2+_704_setup.exe. Posebnosti pri namestitvi ni. Posvetili se bomo predvsem načinu modeliranja antene, vnosu podatkov in izrisu SWR in sevalnega diagrama.

Grafični vmesnik programa

Ko poženemo program, se prikaže glavno okno (slika 1). Na levi strani imamo trak s tremi gumbi (rdeči kvadrat) za nalaganje in shranjevanje datotek, gumb za vnos opisa antene in njenih značilnosti, preostali gumbi nižje (modri kvadrat) služijo izračunom oz. simulaciji, ki se jim bomo posvetili v nadaljevanju. Vijolični kvadrat označuje vhodne parametre modela.

Na vrhu okna je orodna vrstica z več meniji, od katerih pa je zanimiv predvsem meni Options, kjer lahko nastavljamo različne načine izračuna in izrisa simulacije in seveda meni File, kjer lahko shranimo svoj model antene v datoteko ali jo naložimo.

Detajlni opis vseh funkcij, menijev, razlago posameznih pojmov in primere najdemo v uporabniškem priročniku na spletni strani programa ali pa v meniju Help->Contents.

In kako se lotiti načrtovanja modela antene

Risanje antene je v programu nekoliko nerodno, vendar se ga z nekaj prakse lahko hitro naučimo. Rišemo s pomočjo točkovnih koordinat v kartezičnem koordinatnem sistemu x, y in z. Koordinata z določa višino antene oz. točke od tal. Koordinati x in y določata smer in dolžino posameznih delov (segmentov antene). Razlika dveh točk (x,y) določa dolžino dela antene.

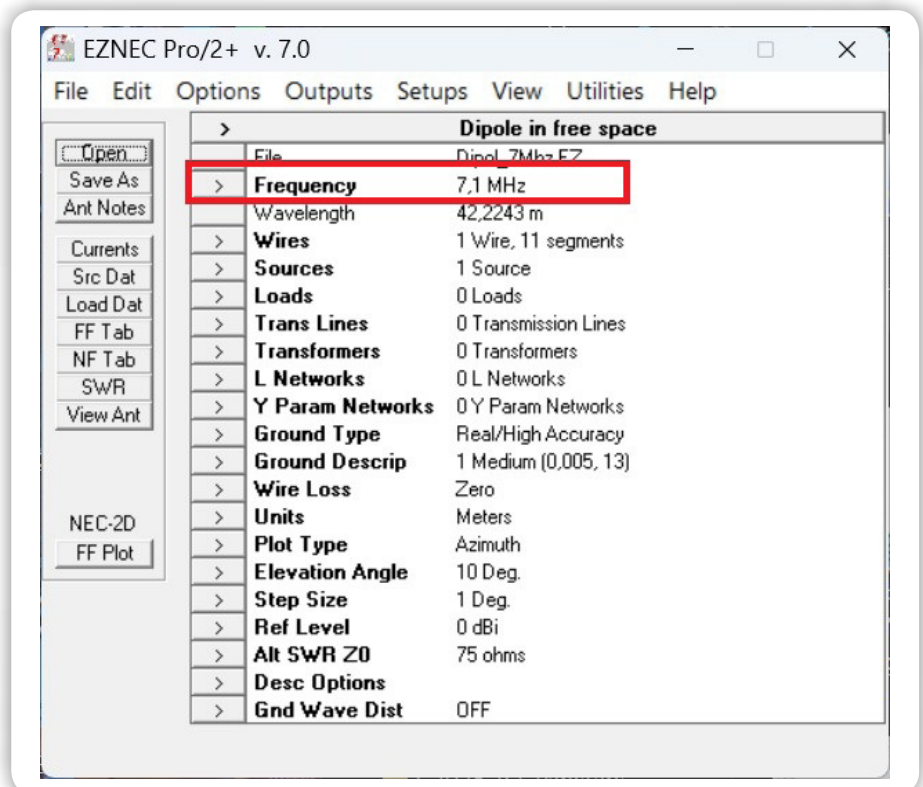
Ker je v marčevski številki SE 349 opisana 5-vatna QRP postaja SSB/CW, bomo modelirali klasični ravni polvalovni dipol za področje 40 m.

Seveda pa za simulacijo potrebujemo izračunano dolžino polvalovnega dipola. Izračunamo jo po formuli $150 \times 0,95 / f$ (MHz) za vodnike brez izolacije (lahko pa uporabimo avtomatsko izračunano valovno dolžino v polju programa Wavelength). Vzamemo frekvenco našega QRP npr. 7,01 MHz in izračunamo dolžino posameznega kraka 10,2 m. V simulaciji bomo uporabili višino dipola na razdalji 20 m od tal ($\lambda/2$) kot je priporočeno za takšno anteno. Spreminjali bomo višino dipola nad tlemi in opazovali spremembo impedance in faktorja SWR.

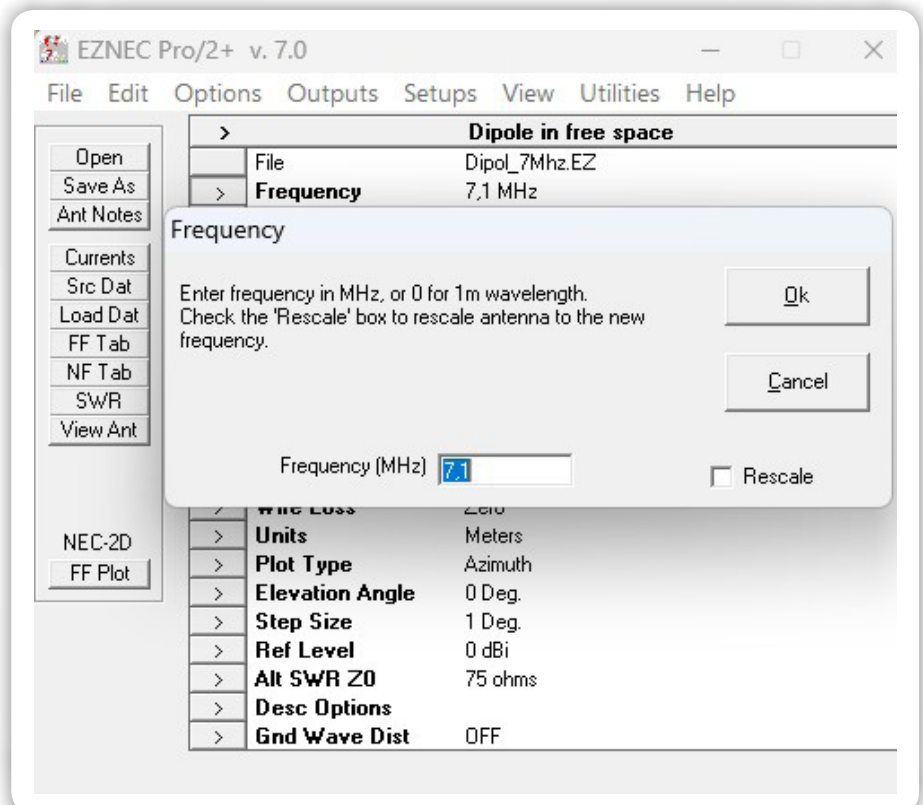
Pričnimo z načrtovanjem modela antene

Za primer bomo uporabili klasično horizontalno polvalovno dipol anteno. V meniju File ni opcije za kreiranje nove datoteke. Ob vsakokratnem zagonu programa se odpre zadnja odprta datoteka.

V glavnem oknu kliknemo gumb Open in izberemo model antene, ki je približek naše želene (slika 1). V meniju File kliknemo opcijo File Save Description As in shranimo model pod svojo oznako. Končnica datoteke oz. format je EZ.

