

SE  
337

REVIJA ZA ELEKTRONIKO, AVTOMATIKO, RAČUNALNIŠTVO IN TELEKOMUNIKACIJE

# svet ELEKTRONIKE

ISSN 1318-4679



9 771 318 467 014



letnik XXXII  
februar 2025  
številka 337  
cena:

**5,50 €**



**Quectel je predstavil  
ultrakompaktni modul  
LS550G GNSS**

PROSTOR ZA NALEPKO



**Dosežen pomemben mejnik  
na področju čipov**

**Neprestane inovacije:  
miniaturni WSSOP PhotoMOS®  
dviguje merilno in testno opremo**

**Kako smo tehtali kovance**

**Raspberry Pi 5 s 16 GB RAM!**

**Detekcija smrčanja z Nordic Semi Thingy:53**



ARDUINO  
PROTO KIT

**Spoznajte komplet Arduino  
Pro Portenta Proto Kit**

# Kaj imajo skupnega strast, radovednost in ustvarjalnost?

Odgovor: **vas**

Kakorkoli ste se poimenovali (ustvarjalec, študent, popravljalec, hobi strokovnjak, tehnološki strokovnjak...), posebljate duh izumiteljstva – in ta duh je tisto, kar ustvarja boljši svet za vse nas.

**Vi si zamislite, mi pa vam bomo pomagali zgraditi na [digikey.si](https://digikey.si)**

# DigiKey

**we get technical**

**UVODNIK**

- 4 Začela se je sezona  
*Jurij Mikeln*

**NOVICE**

- 5 Quectel je predstavil ultrakompaktni modul LS550G GNSS 5 mm × 5 mm × 1,05 mm za določanje položaja v aplikacijah z nizko porabo energije  
<https://www.quectel.com>
- 7 Neprestane inovacije: miniaturni WSSOP PhotoMOS® dviguje merilno in testno opremo  
<https://holdings.panasonic/global>
- 8 Dosežen pomemben mejnik na področju čipov  
<https://global.chinadaily.com.cn/>
- 9 Spoznajte komplet Arduino Pro Portenta Proto Kit  
<https://docs.arduino.cc>
- 12 Nova Click plošča podjetja MIKROE pomaga pri razvoju in usposabljanju ML modelov za analizo vibracij  
<https://www.mikroe.com>
- 13 Nova revolucionarna, nagrajena ultra širokopasovna LDS Tulip antena  
<https://www.kyocera-avx.com>

**PREDSTAVLJAMO**

- 16 Temperaturno odporni merilni in krmilni kabli TKD  
<https://www.tme.eu>
- 17 Kako PROFET Wire Guard ščiti sistem ožičenja in njegove komponente  
*Avtor: Ralf Hickl*  
<https://www.rutronik.com>
- 19 Uporaba izolacije za ohranitev natančnosti in izboljšanje učinkovitosti pridobivanja podatkov  
*Avtor: Rolf Horn*  
<https://www.digikey.com>
- 23 Kako nekdo, ki ni strokovnjak za umetno inteligenco, razvija modele umetne inteligence za vid?  
*Avtor: Takaaki Suezawa*  
<https://www.renesas.com>

**PROGRAMIRANJE**

- 27 Raspberry Pi 5 s 16 GB RAM!  
*Avtor: dr. Simon Vavpotič*  
<https://pcusbprojects.com>
- 30 Kako smo tehtali kovance  
*Avtor: Mag. Vladimir Mitrović*
- 35 Programiranje ESP32 modulov v Tasmota razvojnem okolju – 3.del  
*Avtor: dr. Simon Vavpotič*
- 39 GUI-O in razvojni proces 2. del  
*Avtor: Janez Pirc*
- 43 Detekcija smrčanja z Nordic Semi Thingy:53  
<https://hackster.io>

**Quectel je predstavil ultrakompaktni modul LS550G GNSS**

Quectel Wireless Solutions, globalni ponudnik rešitev za internet stvari, z veseljem predstavlja LS550G, izjemno kompakten modul GNSS z več konstelacijami, zasnovan za hitro in natančno določanje položaja. LS550G je s svojimi dimenzijami 5 mm x 5 mm x 1,05 mm idealna rešitev za aplikacije, ki so občutljive...

