

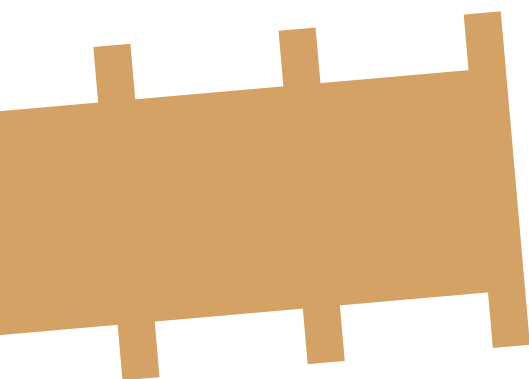
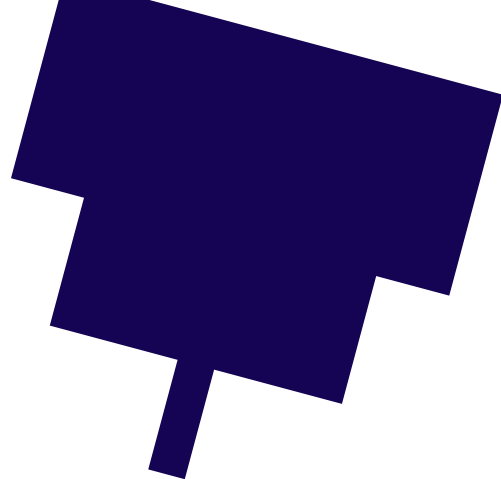
SE
345

ELEKTRONIKER



A black integrated circuit (IC) component with the marking 'R33J 1710SS' and a QR code.

ISKOVINA - POŠTINJA PLAĆANA PRE POŠTE 1230 DOMTAL E



Za inovativnost je potrebna izbira

Dovolite nam, da vam pomagamo oblikovati prihodnost z milijoni izdelkov od več kot 2300 vodilnih dobaviteljev blagovnih znamk v panogi.

Odkrijte vse potrebno na digikey.si ali pokličite na (+386)-1-888 9071

DigiKey

we get technical

DigiKey je pooblaščen distributer za vse partnerske dobavitelje. Dnevno dodajamo nove izdelke. © 2025 DigiKey Electronics, 701 Brooks Ave. South, Thief River Falls, MN 56701, ZDA

ECIA MEMBER
Supporting The Authorized Channel

UVODNIK

- 4 Kaj bo prineslo?
Jurij Mikeln

NOVICE

- 5 Rešitev za krmiljenje zmogljivih motorjev z visokim tokom z izhodnimi tokovi do 4 A
<https://www.mikroe.com>
- 6 Izdelava IoT naprav z WIZnet čipi in moduli
<https://www.tme.eu>
- 8 Štirikanalno merjenje s termoelementom z integriranim kondicioniranjem je zdaj mogoče z natančnostjo sistema $\pm 1,5$ °C.
<https://www.microchip.com>
- 10 MPN1653 16V/3A DC/DC pretvornik v SOT563 ohišju
<https://www.monolithicpower.com>
- 12 Nove močnostne SMD tuljave za avtomobilsko industrijo
<https://holdings.panasonic/global>
- 13 OMRON predstavlja 300A/1000V močnostni rele z dodatnim kontaktom za diagnostiko
<https://omron.eu>
- 14 Rast proizvodnje polprevodnikov
<https://www.semi.org>

PREDSTAVLJAMO

- 16 Uporabite Edge AI Drop-In rešitev za izboljšano spremljanje stanja brezžičnega omrežja
Avtor: Rolf Horn
<https://www.digikey.com>
- 21 Izboljšanje ugnazdenih sistemov z I3C
Avtorja: Stephenie Pinteric in Ulises Iniguez
<https://www.microchip.com>
- 24 Zmogljivi MCU-ji so zdaj na voljo v kompaktnih ohišjih
Avtor: Graeme Clark
<https://www.renesas.com>
- 27 5G RedCap – Idealna kombinacija nizkih stroškov in izboljšane učinkovitosti
Avtorica: Luisa Letzgas
<https://www.rutronik.com>

PROGRAMIRANJE

- 30 Tehnološka vertikala
Avtor: mag. Boštjan Šuhel
- 34 Elektromagnetna združljivost, 7. del
Avtor: Izr. prof. dr. Marko Jankovec
<https://fe.uni-lj.si>
- 38 Merjenje srčnega utripa z uporabo Wi-Fi-ja
Avtor: Nick Bild
<https://hackster.io>
- 41 Home Assistant z Raspberry Pi Pico – 4.del
Avtor: dr. Simon Vavpotič
<https://pcusbprojects.com>
- 46 Pametni hišni vrt (1)
Avtor: mag. Vladimir Mitrović

MPN1653 16V/3A DC/DC pretvornik v SOT563 ohišju

MP1653N je popolnoma integriran, visokofrekvenčni, sinhroni, izhodni, stikalni pretvornik navzdol z vgrajenimi močnostnimi MOSFET-i. Čip ponuja zelo kompaktno rešitev, ki lahko doseže do 3 A neprekinjenega izhodnega toka (IOUT) z odlično regulacijo obremenitve in napetosti v širokem razponu vhodne napetosti (VIN).

**Stran:10****Nove močnostne SMD tuljave za avtomobilsko industrijo**

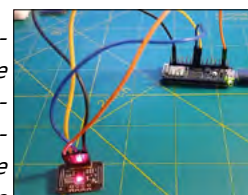
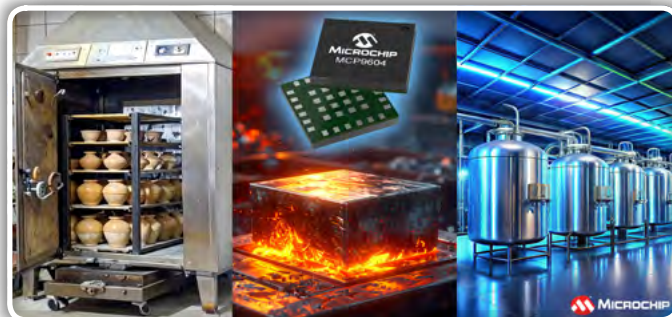
Panasonic, svetovni vodilni proizvajalec induktivnih izdelkov, napoveduje širitev serije močnostnih tuljav za avtomobilsko industrijo, ki so predvideni za visok tok. Te nove tuljave prenesajo izjemno visok tok, imajo visoko toplotno odpornost in visoko odpornost proti vibracijam. S svojimi dimenzijami 17,2 x 15,10

**Stran:12****Izboljšanje ugnazdenih sistemov z I3C**

V sodobni elektroniki so ugnazdeni sistemi postali vse bolj kompleksni, saj vključujejo različne senzorje in komponente v številnih aplikacijah, vključno z IoT, računalništvom, nosljivimi napravami in varnostno občutljivimi aplikacijami. Da bi zadostili rastočim zahtevam teh trgov, je MIPI Alliance [1] razvila

**Stran:21****Merjenje srčnega utripa z uporabo Wi-Fi-ja**

Brezžično merite svoj srčni utrip z uporabo razvojnih plošč ESP32 in umetne inteligence. Zanimiva študija [1] je nedavno pokazala, kako je mogoče neinvazivno spremljati srčni utrip osebe z uporabo Wi-Fi signalov. V medijih je bila deležna velike pozornosti, zato domnevam, da bi jo..

**Stran:38**



Jurij Mikeln

REVIJA ZA ELEKTRONIKO,
AVTOMATIKO,
RAČUNALNIŠTVO
IN TELEKOMUNIKACIJE

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

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

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

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

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

Antivirusni program: PANDA security

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

Direktor:
JURIJ MIKELN, dipl.inž.

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

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

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

Uredništvo ne odgovarja za škodo, ki bi nastala zaradi nestrokovnega sestavljanja in uporabe naprav, ki so opisane v reviji, zaradi napak avtorjev ali napak v tisku. Uredništvo si pridržuje vse pravice do projektov, opisanih v reviji. Dovoljuje se izdelava naprav za lastno uporabo, prepoveduje pa se kakršnakoli reprodukcija projektov ali posameznih delov revije brez pisanega soglasja uredništva.

Kaj bo prineslo?

Kaj bo prineslo I3C vodilo, ki ga predstavljamo v reviji? V sodobni elektroniki so ugnježeni sistemi postali vse bolj kompleksni, saj vključujejo različne senzorje in komponente v številnih aplikacijah. In ta nova resničnost zahteva tudi hitrejše vodilo, na katerega se priklapljaajo novodobne naprave.

Ali bo to novo I3C vodilo postalo/obstalo, ali se bo pojavilo kakšno drugo vodilo, bo pokazal čas.

Novi časi prinašajo tudi nove mikrokontrolerje v novih – manjših ohišjih. Pa ne samo to. Tudi DC/DC pretvorniki se zmanjšujejo. Če smo še ne pred 15 leti bili navdušeni nad serijo 78xx napetostnimi regulatorji v TO220 ohišjih, ki so potrebovala hladilna telesa, je zdaj na voljo 3A napetostni regulator v majhnem SMD ohišju SOT563. 3A v tako majhnem ohišju je res neverjetno – ampak resnično.

Resničen je pa tudi 1000 V močnostni rele z dodatnim kontaktom za diagnostiko. Ta rele bo zamenjal velike in včasih tudi nerodne kontaktorje.

To in še več boste našli v tokratni reviji Svet elektronike, zato brž do prodajalca revij.

Naj vam jesen prinese obilo veselja z plodovi, ki nam jih prinaša jesen. In seveda ob tem ne pozabite na elektroniko, ki ob vsakem letnem času prinaša izredno zanimive nove proizvode.

Lep pozdrav!
Jure

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

Rešitev za krmiljenje zmogljivih motorjev z visokim tokom z izhodnimi tokovi do 4 A

MikroElektronika

Kompaktno razvojno orodje Click podjetja MIKROE omogoča natančno krmiljenje krtačnih enosmernih motorjev v industrijskih in robotskih aplikacijah.

DC Motor 31 Click [1] je kompaktna dodatna plošča, zasnovana za pogon krtačnih enosmernih motorjev, ki omogoča natančno krmiljenje, nastavitev navora in nadzor napak za široko paleto uporab. DC Motor 31 Click, ki ga proizvaja MIKROE [2], podjetje za ugnezdene rešitve, ki bistveno skrajša čas razvoja z inovativnimi strojnimi in programskimi izdelki, temelječimi na preverjenih standardih, je najnovejši dodatek k družini 1800 Click board™ [3].

Komentira Nebojsa Matic, izvršni direktor podjetja MIKROE: »Ta Click plošča je idealna rešitev za industrijsko avtomatizacijo, potrošniške naprave in robotske sisteme, ki zahtevajo robustno in energetsko učinkovito krmiljenje krtačnih enosmernih motorjev. Da bi spodbudili in podprli razvoj, smo na EmbeddedWiki [4] že ustvarili na stotine pripravljenih ugnezenih projektov z DC Motor 31 Click.«

DC Motor 31 Click temelji na TB67H482FNG [5], ki je BiCD IC krmilnik s konstantnim tokom z enojnim H-mostičem proizva-

jalca Toshiba Semiconductor [6]. Podpira napetosti motorja od 8,2 V do 44 V in izhodne tokove do 4 A, vključuje PWM pogon s konstantnim tokom, izbiro načina upadanja in trimer za natančno nastavitev hitrosti motorja.

Tako kot vse Click plošče, ki jih je izdalo podjetje MIKROE, tudi DC Motor 31 Clicks vključuje funkcijo ClickID, ki omogoča samodejno prepoznavanje s strani gostiteljskega sistema, kar poenostavi uporabo. Naprave so popolnoma združljive z vtičnico mikroBUS™ [7] in se lahko uporabljajo na katerem koli gostiteljskem sistemu, ki podpira standard mikroBUS. Opremljene so z odprtokodnimi knjižnicami mikroSDK [8], ki ponujajo odlično prilagodljivost za razvoj in prilagajanje.

Viri:

- 1: https://www.mikroe.com/dc-motor-31-click?utm_source=blog&utm_medium=pr&utm_campaign=DC+Motor+31+Click&utm_content=DC+Motor+31+Click

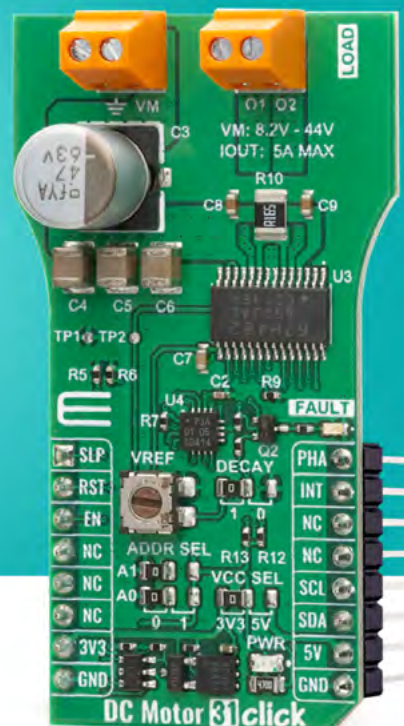


DC Motor 31 Click

BiCD constant-current single H-bridge for DC motors up to 5A



MIKROE
Time-saving embedded tools



- 2: https://www.mikroe.com/?utm_source=blog&utm_medium=pr&utm_campaign=DC+Motor+31+Click&utm_content=MIKROE
- 3: https://www.mikroe.com/click?utm_source=blog&utm_medium=pr&utm_campaign=DC+Motor+31+Click&utm_content=Click+board™
- 4: https://embeddedwiki.com/filter?size=12&click-boards%5B%5D=dc-motor-31-click&utm_source=blog&utm_medium=pr&utm_campaign=DC+Motor+31+Click&utm_content=EmbeddedWiki
- 5: https://download.mikroe.com/documents/datasheets/TB67H482FNG_datasheet.pdf?utm_source=blog&utm_medium=pr&utm_campaign=DC+Motor+31+Click&utm_content=TB67H482FNG



- 6: https://www.mikroe.com/partners/toshiba-semiconductor?utm_source=blog&utm_medium=pr&utm_campaign=DC+Motor+31+Click&utm_content=Toshiba+Semiconductor
- 7: https://www.mikroe.com/mikrobus?utm_source=blog&utm_medium=pr&utm_campaign=DC+Motor+31+Click&utm_content=mikroBUS™
- 8: https://www.mikroe.com/mikrosdk?utm_source=blog&utm_medium=pr&utm_campaign=DC+Motor+31+Click&utm_content=mikroSDK



<https://www.mikroe.com>



Izdelava IoT naprav z WIZnet čipi in moduli

Transfer Multisort Elektronik Sp. z o.o.

Izdelava večnamenskih, a varnih IoT naprav je lahko zapletena zaradi potrebe po uporabi zunanjih omrežnih adapterjev in več (pogosto ne povsem združljivih) knjižnic. Čip W55RP20 podjetja WIZnet rešuje te težave na način, ki je dostopen razvijalcem in načrtovalcem.

Predstavljamo dve rešitvi WIZnet. Prva je System-in-Package ki združuje funkcionalnost mikrokontrolerja Raspberry Pi RP2040 z Ethernet omrežnim adapterjem (W5500). Drugi ponujeni izdelek je razvojni modul, ki temelji na tem čipu in vsebuje vse elemente, potrebne za zagon popolnoma funkcionalne IoT platforme (Internet of Things). Oba izdelka sta na voljo pri TME, neposredno iz njihovih skladišč.

Komponente sistema W55RP20

W55RP20 v enem samem QFN68 ohišju vsebuje popolnoma funkcionalen mikrokontroler in omrežni adapter s **strojno podporo za TCP/IP sklad**. Osnova te rešitve je **RP2040**, čip iz Raspberry Pi (znan z razvojnimi ploščami Pi Pico), zasnovan z mislijo na enostavno implementacijo



Slika 1: Čip W55RP20 je nameščen v SMD ohišju velikosti le 8x8 mm.

in vsestranskost. Programirati ga je mogoče z uporabo **C/C++**, **MicroPython**, **CircuitPython**, **FreeRTOS** ali **Arduino**. Ključne značilnosti so navedene spodaj.

Dvojedrni procesor z arhitekturo **Arm Cortex-M0+** s taktno frekvenco 133 MHz.

12-kanalni DMA krmilnik (*Direct Memory Access*), ki omogoča hitro prenašanje podatkov do perifერიj, kar omogoča multimedijske projekte, gonilnike z nizko zakasnitvijo itd.

Širok izbor vmesnikov: **2 x UART**, **2 x SPI** (en kanal se uporablja za komunikacijo z omrežnim krmilnikom), **2 x I2C**, **1 x USB 1.1** (v *host* ali *device* načinu).

2 PIO blokov (programabilni vhodno/izhodni moduli), vsak s 4 stanjem strojev, kar omogoča generiranje signalov z zelo natančnimi frekvencami, emulacijo vmesnikov, izvajanje lastnih načinov prenosa.

23 GPIO pinov z različno funkcionalnostjo, vključno z izhodi za **16 PWM generatorjev** in vhodi za **4 A/D pretvornike**.

Zmožnosti krmilnika W5500

Znotraj čipa je mikrokontroler RP2040 povezan preko SPI vmesnika z lastniškim omrežnim krmilnikom WIZnet: **W5500**. Njegova glavna naloga je strojno upravljanje Ethernet vmesnika in TCP/IP sklada. Pomembno je poudariti, da W55RP20 kot celota lahko podpira vrsto omrežnih protokolov **TCP, UDP, ICMP, IGMP, ARP, PPPoE**, prav tako pa ponuja podporo za **AWS, Azure, TLS, SSL, MQTT in HTTP**. Krmilnik W5500 razbremeni jedra mikrokontrolerja, kar zagotavlja stabilno omrežno komunikacijo in omogoča, da računska moč RP2040 v celoti služi krmiljenju ciljne naprave.

Dodatni podatki o čipu

Pomembna lastnost W55RP20 je, da ga je mogoče uporabljati in programirati skoraj enako kot mikrokontroler RP2040. Poleg omenjenih struktur čip vsebuje **2 MB Flash pomnilnika**. Napaja se lahko z DC napetostmi v razponu **od 1,8 V do 3,3 V DC**. Čip deluje pri temperaturah **od -40 °C do 85 °C**.

Razvojni modul W55RP20-EVB-PICO

Za prototipiranje in testiranje projektov, ki bodo na koncu uporabljali čip W55RP20, je proizvajalec pripravil razvojni modul, ki vsebuje vse elemente, potrebne za njegovo delovanje, vključno z **DC/DC regulatorskim napajalnikom, kontrolnimi LED diodami ter RJ45 in USB C priključki**. Slednji omogoča povezavo z računalnikom, programiranje mikrokontrolerja, posodabljanje *firmware* in napajanje plošče (napetostni razpon od 1,8 V do 5,5 V). Obstaja tudi možnost pritrditve **adapterja za PoE** (*Power over Ethernet*), ki omogoča napajanje celotnega modula preko omrežne infrastrukture.



Slika 2: Plošča ima USB C konektor za napajanje in programiranje čipa.

Delo z modulom W55RP20 je zelo enostavno, še posebej za uporabnike z vsaj osnovnimi izkušnjami z RP2040. Pomembno je omeniti, da so priključki **na tiskanem vezju enaki kot pri Raspberry Pi Pico**, najbolj priljubljeni plošči z mikrokontrolerjem britanskega proizvajalca. RJ45 priključek podpira **avtomatsko pogajanje (Full/Half Duplex, 10/100 Mb/s)**.

Za dodatno olajšanje dela sta na vezju nameščeni dve tipki: ponastavitev in stikalo za izbiro/nalaganje bootloaderja.

Uporaba in povzetek

Predstavljeni čip in razvojni modul so **večnamenske platforme**, ki se lahko zlahka uporabijo kot osnova za različne omrežne naprave. Njihove uporabe lahko zlahka najdejo tako ljubitelji kot profesionalni razvojniki, ki se ukvarjajo z izdelavo vezij **za potrošniško rabo (na področju pametnega doma) in industrijo**.

Dobro dokumentirani in priljubljeni mikrokontrolerji RP2040 se že pogosto uporabljajo v avtomatizaciji in robotskih krmilnikih, predvsem tistih, izdelanih po zahtevah posameznih strank. Združitev mikrokontrolerja z adapterjem W5500 še dodatno razširja njegove zmožnosti in omogoča oddaljeno spremljanje in nadzor naprav, tudi **prek oblaka ali interneta**. Žična poveztivost se izkaže za učinkovito tudi ob prisotnosti sorazmerno močnih elektromagnetnih motenj (neizogiben pojav v strojnih parkih), kjer bi uporaba WiFi in podobnih tehnologij bila manj optimalna.

Povzeto po:

- <https://www.tme.eu/si/sl/news/about-product/page/72258/izdelava-iot-naprav-z-wiznet-ci-pi-in-moduli/>

<https://www.tme.eu>



Štirikanalno merjenje s termoelementom z integriranim kondicioniranjem je zdaj mogoče z natančnostjo sistema $\pm 1,5\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Microchip Technology Inc.

Mikročipov IC za kondicioniranje termoelementov MCP9604 zmanjšuje stroške in zapletenost vgrajenih proizvodnih aplikacij, ki delujejo v ekstremno visokih in nizkih temperaturah.

Natančno štirikanalno merjenje temperature je ključnega pomena za aplikacije v proizvodnih linijah, od kemijske in prehranske industrije, nadzora proizvodnih procesov in medicinske ter HVAC opreme do hladilnih, kriogenih in drugih skrbno nadzorovanih okolij. Z uvedbo integriranega IC za kondicioniranje termoelementov MCP9604 [1] je Microchip Technology (Nasdaq: MCHP) premagal oviro pri merjenju temperature in integraciji s prvim štirikanalnim I2C IC-jem za kondicioniranje termoelementov, ki zagotavlja natančnost do $\pm 1,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ in ponuja alternativo diskretnim in veččipnim rešitvam za kondicioniranje termoelementov, ki lahko povzročajo napake in povečujejo kompleksnost zasnove sistema.

„Že več kot dve stoletji je termoelement ključno orodje za merjenje izredno visokih temperatur, vendar potrebne natančnosti in točnosti ni bilo mogoče doseči z ravno integracije in stro-

škovne učinkovitosti, ki je potrebna za današnje zahtevne aplikacije v proizvodnih linijah,“ je dejal Keith Pazul, podpredsednik Microchipove poslovne enote za mešane signale. „Naša naprava zdaj ponuja kombinacijo natančnosti, integracije in stroškovne učinkovitosti, kar pomaga zmanjšati potrebo po kar 15 ločenih komponentah in s tem povezanih izzivih pri načrtovanju sistema.“

MCP9604 zagotavlja visoko natančnost merjenja na štirih mestih termoelementov z uporabo enačb NIST ITS-90 višjega reda namesto linearnih aproksimacij enega reda analognih ojačevalnikov. Na primer, doseže natančnost devetega reda s termoelementi tipa K, vse v enem integriranem čipu, ki vsebuje ADC-je, senzorje temperature za kompenzacijo hladnega spoja, ojačevalnike in druge komponente, potrebne za signalno verigo, merjenje temperature in matematični procesor.





Odprava potrebe po zunanjih komponentah poenostavi proizvodnjo tiskanega vezja, zmanjša stroške materiala in lahko pomaga odpraviti tedne dragega, dolgotrajnega in zapletenega preverjanja in kalibriranja posameznih enot, ki ga diskretne rešitve zahtevajo v verigi merilnih signalov termoelementov, preden lahko začnejo poročati podatke gostiteljskemu sistemu.

MCP9604 ponuja tudi fleksibilnost in vsestranskost, saj podpira osem najpogostejših tipov termoelementov, vključno z možnostjo »J« in možnostjo »K« za delovanje pri temperaturah do $-200\text{ }^{\circ}\text{C}$. Poleg podpore širokega temperaturnega območja od $-200\text{ }^{\circ}\text{C}$ do $+1372\text{ }^{\circ}\text{C}$ v različnih industrijskih aplikacijah, MCP9604 podpira tudi komunikacijo I2C, kar omogoča enostavno integracijo z mikrokontrolerji in drugimi digitalnimi sistemi.

Nadgradnja prejšnjih dosežkov

MCP9604 temelji na izdaji Microchipovega enokanalnega IC za kondicioniranje termoelementov, prvega vsestranskega čipa, ki zagotavlja natančnost do $\pm 1,5\text{ }^{\circ}\text{C}$. Ključne kompetence, ki so omogočile razvoj tega čipa, so utrle pot za štirikanalni MCP9604, ki zagotavlja digitalno odčitavanje temperature z najvišjo natančnostjo v industriji za I2C naprave za kondicioniranje termoelementov.

Razvojna orodja

MCP9604 je podprt z razvojno ploščo Microchip EV19L27A [2]. Lahko se poveže z največ štirimi termoelementi in bere informacije iz njih, vključuje pa tudi mikrokontroler, ki deluje kot gostiteljski sistem za sprejemanje teh informacij in risanje iz-

branega termoelementa. Razvojna plošča vključuje tudi brezplačno programsko opremo, ki jo je mogoče prenesti s spletnih strani MCP9604 [3] ali EVB [4].

Cene in dobavljivost

Kondicionirni IC MCP9604 za termočlene je na voljo v konfiguraciji na traku (MCP9604T-E/3YW) ali plastični cevi (MCP9604-E/3YW). Vsak čip je na voljo po ceni 10,56 USD za kos pri količini 10.000 kosov in je pakiran v 24-pin 5x5 Land Grid Array (LGA). Cena razvojne plošče EV19L27A je 96,00 USD za kos in je že na voljo.

Za dodatne informacije in nakup se obrnite na prodajnega predstavnika Microchip, pooblaščenega distributerja po vsem svetu ali obiščite spletno stran Microchip za nakup in storitve za stranke, www.microchipdirect.com.

Viri:

- 1: <https://www.microchip.com/en-us/product/MCP9604>
- 2: <https://www.microchipdirect.com/dev-tools/EV19L27A>
- 3: <https://www.microchip.com/en-us/product/MCP9604>
- 4: <https://www.microchipdirect.com/dev-tools/EV19L27A>



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>



MPN1653 16V/3A DC/DC pretvornik v SOT563 ohišju

Monolithicpower

MP1653N je popolnoma integriran, visokofrekvenčni, sinhroni, izhodni, stikalni pretvornik navzdol z vgrajenimi močnostnimi MOSFET-i.

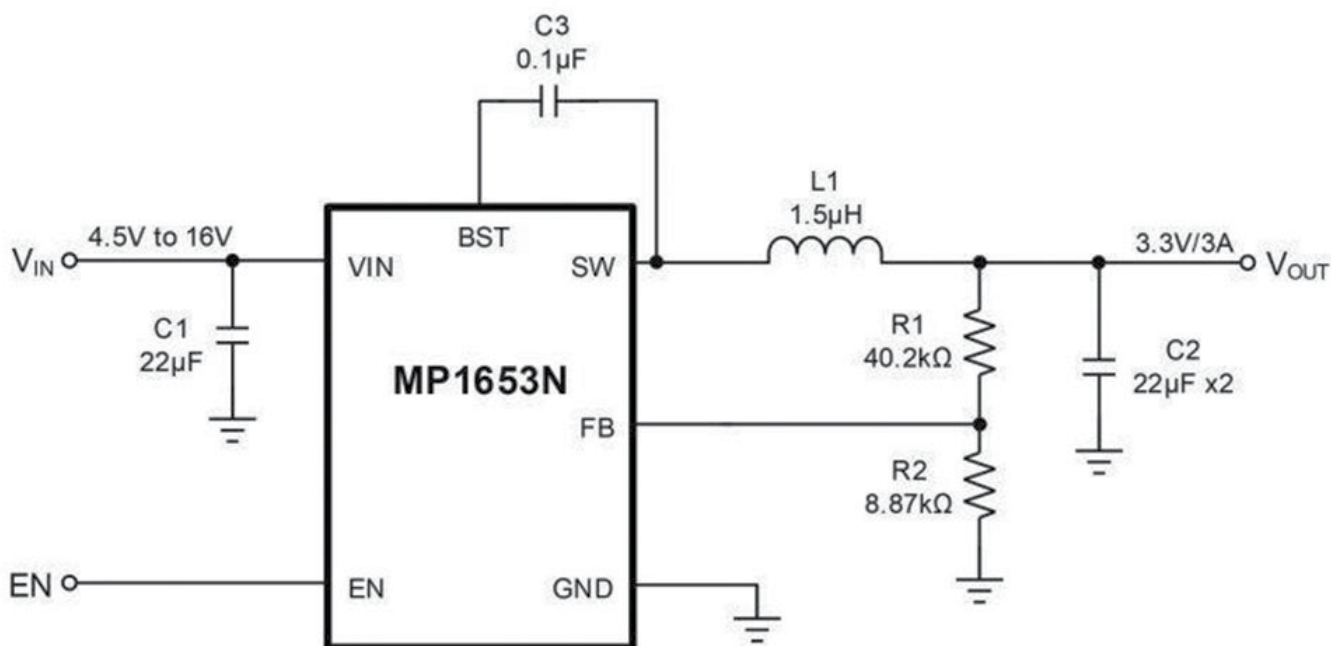
Čip ponuja zelo kompaktno rešitev, ki lahko doseže do 3 A neprekinjenega izhodnega toka (IOUT) z odlično regulacijo obremenitve in napetosti v širokem razponu vhodne napetosti (VIN). MP1653N uporablja sinhroni način za višjo učinkovitost v celotnem območju obremenitve IOUT.

Delovanje z nadzorom konstantnega časa vklopa (COT) zagotavlja zelo hiter prehodni odziv, enostavno zasnovanje zanke in zelo natančno regulacijo izhoda.

Popolne zaščitne funkcije vključujejo zaščito pred kratkim stikom (SCP), zaščito pred prenapetostjo (OCP), zaščito pred podnapetostjo (UVP) in termično zaustavitev.



Izgled ohišja SOT563



Shema vezave MP1653N

MP1653N zahteva minimalno število takoj dostopnih standardnih zunanjih komponent in je na voljo v prostorsko varčnem ohišju SOT563 (1,6 mm x 1,6 mm).

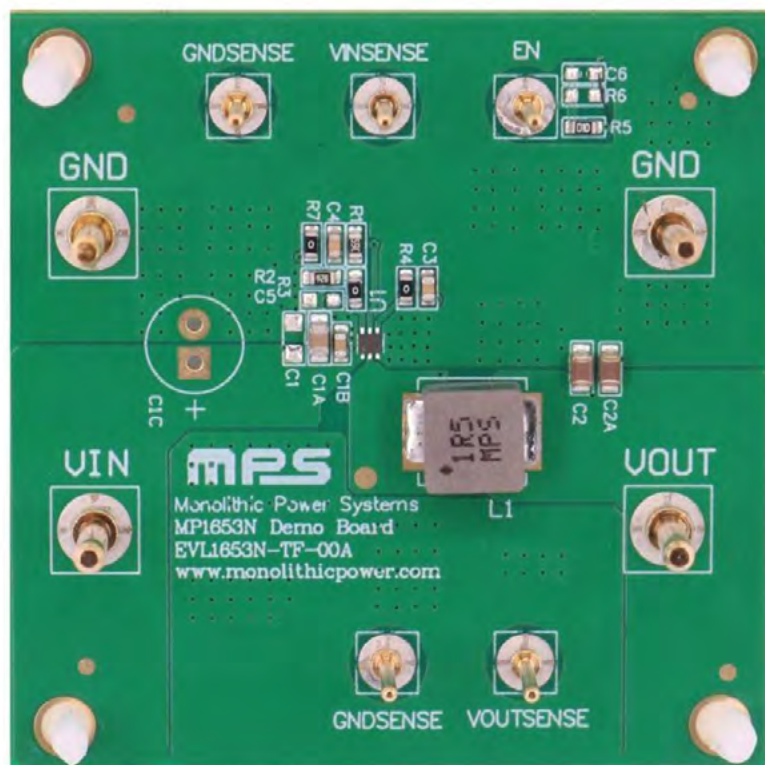
Ključne lastnosti

- Širok razpon vhodne napetosti (V_{IN}) od 4,5 V do 16 V
- Izhodni tok (I_{OUT}) 3 A
- Notranji MOSFET-i z nizko upornostjo ($R_{DS(ON)}$) 58 m Ω /32 m Ω
- 110 μ A tok mirovanja (I_Q)
- 0,6V do 8V izhodna napetost (V_{OUT})
- $\pm 1\%$ natančnost povratne zanke (FB) pri sobni temperaturi
- $\pm 1,5\%$ natančnost FB v celotnem temperaturnem območju
- 1,1 MHz preklopna frekvenca (f_{SW})
- Način varčevanja z energijo (PSM) za visoko učinkovitost pri majhni obremenitvi
- Odlična zmogljivost pri prehodnih obremenitvah
- Prednastavljen zagon
- Omogočanje (EN) zaporedja napajanja
- Zaščita pred prenapetostjo (OCP) in način Hiccup
- Termična zaščita
- Na voljo v ohišju SOT563 (1,6 mm x 1,6 mm)
- Optimizirana zmogljivost

Razvojna plošča za MP1653N

Na voljo je tudi razvojna plošča EVL1653N-TF-00A.