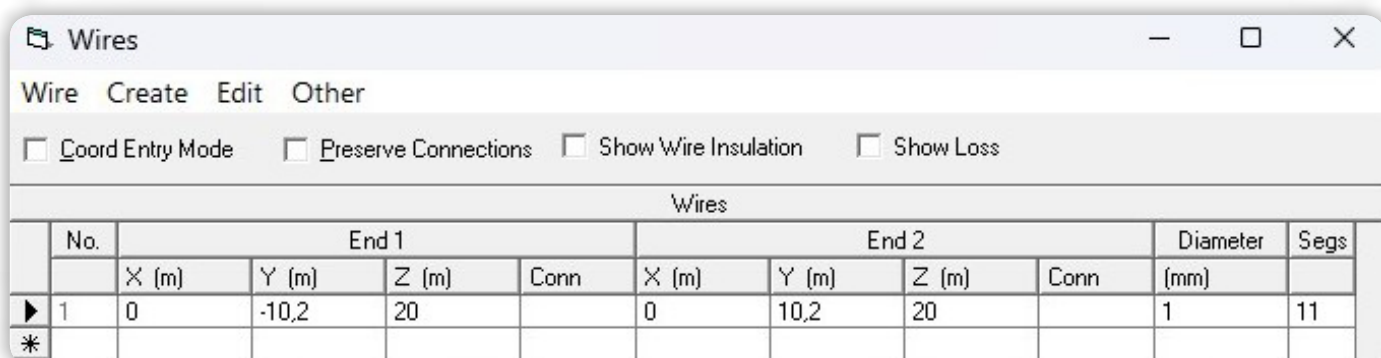


Slika 2: Označeno polje Frequency za vpis zelene resonančne frekvence

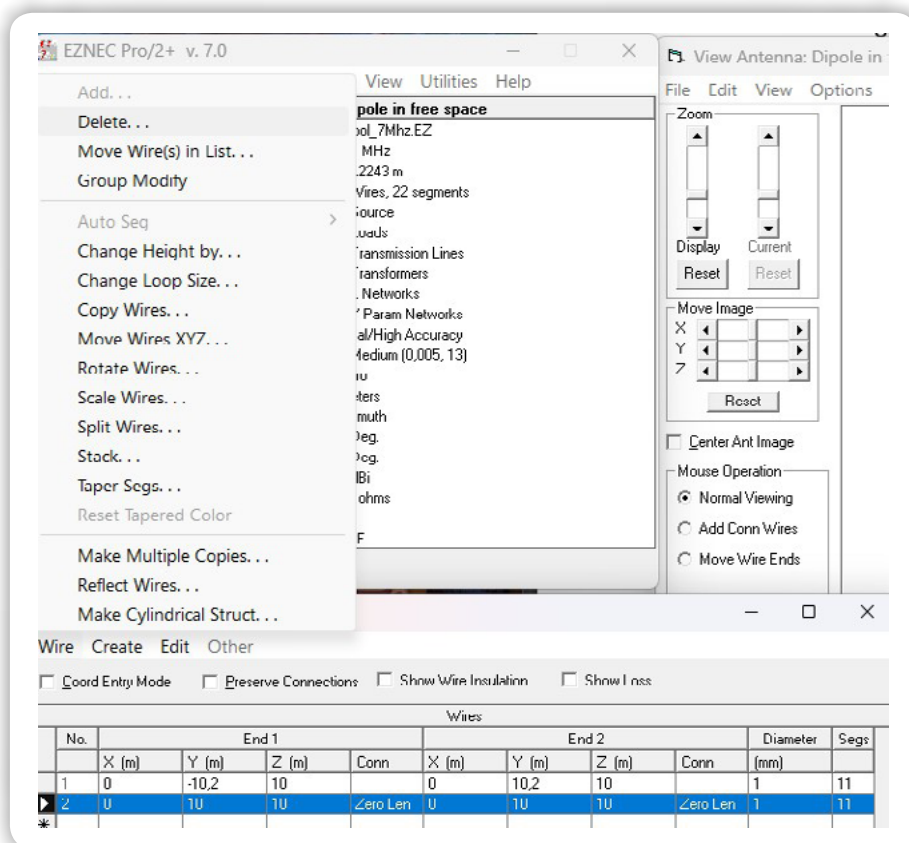


Slika 3: Vpis zelene resonančne frekvence v MHz

Pričnimo z opisom modela antene oz. ažuriranjem naloženega modela. Na desni strani glavnega okna je več vrstic za vpis. Določimo frekvenco s klikom na polje Frequency (slika 2). Odpre se pogovorno okno (slika 3). Vpišemo frekvenco v MHz.



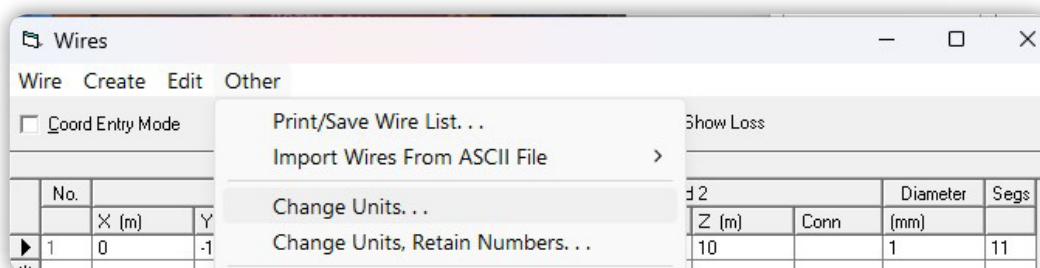
Slika 4: Ob kliku na vrstico Wires v glavnem oknu se odpre tabela za vpisovanje koordinat



Slika 5: Dodajanje in brisanje vrstic v tabeli

Opcijo Rescale pustimo prazno. Kliknemo Ok. V naslednji vrstici Wavelength se avtomatsko izpiše valovna dolžina.

Naslednji klik je na vrstico Wires v glavnem oknu. Tu opišemo geometrijo antene. Odpre se tabela za vnos dolžin (slika 4).



Slika 6: Spreminjanje merskih enot

Kot smo izračunali po formuli v predhodnem koraku, naj bi bila dolžina posameznega kraka polvalovnega dipola 10,2 m.

V tabeli so glede na tip predhodno izbranega modela že vpisane vrednosti. Te lahko izbrišemo s klikom v stolpcu pred številko vrstice (slika 5) ali pa jih prepíšemo. Izbrišemo lahko vse vrstice razen prve.

Pričnemo z opisom geometrije v prvi vrstici. V tabeli je več stolpcev. Če začnemo s topologijo tabele z vrha, imamo v prvem stolpcu zaporedno številko komponente antene s koncema End 1 in End 2, premer žice in število zelenih segmentov (slika 5). Naslednja vrstica definira novo komponento, ki se nadaljuje iz ene od končnih točk predhodne. Segmentacijo uporablja program pri izračunu. Število segmentov določa natančnost izračuna. V našem primeru bomo uporabili avtomatsko segmentacijo, ki jo določi program. Imamo še dodatne opcije Show Wire Insulation in Show Loss, kjer lahko določimo še izgube zaradi izolacije žice.

Pred vpisovanjem preverimo, če imamo prave enote, tj. metre. Če ne, moramo v tabeli v meniju Other izbrati opcijo Change Units in izbrati metre ali milimetre (slika 6).

Uporablja se kot že omenjeno, kartezični koordinatni točkovni sistem. Linije antene rišemo tako, kot bi šivali. Definiramo eno komponento z začetno in končno točko. Nato nadaljujemo z naslednjo komponento. Pri pisanju parametrov si lahko pomagamo s klikom na gumb na levi strani glavnega okna, gumbom View Ant. Tu bomo videli grafični izgled naše antene, postavljene v koordinatni sistem (slika 7).

V meniju Create tabele za vnos, najdemo tudi nekaj osnovnih modelov anten z že pripravljeno vnosno masko.

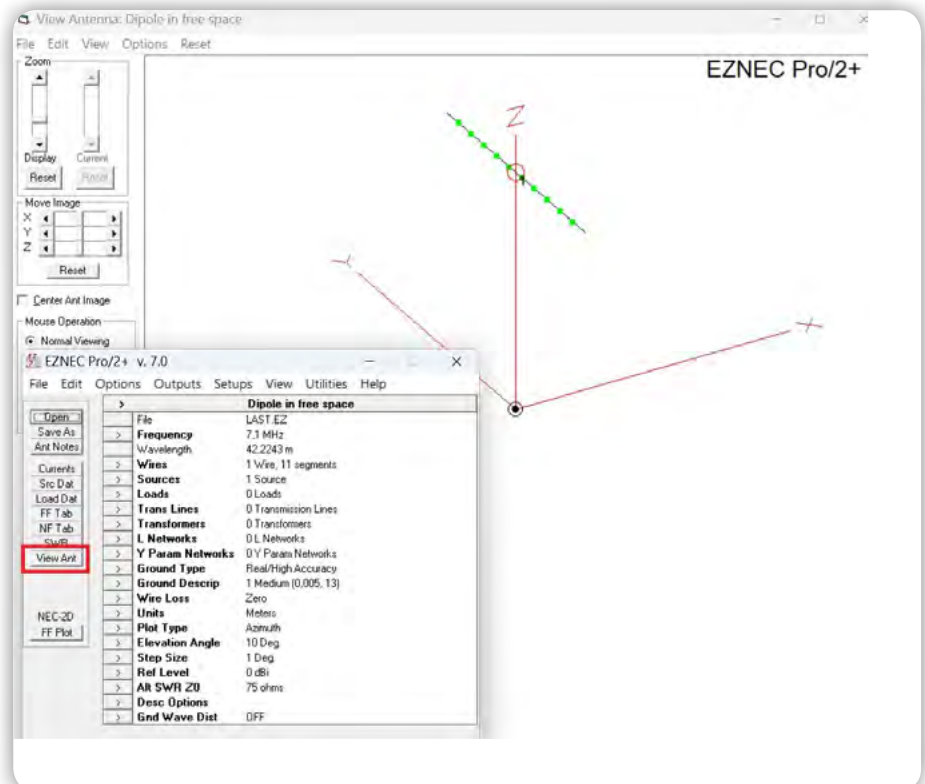
V prvi vrstici vpišemo koordinate začetne točke pod oznako End 1 za prvi krak dipola. Za naš primer bomo risali kraka dipola iz središča koordinatnega sistema XYZ. Pri risanju ni potrebe po razmaku med krakoma dipola. Narišemo ga kot homogeno linijo, ki ji bomo kasneje dodali v centru točko napajanja.

V polje X(m) vpišemo 0, v polje Y(m) vpišemo -10,2 in za višino od tal 20 m koordinato točke Z(m) 20. Določili smo prvi krak. Sledi definiranje drugega kraka v tabeli pod oznako End 2. Nadaljujemo risanje iz začetne točke End 1 (dipol bomo narisali kot neprekinjeno premico). V polje X(m) vpišemo 0, v Y(m) 10,2 in v Z(m) višino 20 (slika 8). Narisali smo drugi krak v nasprotni smeri. Imamo premico, ki prečka središče koordinatnega sistema na višini Z 20 m in ima simetrično dolžino na vsako stran koordinatnega izhodišča.