**Stran:5****Dosežen pomemben mejnik na področju čipov**

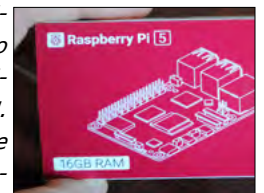
Tehnološko podjetje poroča o preboju pri ključnem materialu, ki se uporablja za polprevodnike. Po podatkih visokotehnološkega podjetja iz Wuhana v provinci Hubei je Kitajska nedavno doživela prelomni dosežek na področju fotorezista - ključnega materiala, ki se uporablja pri...

**Stran:8****Spoznajte komplet Arduino Pro Portenta Proto Kit**

Komplet za izdelavo prototipov Arduino Pro Portenta Proto Kit, ki je bil predstavljen na sejmu CES 2025, bo korenito spremenil pristop strokovnjakov k izdelavi prototipov. Ta komplet je zasnovan tako, da opolnomoči inženirje, oblikovalce in inovatorje z vseh področij, saj zagotavlja...

**Stran:9****Raspberry Pi 5 s 16 GB RAM!**

9. januarja smo po nestrpnem pričakovanju končno dočakali različico Raspberry Pi 5 z izboljšanim krmilnikom pomnilnika in 16 GB RAM. Velika količina pomnilnika pride še kako prav pri reševanju umetno-inteligenčnih problemov in namizni rabi. Ugibanja je konec! Raspberry Pi Ltd. je končno presenetil z nečim, kar smo bili pri dražjih konkurenčnih Orange Pi 5 Plus in Rock Pi 5 že dolgo vajeni...

**Stran:27**[www.renesas.com](http://www.renesas.com)



Jurij Mikeln

## Začela se je sezona

Tako je drage bralke in dragi bralci. Spet je leto naokoli in začela se je sezona sejmov. Najprej se bomo lahko srečali na sejmu IFAM v Ljubljani na Gospodarskem razstavišču. Če komentiram trenutno situacijo – upam, da boste našli parkirno mesto glede na to, da je Ljubljana razkopana prav v bližini razstavišča.

IFAM-u sledi sejem/konferenca Embedded World, ki privabi strokovnjake iz vsega sveta. Pozoren obiskovalec takoj opazi razliko med sejmom electronica v Münchnu in Embedded World v Nürnbergu, saj je na Embedded World precej več tehnično podkovanih razstavljalcev, ki dejansko znajo odgovoriti tudi na kakšno malce bolj zahtevno tehnično vprašanje, medtem, ko so na electronici v glavnem komercialisti.

In ker v reviji Svet elektronike sledimo novim trendom, vam ne bo potrebno iti v Nürnberg, da bi videli kaj se dogaja na področju umetne inteligence. Tako boste že v tokratni številki lahko prebrali, kaj uporabnikom nudi AI Navigator podjetja Renesas. Moram reči, da je bila demonstracija delovanja AI Navigatorja na electronici zelo zanimiva.

AI se pojavlja povsod – tudi pri načrtovanju anten. Tako je Kyocera razvila novodobno anteno s pomočjo AI, o čemer pišemo v tokratni številki. Verjetno ste na spletu in Youtube zasledili informacijo, kjer je opisana nova antena za potrebe NASE, ki jo je prav tako načrtovala AI. Oblika te antene je – milo rečeno, nenavadna. Ampak menda odlično deluje, kar pomeni, da se je AI dokazala tudi na področju načrtovanja anten.

Gotovo bomo v reviji Svet elektronike še veliko pisali o AI in njeni uporabi v elektroniki in programiranju. Ampak tokrat smo vam pripravili tudi malce manj zahteven članek – brez uporabe AI. Naš avtor Vladimir je sodeloval na poletni šoli za hrvaške dijake, kjer so izdelali napravo za sortiranje in štetje kovancev. Naprava je zanimiva tako iz strojniškega, kot tudi programskega vidika, zato vabljeni k branju.