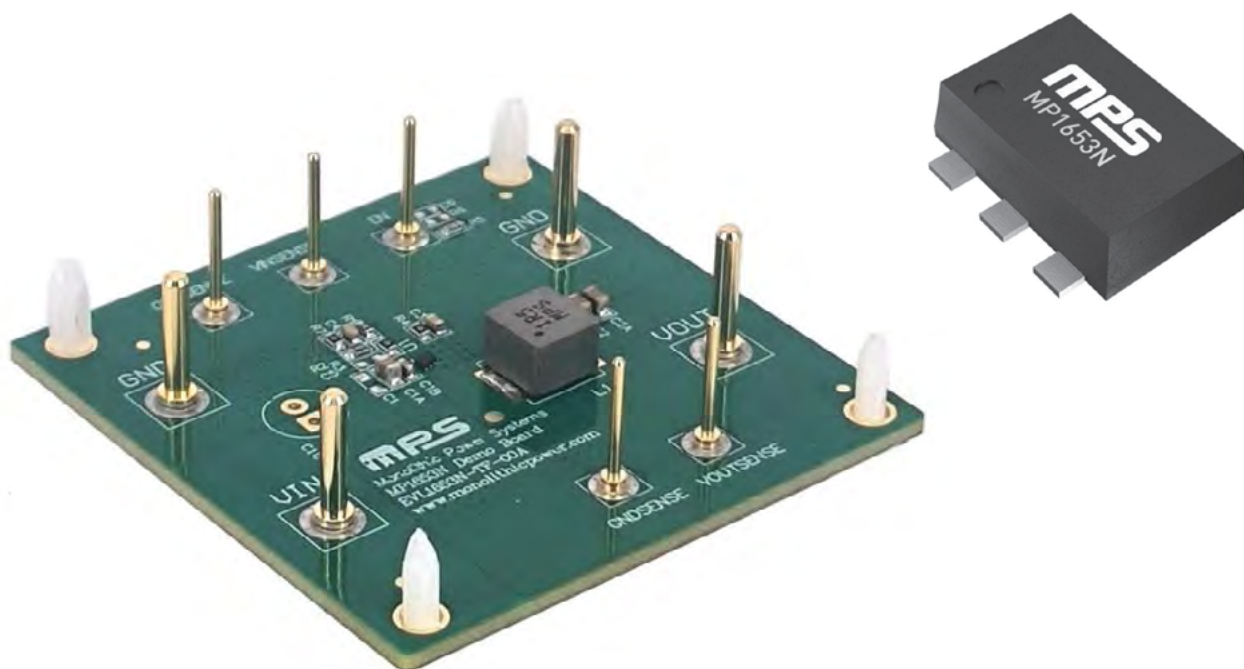
Čipi so že v prodaji. MPS v Sloveniji zastopa podjetje IC elektronika.



Vir:

- <https://www.monolithicpower.com/en/mp1653n.html>

<https://www.monolithicpower.com>



Nove močnostne SMD tuljave za avtomobilsko industrijo

Panasonic Industry

Panasonic, svetovni vodilni proizvajalec induktivnih izdelkov, napoveduje širitev serije močnostnih tuljav za avtomobilsko industrijo, ki so predvideni za visok tok.



Te nove tuljave prenesajo izjemno visok tok, imajo visoko toplotno odpornost in visoko odpornost proti vibracijam. S svojimi dimenzijami 17,2 x 15,10,5 mm so te tuljave za površinsko montažo del najmanjše serije SMT tuljav v industriji in izpolnjujejo zahteve trga po manjših avtomobilskih ECU (elektronskih krmilnih enotah), kar omogoča njihovo neposredno montažo na motorje ob hkratnem doseganju odlične toplotne in vibracijske odpornosti.

Te kompaktne in zelo zanesljive velike tokovne močnostne dušilke za avtomobilsko industrijo, namenjene za površinsko montažo, izboljšujejo zanesljivost napajalnih vezij, hkrati pa prispevajo k zmanjšanju vpliva na okolje, saj prihranijo prostor na mestih montaže napajalnih vezij. Zagotavljajo delovanje pri velikih tokovih od 30 A do 83 A enosmernega toka, pri tem pa povzročijo dvig temperature za 40 K. Deli so spajkani z reflow spajkanjem na večplastnih tiskanih vezjih z visoko toplotno prevodnostjo.

Opomba: Konstanta toplotnega sevanja je približno 13,8 K/W. Ti močnostne tuljave zagotavljajo visoko toplotno od-

pornost 160 °C/2000 ur in odpornost proti vibracijam od 5 Hz do 2 kHz/30 G, zaradi česar so združljivi z mehatroniko.

Ključne lastnosti:

- Tehnologija kovinskih kompozitov
- Velika tokovna moč: 53 A (tip R33)
- Visoka odpornost proti vibracijam: 30G
- Visoka toplotna odpornost
- Porazdeljena namesto diskretna vrzel
- Skladnost z AEC-Q200
- Visoka delovna temperatura (delovanje pri 160 °C, vključno z lastnim segrevanjem)
- Skladnost z RoHS

Vir:

- <https://na.industrial.panasonic.com/whats-new/new-expanded-large-current-type-power-inductors-automotive>

<https://holdings.panasonic/global>



OMRON predstavlja 300A/1000V močnostni rele z dodatnim kontaktom za diagnostiko

Omron Corporation

Z možnostjo spajkanja na tiskano vezje. Odlična zamenjava za tradicionalne kontaktorje, pri čemer prihrani prostor na tiskanem vezju in poenostavi montažo

OMRON Electronic Components Europe [1] je predstavil rele 300 A 1000 V s pomožnim kontaktom, ki ponuja alternativo močnostnim elektromagnetnim kontaktorjem za montažo na tiskano vezje v sistemih za pretvorbo in krmiljenje moči. Z dimenzijami 56,7 mm x 61,0 mm in višino 58,4 mm ima predstavljeni G9KA-1A1B-E kompaktno obliko in omogoča enostavno spajkanje.

Releji v razponu od 30 A do 300 A se vse pogosteje izbirajo namesto konvencionalnih kontaktorjev v projektih industrijske avtomatizacije in elektrifikacije. Načrtovalci se odločajo zaradi njihove kompaktne dimenzije in hitre, učinkovite vgradnje s spajkanimi povezavami, da bi zagotovili sisteme, ki so cenovno dostopnejši, uporabnejši in zanesljivejši.



G9KA-1A1B-E podjetja OMRON je eden prvih močnostnih relejev na trgu, ki ponuja pomožni priključek, ki je običajno na voljo v kontaktorjih. Pomožni priključek odraža glavni stik in opravlja vloge, kot so varnostni indikator, krmilnik blokade, sprožilnik zaporedja ali logični signal za interakcijo z zunanjimi sistemi. Z navedenimi lastnostmi je G9KA-1A1B-E primeren za varnostno in krmilno preklapljanje na industrijskih, komunalnih in splošnih trgih pretvorbe energije. Uporablja se v industrijskih inverterjih, inverterjih za sončne elektrarne in sisteme za shranjevanje energije (ESS), hitrih polnilnikih za električna vozila (EV), napajalnikih (PSU) in neprekinjenih napajalnikih (UPS).

Glavni kontakt enopolnega enosmernega releja (SPST) je običajno odprt (NO). Pomožni kontakt 1A/30V je običajno zaprt (NC) in se odpre, ko se aktivira glavni kontakt. Glavno stikalo ima začetno upornost pod 0,2 mΩ, kar pomaga ohranjati učinkovitost sistema in zmanjšati notranje nastajanje toplote. G9KA-1A1B-E ima tudi notranjo strukturo z visoko stopnjo odvajanja toplote, kar zagotavlja izjemno zanesljivost in minimalno povečanje temperature TIV pri trajnem delovanju z visoko močjo.

G9KA-1A1B-E je zasnovan z kontaktno vrzeljo najmanj 4,0 mm in izpolnjuje nemški industrijski standard za avtomatske naprave za odklop omrežja v fotovoltaičnih napravah, ki je določen v VDE 0126. Pomožni kontakt izpolnjuje mednarodni varnostni

standard IEC/EN 60947-4-1 in zagotavlja visoko zanesljivost z razcepljenimi priključki in minimalno nazivno življenjsko dobo 100.000 preklapov.

G9KA-1A1B-E razširja družino visokozmogljivih relejev OMRON za vgradnjo na ploščo, ki zdaj vključuje skupno osem različic z nazivnimi vrednostmi od 40 A do 300 A in od 250 V do 1000 V. Z največjim tokom in napetostjo 300 A in 1000 V ima G9KA-1A1B-E najvišjo nazivno vrednost, enakovredno enokanalnemu releju G9KA-1A-E, in je prvi v družini nad 50 A, ki ima pomožni kontakt.

Več informacij je na voljo na:

- <https://components.omron.com/eu-en/products/relays/G9KA>

Web:

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

LinkedIn page:

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

Vir:

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

<https://omron.eu>



Rast proizvodnje polprevodnikov

SEMI

SEMI poroča, da naj bi v naslednjih treh letih globalni izdatki za opremo za proizvodnjo 300-milimetrskih polprevodnikov znašali 374 milijard dolarjev.

Globalni izdatki za opremo za proizvodnjo 300-milimetrskih čipov naj bi med letoma 2026 in 2028 dosegli 374 milijard dolarjev, je danes poročala organizacija SEMI v svojem najnovejšem poročilu 300mm Fab Outlook. Te velike naložbe odražajo regionalizacijo proizvodnje in naraščajoče povpraševanje po čipih za umetno inteligenco za podatkovne centre in naprave na robu omrežja, hkrati pa poudarjajo vse večjo zavezanost k samozadostnosti na področju polprevodnikov v ključnih regijah prek lokaliziranih industrijskih ekosistemov in prestrukturiranja dobav

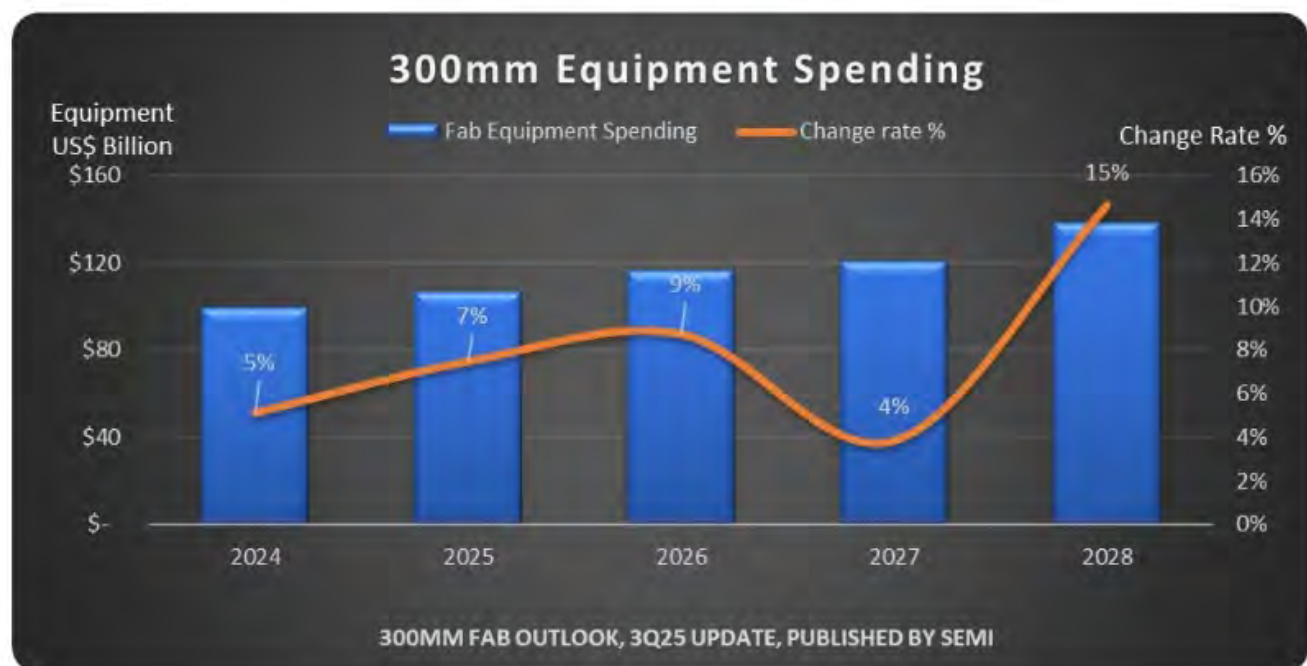
Svetovni izdatki za opremo za proizvodnjo 300-milimetrskih čipov naj bi leta 2025 prvič presegli 100 milijard dolarjev in se povečali za 7 % na 107 milijard dolarjev. Poročilo napoveduje, da se bodo naložbe povečale za 9 % na 116 milijard dolarjev leta 2026, za 4 % na 120 milijard dolarjev leta 2027 in za 15 % na 138 milijard dolarjev leta 2028.

„Polprevodniška industrija vstopa v ključno obdobje preobrazbe, ki ga poganjata izjemno povpraševanje po tehnologijah, ki omogočajo umetno inteligenco, in ponovno osredotočanje na regionalno samozadostnost,“ je dejal Ajit Manocha, predsednik in izvršni direktor SEMI. „Strateške globalne naložbe in sodelovanje spodbujajo robustne, napredne dobavne verige in hitrejše uvajanje tehnologij za proizvodnjo polprevodnikov naslednje generacije. Globalna širitev 300-milimetrskih tovarn bo omogočila napredek na področju podatkovnih centrov, naprav na robu omrežja in digitalnega gospodarstva.“

Rast segmenta

Segment logike in mikroelektronike naj bi vodil širitev opreme s skupnimi naložbami v višini 175 milijard dolarjev v obdobju od 2026 do 2028. Glavni gonilniki te rasti naj bi bile tovarne rezin, ki jih bo spodbudila izgradnja zmogljivosti pod 2 nm. Ključni dejavniki so napredne tehnologije, kot so arhitektura gate-all-around (GAA) in napajanje z zadnje strani, ki so bistvene za izboljšanje zmogljivosti čipov in energetske učinkovitosti za vse bolj zahtevne delovne obremenitve umetne inteligence. Naprednejša 1,4-nm procesna tehnologija naj bi vstopila v serijsko proizvodnjo do leta 2028–2029. Poleg tega naj bi izboljšave zmogljivosti umetne inteligence spodbudile ogromno rast naprav na robu omrežja, vključno z avtomobilsko elektroniko, aplikacijami IoT in robotiko. Poleg naprednih procesov naj bi se povpraševanje po vseh vozliščih in različnih elektronskih napravah znatno povečalo, kar bo spodbudilo naložbe v zrelo procesno opremo.

Segment pomnilnikov naj bi se uvrstil na drugo mesto z 136 milijardami dolarjev porabe v triletnem obdobju, kar označuje začetek novega cikla rasti za ta segment. Naložbe v opremo, povezano z DRAM, naj bi med letoma 2026 in 2028 presegle 79 milijard dolarjev, naložbe v 3D NAND pa naj bi v istem obdobju dosegle 56 milijard dolarjev. Usposabljanje in sklepanje na področju umetne inteligence sta povzročila splošno povečanje povpraševanja po različnih vrstah pomnilnikov. Usposabljanje AI zahteva večjo pasovno širino za prenos podatkov in izredno nizko zakasnitev, kar znatno





povečuje povpraševanje po pomnilnikih z visoko pasovno širino (HBM). Poleg tega sklepanje modelov ustvarja kakovostnejše in raznovrstnejše digitalne AI vsebine, kar ustvarja znatno povpraševanje po končni zmogljivosti shranjevanja in spodbuja potrebe po 3D NAND Flash. To močno povpraševanje je ohranilo visoko raven naložb v pomnilnike v srednjeročnem in dolgoročnem obdobju, kar pomaga ublažiti morebitne upade zaradi tradicionalnih nihanj.

Predvidene naložbe v analogne segmente naj bi v naslednjih treh letih presegle 41 milijard dolarjev.

Vključno s sestavljenimi polprevodniki naj bi segment, povezan z energijo, v obdobju od 2026 do 2028 vložil 27 milijard dolarjev.

Regionalna rast

Kitajska naj bi po napovedih še naprej vodila v porabi za opremo 300 mm z 94 milijardami dolarjev predvidenih naložb v obdobju od 2026 do 2028, kar bo podprto z nacionalnimi politikami samozadostnosti.

Predvideva se, da bo Koreja v treh letih z 86 milijardami dolarjev naložb zasedla drugo mesto v svetovnih naložbah v opremo za 300 mm, s čimer bo podprla industrije po vsem svetu



pri povpraševanju po generativni umetni inteligenci.

Tajvan naj bi v treh letih v opremo za 300 mm vložil 75 milijard dolarjev, s čimer bo zasedel tretje mesto. Naložbe se bodo osredotočile predvsem na zmogljivosti 2 nm in pod 2 nm, da se ohrani prevlada v zmogljivostih naprednih livarn in vodilni položaj na področju tehnologije.

Poročilo napoveduje, da bo Amerika v obdobju od 2026 do 2028 vložila 60 milijard dolarjev in se tako povzpela na četrto mesto. Ameriški dobavitelji širijo zmogljivosti naprednih procesov, da bi zadostili naraščajočemu povpraševanju po aplikacijah umetne inteligence, hkrati pa spodbujajo domače industrijske in investicijske nadgradnje, da bi ohranili vodilni položaj v globalnem tehnološkem svetu.



Japonska, Evropa in Bližnji vzhod ter Jugovzhodna Azija naj bi v treh letih vložili 32 milijard dolarjev, 14 milijard dolarjev oziroma 12 milijard dolarjev. Spodbude politike, namenjene ublažitvi kritičnih skrbi glede oskrbe s polprevodniki, naj bi do leta 2028 v teh regijah povečale naložbe v opremo za več kot 60 % v primerjavi z letom 2024.

SEMI 300mm Fab Outlook, ki je del baze podatkov SEMI Fab Forecast, navaja 391 obratov in proizvodnih linij po vsem svetu. Poročilo odraža 173 posodobitev in devet novih projektov tovarn/proizvodnih linij od zadnje objave januarja 2025.

Za več informacij o poročilu ali za naročilo na tržne podatke SEMI obiščite SEMI Market Data ali se obrnite na SEMI Market Intelligence Team (MIT) na mktstats@semi.org.

Povzeto po:

- <https://www.semi.org/en/semi-press-release/semi-reports-global-300mm-fab-equipment-spending-expected-to-total-374-billion-dollars-over-next-three-years>

<https://www.semi.org>



Uporabite Edge AI Drop-In rešitev za izboljšano spremljanje stanja brezžičnega omrežja

DigiKey
Avtor: Rolf Horn

Nadzor na podlagi stanja (angl. Condition-based monitoring - CbM) pomaga preprečevati okvare opreme s predvidljivim vzdrževanjem, vendar je za načrtovanje učinkovitega sistema običajno potrebna optimalna integracija natančnega zaznavanja, nizkošumnih signalnih verig, upravljanja z energijo in brezžične poveztljivosti.

To so zapletene funkcije, ki lahko zavlečejo in povečajo stroške uvedbe CbM. Razvijalci se zavedajo tudi prednosti umetne inteligence (AI) na robu omrežja, kar dodatno zapleta CbM. Potrebna je bolj preprosta in učinkovita rešitev.

Ta članek ponuja kratek pregled CbM. Nato predstavlja rešitev Drop-in od Analog Devices [1], ki omogoča takojšnjo uvedbo brezžičnega CbM z umetno inteligenco na robu.

Zakaj je spremljanje stanja tako pomembno

Nenačrtovani izpad delovanja ostaja pomemben izziv pri ohranjanju visoke ravni učinkovitosti obratovalne opreme. En sam nepričakovan izpad kritičnega dela opreme lahko povzroči zastoj celotnih proizvodnih linij, motnje v dobavnih verigah in draga servisna posredovanja. Tradicionalni pristopi vzdrževanja, ki vključujejo reaktivna popravila po izpadu ali strogo načrtovane servisne intervale, imajo svoje slabosti: reaktivno vzdrževanje povzroča drag izpad delovanja, medtem ko načrtovano vzdrževanje povzroča stroške virov z nepotrebno zamenjavo komponent, ki ostanejo operativne.

CbM omogoča izvajanje stroškovno učinkovitejših metod predvidljivega vzdrževanja. S spremljanjem vibracij, temperature, toka ali drugih kazalnikov zmogljivosti lahko upravljavci opreme zgodaj prepoznajo znake poslabšanja delovanja komponent, še preden pride do okvare. Ta na podatkih temelječ pristop zmanjšuje neplanirane izpade, podaljšuje življenjsko dobo opreme in znižuje skupne stroške lastništva.

Kljub vsem prednostim se lahko uvedba CbM zavleče zaradi zapletenosti zahtev in potrebe po strokovnem znanju iz več disciplin. Premagovanje teh izzivov predstavlja pomembno oviro za uspešno uporabo predvidljivega vzdrževanja z CbM za industrijsko in avtomobilsko opremo.

Izzivi in zahteve pri spremljanju stanja

Da bi CbM lahko izkoristil vse svoje potencialne prednosti, morajo rešitve CbM zanesljivo delovati v zahtevnih industrijskih in avtomobilskih okoljih, hkrati pa zagotavljati pravočasne analize na podlagi natančnih merilnih podatkov. Vendar pa narava teh ciljnih okolij povzroča precejšnje mehanske in okoljske obremenitve merilnih naprav, tudi med normalnim delovanjem nadzorovane opreme. Industrijski motorji, pogonski sistemi in težka rotacijska oprema izpostavljajo nadzorne naprave nehnim vibracijam, udarcem, ekstremnim temperaturam in visokim ravnam elektromagnetnih motenj (EMI).

Da bi omogočili zanesljivo prediktivno vzdrževanje, morajo senzorji vibracij v napravah CbM biti sposobni zaznati tudi najmanjše spremembe, ki pogosto najprej nakazujejo na neuravnoteženost gredi, neporavnano ali obrabo ležaja. Za zagotavljanje visoko natančnega merjenja vibracij kljub zahtevnim okoljskim pogojem je potreben podsistem za pridobivanje

	Range	Power Consumption	Reliability	Robustness	Total Cost of Ownership	MESH Capable	Security
Wi-Fi	100 m	High	Low single RF channel	Low	High	Yes	Yes, WPA
BLE	20 m to 100 m	Low/medium	Medium/high	Low	Medium	Yes	Yes, AES
Zigbee, Thread	20 m to 200 m	Low/medium	Low	Low	Medium	Yes	Yes, AES
Smart-MESH	20 m to 200 m	Low	High	High	Low	Yes	Yes, AES
LoRa-WAN	500 m to 3000 m	Medium	Low	Low	High	No - Star Topology	Yes, AES

Tabela 1: Med standardi brezžične poveztljivosti BLE ponuja kombinacijo lastnosti, ki so primerne za brezžično spremljanje vibracij. (Vir tabele: Analog Devices)

signalov senzorjev z visoko pasovno širino in nizko stopnjo šuma, ki zagotavlja stabilno delovanje v zahtevnih delovnih okoljih.

V središču metod CbM je analiza vibracij, ki zagotavlja podlago za prepoznavanje vzorcev, ki ločujejo normalno delovanje od zgodnjih znakov okvare. V preteklosti so sistemi senzorjev vibracij svoje meritve posredovali centralnemu gostitelju ali viru v oblaku za analizo. Vendar pa napredne rešitve CbM vse bolj preusmerjajo analizo na rob. Z analizo podatkov znotraj ali v bližini senzorskega sistema se rezultati generirajo z minimalno zakasnitvijo, promet pa se zmanjša v časovno občutljivih industrijskih in avtomobilskih omrežjih.

Zlasti sklepanje na robu AI, ki temelji na modelih konvolucionalnih nevronske mreže (CNN), omogoča interpretacijo sprememb vibracij v realnem času. Vendar je sklepanje z uporabo CNN računsko intenzivno, kar dodatno otežuje cilj implementacije CbM brez presejanja omejitev moči, velikosti ali stroškov sistema.

Potreba po zmanjšanju porabe energije postaja vse bolj nujna, saj se CbM vse pogostejše uporablja v rotacijski opremi ali v

oddaljeni ali mobilni opremi, kjer žične povezave niso praktične. Pri izpolnjevanju zahtev za brezžično povezljivost v teh primerih Bluetooth Low Energy (BLE) v primerjavi z alternativnimi možnostmi povezljivosti ponuja zahtevano kombinacijo dometa, moči in zanesljivosti (tabela 1).

Tako kot pri obdelavi AI na robu omrežja je tudi tu izziv najti rešitev za povezljivost BLE, ki bo delovala v okviru omejitev moči brezžičnega senzorskega sistema. Dejansko je zagotavljanje podaljšane življenjske dobe baterije še vedno izziv za razvijalce vseh brezžičnih senzorskih sistemov. To je še posebej pomembno v industrijskih in avtomobilskih aplikacijah, kjer je dostop do senzorjev lahko otežen. V sistemu CbM, od katerega se pričakuje, da bo izvajal CNN sklepanje, postajata upravljanje baterije in energije vse bolj kritična. Izziv je v usklajevanju več regulatorjev, sekvencerjev in sistemov polnjenja, da se zmanjša poraba energije in hkrati zagotovi stabilno delovanje.

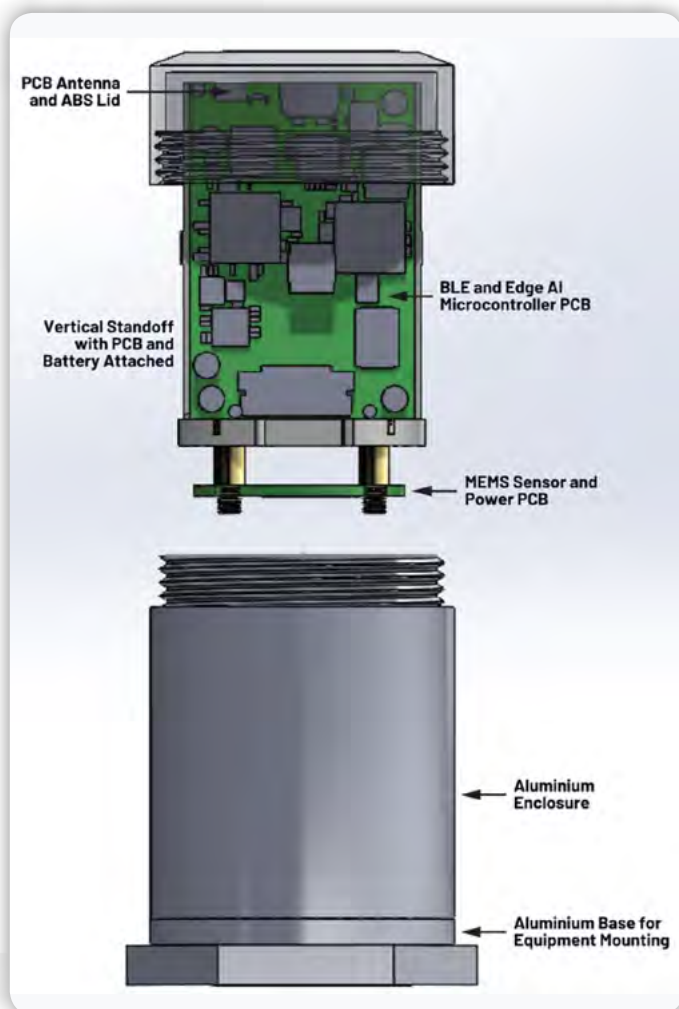
Razvojni kit omogoča direktno zamenljivo brezžično rešitev CbM rešitev z AI na rpbu

Komplet EV-CBM-VOYAGER4-1Z [2] Voyager 4 podjetja Analog Devices rešuje izzive pri uvajanju brezžičnega CbM z robno umetno inteligenco, saj ponuja popolno platformo za nadzor vibracij na baterijski pogon za stalno preverjanje tehnologije CbM ali takojšnjo uporabo v aplikacijah za prediktivno vzdrževanje. Komplet je zasnovan tako, da prenese zahtevne pogoje, saj uporablja navpični nosilec (slika 1, zgoraj), ki trdno drži glavno tiskano vezje na eni strani in baterijo na drugi. Napajalna plošča in senzorji so nameščeni na dnu nosilca, blizu vira vibracij, ki ga je treba nadzorovati. Za namestitev se vertikalni nosilec namesti v zaščitno aluminijasto ohišje (slika 1, spodaj) s premerom 46 milimetrov (mm) in višino 77 mm. Ohišje je pokrito z akrilnim pokrovom ABS, ki omogoča povezljivost BLE.

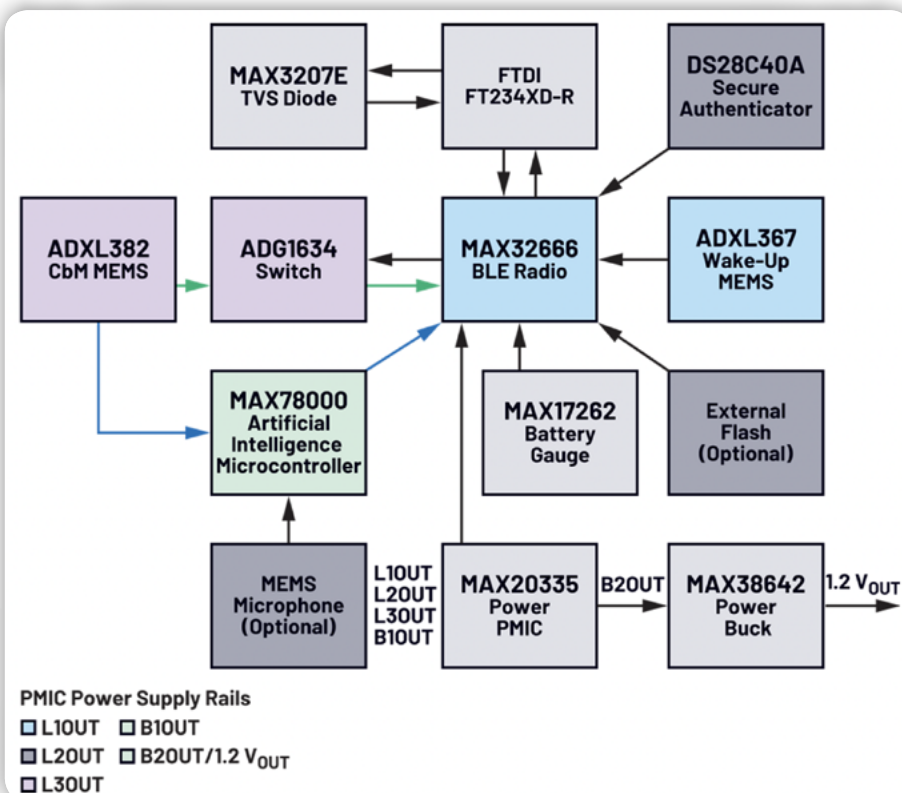
Brezžični senzorski sistem, zasnovan na mikrokontrolerju (MCU) Analog Devices MAX32666 [3] BLE in mikrokontrolerju Analog Devices MAX78000EXG+ AI [4], vključuje celovit nabor naprav z nizko porabo energije za natančno merjenje vibracij in zaznavanje anomalij z daljšo življenjsko dobo baterije (slika 2).