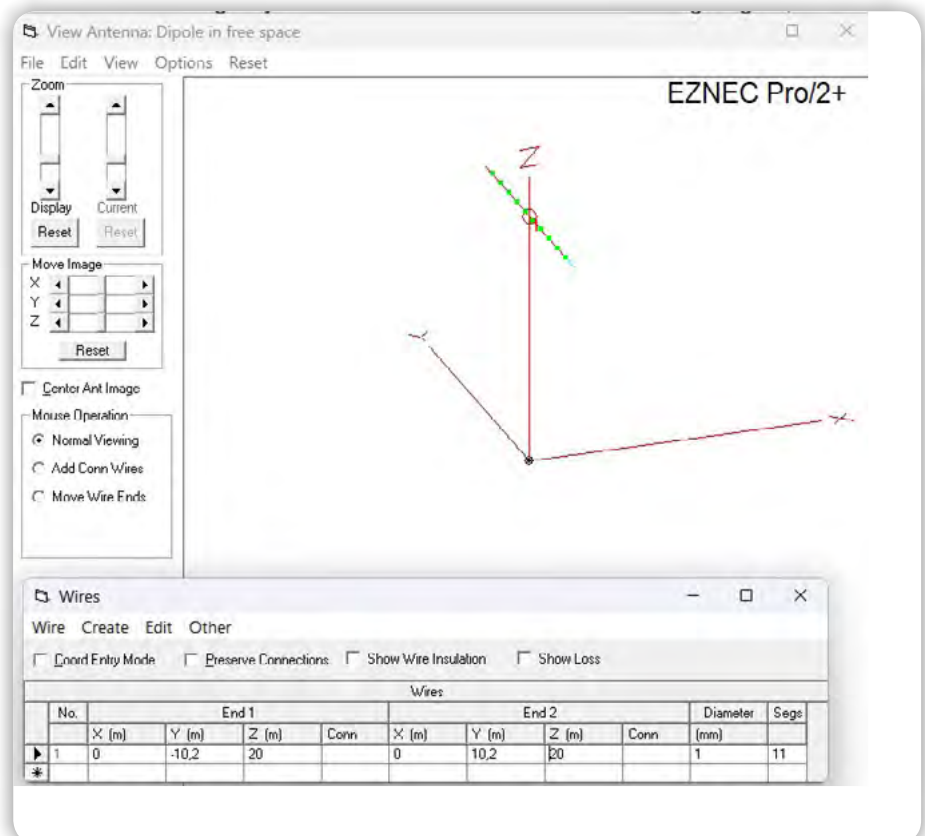
V meniju tabele izberemo Wire, Auto Seg. Izberemo lahko Conservative ali Minimum Recommended. Tu predlagam izbiro Conservative (slika 9). Program bo avtomatsko segmentiral konce antene.

Naslednji korak je določanje točke vira napajanja. Za naš primer dipola bomo vir postavili točno na sredino segmentirane premice. Program je izračunal 11 segmentov, tj. deset delov antene.

Sedaj se bomo vrnili k našemu glavnemu oknu programa. Kliknemo vrstico oz. gumb Sources (slika 10). Ker imamo samo eno žico, v polje Wire # vpišemo 1 (če bi bilo žic antene več, bi lahko izbrali tudi kakšno drugo, npr. 2 ali 3...). Naslednji stolpec %From E1 določa oddaljenost vira od konca End 1. Ker je 11 segmentov, je šesti segment točno na polovici poti do konca End 2 (slika 10). Vpišemo 50%. V polje Amplitude (V, A) vpišemo želeno vrednost toka oz. napetosti, pustili bomo vrednost 1 A. Določimo lahko tudi fazo vira v polju Phase, v polju Type izberemo vrsto vira, tokovni ali napetostni. Obstajata še opciji SV (Splitet Voltage Source) in SI (Splitet Current Source). Ta se uporabljata pri simetričnem napajanju antene (npr. vira napajanja sta vsak na svojem kraku antene).

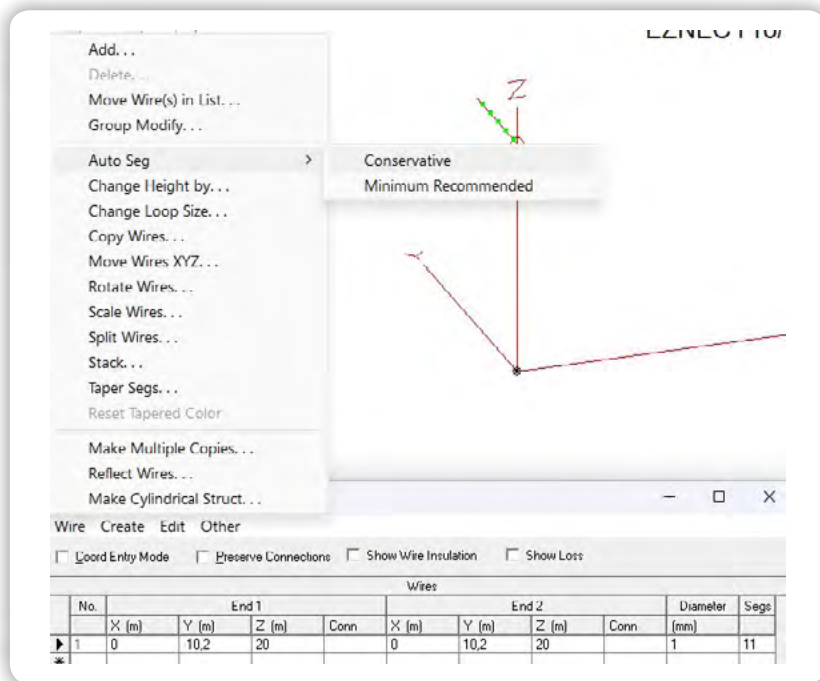


Slika 7: Okno za pregled definirane antene



Slika 8: Izgled modelirane antene v prostoru XYZ z vpisanimi parametri v tabeli

Nadaljnje vrstice v glavnem oknu omogočajo priklop dodatnih bremen. Za naš poenostavljen primer bomo te parametre preskočili, da ohranimo enostavnost in sledljivost.



Slika 9: Segmentiranje delov antene

Ustavili se bomo pri vrstici Ground Type. Tu imamo na razpolago več opcij: Free Space, Perfect in Real s podmenijem Real Ground Types (slika 11).

Free Space kot že ime pove, je model antene postavljen v prazen prostor brez površin. Perfect označuje idealen model površja in prevodnosti tal. Real Ground Types pa je realen model z visoko natančnostjo (High Accuracy) ali z MININEC (antena je lahko postavljena neposredno na zemljo ali nekaj cm od nje).

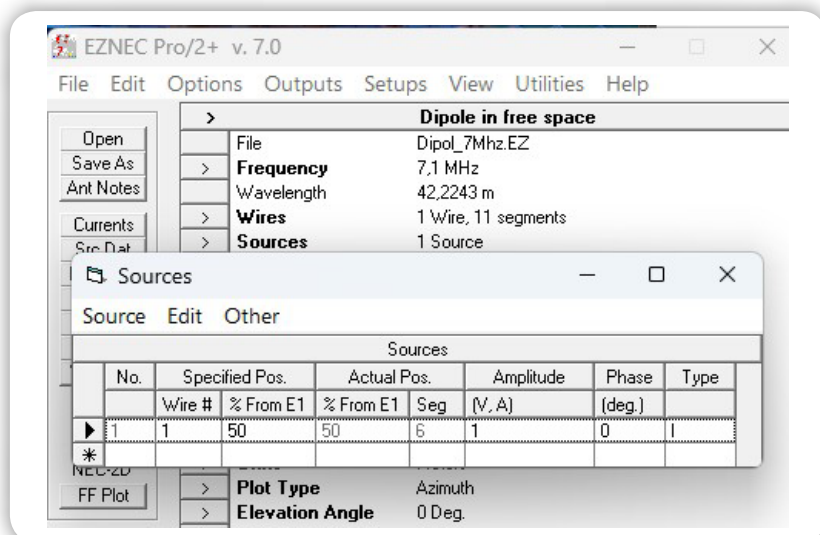
Po uporabniškem priročniku je priporočeno uporabljati model High Accuracy, ki daje realnejše rezultate. Uporabimo slednjega.

Naslednja vrstica, ki jo izberemo, je Wire Loss. Tu izberemo zelen material žice (baker, aluminij...). Za naš primer bomo potrdili idealno, brez izgub, Zero.

Vrstica Units določa vrsto merske enote, v našem primeru je že nastavljena na metre. Plot Type izberemo Azimuth (možnosti še Elevation in 3 Dimensional). Ostale vrstice glavnega okna bomo pustili na privzetih vrednosti.

Zanimiva je vrstica Desc Options, ki pri shranjevanju datoteke shrani predhodne nastavitve izračunov.

V pogledu geometrije antene lahko naknadno dodajamo nove linije z opcijo Add Conn Wire, lahko obstoječe linije antene tudi premikamo z Move Wire Ends.



Zaključek 1. dela

Do sedaj smo se naučili narisati ravni dipol in ga parametrično opisati. V naslednjem članku pa bomo preverili, kako v simulatorju izrisati Smith-ov in sevalni diagram antene, kako se lotiti modeliranja kompleksnejše antene in kako lahko v simulatorju poskusimo izboljšati SWR.

Viri:

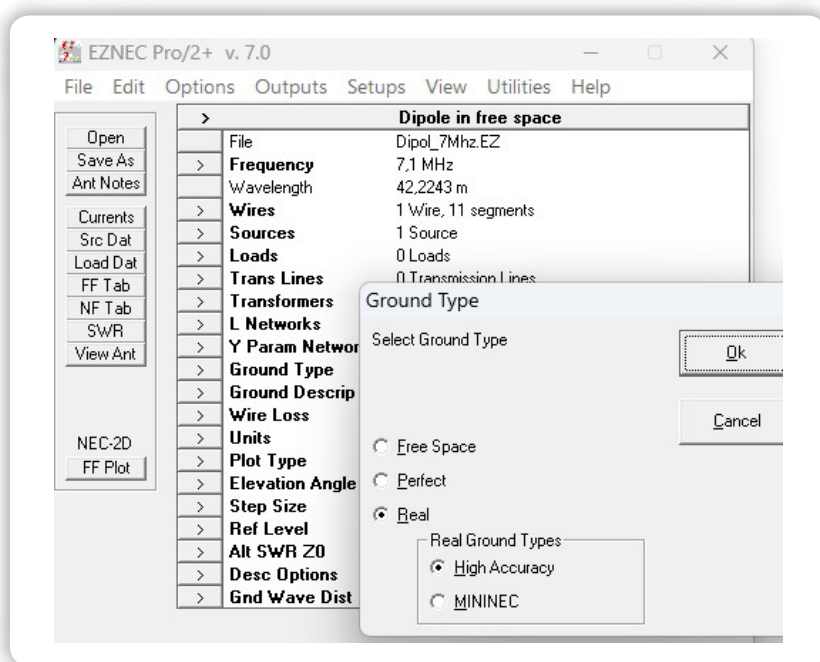
- 1: <https://www.eznec.com/>

Slika na sredini

Slika10:Definiranje točke vira napajanja na anteni, simetrično na polovici celotne dolžine

Slika spodaj

Slika 11:Določanje vrste tal pod anteno



Python in MikroPython – 4. del

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

Python in MikroPython sta popularna programska jezika med nadobudnimi mladimi programerji. Kako se lotiti kompleksnejšega projekta?