Če pa ob branju zaspate – in pri tem tudi smrčite, vam bo morda pomagala naprava, ki zazna smrčanje. Kaj več o tej napravi si preberite v tokratni številki.

Lep pozdrav in vabljeni na IFAM 2025!

Lep pozdrav!  
Jure

REVIJA ZA ELEKTRONIKO,  
AVTOMATIKO,  
RAČUNALNIŠTVO  
IN TELEKOMUNIKACIJE

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

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

Tehnični urednik:  
DTP 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.

**Nova knjiga za  
PROGRAMERJE**

**KUPI ZDAJ!**

# Quectel je predstavil ultrakompaktni modul LS550G GNSS 5 mm × 5 mm × 1,05 mm za določanje položaja v aplikacijah z nizko porabo energije

Quectel

*Quectel Wireless Solutions, globalni ponudnik rešitev za internet stvari, z veseljem predstavlja LS550G, izjemno kompakten modul GNSS z več konstelacijami, zasnovan za hitro in natančno določanje položaja.*



LS550G je s svojimi dimenzijami 5 mm x 5 mm x 1,05 mm idealna rešitev za aplikacije, ki so občutljive na porabo energije in prostora, zlasti tiste, ki zahtevajo zelo tanke module, vključno s prenosnimi in nosljivimi napravami.

Modul GNSS LS550G podpira hkratno sprejemanje konstelacij GPS, GLONASS, Galileo, BDS, QZSS in SBAS, kar izboljšuje vidljivost satelitov, skrajšuje čas do prve določitve položaja in izboljšuje natančnost določanja položaja, zlasti v gostih urbanih okoljih. Modul je opremljen s TCXO, RTC in dvojnimi integriranimi LNA, ter ponuja visoko občutljivost, kar omogoča natančno določanje položaja, hiter zajem in zanesljivo delovanje tudi v zahtevnih razmerah.

Tehnologija SIP (System-in-Package) zmanjšuje velikost modula in zagotavlja



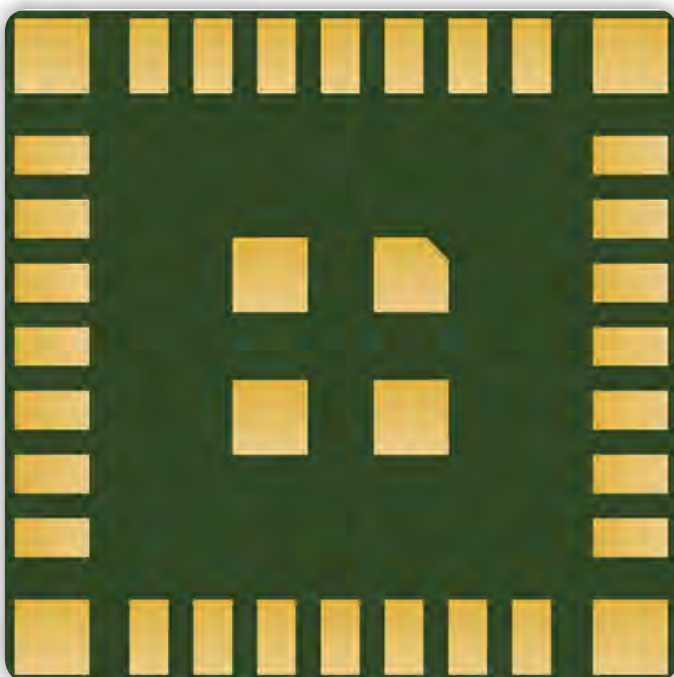


izjemno kompaktno obliko, ki znaša le 5,0 mm × 5,0 mm × 1,05 mm. Takšna zasnova ne prihrani le prostora, temveč tudi zmanjša slabljenje signala, zmanjša motnje, vdor vlage in korozijo ter poveča odpornost proti udarcem.