Za merjenje vibracij Voyager 4 uporablja triosni merilnik pospeška ADXL382-1BCCZ-RL7 [5] podjetja Analog Devices, ki združuje senzorje mikroelektromehanskih sistemov (MEMS), analogni vhodni del (AFE) in 16-bitni analogno-digitalni pretvornik (ADC). Ta naprava z merilno pasovno širino 8 kilohercov (kHz) je zasnovana za natančne meritve tudi v okoljih z visokimi vibracijami. Je primerna za nizkoenergetske zasnove, saj porabi le 520 mikroamperov (μA) v visoko zmogljivem načinu s pasovno širino 8 kHz ali le 32 μA v nizkoenergetskem načinu s pasovno širino 400 Hz.

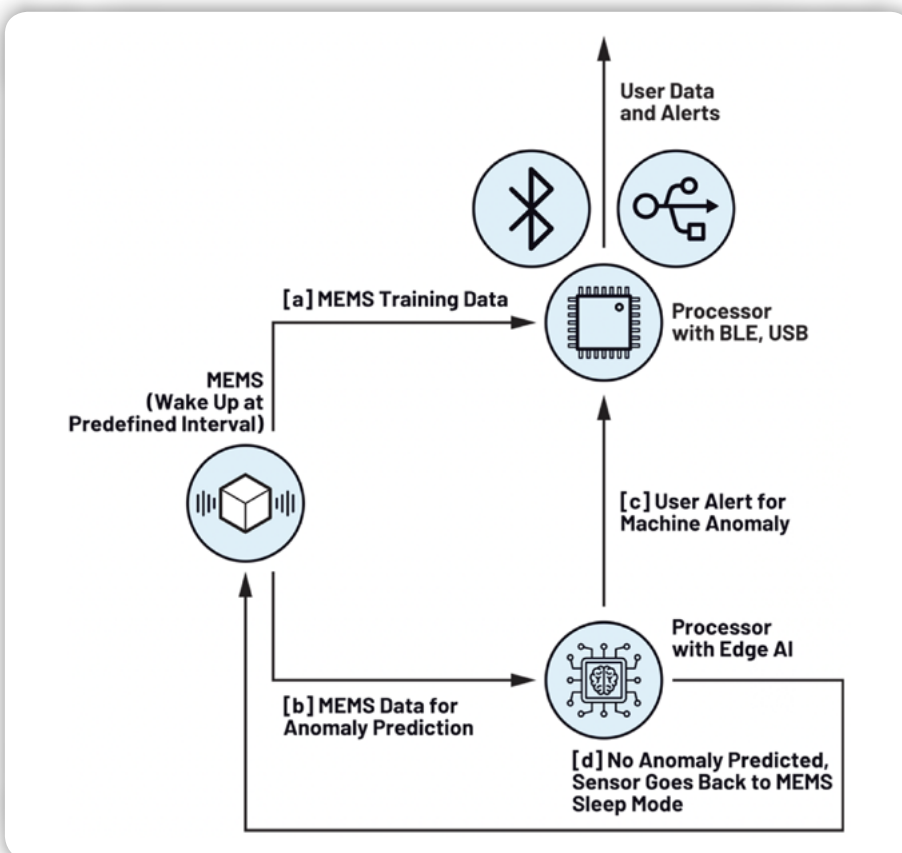
V sistemski zasnovi Voyager 4 se izhod ADXL382 prenese na CMOS stikalo Analog Devices ADG1634BCPZ-REEL7 [6], ki ga nadzira MAX32666 BLE MCU. Kombinacija tega BLE MCU in ultra nizkoenergijskega MEMS pospeškometra ADXL367BCCZ



Slika 1: Robustna konstrukcija Voyager 4 in zaščitna ohišja omogočajo zanesljivo brezžično CbM z umetno inteligenco na robu v zahtevnih okoljih. (Vir slike: Analog Devices)



Slika 2: Z združevanjem več naprav z nizko porabo energije Voyager 4 zagotavlja kombinacijo zaznavanja, obdelave in povezljivosti, ki je potrebna za brezžično CbM AI rešitev na robu. (Vir slike: Analog Devices)



Slika 3: Načini delovanja Voyager 4 zagotavljajo učinkovito generiranje podatkov za usposabljanje in sklepanje v realnem času, kar dokazuje, kako lahko robna umetna inteligenca podpira prediktivno vzdrževanje, ne da bi bila odvisna od virov v oblaku. (Vir slike: Analog Devices)

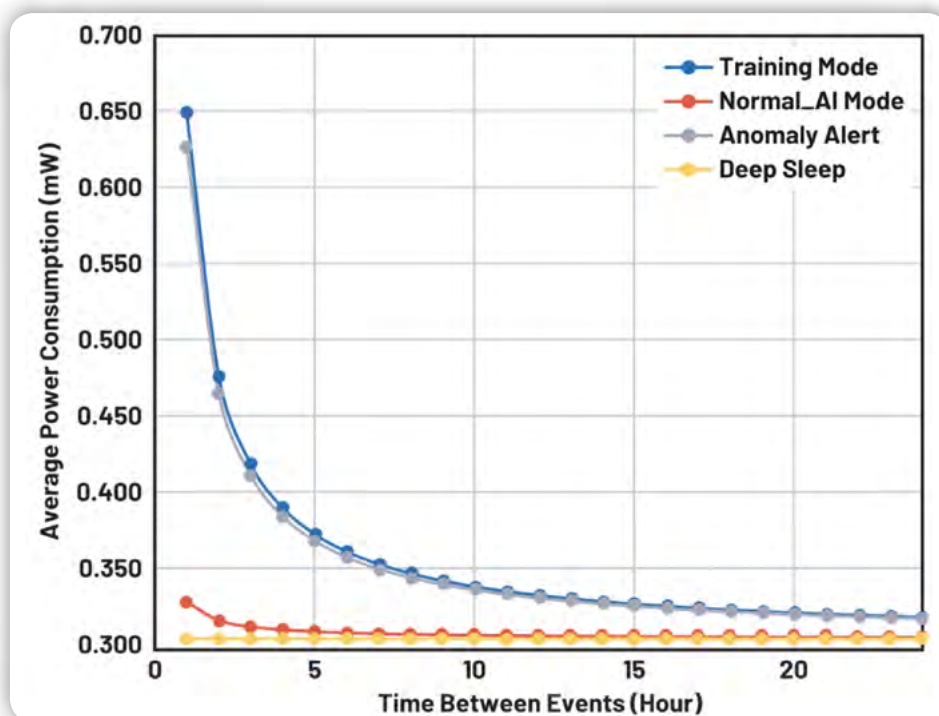
-RL7 [7] podjetja Analog Devices igra osrednjo vlogo v načinih delovanja Voyager 4 (slika 3).

Med operacijami usposabljanja (pot „a“ na sliki 3) mikrokontroler MAX32666 posreduje surove podatke o vibracijah iz ADXL382-1BCCZ-RL7 za prenos v gostiteljski sistem uporabnika prek radia MAX32666 BLE ali prek USB-priključka Voyager 4. Kot bo pojasnjeno kasneje v tem članku, ta način delovanja zagotavlja podatke za usposabljanje, potrebne za ustvarjanje prilagojenih modelov sklepanja, na katerih temelji umetna inteligenca na robu za CbM.

Med operacijami zaznavanja anomalij (pot „b“ na sliki 3) AI MCU MAX78000EXG+ Voyager 4 uporabi svojo neposredno povezavo z ADXL382-1BCCZ-RL7 za branje surovih podatkov o vibracijah in izvajanje prilagojenega modela sklepanja z integriranim pospeševalnikom CNN za napovedovanje anomalij. Če rezultati sklepanja kažejo na prisotnost anomalije, MAX78000EXG+ izda opozorilo, ki ga MAX32666 BLE MCU posreduje uporabniku, da lahko ustrezno ukrepa.

Če ni zaznana nobena anomalija, senzor preide v stanje mirovanja. V tem mirovanju merilnik pospeška ADXL367BCCZ-RL7 porabi le 180 nanoamperov (nA) v načinu prebujanja, ki se aktivira ob gibanju, ko vibracije presežejo nastavljivo mejno vrednost. Ko se aktivira ta način prebujanja, ki ga sproži gibanje, ADXL367BCCZ-RL7 prebudi mikroprocesor MAX32666 BLE, ki začne nov cikel merjenja vibracij in sklepanja. Ta pristop pomaga zmanjšati porabo energije med normalnim delovanjem, saj omeji porabo energije radia BLE na treninge in opozorila o anomalijah (slika 4).

Učinkovito upravljanje z energijo je bistveno v napravi, namenjeni napovedovanju okvar kritičnih strojev in opreme. Poleg varčevanja z energijo na ravni sistema, ki ga omogoča Voyager 4 s svojo funkcijo prebujanja, aktivirano z gibanjem, Voyager 4 vključuje integrirano vezje za upravljanje z energijo (PMIC) Analog Devices MAX20335BEWX+T [8], ki zagotavlja potrebno napetost. Poleg tega merilnik porabe energije Analog Devices MAX17262 [9] nadzira tok baterije in omogoča oceno življenjske dobe baterije. Med različnimi načini delovanja



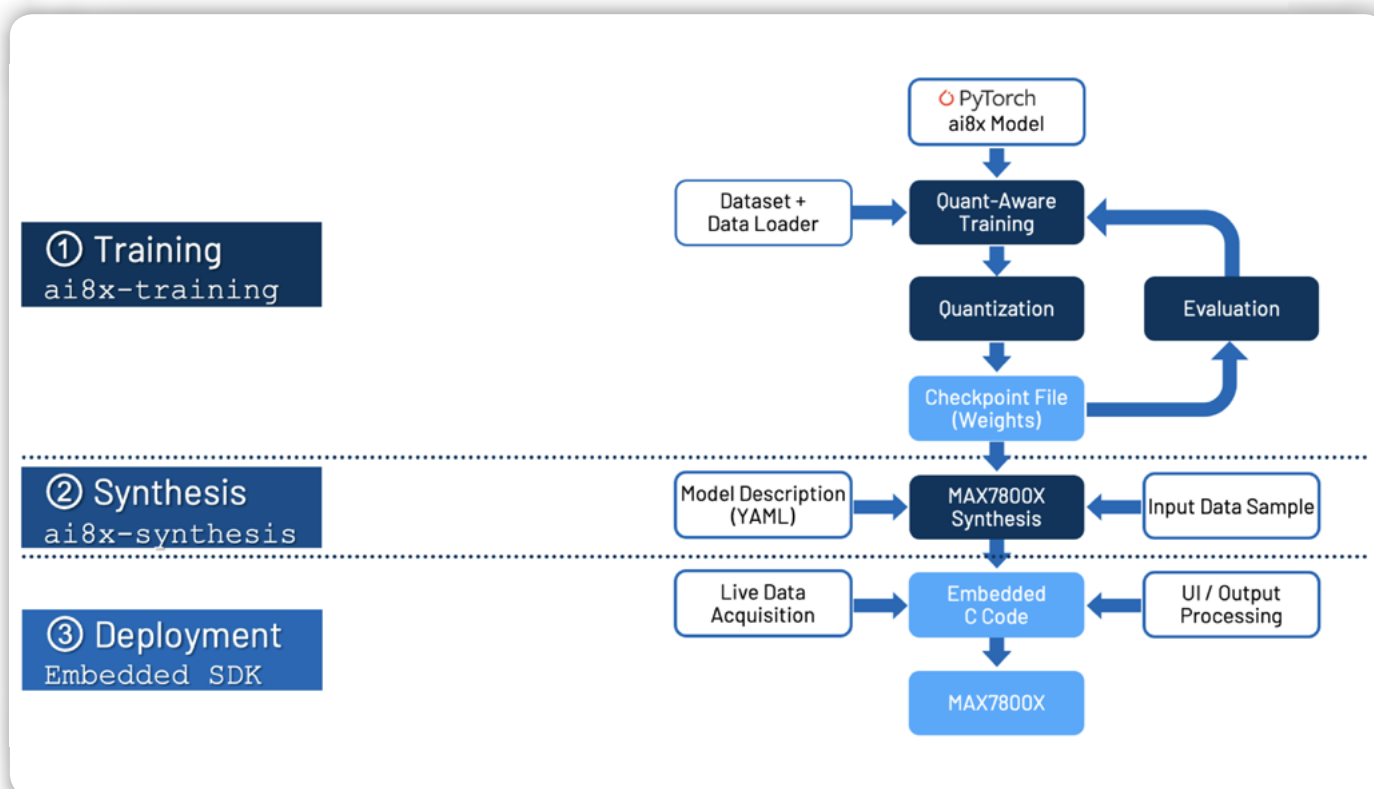
Slika 4: Prebujanje, ki ga aktivira gibanje, in selektivna uporaba radia BLE pomagata podaljšati življenjsko dobo baterije Voyager 4. (Vir slike: Analog Devices)

Voyager 4 lahko mikrokontroler MAX32666 vklopi ali izklopi posamezne izhode MAX20335BEWX+T, da se prilagodi posebnim potrebam po energiji in dodatno optimizira porabo energije.

Na ravni naprav je nizka poraba energije ključna lastnost po-

sameznih naprav, ki se uporabljajo v kompletu Voyager 4. Na primer, mikrokontroler MAX32666 BLE potrebuje le 27,3 mikroampera na megahertz ($\mu\text{A}/\text{MHz}$) pri izvajanju iz predpomnilnika pri 3,3 voltih; mikrokontroler MAX78000EXG+ AI porabi 22,2 $\mu\text{A}/\text{MHz}$ (med izvajanjem zanke) iz predpomnilnika pri 3,0 voltih, ko je aktiven njegov procesor Arm Cortex-M4. Poleg tega oba mikrokontrolerja vključujeta dinamični krmilnik za prilagajanje napetosti, ki dodatno zmanjša porabo energije aktivnega jedra.

Ta kombinacija optimizacije porabe energije na ravni sistema in naprave učinkovito zmanjša porabo energije med različnimi načini delovanja Voyager 4. V normalnem načinu zaznavanja anomalij je poraba energije Voyager 4 približno 0,3 milivatov (mW), senzor pa se aktivira enkrat na uro, kar pri tipičnih pogojih pomeni do dve leti življenjske dobe baterije z zmogljivostjo 1500 miliampernih ur (mAh). Nasprotno pa način usposabljanja zahteva obsežno uporabo radia BLE za prenos podatkov o vibracijah za uporabo v usposabljanju in validaciji modelov, kar povzroči porabo energije nad 0,65 mW (glejte ponovno sliko 4).



Slika 5: Strukturiran delovni tok s posebnimi repozitoriji orodij in navodil pomaga razvijalcem optimizirati modele CNN za AI MCU MAX78000EXG+, kar omogoča praktično AI-pogojeno CbM na napravah z omejeno porabo energije. (Vir slike: Analog Devices)

Usposabljanje in uvajanje modela za spremljanje vibracij za umetno inteligenco na robu

Usposabljanje modelov CNN je postalo relativno preprost proces, saj je na voljo veliko ustreznih programskih orodij. Pri usposabljanju modelov za aplikacije AI na robu omrežja pa so omejitve virov procesorjev na robu omrežja in mikrokontrolerjev spodbudile razvoj bolj specializiranih orodij, ustvarjenih za optimizacijo modelov za posamezne ciljne naprave. Analog Devices ponuja taka orodja v svojem GitHub repozitoriju AI on a Battery [10], ki uporabnike vodi skozi dokumentiran delovni tok. Analog Devices delovni tok modela razčleni na zaporedje treh stopenj in za vsako od njih ponuja namenski GitHub repozitorij (slika 5).

V začetni fazi repozitorij ai8x-training [11] ponuja podrobna, navodila korak za korakom za pripravo delovnega okolja in izvedbo usposabljanja s priloženo Python skriptno datoteko train.py [12]. V naslednji fazi repozitorij ai8x-synthesis [13] ponuja podobno podrobna navodila za nastavitve in delovanje orodij, ki se uporabljajo za pretvorbo usposobljenega modela v C kodo.

Ključni dejavnik za uspeh na področju umetne inteligence na robu omrežja je razumevanje zmogljivosti in omejitev ciljnega izvedbenega okolja CNN. V repozitorijih ai8x-training in ai8x-synthesis je Analog Devices vključil podrobni priročnik, ki razvijalcem pomaga razumeti razmerje med odločitvami o izvedbi modela CNN in zmogljivostmi mikrokontrolerja MAX7800x AI MCU.

Zadnja faza, dokumentirana v repozitoriju razvojnega kompleta programske opreme [14], vsebuje navodila in orodja za razvoj ugnezdene programske opreme, ki vključuje model sklepanja za ciljni mikrokontroler MAX7800x. Po ustvarjanju ugnezdene programske opreme jo uporabniki naložijo v Voyager 4 prek žične ali brezžične posodobitve. Na tej točki se lahko uporabnik poveže z Voyager 4 prek BLE in izda ukaze z grafičnim uporabniškim vmesnikom (GUI) Python, ki teče na gostitelju Windows. V normalnem načinu delovanja AI MCU izvaja sklepanje po navodilih MAX32666 BLE MCU ali samodejno ob prebujanju.

Zaključek

Nenačrtovani izpad zaradi okvare opreme povečuje stroške in tveganje. Čeprav lahko CbM pomaga zmanjšati stroške in tveganje s predvidljivim vzdrževanjem, je zasnova ustreznih brezžičnih senzorskih sistemov z analizo še vedno zapletena.

Brezžični razvojni komplet za vrednotenje vibracij Voyager 4 podjetja Analog Devices ponuja rešitev, ki premaga te izzive in omogoča hitro uvajanje predvidljivega vzdrževanja z natančnim zaznavanjem, učinkovito porabo energije, brezžično povezljivostjo in robustno obdelavo z umetno inteligenco na robu omrežja.

Viri:

1: <https://www.digikey.com/en/supplier-centers/analog-devices>

2: <https://www.digikey.com/en/products/detail/analog-devices-inc/EV-CBM-VOYAGER-4-1Z/25902739>

3: <https://www.digikey.com/en/products/filter/microcontrollers/685?s=N4IgjCBcpnAHLKoD-GUBmBDANgZwKYA0IA9IANogAMIAugL7EC0AT-MiGpAC4BOArkVIUQSBoxBtIAlIBBAbmBmFgDY-1dekA>

4: <https://www.digikey.com/en/product-highlight/m/maxim-integrated/max78000-arm-cortex-m4-processor>

5: <https://www.digikey.com/en/products/detail/analog-devices-inc/ADXL382-1BCCZ-RL7/25578643>

6: <https://www.digikey.com/en/products/detail/analog-devices-inc/ADG1634BCPZ-RE-EL7/2264655>

7: <https://www.digikey.com/en/product-highlight/a/analog-devices/adxl367-digital-output-mems-accelerometer>

8: <https://www.digikey.com/en/products/detail/analog-devices-inc-maxim-integrated/MAX20335BEWX-T/9833517>

9: <https://www.digikey.com/en/product-highlight/m/maxim-integrated/max17262-63-single-multi-cell-fuel-gauges>

10: <https://github.com/MaximIntegratedAI>

11: <https://github.com/analogdevicesinc/ai8x-training>

12: <https://github.com/analogdevicesinc/ai8x-training/blob/develop/train.py>

13: <https://github.com/analogdevicesinc/ai8x-synthesis>

14: <https://github.com/analogdevicesinc/msdk>

<https://www.digikey.com>



Izboljšanje ugnезdenih sistemov z I3C

Microchip Technology Inc.

Avtorja: Stephenie Pinteric in Ulises Iniguez, Microchip

V sodobni elektroniki so ugnезdeni sistemi postali vse bolj kompleksni, saj vključujejo različne senzorje in komponente v številnih aplikacijah, vključno z IoT, računalništvom, nosljivimi napravami in varnostno občutljivimi aplikacijami.

Da bi zadostili rastočim zahtevam teh trgov, je MIPI Alliance [1] razvila vmesnik Improved Inter-Integrated Circuit® (I3C). I3C je napreden serijski komunikacijski vmesnik, ki ponuja pomembno nadgradnjo v načinu komuniciranja elektronskih komponent med seboj, saj zagotavlja hitrejše komunikacijske hitrosti, nižjo porabo energije in izboljšano fleksibilnost oblikovanja. Mikrokontrolerji (MCU) so ključni sestavni del ugnезdenih sistemov in se uporabljajo za nadzorovanje funkcij aplikacij, kot so zajemanje signalov senzorjev in krmiljenje v zaprti zanki. Poglobili se bomo v več aplikacij, ki lahko uporabljajo MCU z komunikacijskim vmesnikom I3C, ki ponuja robustno nadgradnjo in združljivost za implementacije I2C in SPI.

I3C in IoT aplikacije

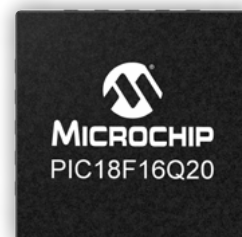
Internet stvari (IoT) vpliva na skoraj vse vidike našega vsakdanjega življenja, od gospodinjskih pripomočkov do sofisticirane avtomatizacije stavb in nosljivih naprav. Te med seboj povezane naprave zbirajo in izmenjujejo podatke, s čimer bistveno oblikujejo naš digitalni ekosistem. V IoT napravah imajo ključno vlogo različni tipi senzorjev, ki merijo, spremljajo in prenašajo pomembne fizikalne lastnosti, kot so temperatura, vlažnost, tlak, razdalja in druge.

Protokol I3C ponuja več prednosti za omrežna senzorska vozlišča. Omogoča zelo hitro komunikacijo s hitrostjo do 12,5 MHz v načinu SDR (Single Data Rate). Podpira tudi prekinitve v pasu in dinamično naslavljanje. Pri dinamičnem naslavljanju centralni krmilnik dodeli edinstvene naslove vsaki priključeni napravi, s čimer prepreči konflikte naslovov. V primerjavi s predhodnikom

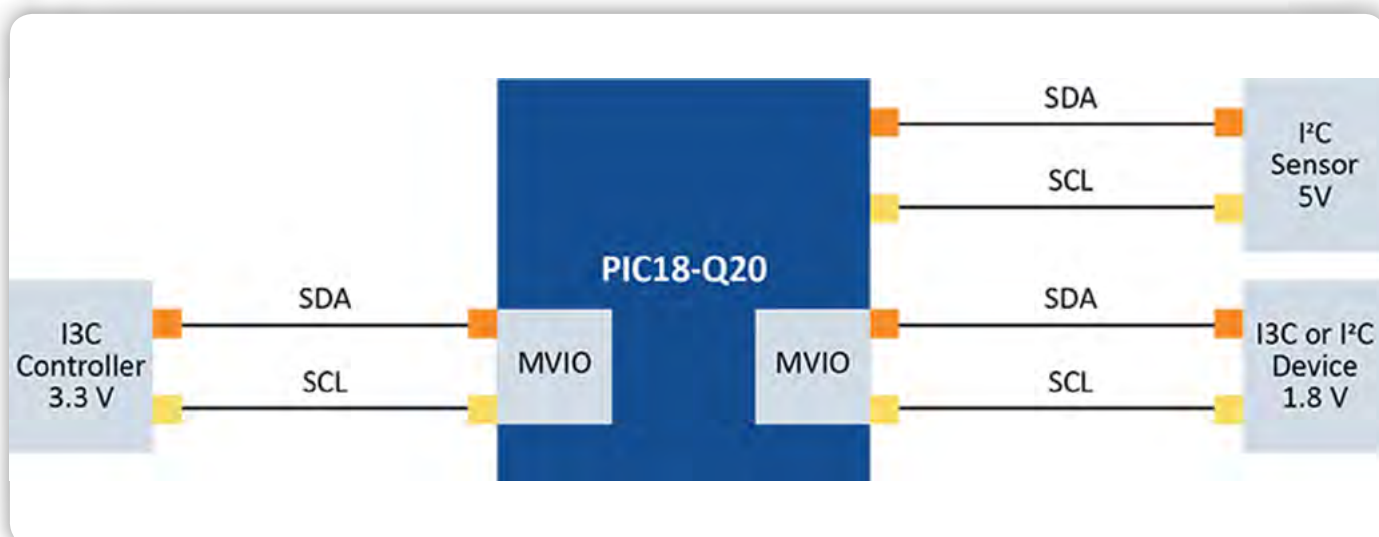
I2C se I3C ponaša z višjimi hitrostmi, enostavnejšim 2-žičnim vmesnikom, učinkovitejšo strukturo protokola in deluje pri nižjih napetostih, kar zmanjšuje porabo energije. Te izboljšave omogočajo, da je I3C primeren za učinkovito upravljanje več senzorskih vozlišč v povezani mreži.

Vključitev poceni mikrokontrolerja z vgrajenimi I3C perifernimi napravami v IoT senzorska vozlišča kot analogni „agregat“ lahko izboljša funkcionalnost in učinkovitost celotnega senzorskega omrežja. V tej konfiguraciji se analogno-digitalni pretvornik (ADC) na čipu mikrokontrolerja uporablja za pretvorbo odčitkov iz več analognih senzorjev v digitalne vrednosti. Te digitalne vrednosti se nato lahko shranijo v notranji pomnilnik mikrokontrolerja za nadaljnjo analizo ali organizirajo za učinkovitejši prenos. Zbirni podatki senzorjev se prenašajo na glavni krmilnik prek I3C vodila v intervalih, ki so optimizirani za učinkovitost sistema.

Izrazita prednost I3C v sistemih, ki temeljijo na senzorjih, postane očitna, ko upoštevamo njegovo sposobnost zmanjševanja kompleksnosti komponent, stroškov in porabe energije, saj v primerjavi z alternativnimi komunikacijskimi vmesniki zahteva manj priključkov in žic. Za systemskei načrtovalce, ki se spopadajo z zahtevnim IoT trgom, se kompaktni mikrokontroler s komunikacijskim vmesnikom I3C kaže kot bistvena rešitev, ki olajšuje ustvarjanje uspešnih IoT naprav, ki so v skladu z zahtevami trga.



PREDSTAVLJAMO



Več protokolov in več napetosti v ugnезdenih napravah

S povečevanjem tehnoloških zahtev se razvijalci ugnезdenih sistemov soočajo z vse večjimi izzivi glede združljivosti s starejšimi različicami. Ta združljivost je ključnega pomena, saj omogoča postopno posodabljanje ugnезdenih sistemov, namesto da bi jih bilo treba popolnoma na novo zasnovati. Da bi olajšali prehod na I3C, novi komunikacijski protokol odpravlja omejitve I2C in SMBus, hkrati pa za ohranitev združljivosti uporablja ista dva priključka kot I2C za uro in podatke.

Čeprav je cilj I3C zagotoviti združljivost z protokoli I2C/SMBus, lahko prisotnost I2C/SMBus naprave na I3C vodilu vpliva na zmogljivost vodila, tudi če je krmilnik optimiziran za I3C naprave. Da bi to rešili, lahko mikrokontroler z I3C modulom služi kot povezovalna naprava, ki loči ciljne I2C/SMBus naprave od „čistega“ I3C vodila. Tako se ohrani celovitost I3C vodila, glavni I3C krmilnik pa lahko komunicira z I2C/SPI napravami prek premostitvenega MCU. Poleg tega lahko MCU združi prekinitve iz I2C/SMBus naprav in jih prenese glavnemu I3C krmilniku z uporabo prekinitev v pasu, brez dodatnih priključkov ali signalov.

Ugnезdeni sistemi vključujejo različne komponente, kot so mikrokontrolerji, senzorji in druga vezja. Pogosto je treba te komponente med seboj povezati, vendar delujejo v različnih napetostnih območjih. Na primer, analogni senzorji običajno delujejo pri 5 voltih, medtem ko komunikacijski protokoli, kot sta I2C in SMBus, zahtevajo 3,3 volte. I3C vodilo lahko deluje celo pri 1 voltu, da ustreza zahtevam sodobnih hitrih procesorjev.

Mikrokontrolerji z večnapetostno I/O (MVIO) funkcijo odpravljajo nezdružljivosti napetosti in odpravljajo potrebo po pretvornikih napetosti. Ta funkcija omogoča, da I3C in I2C/SMBus vodila delujejo hkrati pri različnih napetostih. Na primer, mi-

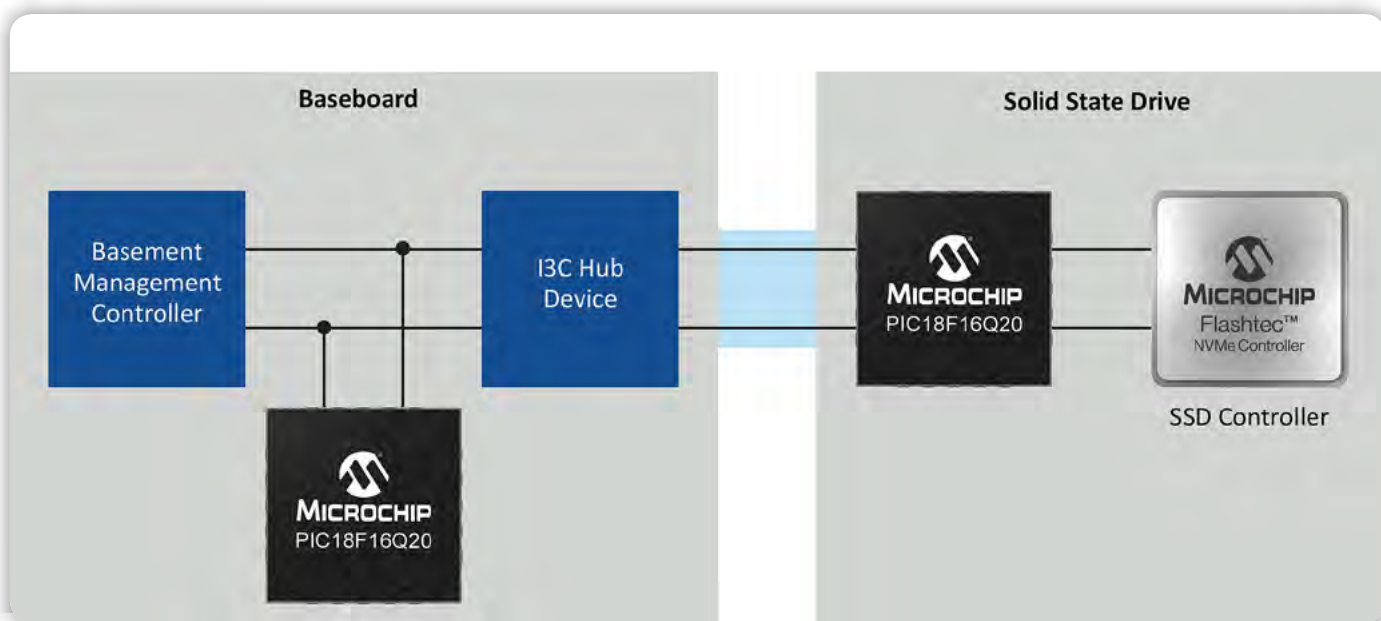
crokontroler lahko poganja I3C vodilo pri 1 V, medtem ko I2C/SMBus vodilo ohranja višjo napetost 3,3 V za združljivost s starejšimi napravami.

Mikrokontrolerji PIC18-Q20 podjetja Microchip s podporo MVIO ponujajo več komunikacijskih protokolov, kot so I3C, SPI, I2C in UART, ter do tri neodvisne domene delovne napetosti. Ta prilagodljivost se izkaže za zelo koristno v kompleksnih omrežnih okoljih, kjer naprave uporabljajo različne protokole in napetosti, saj omogoča razvijalcem ugnезdenih sistemov, da ohranijo obstoječe protokole in hkrati zagotovijo varnost svojih zasnov v prihodnosti.