V preteklem nadaljevanju smo nadaljevali z opisi kompleksnejših programov v Pythonu in MicroPythonu, ki so lahko zelo uporabni pri praktičnem delu z majhnimi krmilnimi računalniki, kot je Raspberry Pi Pico 2, in načrtovanju zahtevnejše strojne opreme z vgrajeno umetno inteligenco, ki kot krmilnik uporablja računalnik na eni ploščici tiskanega vezja, kot je Raspberry Pi 5 z nameščenim Raspberry Pi HAT+ 2 (glej SE348). Videli smo, kako upravljamo GPIO priključke, sprogramirali pa smo tudi prenos podatkov po zaporedni povezavi RS232 s 3,3-voltnimi nivoji.

Tokrat se lotimo že obljubljenega programiranja krmilnikov dronov: Začeli bomo z osnovnimi funkcijami, kot sta krmiljenje motorjev s pomočjo pulzno-širinske modulacije (PWM) in zajemanje vrednosti iz merilnika pospeškov ter nadaljevali s programskim upravljanjem drona.

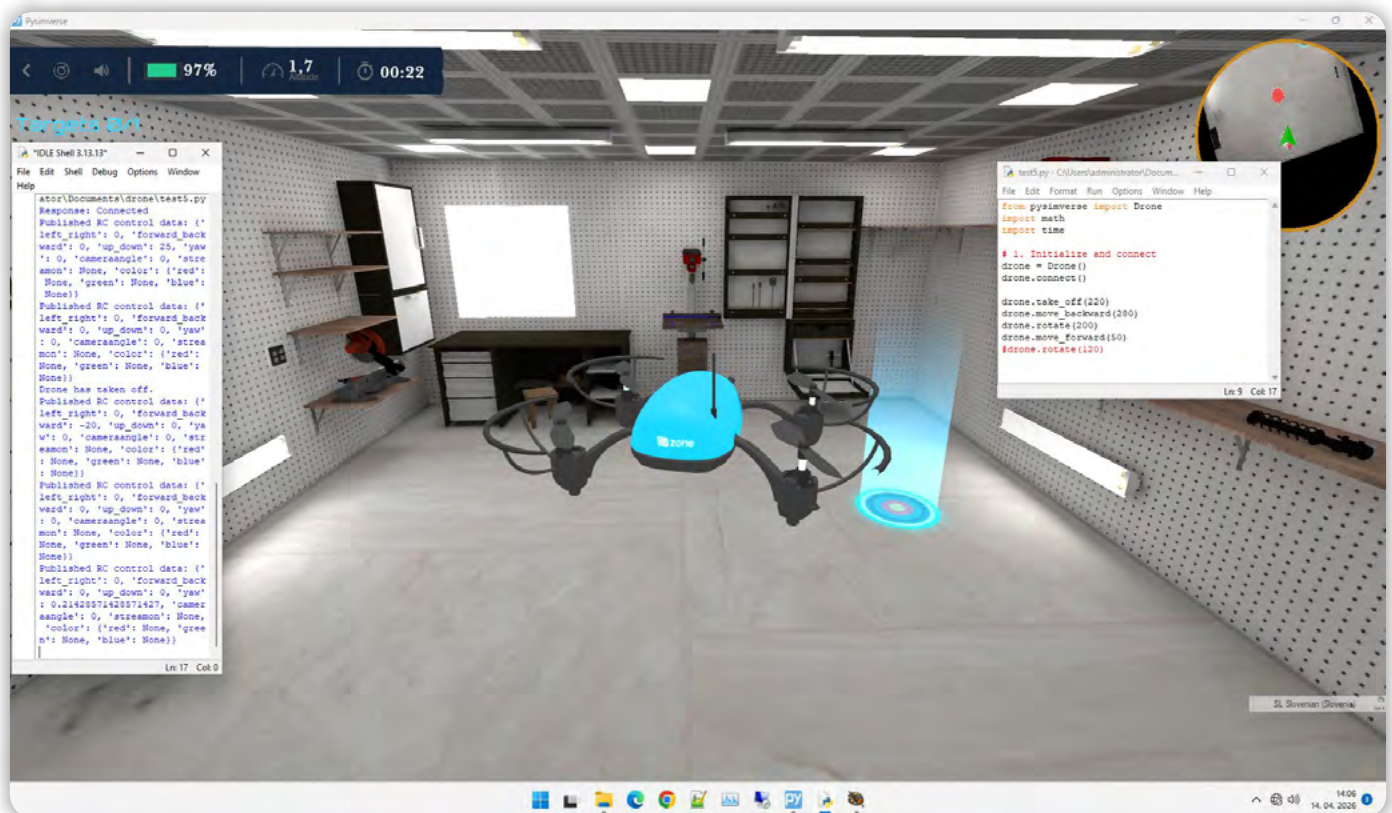
Za preverjanje pravilnosti delovanja programov bomo uporabili tudi simulator drona, s katerim lahko predhodno preverimo odzivanje programske kode v Pythonu v različnih situacijah, ne da bi, zaradi pogosto trivialnih programerskih napak, tvegali poškodovanje ali uničenje pravega drona – vrednega tudi več tisoč evrov.

Simulatorji omogočajo posnemanje različnih tipov dronov, boljši pa omogočajo tudi letenje v različnih navideznih prostorih pod različnim vremenskimi pogoji. V navidezne prostore lahko namestimo tudi realistične virtualne ovire, ki se jim mora dron izogibati. Najnaprednejši simulatorji lahko posnemajo celo sliko s kamere drona, ki jo procesiramo z v Pythonu z umetno-inteligenčnimi ali matematičnimi metodami in nato rezultate uporabimo pri navigaciji in izvajanju načrtovanih nalog.

PWM v Pythonu za osnovno krmiljenje motorjev

Program v Pythonu ali MicroPythonu omogoča enostavno spreminjanje funkcionalnosti splošno-namenskih vhodni-izhodnih priključkov (GPIO), če imamo na voljo ustrezne programske knjižnice. Poglejmo primer krmiljenja v Pythonu na Raspberry Pi (modeli 1 do 5). V prvem koraku uvozimo potrebno programsko knjižnico:

```
import RPi.GPIO as GPIO
```



Slika 1: Letenje z dronom v navideznem prostoru je zabavno, še posebej, če spremljamo izvajanje programskih stavkov v svojem programu.



Slika 2: Raspberry Pi 5

Nato v skladu s standardnim označevanjem in možnostmi priključkov izberemo enega izmed GPIO priključkov, ki omogočajo strojno PWM modulacijo. Raspberry Pi 5 ima poleg BCM2712 (način označevanja BCM) sistema v enem čipu še R1 mikrokontroler (način označevanja BOARD). Zato najprej izberemo način označevanja GPIO priključkov (BCM), nakar izberemo priključek (priključek 18 navadno uporabljamo za PWM) in ga nastavimo kot digitalni izhod:

```
GPIO.setmode(GPIO.BCM)
pwm_pin = 18
GPIO.setup(pwm_pin, GPIO.OUT)
```

V naslednjem koraku nastavimo nosilno frekvenco PWM (v našem primeru 1000 Hz) in določimo trajanje logične enice (angl. duty cycle) na 33 odstotkov trajanja periode:

```
pwm_output = GPIO.PWM(pwm_pin, 1000)
pwm_output.start(33.33)
```

Ostane le še odgovor na vprašanje, ali lahko PWM funkcionalnost tudi prekinemo in vrnemo GPIO priključek v izhodiščno stanje. Poglejmo:

```
pwm_output.stop()
GPIO.cleanup()
```

Kot vidimo, za prekinitvev PWM modulacije poskrbi prvi ukaz, ukaz cleanup pa vrne vse GPIO priključke v izhodiščno stanja in ponastavi način označevanja priključkov pred zagonom aplikacije v Pythonu.

PWM v MicroPythonu za osnovno krmiljenje motorjev

Raspberry Pi Pico (2) uporablja MicroPython, kjer za dostop do GPIO funkcionalnosti uporabljamo programsko knjižnico `machine`, iz katere uvozimo razreda `Pin` in `PWM`. Nato ustvarimo objekt `pwm_pin`, s katerim krmilimo pin 15:

```
from machine import Pin, PWM
pwm_pin = Pin(15)
```

Nato ustvarimo PWM objekt, s katerim na pinu 15 upravljamo PWM modulacijo:

```
pwm = PWM(pwm_pin)
pwm.freq(1000)
pwm.duty_u16(21845)
```

Kot vidimo, smo nastavili osnovno frekvenco 1000 Hz in trajanje enice na 33 odstotkov. Ker uporabljamo 16-bitni zapis, vrednost trajanja izračunamo kot $65536 / 3 = 21845$ (zaokroženo na celo število).

Merjenje pospeškov v MicroPythonu

MPU6050 je eden najpopularnejših merilnikov pospeškov med samograditelji večjih dronov ter avtonomnih robotskih vozil in plovil. Z računalnikom komunicira prek vodila I2C s frekvenco do 400 kHz, kar s pridom izkoriščamo v MikroPythonu na Raspberry Pi Pico 2 W. MPU6050 povežemo prek priključkov Vcc (napajanje +3,3 V), GND (masa), GPIO0 (SDA – priključek 0) in GPIO1 (SCL – priključek 1). Poglejmo program:

```
from machine import Pin, I2C
i2c = I2C(0, sda=Pin(0), scl=Pin(1),
freq=400000)
```

Tudi tokrat uporabljamo programsko knjižnico `machine`, iz katere uvozimo razreda `Pin` in `I2C`. S pomočjo slednjega ustvarimo objekt `i2c` (poimenovan z malimi črkami – Python loči med velikim in malimi črkami), tako da uporabimo I2C vodilo 0, ter I2C krmilnik logično povežemo s priključkoma 0 (SDA) in 1 (SCL). Zadnji parameter je hitrost I2C vodila.