Sodobna računalniška infrastruktura

Večina ljudi podcenjuje, kako zelo smo v našem vsakdanjem digitalnem življenju odvisni od podatkovnih centrov. Od poslovnih in finančnih transakcij do brskanja po internetu, shranjevanja podatkov, sodelovanja v družbenih omrežjih, udeležbe na virtualnih sestankih in uživanja v digitalni zabavi – vse te dejavnosti omogočajo podatkovni centri. Ti centri zagotavljajo, da so naši podatki varni, internet hiter in digitalne storitve vedno na voljo.

V osrčju podatkovnega centra je sodoben »blade« strežnik, zelo napreden računalnik, zasnovan za maksimalno izkoriščanje prostora in optimizacijo zmogljivosti omrežja v velikem obsegu. Zaradi ključnega pomena njihove funkcije so nekatere sistemske naloge znotraj vsakega strežniškega ohišja prenesene na stranski pasovni krmilnik. Medtem ko se glavna procesna enota osredotoča na upravljanje primarnega pretoka podatkov, stranski pasovni krmilnik poskrbi za izboljšanje zmogljivosti omrežja. Ustanavlja sekundarni komunikacijski kanal za nadzor posameznih »blade« strežnikov in opravlja pomembne naloge, kot so spremljanje delovanja sistema, odkrivanje napak, odkrivanje in konfiguriranje naprav, posodabljanje strojne programske opreme in izvajanje diagnostike brez motenja glavnega procesorja. To zagotavlja nemoteno in učinkovito delovanje.



Upravljanje stranskega pasu je ključno orodje, ki lahko znatno izboljša zanesljivost, razpoložljivost in učinkovitost podatkov. Tudi v podatkovnih centrih se za shranjevanje podatkov in hiter dostop do njih pogosto uporabljajo trdi diski (SSD). Najnovejša oblika SSD, SNIA® Enterprise and Datacenter Standard Form Factor (EDSFF), je kot naravno nadgradnjo obstoječega protokola SMBus sprejela I3C protokol za stransko pasovno komunikacijo. I3C odgovarja na potrebe po hitrejši zmogljivosti, višjih hitrostih prenosa podatkov in izboljšani energetske učinkovitosti. Zelo hitra I3C komunikacija omogoča hitrejšo upravljanje vodila in spremembe konfiguracije za izboljšano odzivnost sistema.

Prilagodljivi mikrokontrolerji, kot je družina PIC18-Q20, so še posebej primerni za naloge upravljanja sistemov v podatkovnih centrih in podjetniških okoljih. S pomočjo do dveh ločenih I3C vmesnikov se ti mikrokontrolerji lahko enostavno povežejo s SSD krmilnikom za izvajanje nalog upravljanja sistema, pa tudi s krmilnikom Baseboard Management Controller (BMC) prek stranskega pasu. Poleg tega so te naprave z vgrajenimi starejšimi komunikacijskimi protokoli, kot so I2C/SMBus, SPI in UART, idealna rešitev za sedanje in prihodnje generacije SSD-jev.

Zaključek

Integracija protokola I3C se je izkazala kot gonilna sila v ugnezenih sistemih. Izboljšane komunikacijske zmogljivosti,

nižja poraba energije in združljivost z obstoječimi protokoli delajo I3C temelj za naslednjo generacijo IoT in računalniških aplikacij.

Z optimizacijo funkcionalnosti senzorjev v IoT napravah in komunikaciji podatkovnih centrov, vsestranskost I3C, ko je integriran v mikrokontrolerje, zagotavlja trdno podlago za razvijajoče se okolje elektronskih sistemov. S tehnološkim napredkom postaja uporaba I3C vseprisotna, kar omogoča izboljšano zmogljivost, zanesljivost in učinkovitost v mnogih elektronskih aplikacijah.

Za več informacij o mikrokontrolerju z naprednimi I3C zmogljivostmi obiščite: www.microchip.com/Q20

Viri:

- 1: <https://www.mipi.org/specifications/i3c-sensor-specification>

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>



BIOLOGIJA

ASTRONOMIJA

AUTOMOBILIZEM

RAČUNALNIŠTVO

+ mnoge druge tehnološke in naravoslovne tematike!

ŽIVLJENJE IN TEHNIKA

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

Naročam revijo ŽIVLJENJE IN TEHNIKA

Letna naročnina: 62 €
Letna naročnina za upokojece/študente: 55 €
 Polletna naročnina: 32 €
 Polletna naročnina za upokojece/študente: 28 €

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

*Ime in priimek:

*Ulica in hišna št.:

*Poštna št.: *Kraj:

*Telefon: E-pošta:

*Datum: *Podpis:

***Izberite knjižno darilo:**

☐ Poker ☐ Ledena doba aktivnosti ☐ Iznajdbe in izumi - komunikacije

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

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

OB SKLENITVI NAROČNINE
 GRATIS IZVOD REVJE
 + KNJIGA PO IZBIRI*

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

Tehniška založba Slovenije
 p.p. 541
 1001 Ljubljana

www.tzs.si
narocila@tzs.si

MODRA ŠTEVILKA

080 17 90

Tehniška založba Slovenije

Zmogljivi MCU-ji so zdaj na voljo v kompaktnih ohišjih

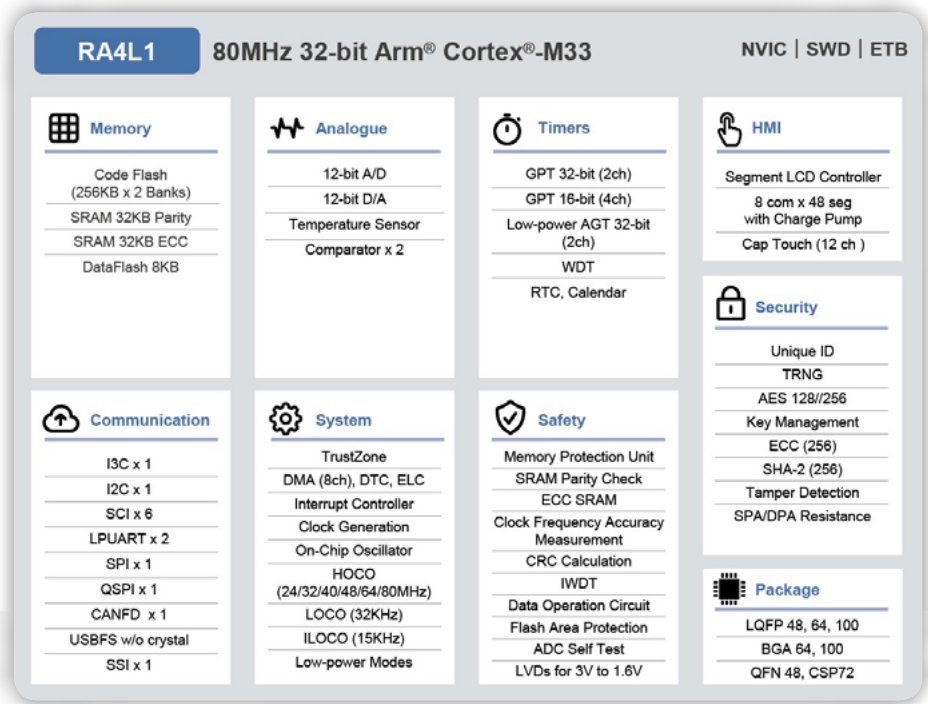
Renesas Electronics Corporation

Avtor: Graeme Clark, glavni inženir, Renesas Electronics

Pri razvoju naslednje generacije inteligentnih izdelkov moramo nenehno upoštevati širok spekter zahtev uporabnikov. Uporabniki nenehno zahtevajo nove izdelke, ki lahko izvajajo bolj zapletene aplikacije, imajo več funkcij, porabijo manj energije, so fizično manjši in hkrati cenejši od prejšnje generacije.

Te zahteve so privedle do uporabe naprednejših možnosti kompaktnih ohišij naj-novejših mikrokontrolerjev, ki podpirajo te zahteve.

Zaradi zahteve po zmogljivosti z zmanjšano porabo energije je Renesas razvil novo družino mikrokontrolerjev RA4L1. Zmogljiv procesor Cortex® M33 s 512 KB dvojnega Flash pomnilnika in široko paleto zmogljivih perifernih funkcij je zasnovan tako, da zagotavlja mikrokontrolersko rešitev v enem čipu za številne potrošniške in industrijske aplikacije. Blok diagram RA4L1 je prikazan na sliki 1. Da bi podprli nenehno prizadevanje za miniaturizacijo, so ti mikrokontrolerji na voljo v različnih kompaktnih ohišjih, vključno z ohišji LQFP (low profile quad flat pack), QFN (quad flat no-lead), BGA (two ball grid array) in WLCSP (wafer level chip scale package).



Slika 1: Blok diagram RA4L1 mikrokontrolerja

V tem članku bomo pogledali lastnosti in prednosti uporabe BGA ohišja, ki jih pri naša tipični mikroprocesorski aplikaciji, ter nekatere odločitve glede zasnove, ki jih moramo upoštevati, da se odločimo, ali je BGA dobra rešitev za našo aplikacijo.

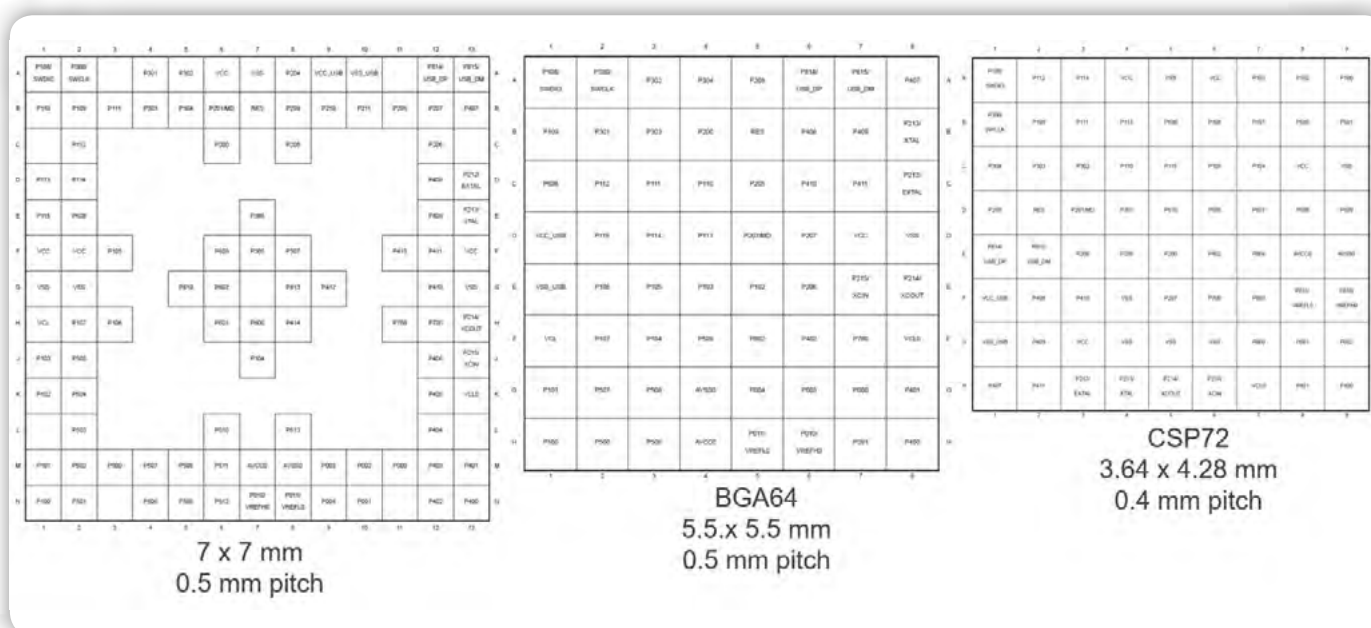
RA4L1 je na voljo v 3 kompaktnih ohišjih, 100-kroglic, 7 mm2 odprtem BGA ohišju in 64-kroglic, 5,5 mm2 BGA ohišju, oba z razmakom 0,5 mm, ter 72-kroglic, 3,64 x 4,28 mm WLCSP ohišju z razmakom 0,4 mm. Te projektantom ponujajo prednosti fizično kompaktnega ohišja z zelo gosto zmogljivostjo I/O in različnimi možnostmi razporeditve, odvisno od zahtev aplikacije. Podrobnosti o teh kompaktnih ohišjih si lahko ogledate na sliki 2.

WLCSP ohišje je v bistvu enake velikosti kot sam mikroprocesor, možnost ohišja na ravni rezine pa omogoča najmanjšo možno velikost ohišja za napravo. WLCSP je običajno tudi zelo tanek, zato je lahko uporaben v aplikacijah, kjer je višina ključnega pomena, in nazadnje pogosto uporablja zelo fin razmak, da se maksimira število kroglic in število razpoložljivih I/O priključkov v ohišju. WLCSP ohišje zahteva strožja pravila načrtovanja, tako v smislu razporeditve po TIV, kot tudi materiala za TIV, pa tudi strožje zahteve za opremo, potrebno za proizvodnjo izdelkov, ki uporabljajo ta tip ohišja.

Diagram na sliki 3 primerja notranjo zasnovo tipičnega BGA ohišja in tipičnega LQFP ohišja. Tukaj lahko vidite eno od prednosti uporabe BGA ohišja. Znotraj BGA ohišja je rezina nameščena na majhnem substratu, kar pomeni, da je v BGA mogoče upravljati z nekaterimi dodatnimi notranjimi povezavami, tako da so uporabniku pogosto na voljo dodatni I/O priključki za isto število kroglic. To je mogoče videti v BGA64 ohišju mikrokontrolerja RA4L1, ki ima na voljo več I/O priključkov kot različica LQFP.

BGA ohišja ponujajo več prednosti v primerjavi s tradicionalnimi ohišji za površinsko montažo.

- BGA ohišja s svojo mrežo kroglic ponavadi ponujajo višjo gostoto vhodov/izhodov kot drugi tipi ohišij. Tipično 100-pin LQFP ohišje s podobnim številom vhodov/izhodov bi bilo ponavadi velikosti 10 x 10 mm2, kar bi za namestitve zahtevalo več kot dvakrat večjo površino tiskanega vezja.
- Ena od največjih prednosti BGA ohišja je njegova kompaktna velikost, ki zavzema veliko manj prostora na tiskanem vezju kot tradicionalne možnosti ohišja.
- BGA ohišja so bolj robustna od tradicionalnih ohišij, kot so QFP, ker spajkalne kroglice enakomerneje porazdelijo mehansko obremenitev po celotnem ohišju. To lahko zmanjša



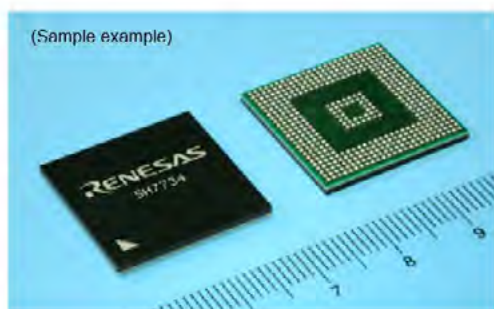
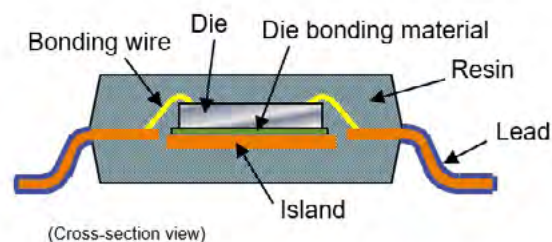
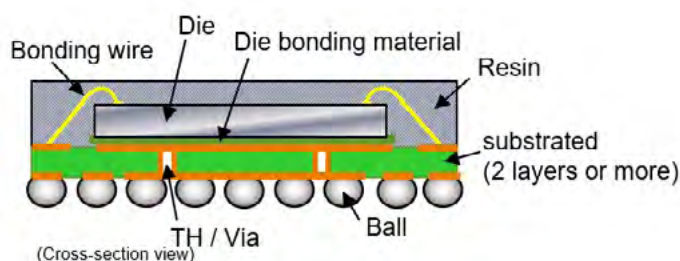
Slika 2: RA4L1 BGA in WLCSP ohišja

vpliv vibracij in udarcev na ohišje, zaradi česar so BGA ohišja primerna izbira za številne aplikacije, kjer lahko pride do takšnih obremenitev.

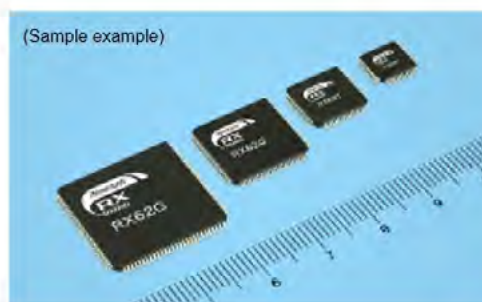
- BGA ohišja imajo običajno krajše električne povezave med čipom in kroglicami ohišja, kar zmanjša zakasnitve signala in izboljša visokofrekvenčne lastnosti. To je lahko še posebej pomembno, kadar je zasnova občutljiva na električno okolje.
- Zaradi velike površine spajkalnih kroglic, ki se uporabljajo v BGA ohišju, ima ohišje boljše odvajanje toplote kot tradicionalna ohišja.

Preden se odločimo za uporabo BGA ohišja, moramo upoštevati tudi slabosti uporabe BGA ohišij:

- Neizodostna prožnost spajkalne kroglice.
- Proizvodni proces za BGA-je je lahko dražji, saj pogosto zahteva dodatno opremo, število obratov, ki so sposobni proizvajati BGA ohišja, pa je lahko omejeno, čeprav se njihovo število povečuje.
- Testiranje in pregledovanje spajkanih spojev BGA-ohišij je težko in lahko zahteva drago opremo, kot so rentgenski aparati, ali posebno pozornost pri oblikovanju testnih postopkov, da se zagotovi pravilno spajkanje čipa.



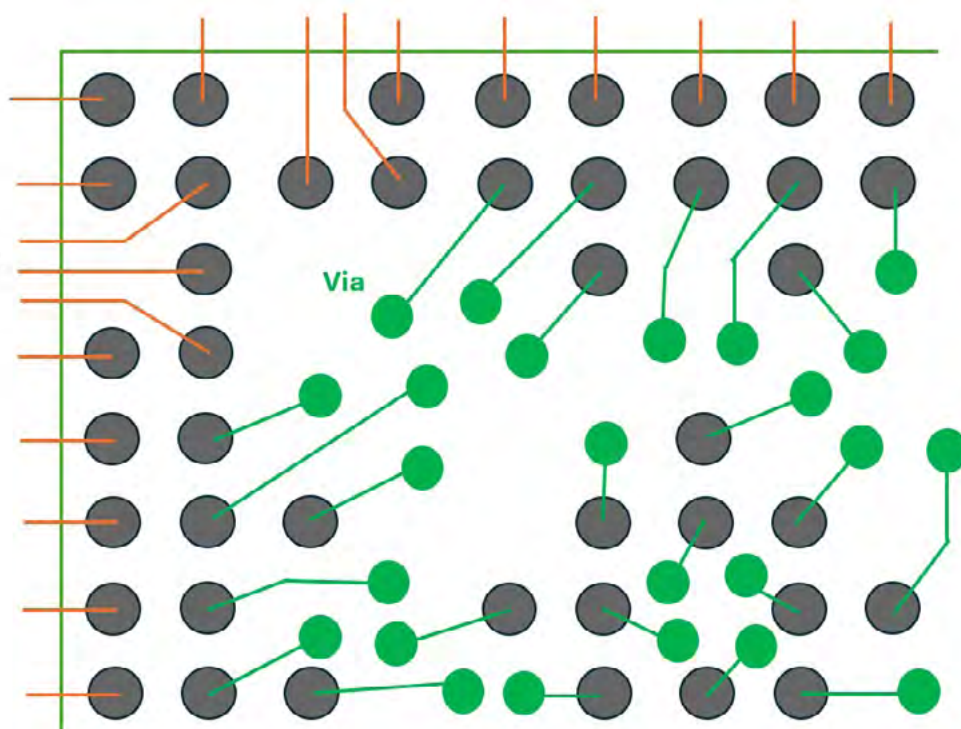
BGA



QFP

Slika 3: Primerjava LQFP in BGA ohišij

BGA100 open array
Example PCB Layout
Red Upper Layer
Green Lower Layer



Slika 4: Primer postavitve BGA100 Open Array

- Uporaba BGA ohišij lahko oteži izdelavo prototipov, saj za izdelavo prototipa potrebujejo celotno proizvodno linijo, spremembe pa pogosto niso tako enostavne kot pri tradicionalnih ohišjih.

100 Ball BGA Open Array je zasnovan tako, da ponuja vse prednosti tradicionalnega BGA ohišja, vendar z odprto matriko, ki je lažje usmeriti kot zasnova, ki uporablja BGA ohišje s polno mrežo. To omogoča uporabniku, da uporabi cenejša 2- ali 4-slojna tiskana vezja namesto 6- ali 8-slojnih tiskanih vezij, ki so običajno potrebna za popolno usmerjanje 100-krogličnega BGA ohišja. Ta možnost odprtega niza naredi to različico RA4L1 idealno za aplikacije, ki zahtevajo majhne velikosti ohišij, vendar so tudi izredno občutljive na ceno, kot so potrošniške aplikacije, na primer digitalni fotoaparati, tiskalniki in usmerjevalniki.

Naslednji diagram (slika 4) prikazuje primer razporeditve tiskanega vezja z uporabo Open Array BGA. Tukaj lahko vidite glavno prednost tega ohišja, ki kljub visoki gostoti razpoložljivih vhodov/izhodov s 100 kroglicami na ohišju velikosti 7 x 7 mm² ponuja odprto mrežo ali razporeditev brez kroglic, kjer so v mreži prostori, ki omogočajo enostavno usmerjanje naprave na cenejših tiskanih vezjih.

Na diagramu je prikazan del zasnove usmerjanja, ki prikazuje usmerjanje vodnikov zgornjega sloja tiskanega vezja v rdeči barvi ter vie in vodnike, potrebne na spodnjem sloju tiskanega vezja, v zeleni barvi. Kot je razvidno, vrzeli v nizu olajšujejo usmerjanje te zasnove, saj ima vsaka kroglica na ohišju dovolj prostora za usmerjanje brez posebne tehnologije ali uporabe mikrovij pod kroglicami.

Ta vrsta zasnove olajša usmerjanje TIV in omogoča uporabo cenejših materialov za TIV.

V tem članku smo poskušali pojasniti prednosti uporabe BGA ohišij pri projektiranju naprave z mikrokontrolerjem. Projektant mora upoštevati prednosti in slabosti uporabe ohišja, ne le v fazi projektiranja, ampak skozi celoten življenjski cikel izdelka, saj se naprava proizvaja in po potrebi predeluje. BGA ohišje lahko ponudi kompaktno rešitev, kadar je velikost pomembna, pri tem pa je treba ohraniti veliko število vhodov/izhodov.

RA4L1 združuje uporabo kompaktne tehnologije pakiranja z visoko zmogljivim jedrom Cortex M33 in zmogljivimi perifernimi napravami na čipu. Upamo, da je ta članek pojasnil nekaj o razponu razpoložljivih možnosti kompaktne pakiranja in prednostih uporabe vsake od njih, zlasti 100-ball BGA Open Array ohišja.

Za več informacij o značilnostih RA4L1 in kompaktnih možnostih pakiranja, ki so na voljo za ta čip, vključno z možnostmi BGA in BGA Open Array ohišjem, obiščite spletno stran www.renesas.com/RA4L1. Na njej boste našli tudi koristno opombo o uporabi, v kateri so opisana priporočila za načrtovanje tiskanih vezij. Ta dokument je namenjen tistim, ki so bolj seznanjeni z LQFP ohišji in želijo izvedeti več o BGA ohišjih, da bi jih morda prvič uporabili. Ta dokument je na voljo na spletni strani Renesas na naslovu:

- <https://www.renesas.com/en/document/apn/board-design-guideline-bga-products?r=469286>

<https://www.renesas.com>



5G RedCap – Idealna kombinacija nizkih stroškov in izboljšane učinkovitosti

RUTRONIK GmbH

Avtorica: Luisa Letzgus, vodja oddelka za brezžične izdelke v podjetju Rutronik

Tehnologija 5G RedCap je zasnovana za premostitev vrzeli med energetske varčnimi in ultra hitrimi omrežji, s čimer odpira vrata novi generaciji IoT naprav. Odkrijte, kako bo ta tehnologija revolucionarno spremenila ekosistem 5G in aplikacije IoT dvignila na povsem novo raven.

Več kot le nadomestek za 4G LTE

LTE (long term evolution) je uveljavljen standard brezžične komunikacije, ki zanesljivo podpira široko paleto vsakodnevnih aplikacij, ki zahtevajo srednje hitrosti prenosa podatkov. Vendar pa je za aplikacije, ki zahtevajo visoke hitrosti ali imajo posebne zahteve, 5G lahko bolj primerna izbira. Na primer, 5G zagotavlja bistveno večjo pasovno širino in manjšo zakasnitve, kar omogoča hitrejši prenos podatkov in komunikacijo v skoraj realnem času. To je ključnega pomena za podporo različnih aplikacij, vključno z razširjeno resničnostjo (AR), virtualno resničnostjo (VR), avtonomno vožnjo in internetom stvari (IoT). 5G ponuja številne prednosti v smislu hitrosti, zmogljivosti in zakasnitve, vendar uvaja tudi znatno raven zapletenosti.

5G RedCap, imenovan tudi 5G NR-Light, je zasnovan posebej za širokopasovne naprave IoT, kot so nosilne naprave, sistemi za video nadzor in industrijski senzorji, ki potrebujejo višjo prepustnost podatkov in hitrost prenosa ter nižjo zakasnitve. Glede na svojo zmogljivost se 5G RedCap uvršča med visoko

razvite profile aplikacij 5G (eMBB in uRLLC) in energetske učinkovite tehnologije IoT (LTE-M in NB-IoT). 5G RedCap je idealen za aplikacije, ki trenutno temeljijo na LTE Cat 1 ali Cat 4.

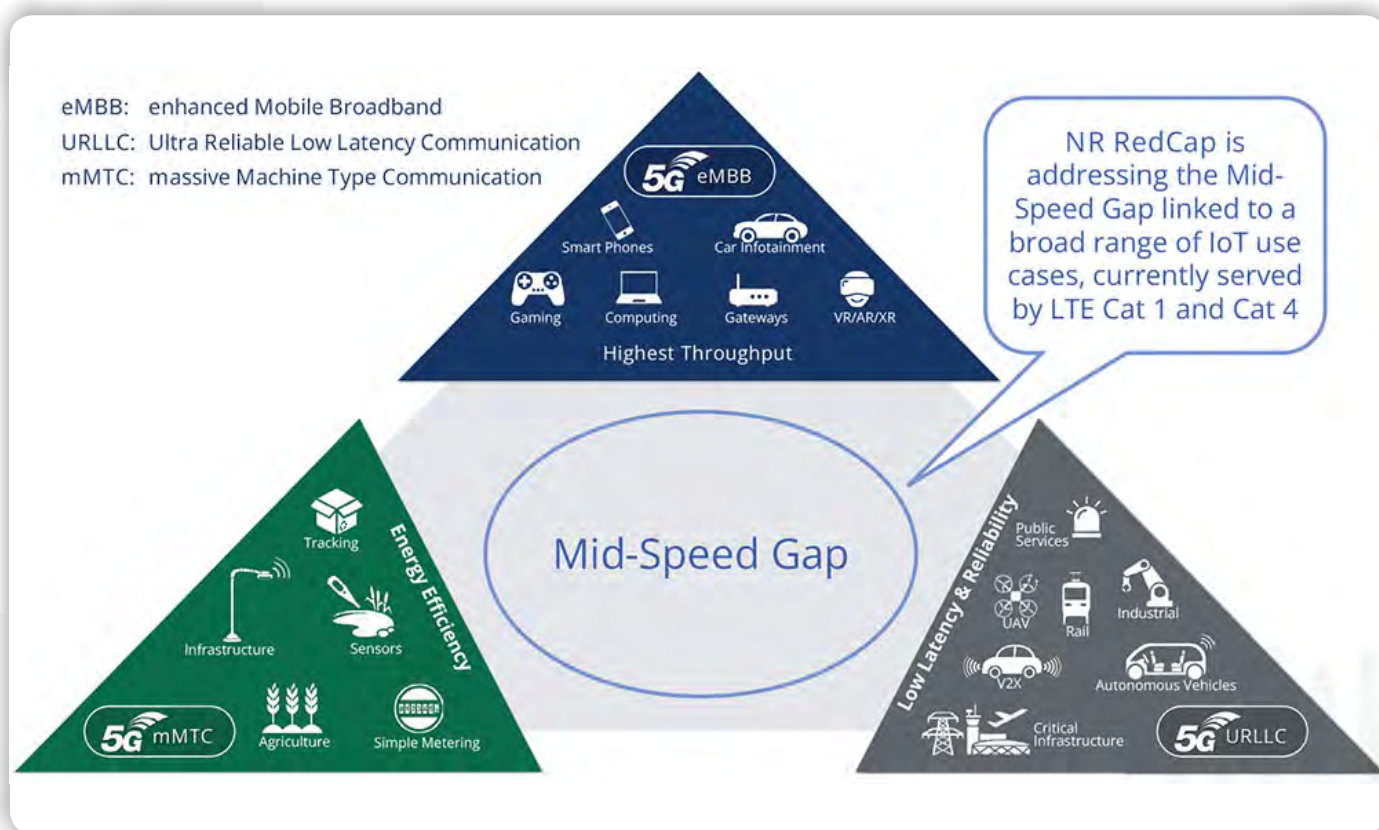
Po podatkih Omdia bodo moduli 5G RedCap do leta 2030 predstavljali 18 odstotkov vseh pošiljk mobilnih modulov. To je idealno za aplikacije IoT, ki ne zahtevajo izjemno nizke zakasnitve, vendar še vedno potrebujejo zadostno prepustnost podatkov, saj ta tehnologija zagotavlja optimalno kombinacijo stroškovne učinkovitosti, zmogljivosti in energetske učinkovitosti. Poleg tega je 5G RedCap prva 5G tehnologija, ki ponuja funkcije za varčevanje z energijo (RRM relaxation, DRX). Tabela 1 prikazuje specifikacije in razlike med LTE, 5G in 5G RedCap.

Prednosti tehnologij, ki temeljijo na 5G

Število omrežnih naprav in količina podatkov v našem digitalnem svetu nenehno naraščata. Zato postaja zmogljivost omrežja vse pomembnejša. Zahvaljujoč povečani zmogljivo-

Lastnosti	LTE Cat 1	LTE Cat 4	5G	5G RedCap Rel 17
Frekvenca	B1, B3, B7, B8, B20, B28A	Enako kot Cat 1	5G FR1 in FR2 pasovi	5G FR1 pasovi (20 MHz RF BW podprt za vse kanale)
Podatki prek put	10/5 Mbps	150/50 Mbps	Nekaj Gbps, še več om z mmWave	~150 Mbps/50 Mbps (DL/UL) do 220/100 Mbps
Pasovna širina	Do 20 MHz	Do 20 MHz	20 MHz+, do 120 MHz, 200 MHz	FR1–20 MHz
Hitrost prenosa podatkov	10 Mbps DL 5 Mbps UL	150 Mbps DL 50 Mbps UL	5G NSA: 4,9 Gbps DL/0,55 Gbps UL 5G SA: 4,1 Gbps DL/0,90 Gbps UL	150 Mbps DL 50 Mbps UL do 220/100 Mbps
Zamuda	50–100 ms	50–100 ms	URLLC 1 ms	Zamuda, odvisna od aplikacije
Poraba energije	Nižja (možna PSM in eDRX)	Višja	Visoka	Varčevanje z energijo: PSM, RRM sprostitve in eDRX podpora v mirovanju in omejena na 10,24S
Omrežna infrastruktura	Vsa omrežja LTE	Vsa omrežja LTE	5G SA in NSA	Samo tehnologija 5G stand-alone (SA) (moduli RedCap 1. generacije podpirajo tudi LTE fallback)
Področja uporabe	Glasovne, podatkovne in mobilne aplikacije, varnostne plošče, telematika, sledenje sredstev, pametna omrežja, rešitve za pametna mesta, nosilne naprave za spremljanje zdravja in telesne pripravljenosti, pametne hiše in stavbe, pametno odstranjevanje odpadkov	Srednje ravni usmerjevalniki in vrata, videokamere	Industrijski vmesniki in usmerjevalniki za podjetja, SD-WAN, fiksni brezžični dostop, profesionalni 4K/8K video, avtomatizacija tovarn, igranje iger v oblaku	Srednje zmogljivi usmerjevalniki in vmesniki, videokamere, nosljiva tehnologija

Tabela1 : Primerjava LTE, 5G in 5G RedCap



Prva generacija storitev 5G IoT je pustila vrzel v srednjem hitrostnem razponu. NR RedCap zapolnjuje to vrzel skupaj z vrsto primerov uporabe IoT, ki jih trenutno pokrivata LTE Cat 1 in Cat 4 (vir: Telit Cinterion)

sti omrežja 5G in 5G RedCap je mogoče hkrati povezati več naprav brez izgube zmogljivosti. To omogoča neprekinjeno povezljivost v okoljih z visoko gostoto omrežnih naprav, na primer v pametnih mestih, aplikacijah Industry 4.0 ali na večjih dogodkih.

Hitrejša hitrosti prenosa podatkov in bistveno povečana pasovna širina 5G in 5G RedCap prinašajo številne dodatne prednosti tako za podjetja kot za končne uporabnike. Na primer, velike datoteke je mogoče prenesti v nekaj sekundah ali pa je mogo-

če brez zamude pretakati videoposnetke z visoko ločljivostjo. To omogoča nemoteno delovanje aplikacij, kot so AR, VR in igranje v oblaku.

Zmanjšana zakasnitev omogoča učinkovitejšo uporabo pasovne širine in zmanjšuje preobremenjenost omrežja. To na splošno zagotavlja stabilnejši in zanesljivejši prenos podatkov. Omogočen bo tudi prenos informacij v realnem času, kar je ključnega pomena za aplikacije na področjih avtonomne vožnje, telemedicine in industrijske avtomatizacije.



FE910C04 (levo) in FN920C04 (desno) omogočata 5G srednjo hitrost povezljivosti, ki temelji na najnovejši tehnologiji 3GPP Release 17 RedCap, in sta industrijske kakovosti, robustna, primerna za globalno uporabo ter opremljena z izboljšano zmogljivostjo uplink, funkcijami za varčevanje z energijo in LTE Cat 4 fallback za najboljšo pokritost (vir: Telit Cinterion).

5G RedCap ponuja dodatne funkcije, ki so bile posebej razvite za industrijske aplikacije. To vključuje mrežno rezanje, funkcionalnost, ki omogoča razdelitev enega omrežja na več virtualnih omrežij za podporo različnim aplikacijam s specifičnimi zahtevami. Poleg tega 5G RedCap ponuja izboljšane varnostne funkcije in boljšo integracijo IoT naprav v omrežje. V primerjavi s sedanji standardi LTE bo RedCap izboljšal zmogljivost, zlasti v uplinku, ki je ključnega pomena za aplikacije usmerjevalnikov-vrat, hkrati pa povečal učinkovitost, ki je bistvena za naprave na baterijski pogon, kot so kamere in telematske enote. Naprave RedCap izkoriščajo zmogljivosti implementacij 5G, hkrati pa uporabljajo le del njegovih funkcij, da dosežejo popolno ravnovesje med funkcionalnostjo, stroški in porabo energije. Tipične naprave RedCap so nosljive naprave, senzorji, sistemi za spremljanje in druge naprave IoT.

Raznolike aplikacije, od nosljivih naprav do umetne inteligence

IoT se nanaša na povezovanje fizičnih naprav in predmetov, ki lahko med seboj komunicirajo prek interneta. 5G omogoča povezovanje in nadzor velikega števila naprav IoT v realnem času. To omogoča enostavno vključevanje pametnih naprav, kot so nosljive naprave in povezana vozila, v naše vsakdanje življenje. Sistem 5G RedCap je ključni modul v tem procesu. Ponuja platformo za učinkovito upravljanje virov in energije v omrežjih IoT. Naprave IoT je mogoče upravljati na bolj inteligenten način, da se izboljša energetska učinkovitost in podaljša življenjska doba baterije.

Uvedba omrežij 5G bo izboljšala učinkovitost in trajnost ne le pametnih domov, ampak celotnih mest. Senzorji in naprave IoT spremljajo in optimizirajo različne vidike mestnega življenja, vključno s prometom, porabo energije, ravnanjem z odpadki in javno varnostjo. Sistem 5G RedCap olajšuje integracijo in upravljanje različnih storitev in aplikacij na skupni platformi. To mestom omogoča učinkovitejšo rabo virov in izboljšanje kakovosti življenja prebivalcev z informiranimi odločitvami.

Industrijska avtomatizacija vključuje uporabo tehnologij, kot so senzorji, aktuatorji in krmilni sistemi, za avtomatizacijo industrijskih procesov in sistemov. Z 5G lahko ti procesi postanejo še učinkovitejši in prožnejši. Hiter in zanesljiv prenos podatkov omogoča prenos velikih količin podatkov v realnem času, kar omogoča natančnejše krmiljenje in spremljanje strojev in sistemov. Z uporabo RedCap lahko podjetja dodatno optimizirajo svoje proizvodne procese, zmanjšajo porabo energije in znižajo obratovalne stroške.



Te podatkovne kartice (FN990A40/A28, FN990A40-HP/A28-HP, LTE/5G podatkovna kartica) tvorijo osnovo za IoT, podjetniške aplikacije in video. Omogočajo takojšen dostop do prednosti 5G in gigabitnega LTE (vir: Telit Cinterion)

Sistem RedCap je tudi ključni sestavni del infrastrukture 5G na vse pomembnejših področjih umetne inteligence (AI) in robotike. Tu sistem zagotavlja platformo za učinkovito upravljanje virov in energije. Zanesljiv prenos velikih količin podatkov v realnem času namreč izboljša odzivne čase sistemov AI, kar poveča učinkovitost interakcij z roboti.

Povzetek

S kombinacijo 5G in 5G RedCap lahko podjetja ustvarijo inovativne rešitve za aplikacije Industrije 4.0, ki zahtevajo robustno in zanesljivo brezžično povezljivost. Te tehnologije jim omogočajo tudi izboljšanje proizvodnih procesov, povečanje učinkovitosti in odprtje novih poslovnih priložnosti.

In to še ni vse: trenutno se razvija še ena različica 5G RedCap, eRedCap (izboljšani RedCap), ki bo predstavljena v 3GPP Release 18. S hitrostjo prenosa podatkov 10 Mbps/5 Mbps (DL/UL) ponuja dodatne možnosti za varčevanje z energijo. HF pasovna širina bo ostala 20 MHz. Komercialna razpoložljivost se pričakuje v letu 2026. Zahvaljujoč inovacijam v segmentu IoT se pričakuje, da bodo moduli 5G eRedCap do leta 2030 predstavljali 18 odstotkov vseh pošiljk mobilnih modulov.

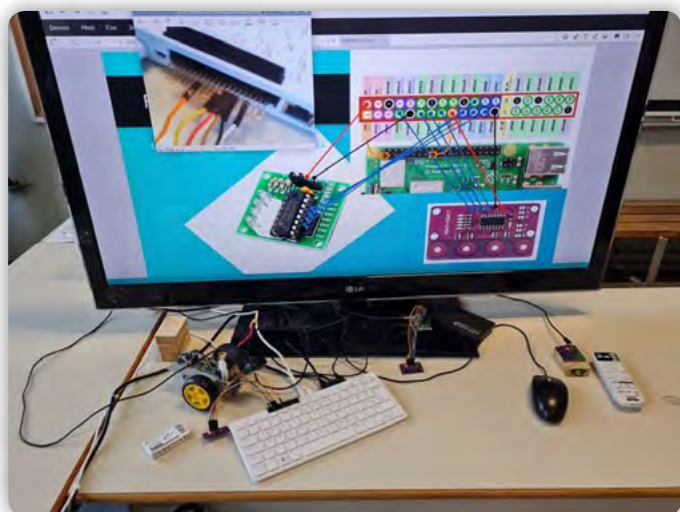
<https://www.rutronik.com>



Tehnološka vertikalna

Avtor: mag. Boštjan Šuhel
Email: bostjan.suhel@gmail.com

Vse pripravljeno za razlago tehnoloških vertikal. Za šolo je zelo primeren modul CJMCU-0401. To so štiri kapacitivna stikala, s štirimi signalnimi diodami.



Slika 1: Tehnološka vertikalna

Povsem DESNO so tipke priključene na modul rp2040m kar je JeOS razvojni modul, ki je bil leta 2022 razvojni modul Evrope. Primerke vstavijo v razna industrijska ohišja. Značilna je nizka proizvodnja cena okoli 0,15€. To so mali poceni izdelki vse okrog nas in v napravah. Ta modul je za predstavitve in razvoj. Za uporabo v izdelkih moramo razviti tiskano ploščo, naročiti recimo 100.000 čipov in prodajati v teh količinah.

Na SREDINI je RPi Tiny 2. To je pravi aplikacijski SoC modul, namensko relativno poceni (za večje količine pod 10€). Ima HDMI izhod, industrijski priključek za kamero, WiFi anteno in dva USB2 priključka. Ima samo 0.5Gb RAM, torej moramo zelo paziti, kako ga porabimo. Idealen za IoT projekte skupaj s kamero in Opencv. Seveda ima CE certifikat in zastoj programsko opremo.

LEVO je RPi500. Gre za računalnik v tipkovnici z 8Gb RAM, tehnološko vertikalno je to SoC aplikacija. SoC čipi se delajo na zelo dragih tiskalnikih in imajo velik izmet. Sam čip lahko

realno stane preko 1,5€. Lahko ga uporabljamo v JeOS projektih, vendar bomo težko opravičili ekonomijo. Ta SoC projekt je zanimiv, ker uporablja tako imenovane compu module. Le-ti vsebujejo procesor, WiFi, pomnilnik, vse ostalo je na naši ploščici. So relativno poceni. Za malo večje količine okoli 20€. Ko bo npr. izšel RPi6, bomo to tipkovnico odprli in zamenjali samo compu modul. Tipkovnico z vso ostalo elektroniko bomo lahko uporabljali še leta.

CJMCU-0401

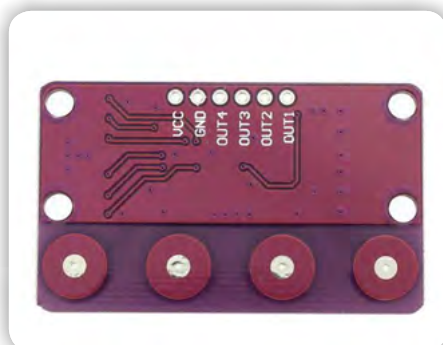
CJMCU-0401 je integrirano vezje na dotik, zasnovano s kapacitivnim principom zaznavanja. Njegova stabilna metoda zaznavanja se lahko uporablja za različne elektronske izdelke, dielektrična plošča je lahko popolnoma izolirana in je zasnovana za nadomestitev tradicionalnih mehanskih stikal ali običajnih tipk. Ponuja štiri vhode na dotik in štiri neposredne izhode ter štiri LED indikatorje. Indikatorske diode kažejo stanje tipke. V tem primeru mora GPIO biti nastavljen kot vhod. Imamo možnost priključka izhoda tipk na izhod GPIO. V tem primeru nam signalna LED-ica kaže stanje GPIO izhoda. S tem malim trikom je modul uporaben kot stikalo ali prikaz stanja GPIO izhoda, kar je za šolske primere idealno.

Značilnosti:

- 1. Delovna napetost: 2,0 V ~ 5,5 V
- 2. Najvišja poraba energije je 11,5 μ A, v načinu nizke porabe pa le 4 μ A (pri 3 V in brez obremenitve).
- 4. Visoka zanesljivost, vgrajeno vezje za dušenje šuma v čipu lahko učinkovito prepreči motnje zunanega šuma.
- 5. Uporablja se lahko za steklo, keramiko, plastiko in druge medijske površine.
- 6. S funkcijo samodejne kalibracije traja cikel ponovne kalibracije sistema približno 4,0 sekunde, ko se ne dotaknete nobene tipke.

Raspberry Pi 500

To je računalnik v tipkovnici. Ima 8Gbyte RAM-a. Na zadnji strani imamo GPIO, USB C za napajanje, 1x USB2, 2x USB3 z ločenimi gonilniki, 2x HDMI in konektor za SD kartico. Je idealen za profesorski računalnik. Večji pomnilnik rabimo, ko popravljamo Teams vaje. Za ta računalnik rabimo 27 W napajalnik, verjetno kot rezerva za vse možne dodatke. Sama poraba se vrti okoli 3 W. Delovna frekvenca jedra je 2,4 GHz in grafične parcele 900 MHz. Ta računalnik je skupaj z RPi5, 4Gbyte trenu-



Slika 2: CJMCU-0401 zadnja stran

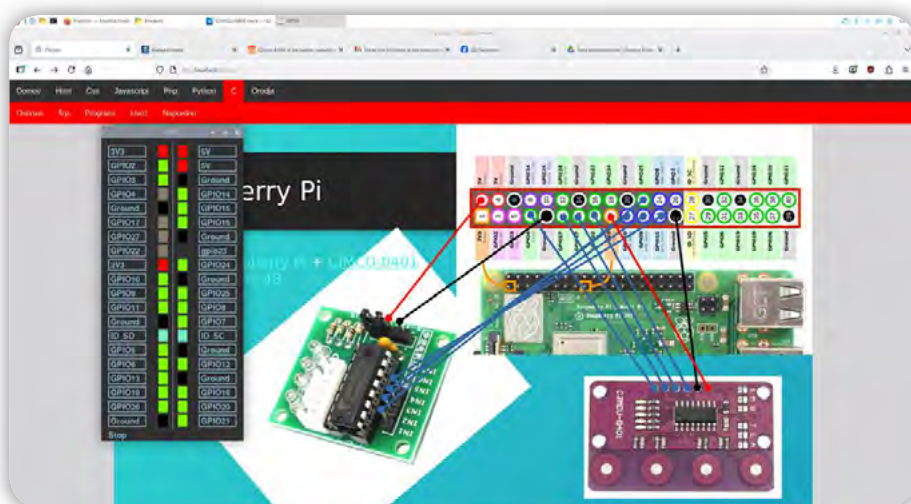


Slika 3: CJMCU-0401 sprednja stran

tna strojna osnova učilnice. Na sliki 4 vidimo priklop modula CJMCU-0401 na GPIO in program, ki kaže stanje na posameznih GPIO pinih.

Raspberry Pi PICO 2W

Raspberry Pi Pico 2 W je napreden dodatek k seriji Pico 2, ki ga odlikuje inovativni mikrokontroler Raspberry Pi RP2350A. Ta izboljšani mikrokontroler znatno poveča zmogljivost v primerjavi s svojimi predhodniki ter postavlja nov standard za moč in učinkovitost v liniji Pico.



Slika 4: CJMCU-0401 priklop na GPIO

Pomembne nadgradnje Raspberry Pi Pico 2 W:

- **Sistemska ura:** Deluje na višji frekvenci (150 MHz) v primerjavi s prejšnjimi 133 MHz, kar omogoča hitrejšo obdelavo in bolj gladko delovanje.
- **Procesorska jedra:** Opremljen je z dvema jedroma Arm Cortex-M33, ki sta nadgrajeni z dvojnima jedroma Arm Cortex-M0+ in zagotavljata robustnejše procesorske zmogljivosti. Poleg tega ima dve jedri RISC-V Hazard3, kar izboljša njegovo računsko moč in vsestranskost.
- **Pomnilnik:** Pico 2 W ima 520 KB RAM-a, kar je podvojilo 264 KB v prejšnjih modelih, kar omogoča bolj kompleksne operacije in izboljšano večopravilnost.
- **Shranjevanje:** Vgrajeno v čip vključuje 8 KB OTP (enkratno programabilnega) shranjevanja za varno ravnanje s podatki.
- **Varnost:** Celovit varnostni okvir je zgrajen okoli Arm TrustZone za Cortex-M, kar zagotavlja izboljšano varnost za aplikacije, ki zahtevajo zanesljivo zaščito podatkov.
- **Energetska učinkovitost:** Izboljšave zasnov in strojne opreme vodijo do močno izboljšane energetske učinkovitosti, zaradi česar je primeren za aplikacije, ki se napajajo z baterijami in so energetske ozaveščene.
- **Dodatne funkcije Raspberry Pi Pico 2 W vključujejo:**
- **Vgrajeno shranjevanje:** Opremljen je s 4 MB vgrajenega pomnilnika QSPI Flash, kar je dvakrat večja zmogljivost shranjevanja kot Raspberry Pi Pico W. Ta pomnilnik se uporablja za shranjevanje kode, podatkov in brezžične ugnezdene programske opreme.
- **Brezžične zmogljivosti:** Vključitev brezžičnega modema CYW43439 zagotavlja robustne možnosti poveztivosti, ki podpirajo 2,4 GHz 802.11n Wi-Fi za zanesljiv dostop do interneta in Bluetooth 5.2 za napredno brezžično poveztivost naprav.
- **Raspberry Pi Pico 2 W je zmogljiva naprava v kompaktni obliki,** zaradi česar je odlična izbira za ljubitelje, pedagoge in strokovnjake, ki želijo razvijati aplikacije interneta stvari, nosljivo tehnologijo in avtomatizirane sisteme z izboljšano procesorsko močjo, pomnilnikom in varnostjo.

Program Tipka.py

Program za ukazom `vcc = Pin(10, Pin.OUT, value=True)` postavi Pin 10 na 1. S tem pinom napajamo modul CJMCU-0401.



Slika 5: CJMCU-0401 priklop na Raspberry Pi 500

```
led1 = Pin('LED', Pin.OUT)
tipka = Pin(6, Pin.IN, Pin.PULL_DOWN)
while True:
    led1.value(tipka.value())
    time.sleep(0.01)
```

Ta del programa Postavi Pin LED (na samem razvojnem modulu) kot izhod. Pin 6 pa kot vhod. V neskončni zanki potem berem stanje tipke 1 in ustrezno prižgemo LED.

RAČUNALNIŠKE NOVICE
bralcem revije
SVET ELEKTRONIKE
ponujajo POSEBNO
PONUDBO!

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

Navedete geslo
SVET ELEKTRONIKE.

**12 števk
BREZPLAČNO**

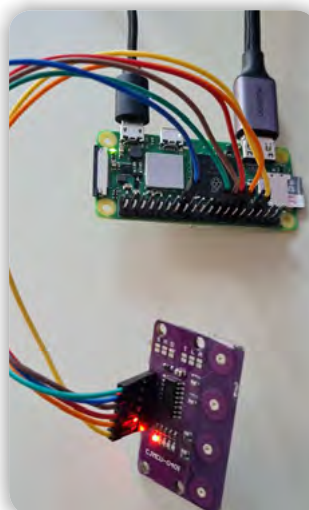
Naročite lahko na: maja@stromboli.si 01 620 88 00



Slika 6: CJMCU-0401 priklop na Raspberry Pi PICO 2W

Raspberry Pi ZERO 2 W

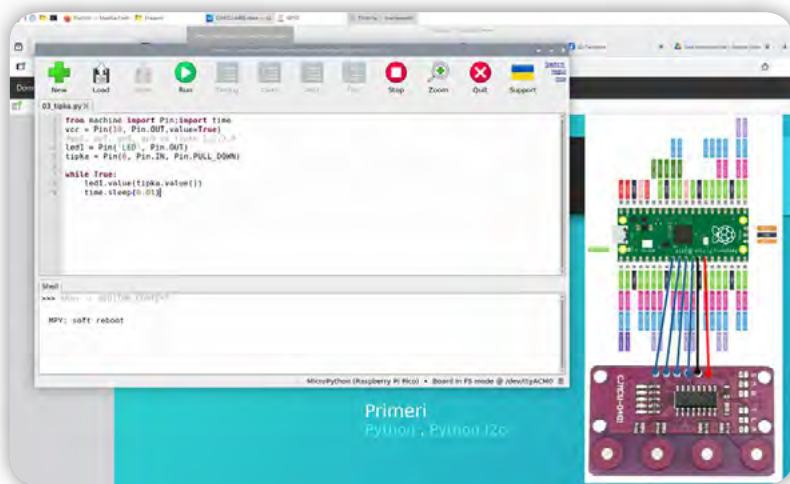
Raspberry Pi Zero 2 W s priključnimi priključki je kompaktna, a zmogljiva različica serije Raspberry Pi Zero, ki izboljšuje uporabnost originalne zasnove z dodatnimi možnostmi povezljivosti. Tukaj je nekaj ključnih lastnosti in izboljšav Raspberry Pi Zero 2 W:



Slika 8: CJMCU-0401 priklop na Raspberry Pi ZERO 2 W



Slika 9: Raspberry Pi ZERO 2 W z GPIO monitorjem pogled preko raspberry connect



Slika 7: CJMCU-0401 priklop na Raspberry Pi PICO 2W in program v MicroPython-u

- 1. Izboljšan procesor:** Ima sistem na čipu Broadcom BCM2710A1, ki vključuje 1 GHz štirijedrni procesor ARM Cortex-A53. To predstavlja pomembno nadgradnjo v primerjavi z enojedrnim procesorjem, ki ga najdemo v originalnem Raspberry Pi Zero, in ponuja veliko boljšo zmogljivost za večopravilnost in zahtevnejše aplikacije.
- 2. Brežžična povezljivost:** Kot nakazuje črka »W« v imenu, Raspberry Pi Zero 2 W vključuje vgrajeno brezžično LAN povezljivost, ki podpira brezžične standarde 802.11 b/g/n. Ima tudi Bluetooth 4.2, ki omogoča različne brezžične aplikacije in povezave.
- 3. Nizka poraba energije:** Kljub izboljšavam procesorske moči in brezžičnih zmogljivosti Raspberry Pi Zero 2 W ostaja nizkoenergijski in energetsko učinkovit, zaradi česar je primeren za projekte, kjer je napajanje lahko omejitiv.
- 4. Kompaktna oblika:** Ohranil je enako majhno velikost kot njegov predhodnik in je neverjetno vsestranski za projekte z omejenim prostorom, na primer v robotiki, napravah interneta stvari in vgrajenih sistemih.
- 5. GPIO konektor:** Z vnaprej spajkanimi priključnimi konektorji ponuja 40-pinski GPIO priključek, ki zagotavlja takojšnjo združljivost s široko paleto perifernih naprav in razširitvenih plošč, zasnovanih za Raspberry Pi, kar izboljšuje njegovo pripravljenost

za hitro izdelavo prototipov in uporabo v različnih aplikacijah.

6. Video izhod: Naprava podpira mini-HDMI izhod, ki lahko zagotavlja video ločljivost 1080p.

7. Pomnilnik in shranjevanje: Opremljen je s 512 MB RAM-a in režo za kartico microSD za shranjevanje operacijskega sistema in podatkov.

Raspberry Pi Zero 2 W s priključnimi konektorji je še posebej privlačen za ljubitelje, pedagoge in strokovnjake, ki potrebujejo majhen, stroškovno učinkovit in relativno zmogljiv računalnik s takojšnjo povezljivostjo za različna vgrajena računalniška opravila. Ta funkcija znatno poenostavi postopek nastavitve, zaradi česar je bolj dostopen za začetnike in priročen za napredne uporabnike, ki delajo na bolj kompleksnih projektih.

Raspberry Connect

Do računalnika dostopamo preko Raspberry Connect. To je praktično, ker ne rabimo tipkovnice, in miške. Tudi v primeru profesionalnih projektov je dvostopenjsko ščiten dostop s ključem postal standard za daljinske grafične in terminalske dostope.

Viri:

- <https://www.banggood.com/CJMCU-0401-4-bit-Button-Capacitive-Touch-Proximity-Sensor-Module-With-Self-locking-Function-p-1118016.html>
- https://www.galagomarket.com//item/display/4096/12887_raspberry-pi_raspberry-pi_raspberry-pi-500-us-unit-only-raspberry-pi-sc1231.jpeg
- https://www.galagomarket.com//item/display/4088/12844_raspberry-pi-pico_raspberry-pi_raspberry-pi-pico-2w-raspberry-pi-sc1633.jpeg
- https://www.galagomarket.com//item/display/4022/12866_raspberry-pi_raspberry-pi_raspberry-pi-zero-2-w-with-header-sc0721.jpeg



Internet ali trije veliki?

Danes je večina spleta odvisna od treh ponudnikov, Amazon AWS, Microsoft Azure in Google Cloud. Oktobra je za nekaj ur zakašljala prvi, če bi odpovedali vsi trije hkrati, bi digitalni svet obstal...



V KATERO SMER NESE SVETLOBNI ŽAREK?

Kaj teče pod pokrovom, ko vklopimo RTX ON? In kako razumeti najnovejšo Nvidijino prijemo, kot sta ray reconstruction in mega geometry?



MONITORPRO:

- Kibernetska varnost
- Varnostno operativni centri

iPhone Air in 17 | Honor Magic V5 | Framework Laptop 13
Raspberry Pi 500+ | Logitech MX Master 4 | Synching
Litijeve baterije na letalih

Monitor
www.monitor.si

Elektromagnetna združljivost, 7. del

Fakulteta za elektrotehniko Univerza v Ljubljani

Avtor: Izr. prof. dr. Marko Jankovec

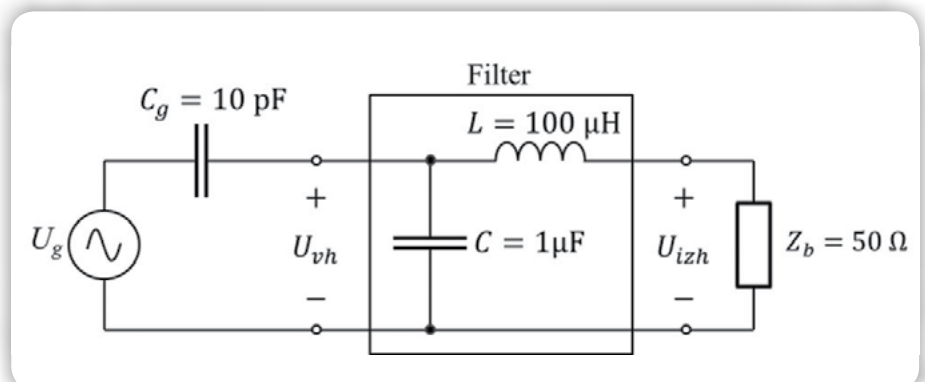
email: marko.jankovec@fe.uni-lj.si

Prejšnji prispevek smo zaključili z osnovnimi pravili pri izbiri komponent filtra za filtriranje prevodnih motenj, ki bi jih lahko strnili v eno poved: »Mesto in tip komponente filtra izbiramo po načelu doseganja čim večjega impedančnega neujemanja.«

Pri tem imamo dano impedanco vira motnje na eni strani in impedanco žrtve na drugi. Za lažjo predstavbo smo privzeli da sta obe impedanci realni in v praksi pokazali, da je njun vpliv na vstavitveno dušenje filtra treba upoštevati. A stvari so v praksi kompleksnejše, da bi jih lahko rešili zgolj z uporabo enega zlatega pravila. Poglejmo si tri tipične primere, ki jih v vezjih pogosto srečujemo.

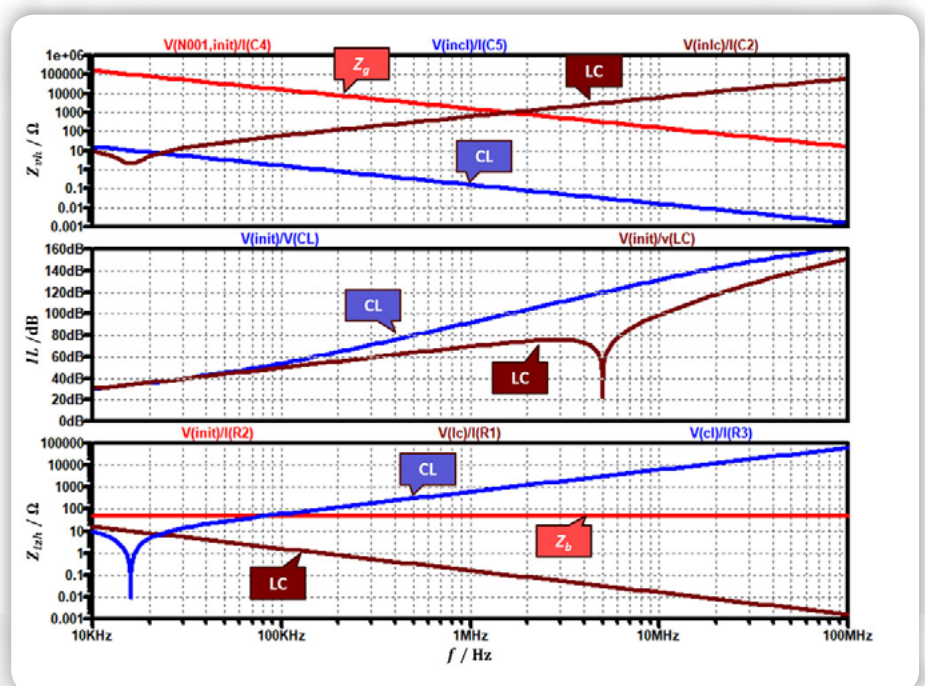
Prvi primer je kapacitivno sklapljanje motnje, kjer impedanco generatorja predstavlja kapacitivnost. V praksi tak primer srečamo npr. pri izoliranih stikalnih pretvornikih, kjer se motnja iz stikalnega tranzistorja na primarni strani transformatorja širi na sekundarno stran prek parazitne kapacitivnosti med navitjema. Kako naj ocenimo impedanco vira motnje? Ker so parazitne kapacitivnosti običajno nizke vrednosti (merijo s v pF) je v frekvenčnem področju med 150 kHz do 30 MHz, kjer se prevodne motnje v običajni elektroniki merijo, impedanca vira vedno visoka. Zato izberemo CL filter, ki ima v tem frekvenčnem področju nizko vhodno impedanco. Impedanco žrtve nastavimo na 50 Ω, saj je to standardna impedanca LISN vezja, s katerim prevodne motnje merimo. Celotna postavitve je prikazana na sliki 1. Prikazane vrednosti elementov so izbrane tipično glede na to, kar v praksi srečamo.