Za dostop do MPU6050 registrov potrebujemo ustrezne podprograme, še prej pa moramo MPU6050 zbuditi iz spanja in nastaviti merilnik pospeška na območje +/- 2 g, ki nastopi takoj po priklopu napajanje. Slednje naredimo z ukazoma:

```
i2c.writeto_mem(MPU6050_ADDR, PWR_MGMT_1,
b'\x00')
i2c.writeto_mem(MPU6050_ADDR, DEVICE_ADDR,
ACCEL_CONFIG, b'\x00')
```

s katerima v registra `PWR_MGMT_1` in `ACCEL_CONFIG` zapišemo vrednosti 0. Nato lahko preberemo 16-bitne vrednosti pospeškov po vsaki od treh geometrijskih osi (X, Y, Z) z naslednjo funkcijo:

```
def read_raw_data(addr):
    # Read two bytes and combine them into
    a 16-bit integer
    high = i2c.readfrom_mem(MPU6050_ADDR,
        addr, 1)[0]
    low = i2c.readfrom_mem(MPU6050_ADDR,
        addr + 1, 1)[0]
    val = (high << 8) | low
    if val > 32767:
        val -= 65536
    return val
```

Za branje vseh treh osi tako potrebujemo v glavnem programu tri klice zgornje funkcije:

```
raw_x = read_raw_data(ACCEL_XOUT_H)
raw_y = read_raw_data(ACCEL_XOUT_H + 2)
raw_z = read_raw_data(ACCEL_XOUT_H + 4)
```

Povejmo še, da pretvorbo pospeškov v enoto g (g je težnostni pospešek 9.81 m/s²) izvedemo tako, da vsako od zgornjih vrednosti delimo s številom 16384. Tako dobimo obseg od -2 g do +2 g.

Merjenje pospeškov v Pythonu samo z uporabo gonilnika I2C Tudi v Pythonu lahko MPU6050 uporabljamo neposredno prek I2C gonilnika, lahko pa namesto tega uporabimo namensko programsko knjižnico, v kateri so že definirane višje-nivojske funkcije. Raspberry Pi 5 ima na voljo dve I2C vodili, smbus in smbus 2. Program je sicer po zgradbi zelo podoben tistemu v MicroPythonu:

```
import smbus
bus = smbus.SMBus(1)
```

Po uvozu programske knjižnice smbus izberemo vodilo in ustvarimo njegov objekt. Podprogram za komunikacijo prek I2C protokola je nato zelo podoben tistemu v MicroPythonu:

```
def read_word_2c(reg):
    """Read two bytes and combine them into
    a signed 16-bit integer."""
    high = bus.read_byte_data(DEVICE_ADDR,
        reg)
    low = bus.read_byte_data(DEVICE_ADDR,
        reg + 1)
    val = (high << 8) + low
    if val >= 0x8000:
        return -((65535 - val) + 1)
    else:
        return val
```

Potrebujemo še podprogram za zagon in nastavitve merilnika pospeška MPU6050 na +/- 2 g:

```
bus.write_byte_data(DEVICE_ADDR,
    PWR_MGMT_1, 0)
bus.write_byte_data(DEVICE_ADDR, ACCEL_
    CONFIG, 0)
```

Zdaj lahko v glavnem programu beremo neobdelane vrednosti merilnika pospeška z ukazi:

```
raw_x = read_word_2c(0x3B)
raw_y = read_word_2c(0x3D)
raw_z = read_word_2c(0x3F)
```

Če dobljene vrednosti delimo z 16384, dobimo vrednosti pospeška.

Poenostavitev merjenja pospeškov v Pythonu

Poglejmo še, kako si programiranje v Pythonu lahko poenostavimo s programsko knjižnico mpu6050, ki jo v našem primeru namestimo z ukazom pip install mpu6050-raspberrypi:

```
from mpu6050 import mpu6050
sensor = mpu6050(DEVICE_ADDR)
```

Inicializacijo merilnika pospeška lahko zdaj naredimo z enim samim klicem funkcije mpu6050. Nato lahko podatke o pospešku beremo v obliki podatkovnega polja s tremi realnimi vrednostmi:

```
accel_data = sensor.get_accel_data()
print(f«X: {accel_data['x']:.2f}, Y: {accel_
    data['y']:.2f}, Z: {accel_data['z']:.2f}«)
```

Z ukazom print nato vse tri vrednosti tudi izpišemo.

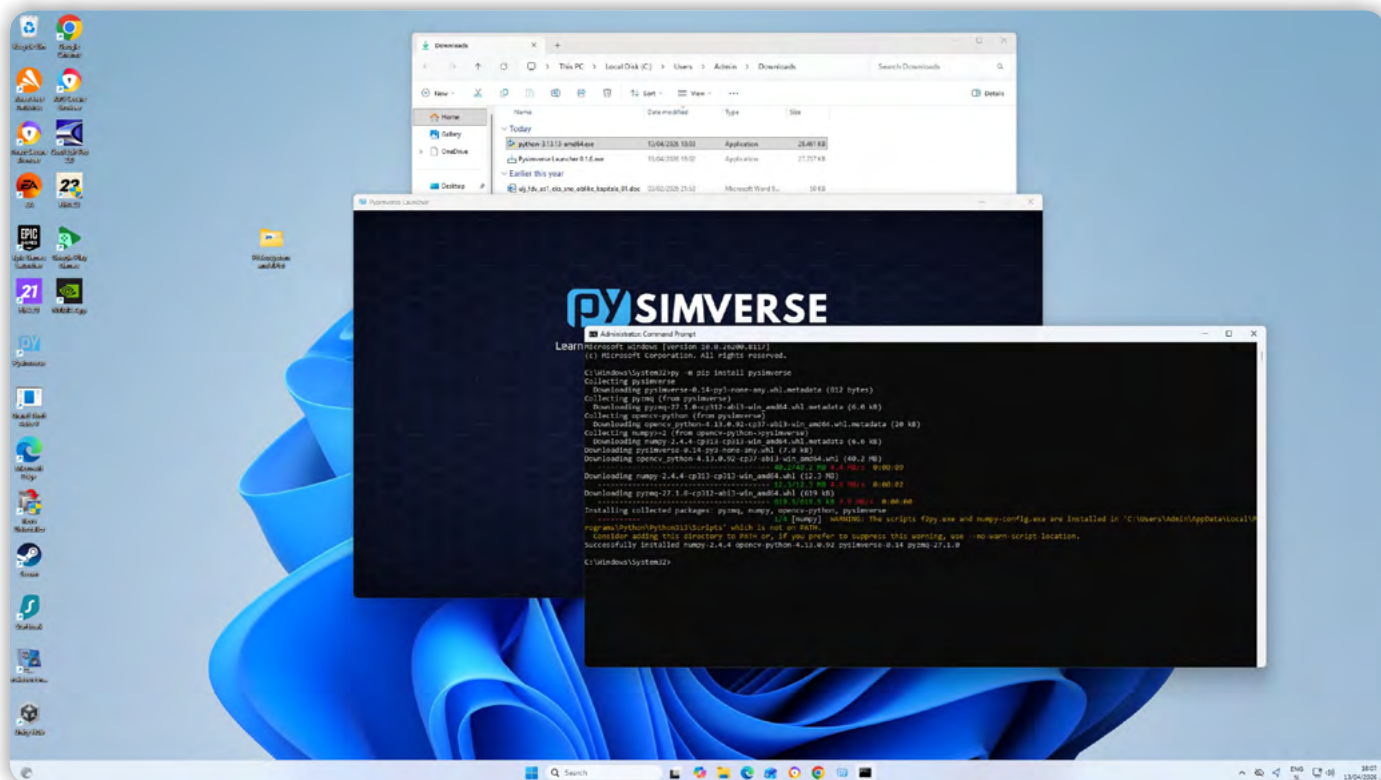
Osnove programiranja leta drona v Pythonu

Zdaj, ko smo spoznali, kako enostavno je v Pythonu in MicroPythonu programirati osnovne funkcionalnosti, je čas da se lotimo tudi navigacije in zahtevnejših funkcionalnosti. Na spletni strani pysicsimverse.com najdemo sorazmerno zmogljiv simulator drona, ki ga lahko povežemo z interpreterjem za Python in s programom v tem programskem jeziku upravljamo izbrana navideznega drona.

Naslednji enostaven primer, s katerim dvignemo navideznega drona od tal je prikazan kar na spletni strani pysicsimverse.com:

```
from pysicsimverse import Drone
drone = Drone()
drone.connect()
drone.take_off()
```

V resnici pritisk na tipko Run Code & Fly zažene zgolj video na desni strani. Če želimo zares upravljati navideznega drona iz programske kode v Pythonu, moramo prej namestiti simulator. Za to zadošča že klik na tipko Download in izbor različice simulatorja za Windows ali macOS. Nato zaženemo namestitveni program in počakamo, da se nekaj manj kot 1 GB programske kode in podatkov iz spleta pretoči v naš računalnik, nakar začne simulator delovati.



Slika 3: Nalaganje potrebnih že prevedenih programskih knjižnic v Windows 11 uspe, če je nameščen Python za arhitekturo x64.

Manjka še Python, katerega zadnjo produkcijsko različico (3.14) za Windows ali macOS lahko prenesemo iz spletne strani python.org. Ker ima veliko sprememb, je pogosto boljše namestiti nekoliko starejšo različico (3.13). Sledi namestitev knjižnice pysimverse z ukazom: `py -m pip install pysimverse`, ki na klasičnem PC steče brez težav, na računalnikih Windows 11 za ARM arhitekturo pa moramo paziti, da namestimo Python 3.13.13 za arhitekturo x64 in ne tistega za ARM64, saj v nasprotnem že prevedenih t.i. koles (angl. wheels, oz. python knjižnic) ni na voljo.