Kako učinkovit je filter že pri tako enostavnem vezju najlažje ugotovimo s simulacijami v okolju LTSpice. Na sliki 2 so na zgornjem grafu prikazani poteki impedanc na vходу filtra, v sredini je vstavitveno dušenje filtra in spodaj so impedance na izhodu filtra. Impedanca kondenzatorja C_g prek katerega se sklaplja motnja (rdeča črta) s frekvenco upada, čemur sledi vhodna impedanca filtra (modra črta). Ker je impedančna razlika velika ($C \gg C_g$), je tudi vstavitveno dušenje visoko (modra črta v sredini). A zakaj pri nizkih frekvencah ni tako, kljub temu da je impedančno neujemanje

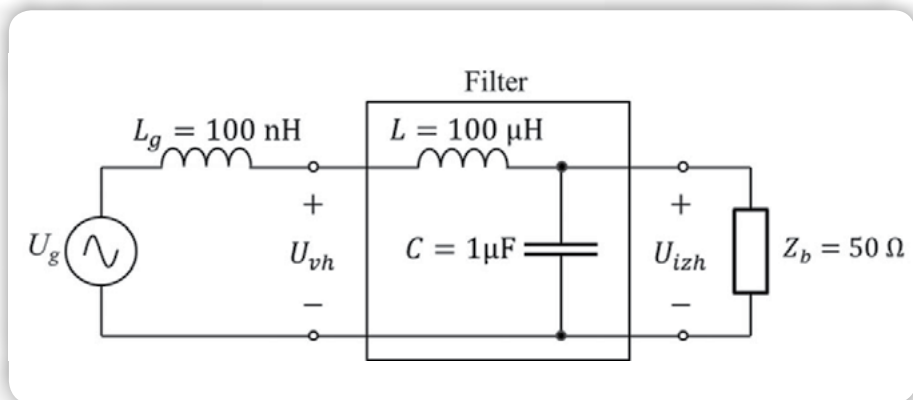


Slika 1: Filtriranje motnje, ki se iz vira prenaša prek kapacitivnega sklopa

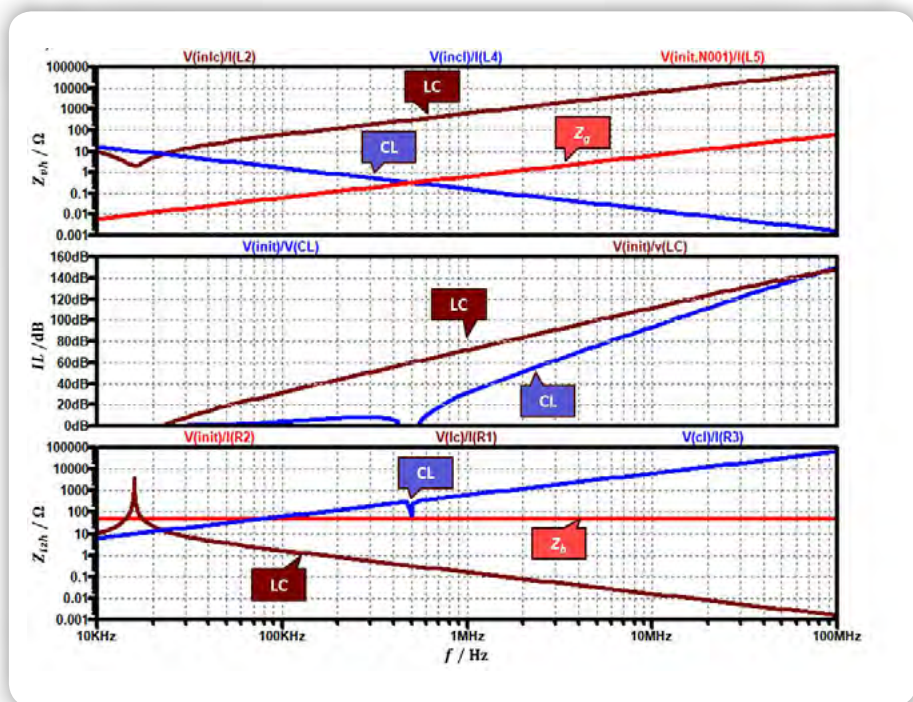
je na vrodu skozi celotno frekvenčno področje enako? Razlog tiči v izhodni impedanci (spodnji graf), kjer se impedančno neujemanje pojavi šele pri visokih frekvencah, ko impedanca izhoda filtra, ki jo določa tuljava L (modra črta spodaj) postane bistveno višja od impedance bremena (rdeča črta spodaj). Z drugimi besedami, pri nizkih frekvencah sta učinka kon-



Slika 2: Simulacija impedanc na vrodu v filter(zgoraj) in na izhodu filtra (spodaj) ter vstavitvenega dušenja (na sredi) za primer na sliki 1



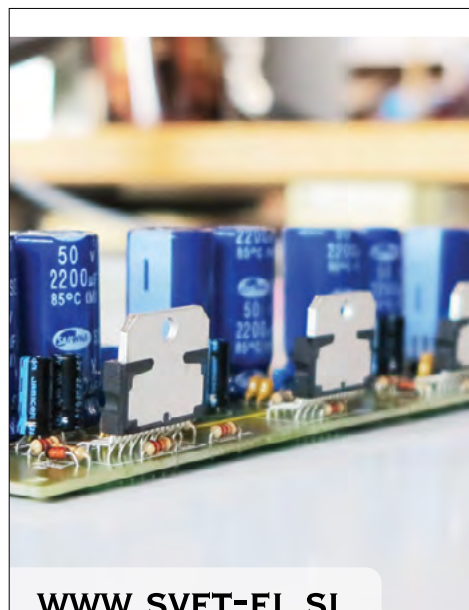
Slika 3: Filtriranje motnje, ki se iz vira prenaša prek serijske induktivnosti



Slika 4: Simulacija impedanc na vходу v filter (zgoraj) in na izhodu filtra (spodaj) ter vstavitvenega dušenja (na sredini) primer na sliki 3

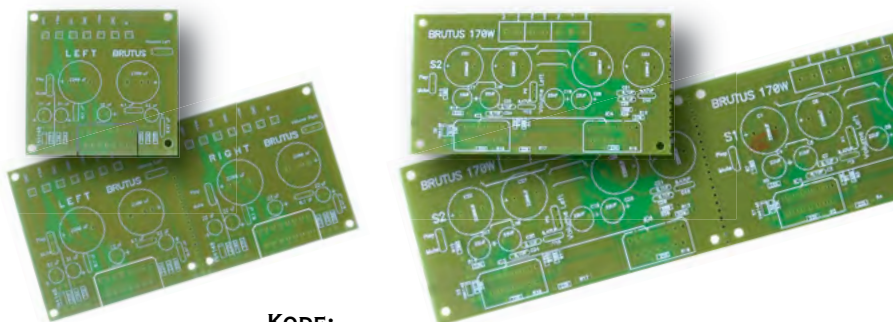
denzatorja (odprte sponke) in tuljave (kratek stik) zanemarljiva. Na grafih je za primerjavo z rjavo črto prikazan potek impedanc in vstavitvenega dušenja, če je izbran obraten (LC) filter. Lepo se vidi bistveno slabše vstavitveno dušenje (rjava črta na sredini) v frekvenčnem področju, kjer se vhodna impedanca filtra prekrži z impedanco kondenzatorja C_g , prek katerega se sklapljajo motnje (rjava črta zgoraj).

Drugi primer je vir motnje, ki se sklaplja prek serijske induktivnosti, kot kaže slika 3. Na ta način običajno modeliramo motnje, ki se prenašajo prek napajalnih linij, kjer je vir motnje lahko nek digitalni čip ali pa napajalnik, napajalna linija pa izraža neko induktivnost. Vrednost serijske induktivnosti na sliki spodaj je tipična za nekaj 10 cm dolgo povezavo na tiskanem vezju. Pri izbiri topologije filtra izberemo enako taktiko, kot prej: Serijska induktivnost L_g ima pri visokih frekvencah visoko impedanco, zato bi bilo filter smiselno začeti s kondenzatorjem, ki ima pri visokih frekvencah nizko impedanco. A potek impedance kondenzatorja je ravno nasproten poteku tuljave, zato se bosta vmes prekržala in iz prejšnjega primera smo že ugotovili, da to prinaša vmesni upad vstavitvenega dušenja. Ker je induktivnost L_g relativno nizka, si lahko v filteru privoščimo bistveno višjo induktivnost in zato filter začnemo s tuljavo in bosta poteka vhodne impedance in impedance vira vzporedna, kar nam bo dalo konstantno impedančno neusklajenost na vходу čez celo frekvenčno področje.



BRUTALNO DOBER OJAČEVALNIK!

BRUTUS - DELUJE V MOSTIČNI VEZAVI,
KAR MU ZAGOTAVLJA VISOKO IZHODNO MOČ



KODE:

5KIT0039, 5KIT0029, 5KIT0040, 5KIT0030

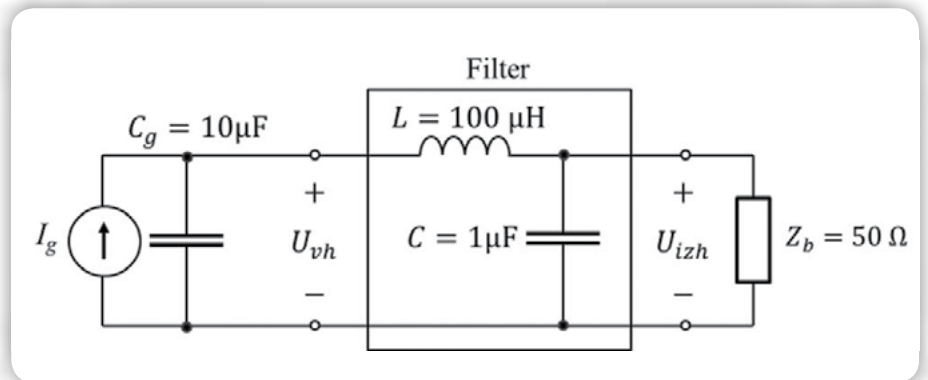
Zato bom tukaj poizkusili z LC filtrom. Za lažjo primerjavo izberimo enake vrednosti elementov, kot prej.

Na sliki 4 so na enak način, kot na sliki 2, prikazani poteki impedanc na vходу (zgoraj), izhodu (spodaj) in vstavitveno dušenje (sredina). Impedanca serijske induktivnosti L_g prek katere se sklaplja motnja (rdeča črta) s frekvenco narašča, čemur sledi vhodna impedanca filtra (rjava črta). Ker je impedančna razlika velika, je tudi vstavitveno dušenje visoko (rjava črta v sredini). Podobno kot prej, je pri nizkih frekvencah učinek filtra majhen. Na grafih je za primerjavo z modro črto prikazan potek impedanc in vstavitvenega dušenja, če je izbran obraten (CL) filter. Lepo se vidi bistveno slabše vstavitveno dušenje (modra črta na sredi) v frekvenčnem področju, kjer se vhodna impedanca filtra prekrži z impedanco serijske induktivnosti L_g , prek katere se sklapljajo motnje (modra črta zgoraj)).

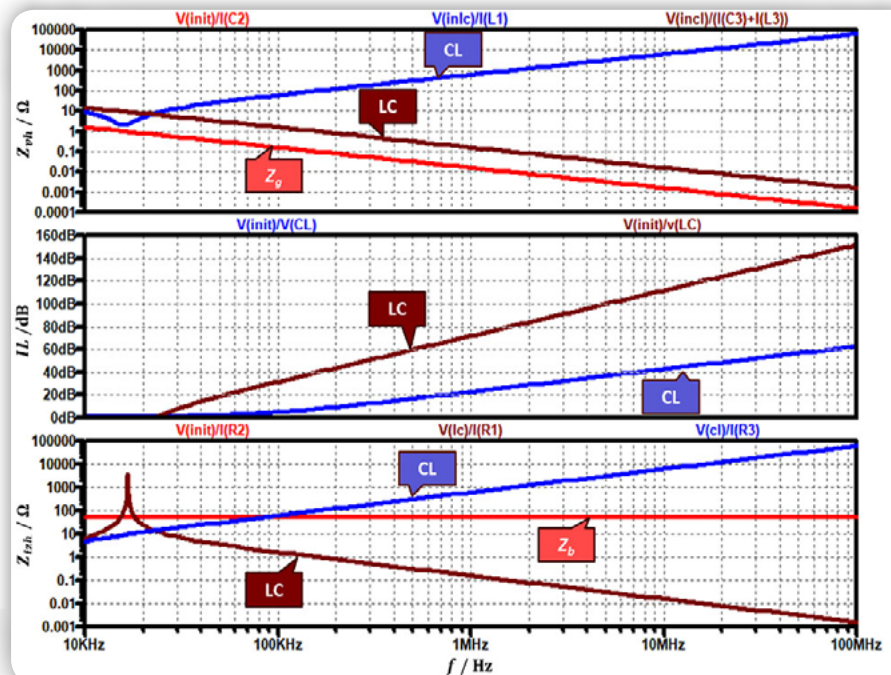
Tretji primer je vir tokovne motnje, ki teče prek vzporedno povezanega kondenzatorja C_g , kot kaže slika 5. Tovrstne primere srečamo povsod, kjer s kondenzatorjem stabiliziramo napetost bremena, ki vleče napajalni tok, ki vsebuje visokofrekvenčne motnje. To so vsi primeri blokirnih kondenzatorjev v vezjih ali pa vhodni kondenzatorji stikalnih napajalnikov.

Tokrat tudi izberemo LC filter, saj ima paralelno vezani kondenzator C_g nizko impedanco pri visokih frekvencah. Kljub nasprotnemu frekvenčnemu poteku glede na impedanco vhodne tuljave pričakujemo, da bo že pri nizkih frekvencah dovolj nizka, saj je vrednost paralelnega kondenzatorja visoka. Rezultati na sliki 6 to potrjujejo, saj je vhodna impedančna razlika mnogo večja v primeru LC glede na CL topologijo in to v celotnem frekvenčnem območju. S tem je tudi vstavitveno dušenje v primeru LC bistveno višje.

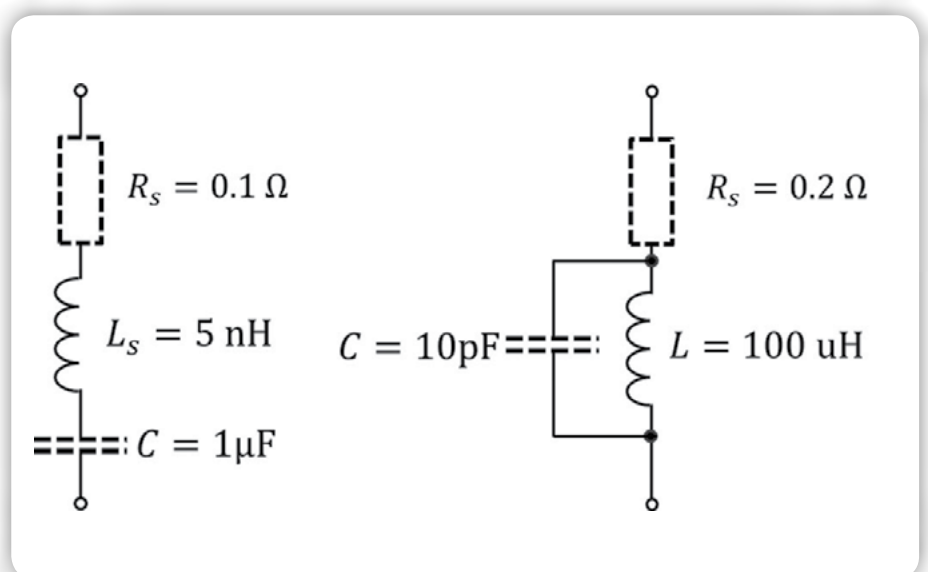
Prava izbira filtra v vseh treh primerih kaže odlične rezultate z dušenjem preko 100 dB pri višjih frekvencah, kar je odličen rezultat. Predober, da bi bilo res, bi pripomnil nekdo. In res je predober, saj smo v simulacijah upoštevali idealne elemente, ki pa jih v praksi nimamo. Kondenzatorji v prvem približku vsaj še



Slika 5: Filtriranje motnje, ki se iz vira prenaša prek kapacitivnega sklopa



Slika 6: Simulacija impedanc na vrodu v filter(zgoraj) in na izhodu filtra (spodaj) ter vstavitvenega dušenja (na sredi) primer na sliki 5



Slika 7: Neidealni kondenzator (levo) in tuljava (desno) s tipičnimi vrednostmi parazitnih elementov

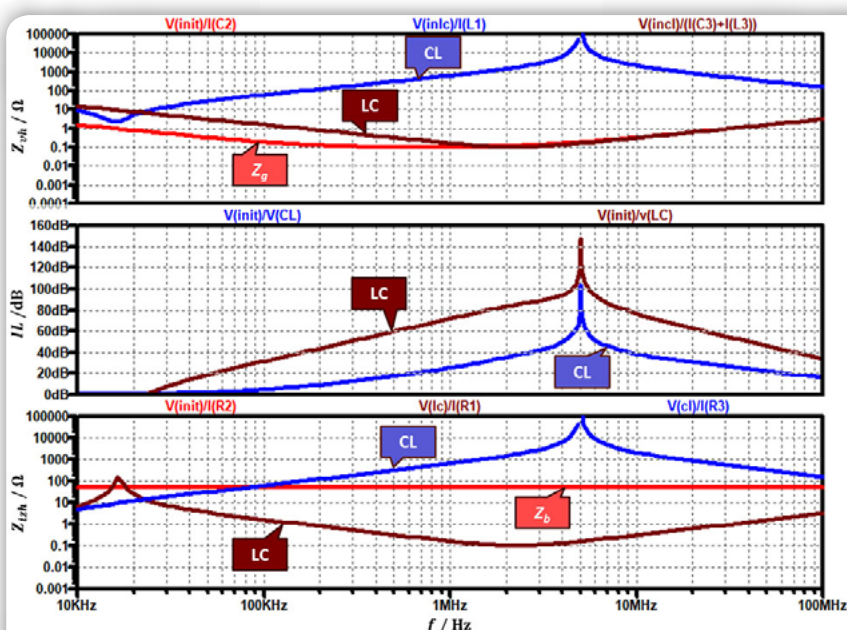
dodatne serijske upornosti in induktivnosti, medtem ko tuljave poleg serijske upornosti kvarijo vsaj še medovojna kapacitivnost, kot kaže slika 7. Vrednosti elementov so tipične, ki jih srečamo v praksi.

Ko v LTspice simulacijo vstavimo realne elemente z njihovimi paraziti, se razmerja kar precej pokvarijo, kot kaže slika 8, saj vstavitveno dušenje LC filtra izkazuje maksimum (serijsko resonanco) že pri 5 MHz, nato pa strmo upada in pade na 40 dB pri 100 MHz.

Pri načrtovanju filtrov je torej ključno čim bolj celovito upoštevanje vseh neidealnosti filterških elementov. Vezja z vključitvijo vseh različnih učinkov neidealnosti postanejo kompleksnejša, vrednosti parazitnih elementov pa so velikokrat tudi precej nelinearne, zato analitični pristopi ne pridejo več v poštev. Še sreča, da imamo danes močna simulacijska orodja, ki poleg naprednih algoritmov vključujejo tudi zelo dobre modele elementov, ki vsaj pri bolj uveljavljenih proizvajalcih komponent vključujejo laboratorijsko izmerjene vrednosti parazitnih elementov. To je še posebno pomembno pri tuljavah, kjer so uporabljena feritna

jedra, ki izkazujejo močno nelinearne frekvenčne poteke parazitov.

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



Slika 8: Simulacija impedanc na vходу v filter (zgoraj) in vstavitvenega dušenja (spodaj) z upoštevanjem neidealnosti elementov filtra za primer na sliki



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,...

Merjenje srčnega utripa z uporabo Wi-Fi-ja

Hackster Inc.
Avtor: Nick Bild

Brezžično merite svoj srčni utrip z uporabo razvojnih plošč ESP32 in umetne inteligence.

Zanimiva študija [1] je nedavno pokazala, kako je mogoče neinvazivno spremljati srčni utrip osebe z uporabo Wi-Fi signalov. V medijih je bila deležna velike pozornosti, zato domnevam, da bi jo mnogi radi preizkusili. Vendar je članek dostopen le za plačljive naročnike, in tudi če ga uspete dobiti, je za večino ljudi težko razumeti (kaj šele ponoviti) metode raziskovalcev.

Zato sem se odločil, da bom poskusil. Priskrbel sem si kopijo članka in nekaj časa preučeval ter kodiral rešitev, ki bolj ali manj reproducira delo. Nekatere podrobnosti v članku niso v celoti pojasnjene, ekipa pa ni objavila niti svojega programa niti podatkov, zato ne morem zagotoviti, da je moja metoda 100 % enaka. Čeprav morda ni identična, je vsaj precej podobna in, kar je še pomembneje, deluje. In sumim, da je večina ljudi bolj zainteresirana za igranje s sistemom, ki deluje, kot za popolno reprodukcijo metod Pulse-Fi.

V naslednjem poglavju bom najprej podal pregled delovanja Pulse-Fi, nato pa opisal svojo implementacijo.

Pomembno opozorilo: Ta sistem ni namenjen uporabi kot medicinski pripomoček. Lahko daje napačne meritve, zato je namenjen izključno izobraževalnim namenom.

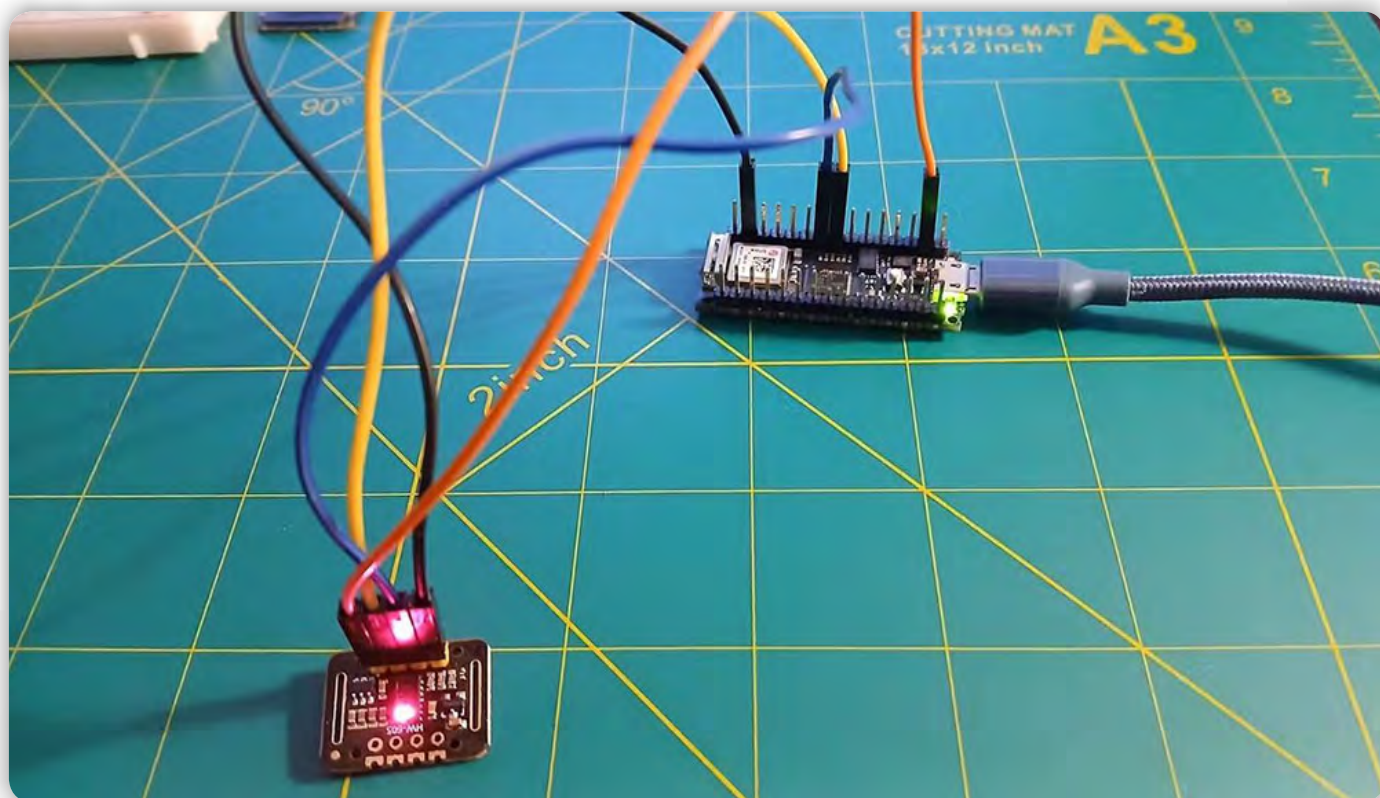
Zahvaljujem se Pranayu Kocheti, Nayanu Sanjayju Bhatii in Katiji Obraczki za njihovo delo na Pulse-Fi, ki je navdihnilo ta projekt.

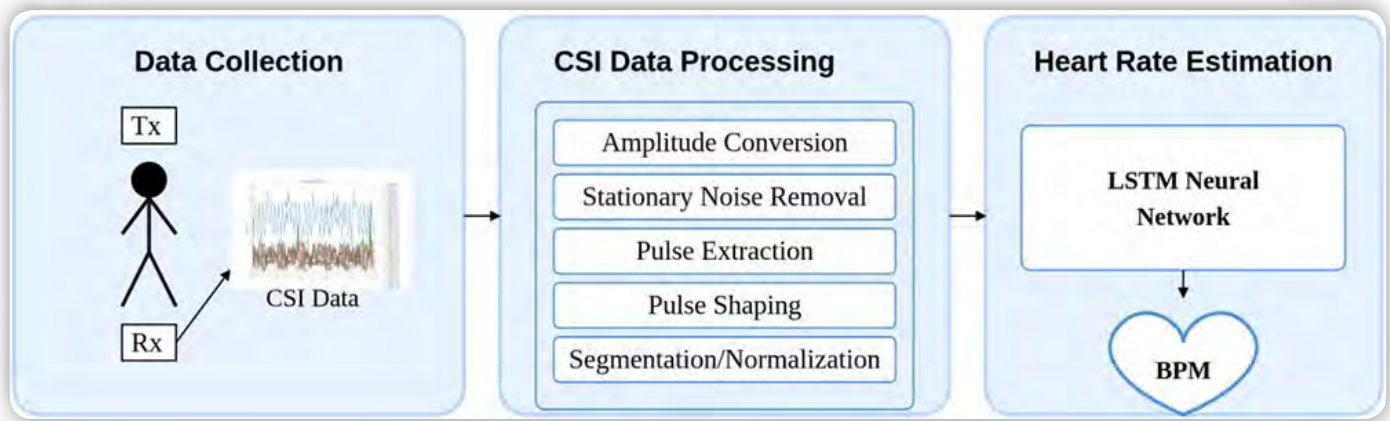
Kaj potrebujemo za ta projekt

- Adafruit HUZZAH32 – ESP32 Feather Board ×1
- ESP32 Espressif ESP32 ×1
- Arduino Nano 33 IoT ×1
- Maxim Integrated MAX30102 ×1

Kako deluje, pregled delovanja Pulse-Fi

Za brezžično merjenje srčnega utripa mora biti oseba nameščena med dvema mikrokontrolerjema ESP32. Ena od naprav oddaja neprekinjen tok paketov Channel State Information (CSI), druga pa te pakete sprejema. Paketi CSI zagotavljajo podrobne informacije, ki opisujejo, kako se signal širi od oddajnika do sprejemnika. Vse, kar prekine signal, na primer gibanje osebe, spremeni signal na merljiv način. To dejstvo se je v preteklosti izkoristilo za aplikacije, kot je prepoznavanje aktivnosti.





Slika 1: Princip delovanja (vir: P. Kocheta in ostali)

Srčni utripi prav tako vključujejo gibanje, čeprav je to zelo neopazno v primerjavi z gibanjem, ki ga zaznavajo sistemi za prepoznavanje aktivnosti, kot je na primer hoja. Da bi se osredotočili na srčne utripe, so raziskovalci razvili večstopenski postopek obdelave podatkov, ki izgleda takole:

Ti obdelani podatki se nato vnesejo v večplastno omrežje LSTM, ki napoveduje srčni utrip.

Moja implementacija: napovedovanje srčnega utripa

Imam Adafruit HUZZAH32 in ESP32-DevKitC v4, oba z mikrokontrolerjem ESP32-WROOM-32E (to sta tista, ki sem jih imel pri roki; druge plošče ESP32 bi morale delovati brez težav). Razmaknjena sta nekaj metrov, merilno območje pa je med njima. Ena je bila opremljena s kodo Espressif csi_send [2], druga pa s kodo Espressif csi_recv [3]. Izvorna koda je bila prevedena in prenesena na naprave z uporabo IDF docker imager [4], npr.:

```
git clone https://github.com/espressif/esp-csi.git
docker pull espressif/idf
```

```
# Build csi_send
docker run --rm -v $PWD:~/project -w /project -u $UID -e HOME=/tmp -it espressif/idf
cd esp-csi/examples/get-started/csi_send
idf.py set-target esp32
idf.py flash -b 921600 -p /dev/ttyUSB0
exit
```

```
# Flash csi_send
docker run --rm -v $PWD:~/csi_hr/esp-csi/examples/get-started/csi_send/project -w /project espressif/idf:latest idf.py --port /dev/ttyUSB0 flash
```

```
# Build csi_recv
docker run --rm -v $PWD:~/project -w /project -u $UID -e HOME=/tmp -it espressif/idf
```

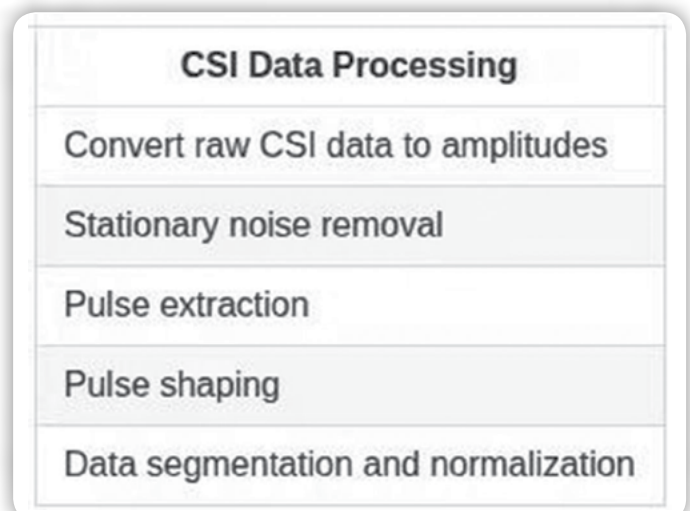
```
cd esp-csi/examples/get-started/csi_recv
idf.py set-target esp32
idf.py flash -b 921600 -p /dev/ttyUSB0
exit
```

```
# Flash csi_recv
docker run --rm -v $PWD:~/csi_hr/esp-csi/examples/get-started/csi_recv/project -w /project espressif/idf:latest idf.py --port /dev/ttyUSB0 flash
```

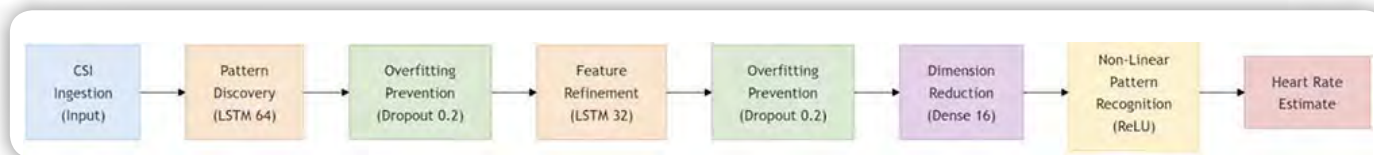
Po programiranju obeh plošč se sprejemna naprava prek USB-a poveže z računalnikom, da se lahko podatki CSI zbirajo prek serijske povezave. Zelo sem spremenil skript csi_data_read_parse.py podjetja [5] Espressif. Moja nova različica je read_and_process_csi.py [6], ki odpravlja grafični vmesnik, izvaja pet korakov obdelave podatkov Pulse-Fi CSI, nato pa obdelane podatke posreduje v usposobljen model LSTM z enako arhitekturo kot v članku za napovedovanje srčnega utripa. Zažene se z:

```
python read_and_process_csi.py -p /dev/ttyUSB0
```

Scenarij pošlje neprekinjen tok napovedi srčnega utripa na standardni izhod.



Slika 2: Obdelava podatkov (vir: P. Kocheta in ostali)



Slika 3: Prikaz srčnega utripa (vir: avtor članka)

Učenje modela strojnega učenja

Kodo `read_and_process_csi.py` lahko nastavite v način, v katerem zbira in obdeluje CSI podatke ter jih zapiše v besedilno datoteko (`COLLECT_TRAINING_DATA = True`), namesto da napoveduje srčni utrip. Spodaj je grafikon, ki prikazuje obdelane CSI podatke za eno podnosilno frekvenco, ki so bili zbrani na ta način. Signal srčnega utripa je jasno viden.

Ti CSI podatki so združeni z dejanskimi podatki o srčnem utripu, zbranimi z uporabo Arduino Nano 33 IoT in generične razširitvene plošče z modulom za merjenje pulza in srčnega utripa MAX30102 (ta senzor je potreben le za zbiranje podatkov o treningu). Arduino koda za senzor srčnega utripa je na voljo tukaj [7]. Potrebni bodo podatki z različnimi srčnimi utripi, zato je treba nekatere podatke zbrati med ali takoj po vadbi ali drugi fizični aktivnosti.

Vsi podatki se nato uporabijo v mojem programu [8] za usposabljanje, ki v TensorFlowu zgradi model LSTM z naslednjo arhitekturo:

```

main_input = keras.Input(shape=(100, 192),
name='main_input')
layers = keras.layers.LSTM(64, return_sequences=True, name='lstm_1')(main_input)
layers = keras.layers.Dropout(0.2, name='dropout_1')(layers)
layers = keras.layers.LSTM(32, name='lstm_2')(layers)
layers = keras.layers.Dropout(0.2, name='dropout_2')(layers)
layers = keras.layers.Dense(16, activation='relu', name='dense_1')(layers)
hr_output = keras.layers.Dense(1, name='hr_output')(layers)
  
```

Model v drsnem oknu hkrati sprejme 100 zaporednih paketov CSI. Povprečna srčna frekvenca, izmerjena v tem oknu,

je vrednost, za napovedovanje katere je model usposobljen. Po usposabljanju se model shrani kot `csi_hr.keras`, ki ga `read_and_process_csi.py` naloži in uporabi za napovedovanje srčne frekvence.

Spisek materiala uporabljenega v tem projektu:

- 1 x Adafruit HUZZAH32 (ESP32-WROOM-32E)
- 1 x ESP32-DevKitC v4 (ESP32-WROOM-32E)
- 1 x Arduino Nano 33 IoT
- 1 x Generic breakout board with MAX30102 pulse oximetry and heart-rate monitor module

Povzeto po:

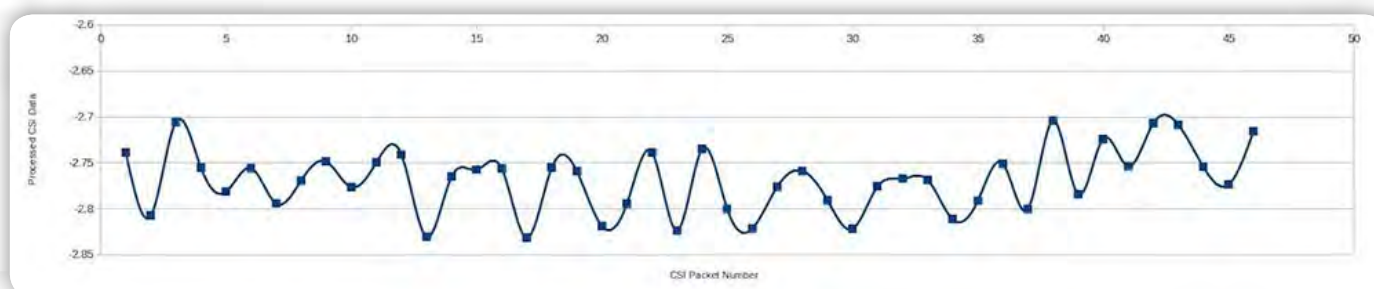
Izmerite srčni utrip preko WIFI:

- <https://www.hackster.io/nickbild/measuring-heart-rate-using-wi-fi-e61743>

Viri:

- 1: <https://www.hackster.io/news/i-heart-wi-fi-f3f726a38a1f>
- 2: https://github.com/espressif/esp-csi/blob/master/examples/get-started/csi_send
- 3: https://github.com/espressif/esp-csi/blob/master/examples/get-started/csi_recv
- 4: <https://docs.espressif.com/projects/esp-idf/en/stable/esp32/api-guides/tools/idf-doc-ker-image.html>
- 5: https://github.com/espressif/esp-csi/blob/master/examples/get-started/tools/csi_data_read_parse.py
- 6: https://github.com/nickbild/csi_hr/blob/main/read_and_process_csi.py
- 7: https://github.com/nickbild/csi_hr/tree/main/arduino_hr
- 8: https://github.com/nickbild/csi_hr/blob/main/train.py

<https://hackster.io>



Slika 4: MAX30102 senzor srčnega utripa

Home Assistant z Raspberry Pi Pico – 4.del

Avtor: dr. Simon Vavpotič

Vsestranska aplikacija za upravljanje doma omogoča veliko funkcionalnosti, za katere bi potrebovali dneve načrtovanja in programiranja. Omogoča ne le priklop številnih senzorjev, ampak tudi obdelavo in hrambo podatkov ter nadzor in upravljanje doma prek spletnega oblaka.

V preteklem nadaljevanju smo spoznali pomen avtomatizacij in simulacij, s katerimi lahko testiramo Home Assistant tudi, če še nismo namestili strojne opreme. Tokrat se lotimo se lotimo praktičnih primerov. Denimo, kaj omogoča naslednik Tasmote ESPHome in katera druga orodja, na primer Thonny, so na voljo za zahtevnejše uporabnike, ki se ne bojijo programiranja v Pythonu ali Yamlu.

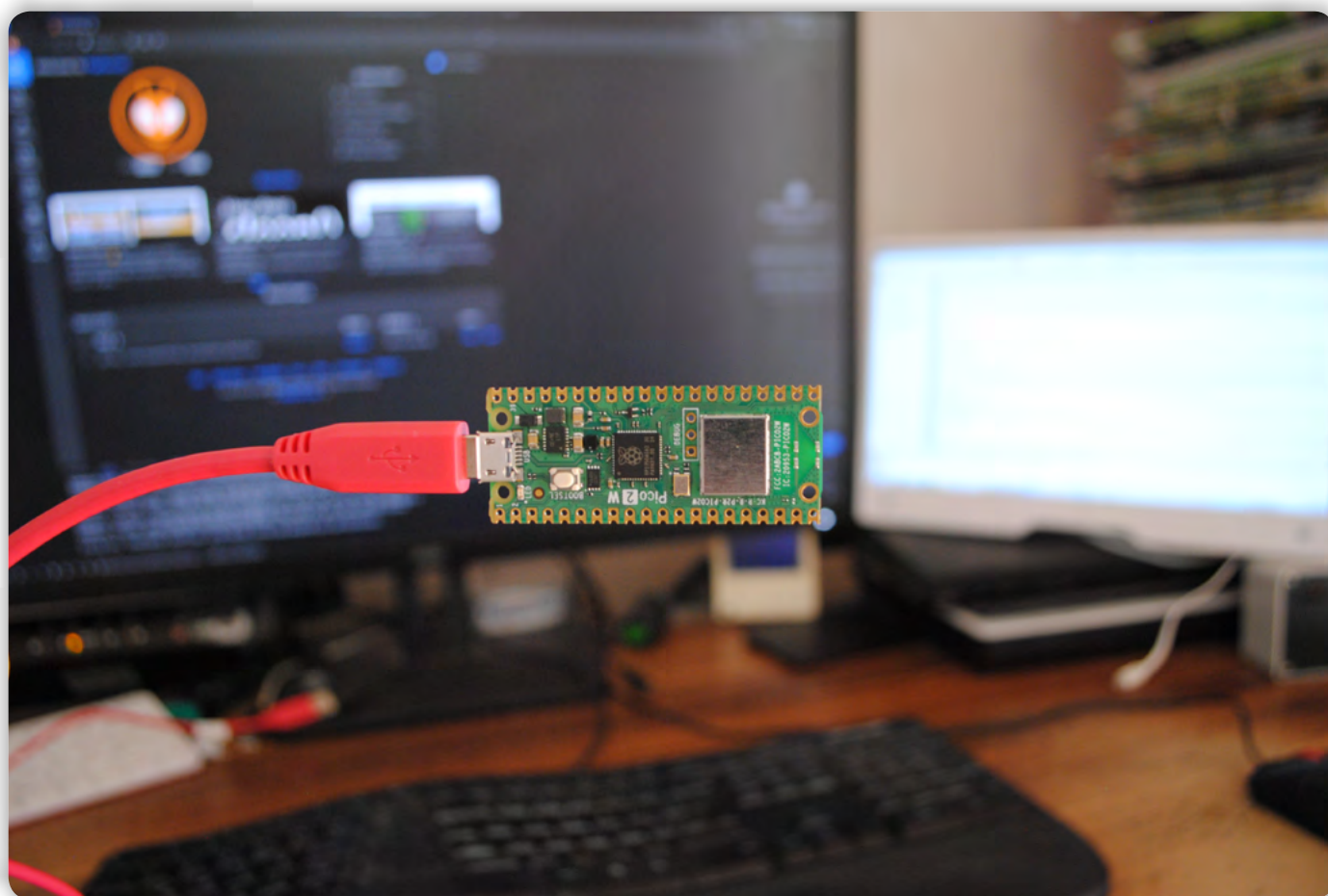
Začeli bomo z Raspberry Pi Pico W in Pico 2 W, ki sta poceni in zelo zmogljivi alternativni ESP32 modulom. Letos poleti smo dobili novi različici Raspberry Pi Pico 2 in Raspberry Pi Pico 2 W z RP2350 mikrokontrolerjem. Raspberry Pico 2 W se splača tudi zato, ker je relativno poceni, saj v ZDA pri pooblaščenih distributerjih stane le okoli 6 dolarjev, medtem ko je različica Raspberry Pi Pico 2 brez Wi-Fi/Bluetooth modula še 2 dolarja cenejša. Je pa res, da so lahko cene na ameriškem Ama-

zon.com tudi za okoli dvakrat višje. Na nemškem Amazon.de Raspberry Pi Pico 2 dobimo za okoli 8 evrov, medtem ko različica Wi-Fi/Bluetooth kontrolerja stane od okoli 6 evrov naprej, kar je podobno cenam ESP32 modulov.

Po drugi strani, se cena originalnega Raspberry Pi Pico z RP2040 mikrokontrolerjem, verjetno zaradi združljivosti z nekaterimi razvojnimi okolji, kot je ESPHome, še vedno drži okoli 6 evrov, cena Raspberry Pi Pico W pa je okoli 8 evrov.

Tasmota in ESPHome

Čeprav je Tasmota razvojno okolje več kot očitno omejeno samo na module ESP8266 in ESP32 in na iz njih izvedene periferne naprave, veliko splošnejši ESPHome (esphome.io) podpira še številne druge platforme, med katerimi so: RP2040,



Slika 1: Raspberry Pi Pico 2 W

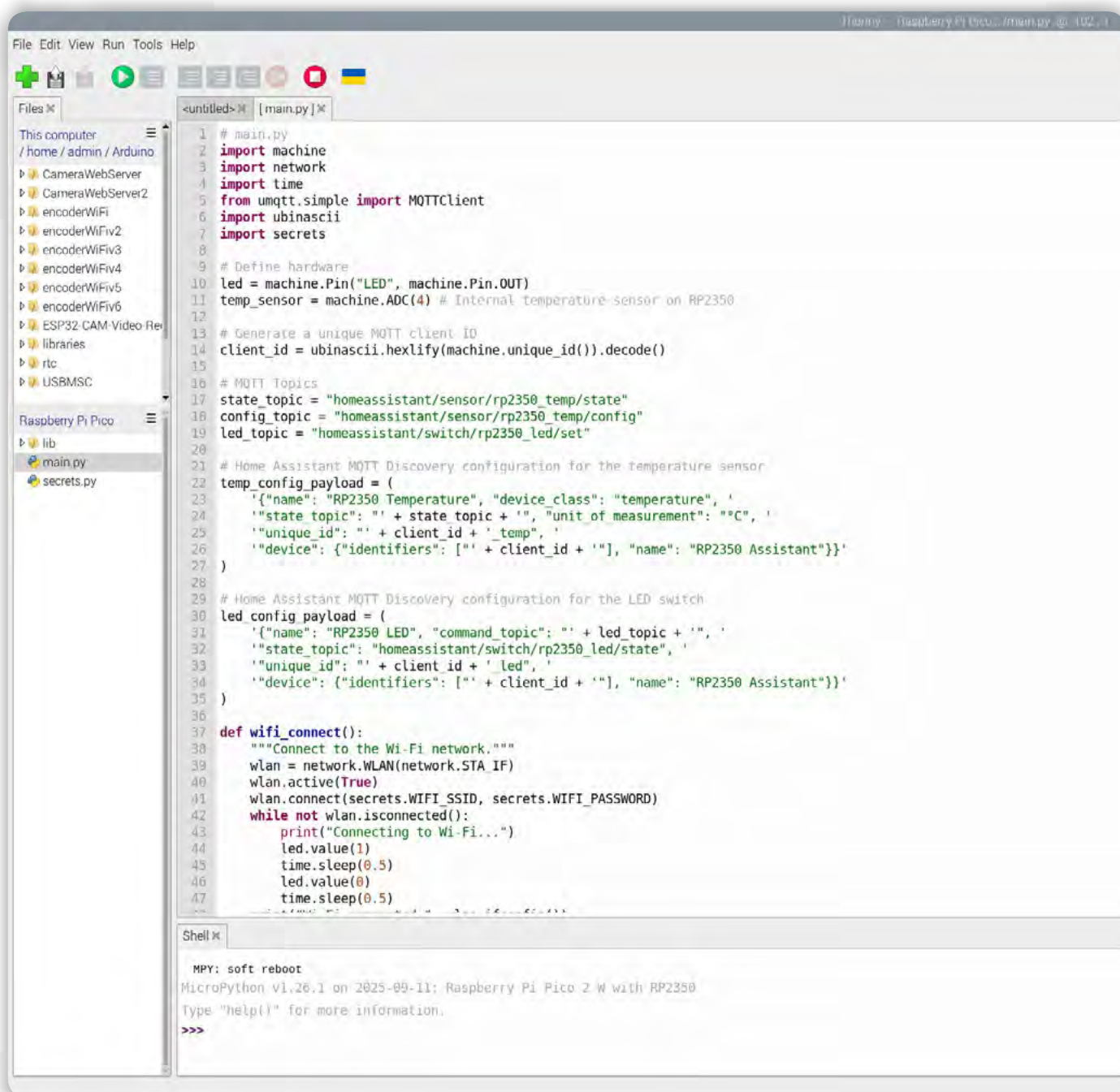
BK72xx, RTL87xx, LN882x in NRF52. Vendar so mnogi domači graditelji razočarani, saj podpora za najnovejši Raspberry Pi Pico 2 (W) v času nastajanja tega članka še ni bila na voljo.

Kljub temu ima Raspberry Pi Pico 2 (W) številne prednosti. Ne samo, da je nekajkrat hitrejši, temelji tudi na od RP2040 precej zmogljivejšem mikrokontrolerju RP2350 s kar štirimi procesorskimi jedri (dvema ARM Cortex-M33 in dvema RISC-V Hazard3), od katerih lahko hkrati delujeta le dve. Vendar združuje jedra z različnimi procesorskimi arhitekturami, kar omogoča programerjem, da za svojo aplikacijo izberejo tako, ki jim bolj ustreza, lahko pa hkrati uporabljajo tudi procesorskih jedri z različnimi arhitekturam; a razvojne programske opreme za to opcijo skoraj ni, saj je potrebno prevajanje programske kode z

dvema prevajalnima verigama hkrati, kar pa v večini razvojnih okolij ni podprto.

Thommy z MicroPythonom in MQTT

Za ljubitelje programskega jezika Python je zanimivo razvojno okolje Thonny, ki ga lahko namestimo (če že ni nameščeno) v novejšo Windows ali v novejšo Raspberry Pi OS (npr. v Trixi z ukazoma `sudo apt update && apt upgrade -y` ter `sudo apt install thonny`). Nato v Raspberry Pi Pico (ali drug krmilni mikro-računalnik) prenesemo še zagonski nalagalnik (angl. boot-loader) programov v MikroPythonu v izvedljivi datoteki s končnico



Slika 2: Pisanje programa za Raspberry Pi Pico 2 W senzorsko enoto v razvojnem okolju Thonny na Raspberry Pi 500+, primer MQTT senzorske aplikacije

uf2, ki ga lahko prenesemo iz spletne strani micropython.org/download.

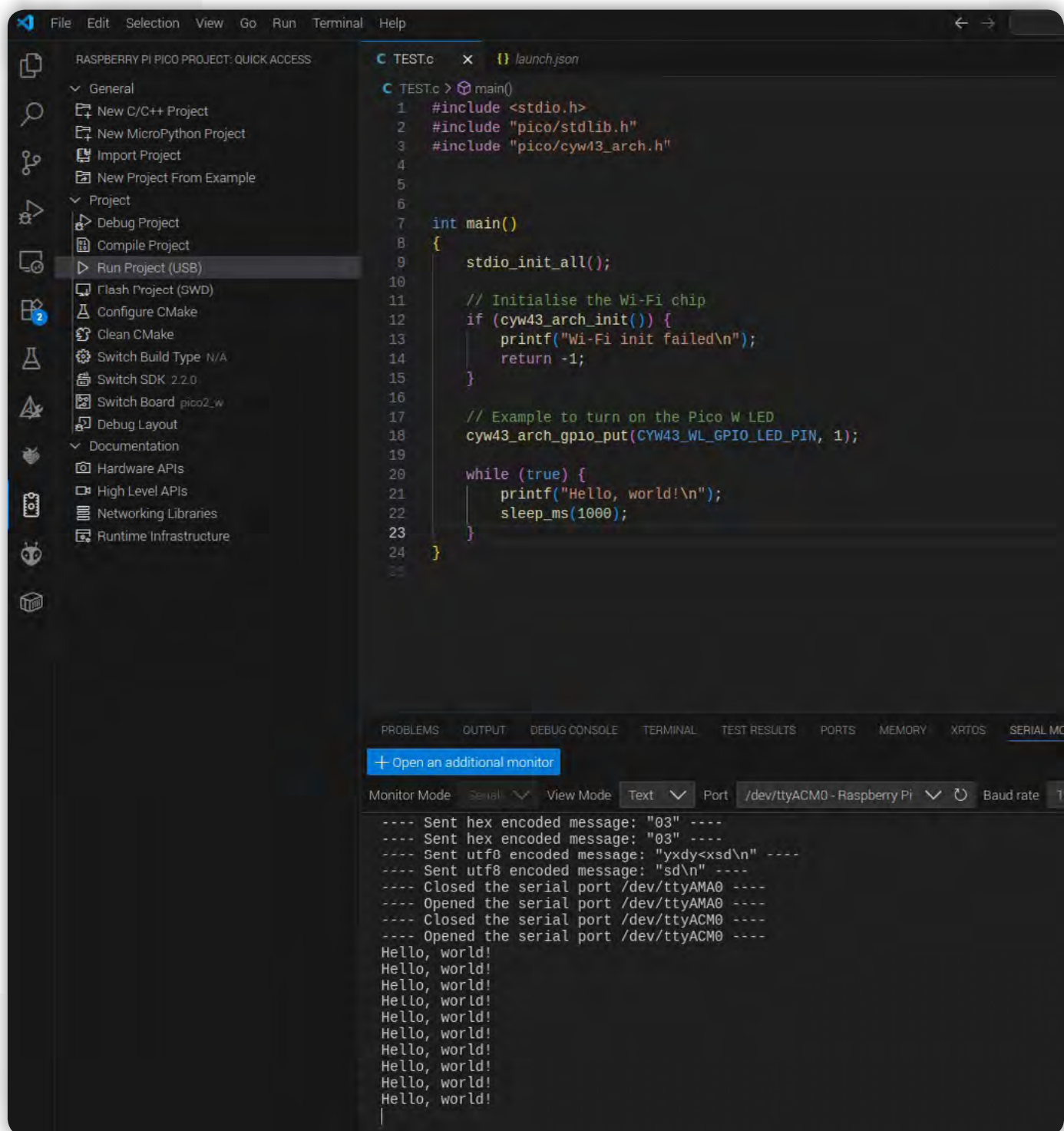
Obsežna zbirka podprtih mikrokontrolerjev med drugim vsebuje vse ESP32 in ESP8266, razen ESP32-P4, obenem pa tudi oba Raspberry Pi mikrokontrolerja, RP2040 in RP2350 ter Microchip SAMD21 in SAMD51 mikrokontrolerja z ARM zasnovo. Za lažje programiranje so neposredno podprte so tudi nekatere razvojne plošče različnih proizvajalcev, kot so: Espressif Systems, LILYGO, NXP, Olimex, Microchip, Raspberry Pi, NXP, MikroElektronika, Seeed Studio, Arduino, Adafruit, Renesas Electronics,

Wemos, Espruino, Ezuino in drugi.

Poleg podpore za izbrano razvojno ploščo in/ali mikrokontroler moramo v okolje Thonny naložiti še programsko knjižnico za podporo protokolu MQTT, kar lahko naredimo v okviru razvojnega okolja prek menija Tools.

Arduino in Visual Studio Code

Arduino je zelo razvejano razvojno okolje, ki ga večina bralcev že dobro pozna, zato omenimo le, da je tudi zanj na voljo



Slika 3: Enostaven primer programske kode v Pythonu za Raspberry Pi Pico v Visual Studio Code.

programska knjižnica za podporo delovanju protokola MQTT, medtem ko je podpora za različne razvoje plošče v Arduino 2 še obsežnejša od tiste za MicroPython. Namestimo jo lahko tako v računalnike z operacijskim sistemom Windows, kot tudi tiste z operacijskim sistemom Linux. Raspberry Pi OS je v tem pogledu samo posebna različica Linuxa za osnovi ARM32 in ARM64. Čeprav Arduino 2 uradno ni podprt, na GitHubu najdemo izvirno kodo, pa tudi zanj že prevedene različice, v katere lahko iz spleta prenesemo najnovejšo podporo za različne razvojne plošče, kakor tudi potrebne programske knjižnice.

Podobno kot Arduino je tudi Microsoftov Visual Studio Code le ogrodje za pisanje programske kode in hrambo, v katerega lahko s pomočjo vtičnikov vgradimo podpore za prevajanje in razhroščevanje programske kode za različne strojne in programske osnove. RP2040 (Raspberry Pi Pico (W)) in RP2350 (Raspberry Pi Pico 2 (W)) mikrokontrolerja sta podprta v vtičniku RP2040. Obenem pa so na voljo tudi programske knjižnice za protokol MQTT. Za povezavo Raspberry Pi 2 W z Home Assistantom prek MQTT tako potrebujemo le še kak primer programske kode iz GitHuba (teh res ne manjka), ki ga nato nadgradimo s senzorji in stikali in ostalim, kar potrebujemo za nadzor in upravljanje doma.

Zakaj Raspberry Pi Pico?

Morda se ob vsem napisanem sprašujete, zakaj omenjam Raspberry Pi Pico (W) in Pico 2 (W) kot eni od najboljših alternativ ESP32 modulom. Drugačna zasnova RP2040 in RP2350 mikrokontrolerjev v enem čipu združuje več funkcionalnosti, med katerimi je tudi priključek USB, prek katerega ju lahko neposredno programiramo, obenem pa priključek uporabljamo tudi v aplikacijah, denimo kot CDC (naprava za prenos podat-

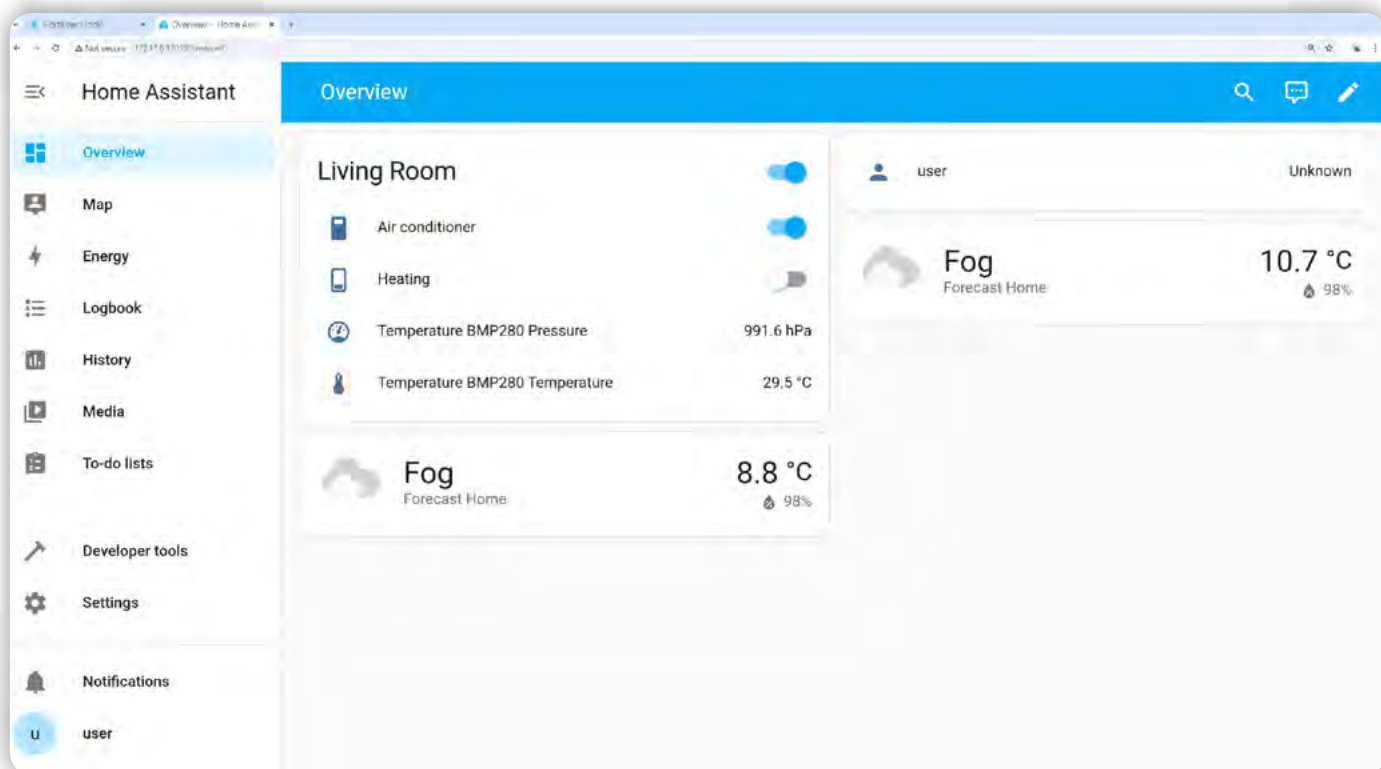
kov), MSD (pogon za masovno hrambo podatkov), HID (naprava za komunikacijo s človekom) itn. Zato ne potrebujeta komunikacijskega prehoda iz USB za zaporedna vrata, kakršen je vgrajen v večino ESP32 mikrokontrolerjev. Raspberry Pi Pico 2 W se po zmogljivosti lahko kosa tudi z najnovejšim ESP32-P4, ki smo ga omenili v pretekli številki (SE344), vendar slednji še ni podprt v večini omenjenih razvojnih okolij.

Operativni Docker strežnik s House Assistantom

V preteklih nadaljevanjih smo velikokrat omenili, da lahko Home Assistant neposredno namestimo na Raspberry Pi 3, 4 ali 5, saj imamo na voljo tudi slike sistemskih pogonov. Po drugi strani, lahko za pogon Home Assistanta s spletnim upravljaljskim vmesnikom uporabimo skoraj katerikoli računalnik z operacijskim sistemom Linux, ali pa takega, na katerem lahko poganjamo virtualizacijsko okolje Docker.

Med poletnimi počitnicami mi je tako prav prišel Orange Pi 5 Max, na katerega sem najprej namestil Docker s Portainerjem, nato pa še kontejner s Home Assistantom, s čemer sem razbremenil klasični mini PC in Raspberry Pi 500, ki tako nista imela strežniških vlog, in sta bila kot nalašč za multimedijo. Nepričakovano pa se je zaradi manjkajoče programske podpore za taknilo, ko sem želel Home Assistant strežnik namestiti tudi na Orange Pi RV2 z RISC-V64 arhitekturo.

Tako sem ostal pri arhitekturah x86, x64 in ARM64, ki še vedno ponujajo obilico alternativ za namestitev Home Assistanta. Zanimivo pa je, da Home Assistant kot strežnik favorizira Raspberry Pi in lastno arhitekturo, medtem ko so za gradnjo



Slika 4: Zajemanje podatkov s senzorske naprave v Home Assistantu

perifernih naprav o ospredju moduli ESP32 in starejši ESP8266 ter na njihovi osnovi narejene razvojne plošče in naprave.

Gradnja periferne naprave z Raspberry Pi Pico 2

Raspberry Pi Pico 2 na osnovi novega RP2350 (produkcijska različica A2) mikrontrolerja so prvič predstavili lanske jeseni, od takrat pa je sta sledili še izboljšani različici A3 in A4, v katerih so odpravljene skrite napake in varnostne luknje, ki so jih na lanskem Hekerskem izzivu (Hacker Challenge) odkrili nadobudni programerji.

Nove Raspberry Pi Pico 2 danes izdelujejo samo še na osnovi RP2350 različic A3 in A4, medtem ko lahko za vgradnjo v lastno vezje naročimo le še različico A4 (A4 stepping), ki ima ob enem tudi izboljšave v čipu, kar mu omogoča neposredno povezavo z do 5-voltnimi TTL vezji. Odpornost na 5-voltov na vhodnih priključkih je odvisna tudi izvedbe napajanja, zato velja pred uporabo RP2350 v 5-voltnih vezjih preveriti aktualne specifikacije na spletni strani datasheets.raspberrypi.com. Vseeno dodajmo, da Raspberry Pi Pico 2 (W) dopušča le 3,3 V vhodne napetosti na vhodnih priključkih. Je pa zanimivo, da ga lahko napajamo tudi z 1,8 V, če USB priključka ne uporabimo. Za samograditelje elektronskih vezij je zanimiv tudi RP2354 čip, ki poleg A4 različice RP2350 združuje še 2 MB velik Flash RAM pomnilnik za hrambo uporabniških programov, kar dodatno zmanjša obseg tiskanega vezja.

Če se gradnje naprave lotevamo na osnovi Raspberry Pi Pico ali Pico 2, oziroma RP2040 ali RP2350 mikrontrolerja, si lahko pomagamo z razvojnim okoljem Thonny, v katerega prenesemo kodo enega od številnih primerov iz GitHuba, na primer: github.com/jramsgz/pico-w-home-assistant. Predpogoj je, da prej v RP2040 ali RP2350 naložimo uf2 datoteko z MikroPythonom, kar omogoča povezavo Raspberry Pi Pico ali Pico 2 z razvojnim okoljem.

Povezavo izvedemo tako, da v meniju Tools kliknemo na Options, nato pa v zavihku Interpreter izberemo opcijo MicroPython

(Raspberry Pi Pico), kar je mogoče le če smo izpolnili predpogoj. Nato iz menija Tools kliknemo na Manage packages, v polje za iskanje (čisto na vrhu okna) vpišemo ime paketa `umqtt.simple` in kliknemo na gumb Search micropython-lib and PyPI. Po namestitvi knjižnice moramo le še prenesti datoteke v izvorni programski kodi s končnico `*.py`, ki jih bo izvajal mikrontroler Raspberry Pi Pico W ali Pico 2 W. Poudarimo, da je za omenjeni primer pomembna brezžična povezljivost prek domače Wi-Fi dostopne točke, zato moramo uporabiti Raspberry Pi Pico z oznako W (wireless). Prav tako moramo vnesti poverilnice za dostop do brezžične dostopne točke, kakor tudi za dostop do MQTT strežnika Home Assistanta.

Avtor primera predlaga, da poverilnice namesto neposredno v programsko kodo raje shranimo v datoteko `secrets.py`, saj je tako manj možnosti, da bi jih raztrosili naokoli. Je pa vseeno nekoliko več dela, če nameščamo več kot eno datoteko s programsko kodo. V Thonny razvojnem okolju lahko datoteke v Raspberry Pi Pico nameščamo prek stranskega pregleda Files, ki ga odpremo iz menija View. Na vrhi vidimo pregled datotek na trenutno izbranem imeniku razvojnega računalnika (npr. Raspberry Pi 500+), ki poganja Thonny, medtem ko vidimo datoteke na Raspberry Pi Pico v spodnjem levem pregledu.