Simulator Pysimverse 0.14 in Python 3.13.13 nam je tako uspelo naložiti na klasični PC in Orange Pi 6 Plus ter z navideznim dronom uspešno preleteti krog v navideznem prostoru.

Zataknilo se je le pri poskusu prevajanja knjižnice Pysimverse za arhitekturo ARM64, za katero zaenkrat ni uradne že prevedene različice. Za prevajanje knjižnice Pysimverse v Windows 11 potrebujemo Microsoft Visual Studio 2022 ali katero do starejših različic, od 2015 naprej. Zanimivo pa je, da zadnji Visual Studio 2026 za ARM arhitekturo ni deloval. Morda je napaka v skriptah za prevajanje izvirne kode programske knjižnice Pysimverse, ki ga enostavno ni zaznala.

Programsko knjižnico pysimverse lahko sicer z ukazom `pip install pysimverse` namestimo tudi v Raspberry Pi 5 z operacijskim sistemom Raspberry Pi OS Bookworm ali Trixie, a le v navidezno Pythonsko okolje (glej SE349, Python in MicroPython - 2. nadaljevanje). Druga težava je povezava s simulatorjem, ki mora teči v računalniku z Windows 11 ali macOS. Ker programska knjižnica Pysimverse pri ukazu `connect` ne dopušča definiranja IP-naslova, ampak uporablja prednastavljen naslov 127.0.0.1, je mogoča samo komunikacija z lokalno nameščenim simulatorjem.

Programiranje krožne poti

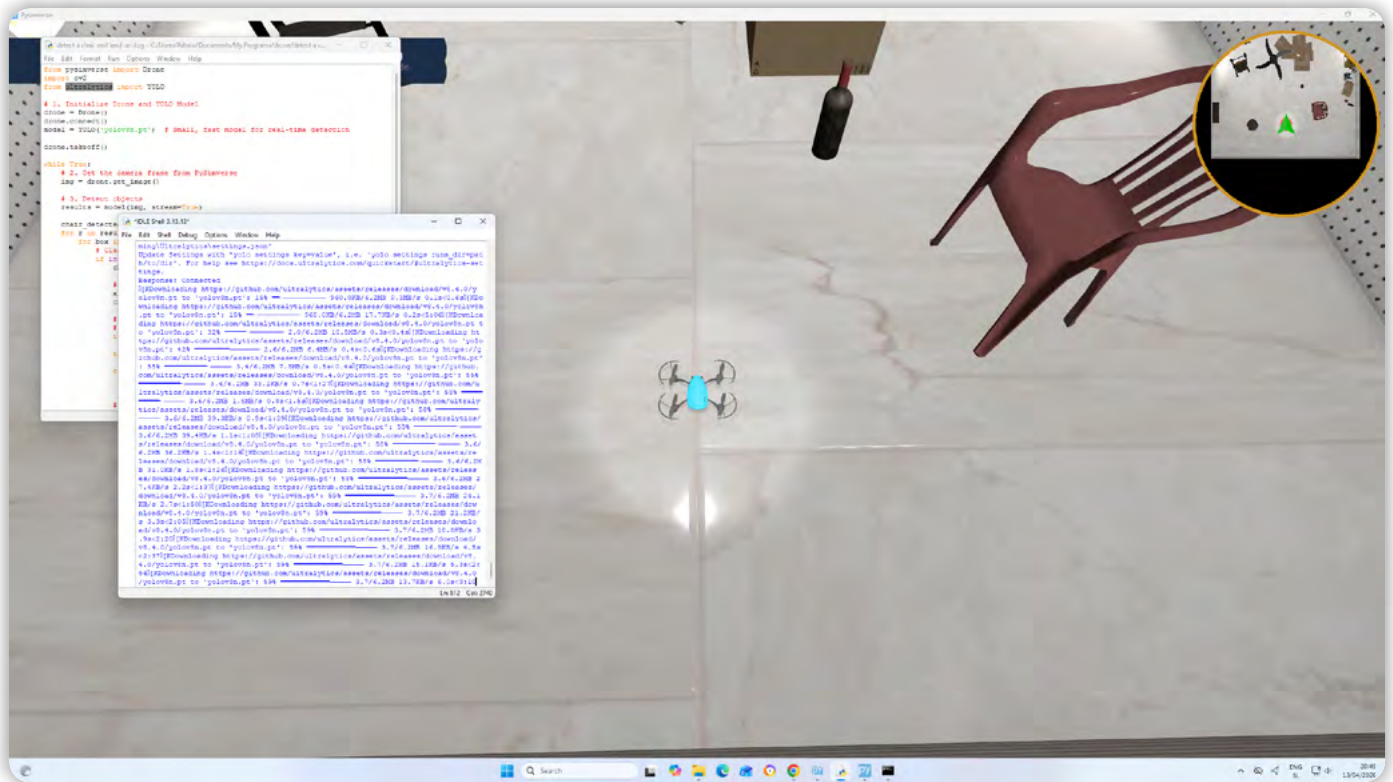
Pysimverse simulator odlikuje odlična grafika 3D navideznega prostora, vendar je pogoj za njeno tekočo uporabo zmogljiv grafični procesor, oziroma grafična kartica. Igričarski klasični PC je zato kot nalašč za testiranje programov v Pythonu. A brez umetno-inteligenčnih funkcij, ki med drugim izkoriščajo tudi kamero navideznega drona, je programiranje poti drona deterministično in nezanimivo.

Vseeno pogledjmo program z nekaj matematičnimi funkcijami, s katerim dron v navideznem prostoru poleti v krogu in obenem spreminja svojo orientacijo. Prvi del programa je znan, le da tokrat naložimo še knjižnici `time` za časovne funkcije in `math` za matematične funkcije:

```
from pysimverse import Drone
import math
import time
drone = Drone()
drone.connect()
```

Sledi matematični izračun parametrov krožne poti, pri katerem določimo tudi premer kroga in število odsekov poti, ki jih dron preleti naravnost. Več odsekov pomeni natančnejše potovanje v krogu:

```
diameter_cm = 400 # 4 meters in centimeters
radius_cm = diameter_cm / 2
segments = 36 # Number of steps to
complete the circle
angle_per_step = 360/segments
distance_per_step = 2 * radius_cm * math.sin(math.
```



Slika 4: Uporaba umetne inteligence za navigacijo. Dron mora poiskati stol in pristati na njem.

```
radians(angle_per_step/2))
distance_per_step = 2 * radius_cm * math.
sin(math.radians(angle_per_step / 2))
```

Zdaj je na vrsti vzlet: Pri ukazu take_off smo kot parameter določili tudi začetno višino (170 cm), na katero se dron dvigne in jo vzdržuje po izvedbi ukaza:

```
drone.take_off(170)
print(»Starting circular flight...«)
```

Naslednje faze leta dron zvede tako, da naravnost preleti vnaprej določeno število segmentov dolžine distance_per_step, pri čemer se po vsakem preletu zasuka za kot angle_per_step:

```
for i in range(segments):
    drone.move_forward(int(distance_per_
step))
    drone.rotate(int(angle_per_step))
```

Ker dronu ne želimo v celoti izprazniti navidezne baterije, mu po preletu krožnice ukažemo naj pristane.

```
print(»Circle complete. Landing...«)
drone.land()
```

Umetno-inteligenčne (UI) funkcije

Dron lahko med letenjem opravlja številne naloge. V našem primeru želimo, da poišče stol in pristane na njem. Zato mora

znati sam poiskati predmet v (navideznem) prostoru, pri čemer si lahko pomaga s sliko s svoje kamere. Čeprav bi lahko govorili o navidezni kameri, je to vseeno, saj potrebujemo zgolj sliko navideznega prostora, kot ga zaznava navidezni dron. Za razpoznavanje predmetov v navideznem prostoru, tako kot v realnem, potrebujemo metode umetne inteligence.

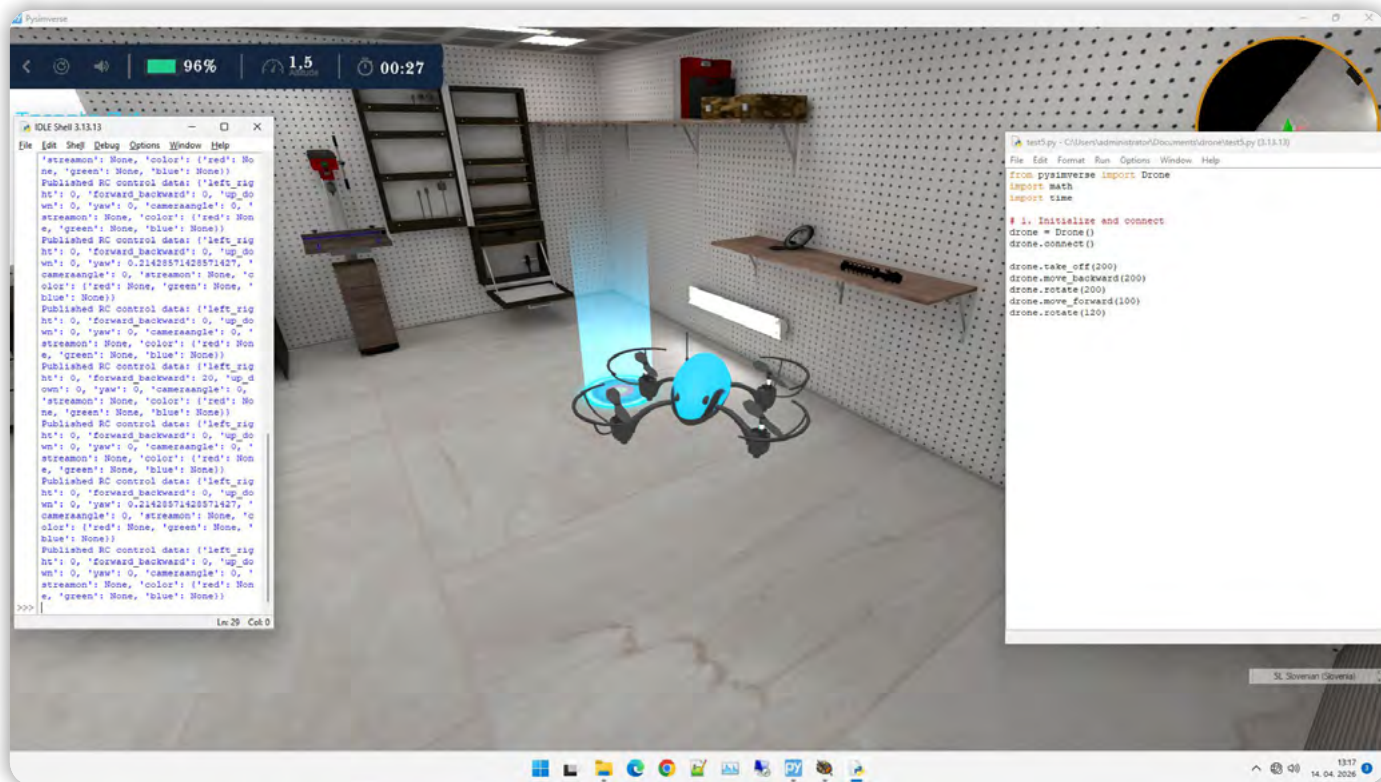
Najprej pogledjmo, katere programske knjižnice moramo vključiti ter kako zaženemo drona in njegove UI funkcije:

```
from pysimverse import Drone
import cv2
from ultralytics import YOLO
drone = Drone()
drone.connect()
model = YOLO('yolov8n.pt') # Small, fast
model for real-time detection
drone.take_off(170)
```