Vsako datoteko iz razvojnega računalnika ali Raspberry Pi Pico lahko odpremo in urejamo, nato pa shranimo bodisi v razvojni računalnik ali pa naložimo v pogon za masovno hrambo podatkov v Raspberry Pi Pico. Zagon glavnega programa (`main.py`) izvedemo s tipko start z emblemom v obliki zelene puščice. Čeprav se na prvi pogled zdi kot da program deluje v razvojnem računalniku, ga dejansko poganja Raspberry Pi Pico. Zato deluje tudi, ko Thonny razvojno okolje zapremo.

Prihodnjič

Tokrat nam je zmanjkalo prostora za podroben primer upravljanja doma, saj smo pregledali opcije za alternativni razvoj z Home Assistantom združitljivih naprav. Prihodnjič se zato lotimo še obsežnejšega primera avtomatizacije.

<https://pcusbprojects.com>



Nova knjiga za
PROGRAMERJE

KUPI ZDAJ!



Pametni hišni vrt (1)

Avtor: mag. Vladimir Mitrović
email: vmitrovic12@gmail.com

Kaj rastlina potrebuje da uspeva? Svetlobo, ki ji jo nesebično daje Sonce, minerale iz zemlje, ki jih raztopijo dežne kaplje, in morda malo vetra, samo da premika njene veje.



Slika 1: Projektna naloga za Poletno šolo tehničnih dejavnosti 2025 je bila izdelava terarija za rastline.

Ko rastlino ločimo od njenega naravnega okolja, ji moramo zagotoviti podobne življenjske pogoje. Prav to so storili udeleženci Poletne šole tehničnih dejavnosti Hrvaškega društva za tehnično kulturo, ki je potekala od 20. do 29. junija 2025 v Primoštenu. Pod vodstvom multidisciplinarnih voditeljev delavnic so ustvarili pametni domači vrt - terarij za rastline - z zelo značilnim videzom (slika 1).

Ta čudovito zasnovana struktura je le ogrodje projekta: kakšna šola tehničnih dejavnosti bi to bila, če je ne bi obogatili z različnimi tehničnimi podrobnostmi!? Slika 2 prikazuje, kaj potrebujemo za doseg zahtevane funkcionalnosti:

- a) LED trak bo deloval kot Sonce,
- b) senzor vlage bo zaznal, kdaj zemlja ni dovolj vlažna,
- c) črpalka bo nato zalivala rastlino in
- d) ventilator bo zibal njene veje.

Naštete komponente same po sebi niso dovolj: njihovo delovanje bo nadzoroval mikrokontroler v razvojnem sistemu Ardu-

ino UNO, kateremu bomo zahteve pošiljali interaktivno, prek igralne palice (joystick-a) in alfanumeričnega displeja (slika 3).

Uporabili smo Arduino UNO R4 WiFi z zmogljivim mikrokontrolerjem RA4M1. Branje senzorja vlažnosti tal, vklop in izklop črpalke ter nadzor intenzivnosti osvetlitve in vetra so naloge, ki daleč presegajo njegove zmogljivosti. Da bi ga nekoliko bolj obremenili, smo dodali uro realnega časa ter senzor temperature, vlažnosti in zračnega tlaka. Tako bomo lahko na zaslonu izpisali podatke o mikroklimatskih razmerah okoli naše rastline in nekatere druge koristne informacije.

Različica mikrokontrolerja RA4M1, ki jo najdemo na plošči Arduino UNO R4, ima hiter procesor, veliko pomnilnika, veliko uporabnih notranjih vezij in približno 50 vhodno/izhodnih priključkov (od katerih jih je bilo zaradi združljivosti s starejšimi različicami plošče uporabljenih le 20). Ti vhodno/izhodni priključki so nam pomembni, saj mikrokontroler prek njih komunicira s senzorji in uro realnega časa ter krmili črpalko, LED trak in ventilator.

Priključki mikrokontrolerja niso dovolj zmogljivi, da bi lahko neposredno vklopili črpalko, LED trak ali ventilator: poraba teh komponent je mnogokrat večja od toka, ki ga lahko zagotovi mikrokontroler. Zato bomo za krmiljenje njihovega delovanja



Slika 2: Te komponente so potrebne za doseganje zahtevane funkcionalnosti.



Slika 3: Arduino UNO R4, igralna palica in alfanumerični displej.

uporabili tranzistorska stikala, ki jih bo mikrokontroler po potrebi vklopil in izklopil.

Skupaj potrebujemo 6 tranzistorjev, ducat uporov, več diod in kondenzatorjev ter različne konektorje, s katerimi bomo vse, kar potrebujemo, povezali s priključki na plošči Arduino UNO. Vse te komponente so priročno nameščene na ščitu, ki ga namestimo na Arduino UNO in ki z njim nato tvori funkcionalno enoto (slika 4). Ščit vsebuje tudi primeren stabilizator napetosti, da ne bi preobremenili tistega, ki je nameščen na plošči Arduino UNO.

Ena od posebnosti Arduino UNO R4 WiFi plošče je, da ima poleg prej omenjenega mikrokontrolerja, tudi WiFi modul in matriko z 8x12 svetlečimi diodami, na kateri se ob priklopu na napajalno napetost nariše preprosta animacija v obliki srca (to srce je vidno na sliki 3). Animacija je del demo programa, ki je standardno zapisan v mikrokontroler RA4M1, ko kupimo nov Arduino UNO R4. Toda ta program, ne glede na to, kako učinkovit je, nam ne pomeni nič, saj mora naš Arduino UNO upravljati mikroklimo terarija. Le naučiti ga bomo morali, kako to storiti! In zdaj smo končno definirali svojo nalogo: zasnovati moramo program mikrokontrolerja za upravljanje mikroklimatskih razmer terarija in elektronska vezja, ki bodo izvajala ukaze programa. Na to se bomo osredotočili v nadaljevanju!

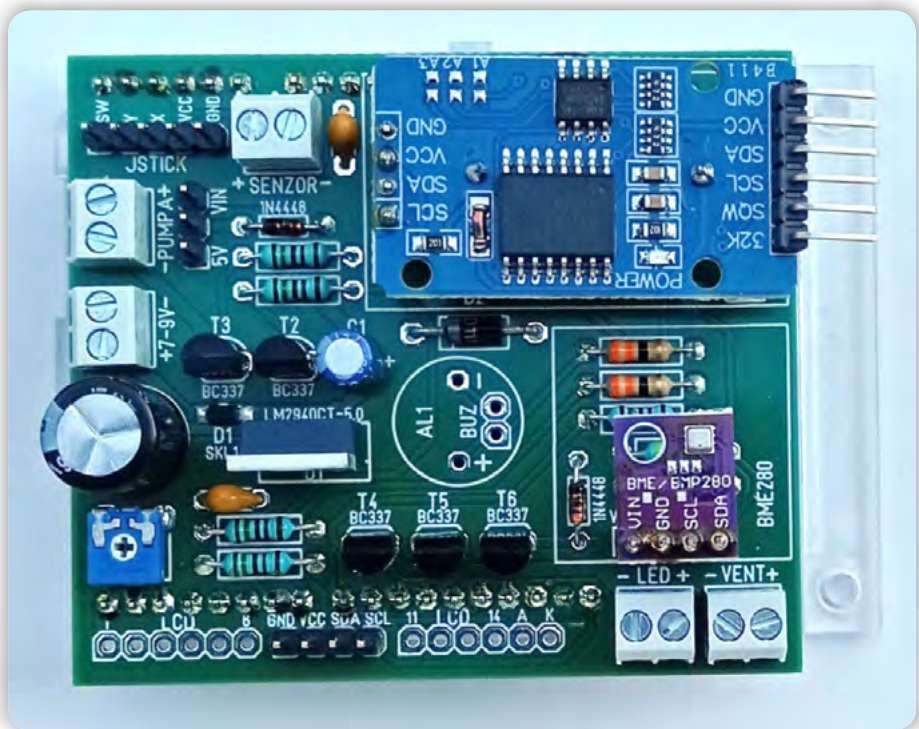
Električna shema

Električno shemo bomo analizirali po funkcionalnih enotah. Sheme na sliki 5 prikazujejo, kako so napajalniki priključeni na konektorje plošče Arduino UNO in preko njih na priključke mikrokontrolerja RA4M1. Črpalka in LED trak lahko »potegneta« tokove več sto mA, celo do 1 A: zato smo za krmiljenje njunega delovanja predvideli po dva vzporedno vezana tranzistorja BC337-40. V takšni povezavi bo vsak tranzistor prevzel polovico obremenitve in bo lahko šel globlje v nasičenost - z drugimi besedami, bližje bo idealnemu stikalu. K temu prispeva tudi izbira tranzistorjev: uporabljamo tiste z oznako »40«, ki imajo največje tokovno ojačenje med vsemi tranzistorji v seriji BC337.

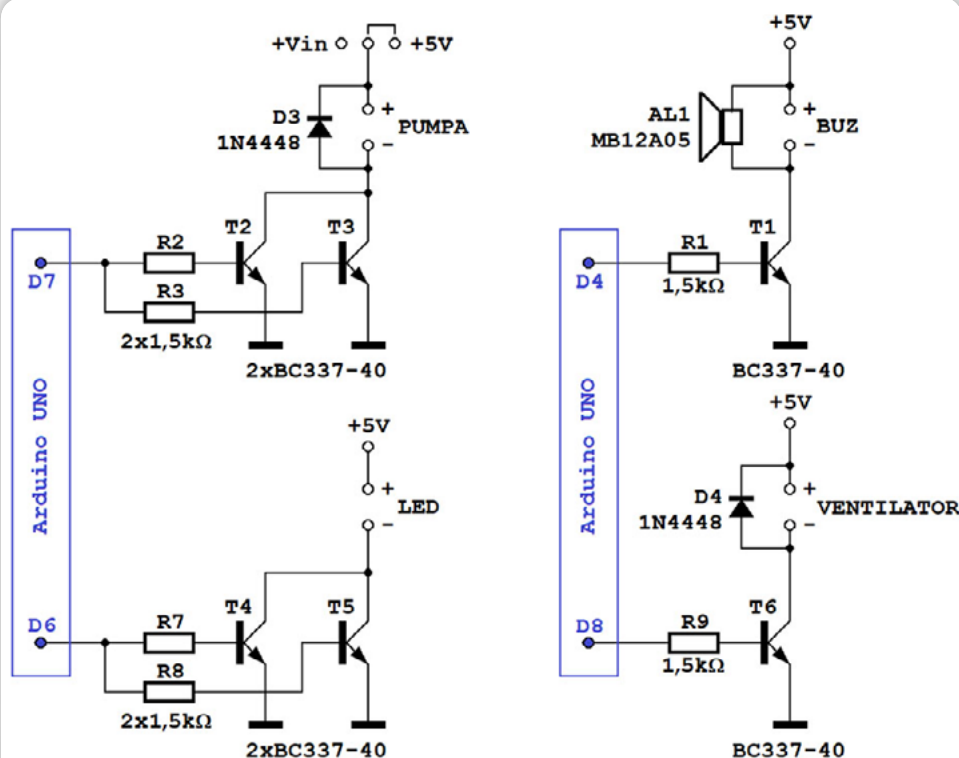
Poraba brenčala in ventilatorja je bistveno manjša, zato za krmiljenje njunega delovanja zadostuje en tranzistor istega tipa. V vseh primerih se tranzistorji aktivirajo preko upora 1,5 kΩ. Njihova vrednost je bila izbrana kot kompromis med zahtevo, da je osnovni tok tranzistorja dovolj velik, da tranzistor dobro prevaja, in zahtevo, da ne preobremenimo priključka mikrokontrolerja, ki krmili delovanje teh tranzistorjev (priključki mikrokontrolerja RA4M1 lahko zagotavljajo tokove do 8 mA).

Črpalka in ventilator sta induktivna porabnika in zato so bile vzporedno z njunimi priključki dodane zaščitne diode. Preperečujejo nastanek napetostnih »konic«: v trenutkih, ko izklopimo črpalko ali ventilator, energija, ki se nabere v njihovih motorjih, povzroči kratkotrajen napetostni impulz, ki bi lahko uničil tranzistor ali preostali del vezja. Z dodajanjem diod se ta energija »izprazni« skozi diode in ne more povzročiti škode.

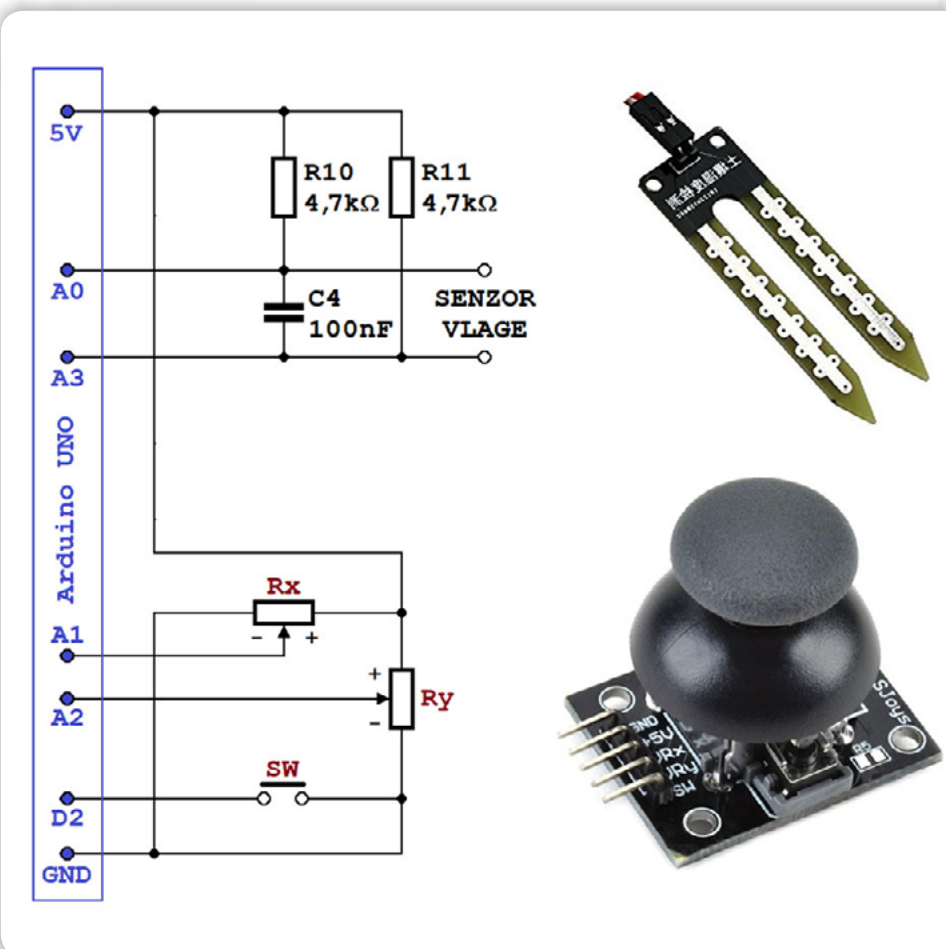
Opazili boste tudi, da smo za črpalko izbrali dve možni napajalni napetosti: 5 V iz napetostnega stabilizatorja in vhodno napetost Vin iz omrežnega adapterja. Katera bo ugodnejša, je odvisno od vrste črpalke in pogojev, v katerih deluje.



Slika 4: Ščit, ki ga postavimo na Arduino UNO, vsebuje vso potrebno elektroniko.



Slika 5: Tako so močnejša bremena povezana s priključki Arduino UNO ploščice.



Slika 6: Tako sta senzor vlažnosti tal in igralna palica povezana s ploščo Arduino UNO.

Shema na sliki 6 prikazuje, kako sta igralna palica in senzor vlažnosti priključen na Arduino Uno ploščo.

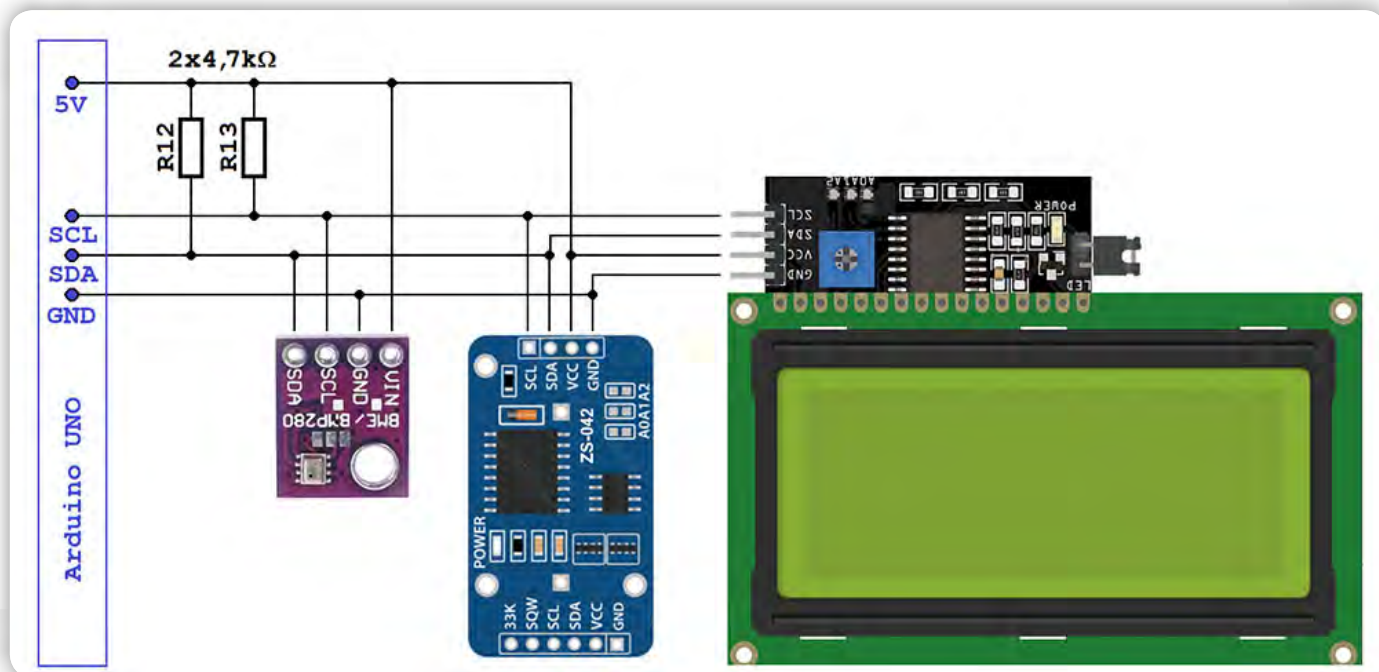
Igralna palica je sestavljena iz dveh potenciometrov, nameščenih pod kotom 90°. Glede na položaj »gobe« bo napetost na drsnikih potenciometra v območju 0-5 V. Ker želimo izmeriti te napetosti, smo drsnike priključili na analogna vhoda A1 in A2. Igralna palica vsebuje tudi eno tipko, SW, katerega izhod je digitalen: na njej napetost 0, ko je tipka pritisnjena in 5 V, ko je tipka sproščena.

Senzor vlažnosti je sestavljen iz dveh ločenih prevodnih trakov. Medtem ko sta v zraku, je upor med njima neskončno visok. Če senzor vstavimo v vlažna tla, se bo upor med njima zmanjševal z višjo vlažnostjo. Zato bo napetost na stičišču med fiksno uporoma R10 ali R11 in priključki senzorja vlažnosti odvisna od vlažnosti tal. To napetost želimo izmeriti, zato smo priključka senzorja priključili na analogna priključka A0 in A3.

Vezje za zajemanje napetosti na senzorju vlažnosti bi lahko bilo preprostejše: en priključek bi lahko priključili na 0 V (GND), drugega pa prek ustreznega upora na 5 V. V tem primeru bi za zajemanje napetosti potrebovali le en analogni priključek. Vendar se je izkazalo, da čeprav skozi senzor teče tok manjši od 1 mA, eden od njegovih priključkov zelo hitro oksidira in se prekrije z nekakšno usedlino. Očitno v zemlji, ki vsebuje vse vrste mineralov (ki so hrana za našo rastlino!), pride do elektrolize, katere učinka si ne želimo.

Problem smo rešili na naslednji način: programsko smo konfigurirali vrata A0 in A3 izmenično kot analogne vhode in digitalne izhode:

- ko je A3 konfiguriran kot digitalni izhod, nastavljen na stanje »0« (= 0 V), bo tok tekel skozi upor R10, senzor vlažnosti in napetost na njunem stičišču pa se bosta odčitala prek analognega vhoda A0;



Slika 7: Tako so senzor, ura in alfanumerični zaslon BME280 priključeni na priključke Arduino UNO ploščice.

- Ko je A0 konfiguriran kot digitalni izhod, nastavljen na stanje »0« (= 0 V), bo tok tekel skozi upor R11, senzor vlažnosti in napetost na njunem stičišču pa se bosta odčitata prek analognega vhoda A3.

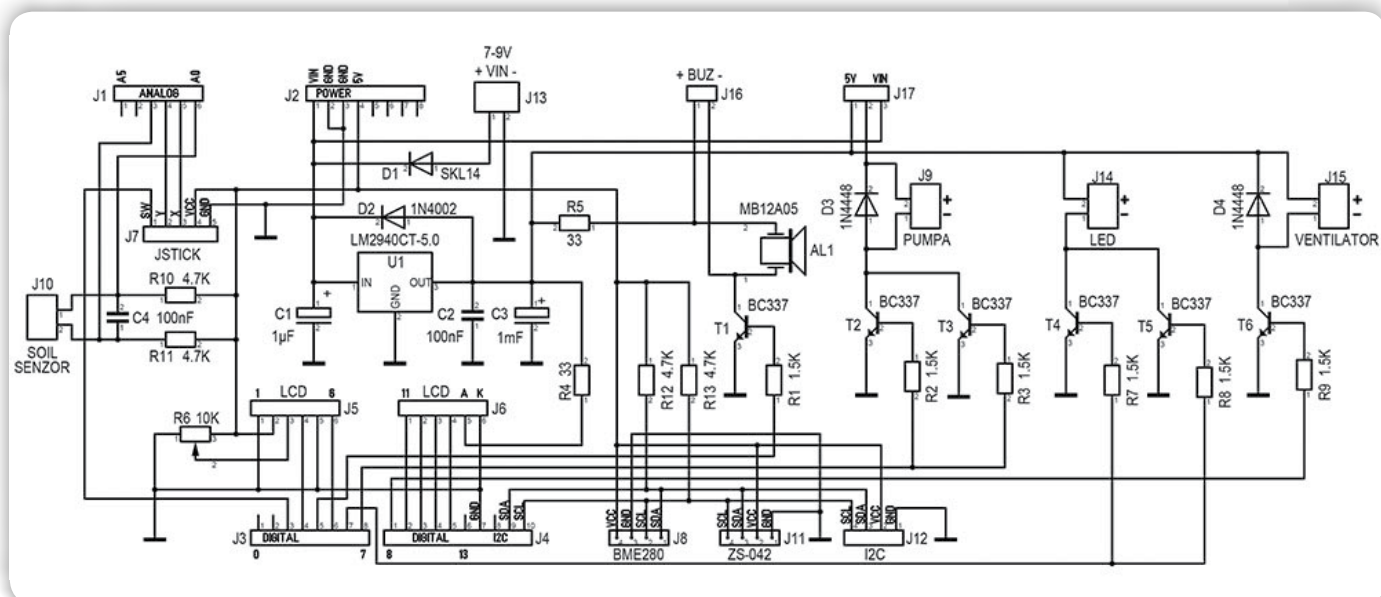
V obeh konfiguracijah imamo enako funkcionalnost, vendar tok skozi senzor teče v nasprotnih smereh, zato je elektrolitski učinek izničen ali vsaj zmanjšan.

Senzor temperature, vlažnosti zraka in tlaka (BME280), ura realnega časa (čip DS3231 na modulu ZS-042) in alfanumerični zaslon so priključeni na Arduino UNO ploščico v skladu s shemo na sliki 7. BME280 in ZS-042 uporabljata komunikacijo I2C in ju je mogoče neposredno priključiti na isto vodilo I2C (SDA/SCL). Prvotno je alfanumerični zaslon uporabljal drug način komunikacije, zato smo namestili modul s čipom

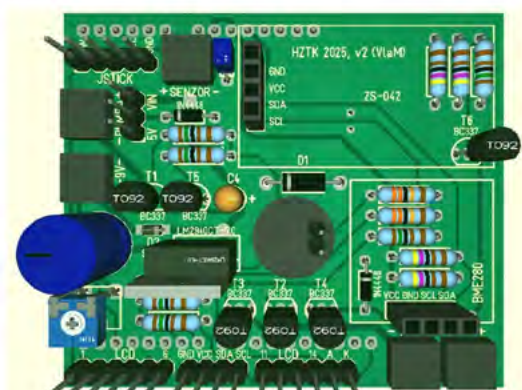
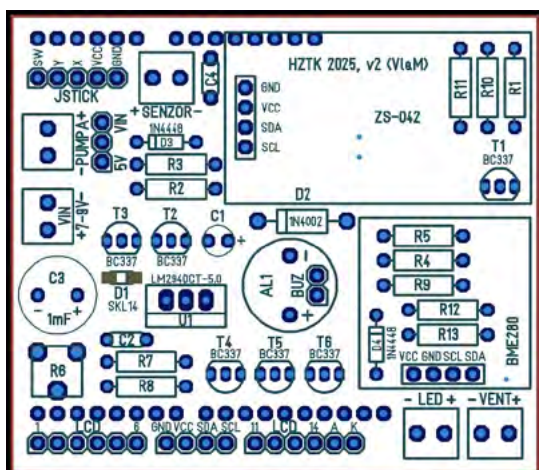
PCF8574 - tako smo mu dodali funkcionalnost I2C, tako da ga zdaj lahko priključimo neposredno na isto vodilo. Z vsemi tremi moduli komuniciramo le prek dveh komunikacijskih linij, SCL in SDA!

Celotna shema elektronskega vezja pametnega domačega vrta je prikazana na sliki 8. Na shemi bomo prepoznali vezja, o katerih smo že pisali, in opazili nekaj novih podrobnosti. Najpomembnejši med njimi je stabilizator napetosti LM2940 (U1). U1 zagotavlja stabilno napetost 5 V, ki napaja vse večje porabnike - črpalko, LED osvetlitev, ventilator in brenčalo.

Za napajanje naprave uporabljamo omrežni adapter z izhodno napetostjo v območju 7-9 V, ki lahko zagotovi tok 1,5 A ali več. Omrežni adapter priključimo na vrata VIN in njegova napetost se preko diode D1 dovaja na vhodna vrata sta-



Slika 8: Celotna shema elektronskega vezja pametnega hišnega vrta.

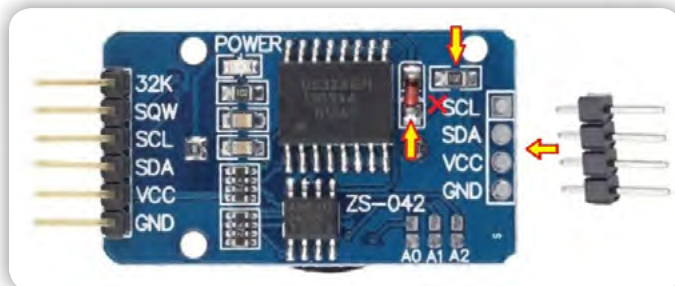


Slika 9: Maska ki jo postavimo na Arduino UNO vsebuje vso potrebno elektroniko.

bilizatorja napetosti LM2940, pa tudi na vrata VIN Arduino UNO ploščice. Tudi Arduino ima lasten stabilizator napetosti, ki zagotavlja stabilno napetost za mikrokontroler in druge komponente v njegovem okolju. Na ta način ločimo napajalnice občutljivega mikrokontrolerja od močnejših komponent, ki lahko povzročajo nihanje napajalne napetosti. Dioda D1 ščiti celotno vezje pred napačno obrnjeno napajalno napetostjo; uporabljena je bila dioda tipa Schottky, kjer je padec napetosti na njej bistveno manjši kot pri podobnih silicijevih diodah.

Slika 8 prikazuje tudi, kako so posamezne komponente elektronskega vezja priključene na ANALOGNE, POWER, DIGITALNE in I2C priključke Arduino UNO ploščice. LCD priključki so namenjeni priključitvi »klasičnega« (vzporednega) alfanumeričnega prikazovalnika, trimer R6 pa se uporablja za nastavitev kontrasta na tako priključenem prikazovalniku. V projektu smo prikazovalnik priključili preko vodila I2C, zato bodo ti priključki in trimer ostali neuporabljeni.

Za postavitev elektronskih vezij je bilo zasnovano tiskano vezje, katerega montažna shema je prikazana na sliki 9. Brenčalu je prepuščena možnost namestitve neposredno na vezje ali ločenega na ustreznije mesto na ohišju naprave. Na koncu smo se odločili, da se domači vrt ne oglašja, zato brenčalo ni bilo uporabljeno, razen ko smo spreminjali nekatere nastavitve. Na sliki 4 smo videli, kako plošča izgleda v resnici, ko so nanjo prispajkane vse komponente in so nameščeni moduli.



Slika 10: Modifikacija ZS-042 modula.

Pri nameščanju integriranih vezij, tranzistorjev in diod moramo paziti, da jih pravilno »obrnemo«, torej da se oblika njihovega ohišja ujema z njihovo razporeditvijo na tiskanem vezju. Na ohišju elektrolitskih (polariziranih) kondenzatorjev je označen priključek »-«; nameščamo jih glede na oznake »+« in »-« na tiskanem vezju. Če se odločimo za namestitev brenčala, velja zanj enaka opomba.

Pri komponentah, ki niso nameščene na tiskanem vezju (kontrolna palica, zaslon, senzor BME280, črpalka, LED trak, ventilator), ampak so nanj povezane z večžilnimi kabli, je treba poskrbeti tudi za priklop istoimenskih konektorjev. Če tega ne storimo, naprava ne bo delovala pravilno in posamezne komponente se lahko uničijo.

Posebno pozornost moramo nameniti uri realnega časa (ZS-042), ki je nameščena neposredno na tiskanem vezju, v njegovem zgornjem desnem kotu (glede na sliko 9). Plošča ima 4-pinski ženski konektor, preko katerega bo modul priključen na vodilo I2C. ZS-042 ima prvotno že spajkani šest-pin vodoravno nameščen priključni konektor, kar se je izkazalo nerodno za priključitev (slika 10). Uporabili bomo alternativni 4-pin konektor na »desnem« robu modula, na katerega je treba spajkati priključni konektor tako, da so njegovi priključki obrnjeni proti strani, kjer se nahaja baterija. S tem dodatkom ZS-042 preprosto priključimo v konektor na tiskanem vezju.

Pred namestitvijo je potrebno narediti eno pomembno modifikacijo modula ZS-042! Da bi ura lahko nadaljevala z delovanjem v primeru izpada električne energije, ima modul rezo za »rezervno« baterijo (na sliki 10 ni vidna, ker se nahaja na spodnji strani plošče). Modul je zasnovan za polnilno baterijo LIR2032 in vsebuje preprosto vezje za njeno polnjenje. Če želimo uporabiti »navadno« litijevo baterijo, CR2032, ki ima zadostno kapaciteto za več let delovanja, moramo preprečiti polnjenje!!! V ta namen bomo odstranili SMD upor ali diodo (na sliki 10 so označeni z navpičnimi puščicami) ali pa prerežali vez na TIV pod oznako X.

Zdaj, ko smo spoznali elektronski del projekta, nam preostane le še razložiti koncept programa in se ozreti na težave, na katere smo naleteli med programiranjem. O tem preberite v naslednjem delu!

Opombe: Avtor ideje, konstrukcijski načrtovalec in vodja LJŠTA 2025 je Danijel Šimunić, zaposleni pri HZTK. Elektronsko vezje in program je zasnoval avtor tega članka. Članek je bil prvotno objavljen v reviji ABC tehnike, za Svet elektronike pa ga je priredil avtor.

<https://svet-el.si>



KNJIGA **ELEKTRONIKA ZA ZAČETNIKE**

Oglejte si
VSEBINO!



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



programming has never been easier

Smo uradni zastopnik za ELNEC v Sloveniji!

BeeProg3



70-0074



BeeProg2



BeeProg2C



70-0036



BeeProg204P



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