Za detekcijo predmetov v prostoru v realnem času uporabljamo prednaučen UI model YOLO, do katerega dostopamo s pomočjo programske knjižnice ultralytics, ki jo moramo predhodno namestiti z ukazom pip install ultralytics.

Nadaljevanje programske kode s pomočjo slike s kamere poišče stol in pristane na njem:

```
while True:
    img = drone.get_image()
    results = model(img, stream=True)
    chair_detected = False
    for r in results:
        for box in r.boxes:
```



Slika 5: Letenje drona po vnaprej določeni poti.

```

if int(box.cls[0]) == 56: # Class
56 is 'chair' in COCO dataset used by YOLO
    chair_detected = True
    x1, y1, x2, y2 = box.xyxy[0]
    cx, cy = int((x1 + x2) / 2),
int((y1 + y2) / 2)
    if cx > 350:
        drone.rotate(5)
    elif cx < 290:
        drone.rotate(-5)
    else:
        # Move forward if aligned
        drone.forward(1)
        if (x2 - x1) > 200: # If
the chair is »large« in the frame
            drone.land()
            break
    if not chair_detected:
        drone.rotate(10) # Scan for chair
    if cv2.waitKey(1) & 0xFF == ord('q'):
        break
drone.land()

```

Program najprej z ukazom `img = drone.get_image()` v objekt `img` zajame sliko s kamere, ki jo nato z objektom `model` obdelava in v objekt `results` vrne množico prepoznanih predmetov. V notranji for zanki poišče vse okvire z oznako razreda 56, ki ustreza obliki stola. Pri tem moramo upoštevati, da je lahko stolov v prostoru tudi več. Algoritem se odloči za prvega. Nato izračuna pot leta tako, da se dron ustavi natanko nad stolom in pristane na njem.

Če stola ne najde, se dron nekoliko zavrti in na sliki s svoje kamere ponovno poskuša najti stol. Izvajanje programa lahko tudi ročno prekinemo, če pritisnemo tipko `q`, nakar dron pristane.

Prihodnjč

Prihodnjč se lotimo še programiranja pravega drona na osnovi ESP32 modula in MicroPythona. Preverili bomo tudi možnosti za gradnjo pametnega drona z Raspberry Pi 5 s 16 GB RAM in Raspberry Pi AI HAT+ 2 modulom z 8 GB RAM, ki omogoča hitro prepoznavanje predmetov v prostoru in uporabo velikih jezikovnih modelov (LLM) za pomoč pri odločanju.

<https://pcusbprojects.com>

RAČUNALNIŠKE NOVICE
bralcem revije
SVET ELEKTRONIKE
ponujajo POSEBNO
PONUDBO!

12 ŠTEVIK 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

Merilnik pospeška in žiroskop s PSOC™ 6 in MicroPython

Hackster Inc.

Z merilnikom pospeška in žiroskopom PSOC™ 6 lahko enostavno zaznavate gibanje in orientacijo!

Ste se kdaj spraševali, kako naši telefoni vedo, kdaj jih obrnemo, ali kako dron ohranja ravnotežje med letom? Predstavljajte si, da bi lahko našim projektom dali enako sposobnost zaznavanja gibanja – da bi se odzivali na nagibe, tresljaje in vrtenje, tako kot najpametnejše naprave okoli nas.

S kompletom PSOC™ 6 AI Kit in njegovim vgrajenim merilnikom pospeška in žiroskopom lahko to tudi storimo. Kot rado vedni ustvarjalci vedno iščemo načine, kako premostiti vrzel med kodo in resničnim svetom. Zdaj imamo idealno igrišče, na katerem lahko raziskujemo, kako deluje zaznavanje gibanja na napredni strojni opremi – brez zapletenega programiranja.

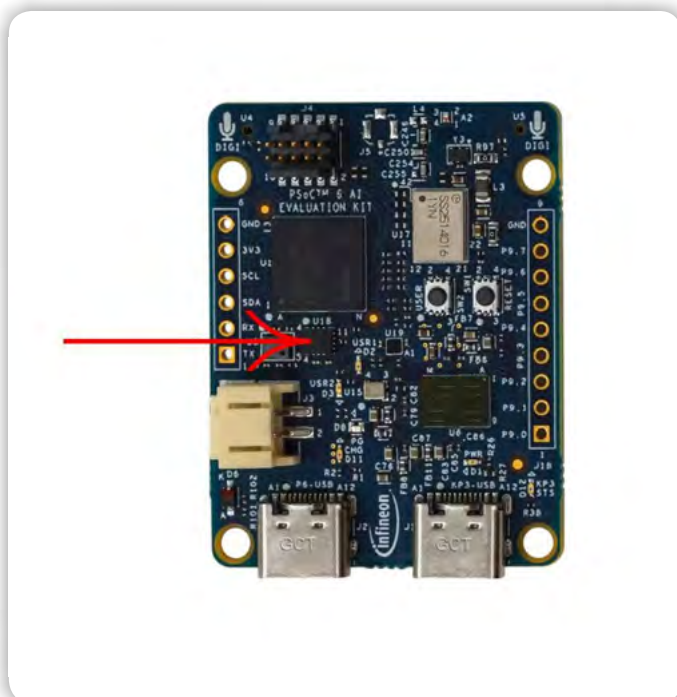
V tem prototipu se bomo družno lotili branja in vizualizacije gibanja v realnem času z uporabo merilnika pospeška in žiroskopa neposredno na naši plošči PSOC™ 6, vse to z MicroPython.

Strojna oprema

Za to potrebujemo le naš PSOC™ 6 AI Kit, priključen na napajanje, saj že vsebuje senzor gibanja BMI270 s 6-osnim merilnikom pospeška in žiroskopom :)

Programska oprema

Za programsko opremo najprej naložimo MicroPython na naš

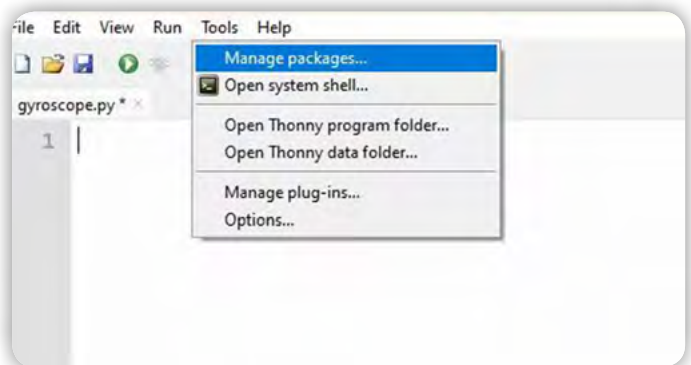


Slika 1: Oznaka, kje se nahaja merilnik pospeška

PSOC™ AI komplet, kot je bilo že prej pojasnjeno tukaj [1], nato pa uvozimo potrebne knjižnice:

```
import time
from machine import I2C
import bmi270
```

Za BMI270 morate iti v Orodja > Upravljanje paketov > iskanje bmi270 in nato klikniti namestitev, kot je prikazano na spodnjih sliki 2.



Slika 2: Upravljanje paketov

Nato vzpostavimo povezavo I2C z uporabo pravih pinov za PSOC™ AI Kit, ki jih najdemo v dokumentaciji tukaj [2], in nato ustvarimo primer zaznavanja senzorja BMI270.

```
i2c = I2C(scl='P0_2', sda='P0_3') # Correct
I2C pins for PSOC6 AI Kit
bmi = bmi270.BMI270(i2c)
```

Sedaj nastavimo neskončno zanko (while True:) za neprekinjeno branje in prikazovanje podatkov o pospešku v realnem času iz senzorja:

```
while True:
    accx, accy, accz = bmi.accel()
    gyrox, gyroy, gyroz = bmi.gyro()

    print(»-« * 40)
    print(»ACCELERATION (m/s²) :«)
    print(f« X: {accx:6.2f} Y: {accy:6.2f}
    Z: {accz:6.2f}«)
    print(»GYROSCOPE (°/s) :«)
    print(f« X: {gyrox:6.2f} Y: {gyroy:6.2f}
    Z: {gyroz:6.2f}«)
    print(»-« * 40)
```

```

-----
ACCELERATION (m/s2) :
  X:  -0.11   Y:  -0.26   Z:   1.02
GYROSCOPE (°/s)   :
  X:   2.75   Y:  15.56   Z:  -3.36
-----

ACCELERATION (m/s2) :
  X:  -0.15   Y:  -0.30   Z:   1.00
GYROSCOPE (°/s)   :
  X:  -4.94   Y:  -1.71   Z:   2.08
-----

ACCELERATION (m/s2) :
  X:  -0.23   Y:  -0.25   Z:  -0.04
GYROSCOPE (°/s)   :
  X:  24.60   Y: -253.30   Z:  21.79
-----

ACCELERATION (m/s2) :
  X:  -0.94   Y:  -0.66   Z:   0.28
GYROSCOPE (°/s)   :
  X:  -1.40   Y:  25.94   Z:  40.28
-----

```

Slika 3: Prejeti podatki iz senzorjev

```

print()
time.sleep(0.5)

```

bmi.accel(): Prebere linearen pospešek iz senzorja na vseh treh oseh (X, Y, Z), izmerjeno v metrih na sekundo na kvadrat (m/s²). To nam pove, kako hitro se naprava premika v ravni črti ali če je nagnjena.

bmi.gyro(): Prebere hitrost vrtenja (kako hitro se naprava vrti) okoli vsake osi, izraženo v stopinjah na sekundo (°/s). To je koristno za zaznavanje vrtenja, zasukov ali hitrih gibov plošče.

Da bi bili podatki senzorja lažje berljivi, združimo vrednosti pospeška in vrtenja v lepo oblikovanem bloku.

V serijskem monitorju vidimo oba sklopa podatkov senzorja združena. Ko ploščo nagnete, stresete ali zavrtite, lahko takoj opazite, katere vrednosti se spremenijo in za koliko.

Če želite vizualizirati izhod z risalnikom, lahko kodo prilagodimo na naslednje:

```

import time
from machine import I2C
import bmi270
i2c = I2C(scl='P0_2', sda='P0_3')
bmi = bmi270.BMI270(i2c)
# Plotter configuration
# Options: 'acc' -> plot acceleration XYZ
#          'gyro' -> plot gyroscope XYZ
#          'both' -> plot acceleration XYZ

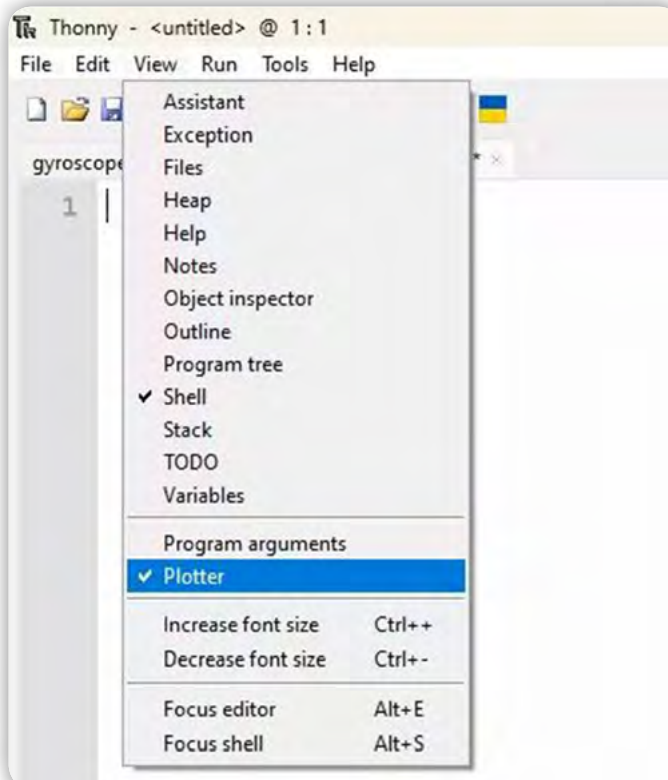
```

```

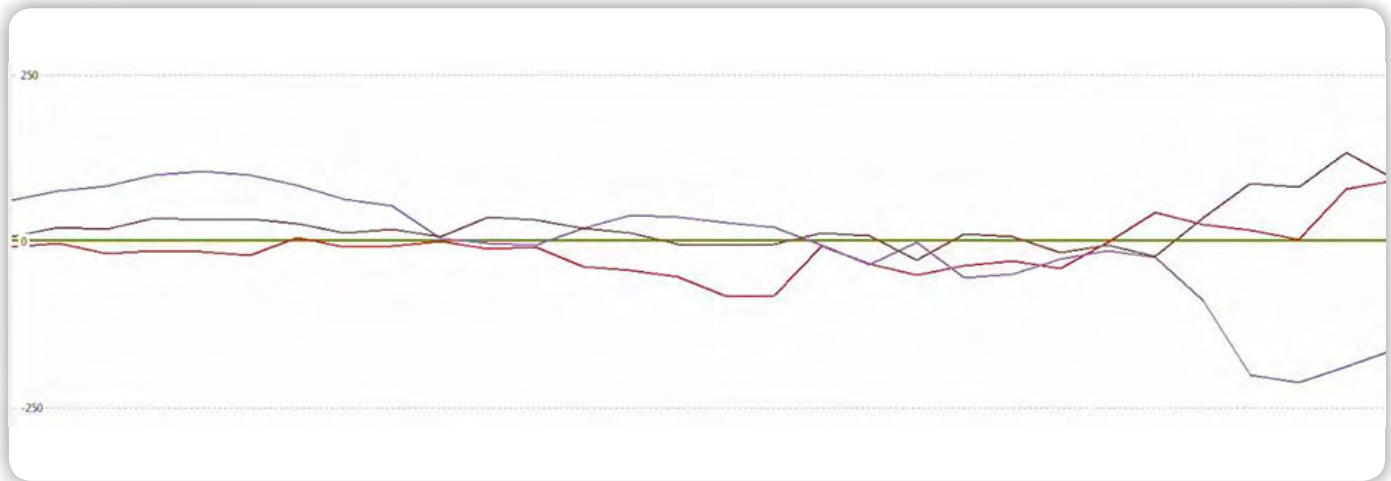
and gyroscope XYZ (6 series)
plot_mode = 'both'
sample_hz = 25
_sleep_s = 1.0 / sample_hz
time.sleep(0.2)
try:
while True:
ax, ay, az = bmi.accel()
gx, gy, gz = bmi.gyro()
if plot_mode == 'acc':

print(f«{ax:.3f} {ay:.3f} {az:.3f}«)
elif plot_mode == 'gyro':
print(f«{gx:.3f} {gy:.3f} {gz:.3f}«)
else: # 'both'
print(f«{ax:.3f} {ay:.3f} {az:.3f} {gx:.3f}
{gy:.3f} {gz:.3f}«)
time.sleep(_sleep_s)
except KeyboardInterrupt:
pass
bmi270.BMI270(i2c)
# Plotter configuration
# Options: 'acc' -> plot acceleration XYZ
#          'gyro' -> plot gyroscope XYZ
#          'both' -> plot acceleration XYZ
and gyroscope XYZ (6 series)
plot_mode = 'both'
sample_hz = 25
_sleep_s = 1.0 / sample_hz
time.sleep(0.2)
try:
while True:
ax, ay, az = bmi.accel()

```



Slika 4: Označite Plotter



Slika 5: Pogled prejetih podatkov

```

gx, gy, gz = bmi.gyro()
if plot_mode == 'acc':

print(f«{ax:.3f} {ay:.3f} {az:.3f}«)
elif plot_mode == 'gyro':
print(f«{gx:.3f} {gy:.3f} {gz:.3f}«)
else: # 'both'
print(f«{ax:.3f} {ay:.3f} {az:.3f} {gx:.3f}
{gy:.3f} {gz:.3f}«)
time.sleep(_sleep_s)
except KeyboardInterrupt:
pass

```

Nato morate odpreti risalnik v Thonnyju (view > označite Plotter).

Po izbiri v kodi, kaj želite natančno prikazati (acc/gyro/oba), lahko dobite rezultat, podoben temu kot kaže slika 5.

Zaključek

V zaključku je ta članek pokazal, kako uporabiti PSOC™ 6 AI Kit in MicroPython za branje in vizualizacijo podatkov o gibanju v realnem času iz merilnika pospeška in žiroskopa. Upamo, da vas je to navdihnilo, da raziščete možnosti zaznavanja gibanja v svojih projektih, in ostajajte na tekočem.

Povzeto po:

- https://www.hackster.io/Infineon_Team/accelerometer-gyroscope-with-psoc-6-and-micropython-757eb3

Viri:

- 1: https://www.hackster.io/Infineon_Team/micropython-on-psoc-fcf1d0
- 2: <https://www.infineon.com/assets/row/public/documents/30/44/infineon-cy8ckit-062s2-user-guide-user-manual-en.pdf>

<https://hackster.io>





POSEBNA PONUDBA

Ob nakupu knjige vam pripada

BREZPLAČNA
POŠTNINA

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



Monitor

NAJBOLJŠE IZ SVETOVNEGA TISKA

SVE

APRIL 2026 • CENA: 5,99 EUR

ŽE V PRODAJI
WWW.MONITOR.SI/SVET

KAJ ČE ODPOVE internet?

Imajo vlade po svetu načrte za primer katastrofalnega izpada interneta? Niti ne.

VELIKANI



Tim Berners-Lee -
Zasvajajoče sisteme je
treba izrecno prepovedati

INTERVJU



»Temeljito moramo
spremeniti ustroj kvantnih
računalnikov!«



ZGODBE

- ▶ **Hakerji** proti strokovnjakinji za varnost
- ▶ Nenavaden primer izginjajočih **lamborghinijev**
- ▶ Ljudje, ki se poročijo s **klepetalniki**



NOVE TEHNOLOGIJE

- ▶ Preboj pri **baterijah?**
- ▶ Iskanje novih **antibiotikov** z umetno inteligenco
- ▶ **Cloude Code** povezi ChatGPT



programming has never been easier

Smo uradni zastopnik za ELNEC v Sloveniji!

BeeProg3



70-0074



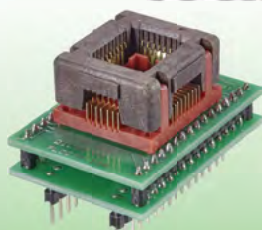
BeeProg2

BeeProg2C



BeeProg204P

70-0036



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