„LS550G je primer naše zavezanosti k inovacijam na področju tehnologije GNSS, saj ponuja izjemno zmogljivost v izjemno kompaktni obliki,“ je dejal Norbert Muhrer, predsednik in izvršni direktor družbe Quectel Wireless Solutions. „LS550G je s podporo za več konstelacij in napredno zasnovo SIP idealna rešitev za aplikacije, ki zahtevajo visoko natančnost, nizko porabo energije in kompaktno obliko tudi v najzahtevnejših okoljih.“

LS550G ima -165 dBm občutljivosti pri sledenju in -147 dBm občutljivosti pri zajemanju brez zunanjega LNA. Podpira funkcionalnost proti motnjam z vgrajenim večsignalnim aktivnim slabilnikom motenj, ki zagotavlja, da lahko modul ublaži ali prepreči motnje neželenih signalov, ki bi lahko motili njegovo zmogljivost natančnega določanja lokacije.

Modul LS550G, ki zagotavlja visoko zmogljivost z izjemno majhno porabo energije - le 28 mW pri napetosti 1,8 V, pri čemer uporablja štiri konstelacije GNSS. Tehnologija EPOC (En-



hanced Prediction Orbit on Chip) modulu omogoča samodejno izračunavanje in napovedovanje satelitskih orbit z uporabo podatkov efemerid, shranjenih v notranjem pomnilniku RAM, ki veljajo do 3 dni. To modulu LS550G omogoča hitro določanje položaja, tudi v razmerah slabega signala, obenem pa ohranja energetske učinkovitost.

LS550G je zaradi svoje izboljšane zmogljivosti odlična izbira za številne potrošniške in industrijske aplikacije. Zaradi izjemno kompaktnih oblik in nizke porabe energije je idealna rešitev za aplikacije, ki so omejene na prostor in porabo energije, kot so nosljive naprave, sledilniki za šport in premoženje ter izdelki za nego starejših.

Modul se lahko uporablja z aktivnimi in pasivnimi antenami, Quectel pa ima na voljo široko paleto ustreznih anten, ki jih najdete tukaj [1].

Vir:

- 1: <https://www.quectel.com/iot-antennas>

Povzeto po:

- <https://tinyurl.com/bdcm49f7>

<https://www.quectel.com>



# Neprestane inovacije: miniaturni WSSOP PhotoMOS® dviguje merilno in testno opremo

Panasonic Industry

*Panasonic Industry je izdal novo Low CxR PhotoMOS® HS serijo- AQY231R1WY (1Y).*

Panasonic Industry je pred kratkim predstavil nov rele PhotoMOS® v miniaturnem ohišju WSSOP, namenjenem merilni, preskusni in medicinski opremi. Spada v uspešno serijo tako imenovanih nizkih CxR PhotoMOS®. AQY231R1WY (1Y) in imajo optimiziran, zelo nizek produkt C in R izhodnih MOSFET-ov. Prvi rele te serije deluje pri 40 V, 350 mA in je na voljo z razporeditvijo kontaktov 1FormA.

MOSFET releji imajo zaradi svoje hitrosti, učinkovitosti in zanesljivosti ključno vlogo na trgu merilne in preskusne opreme. Panasonic Industry kot zaupanja vreden proizvajalec zagotavlja, da lahko njegovi inovativni izdelki učinkovito izpolnjujejo zgornje zahteve in tako zadostijo potrebam različnih panog in aplikacij.

PhotoMOS® releji se zaradi svojih edinstvenih lastnosti in prednosti v primerjavi s tradicionalnimi elektromehanskimi releji vse pogosteje uporabljajo v različnih industrijskih aplikacijah.

## Tukaj je nekaj ključnih značilnosti povsem novega WSSOP releja

### Novo kompaktno ohišje

WSSOP v primerjavi z običajnimi izdelki zmanjšuje površino montaže za 89 %. To prispeva k miniaturizaciji opreme, kupcu pa daje prednost pri gradnji, ki varčuje z viri in je stroškovno učinkovitejša.

### Delovanje pri visokih temperaturah

Novi PhotoMOS® rele, ki zagotavlja delovanje pri najvišji temperaturi okolice +125 °C, je idealen za uporabo v visokotemperaturnih okoljih, kot so testerji polprevodnikov in testerji gorenja. Za primerjavo, običajni releji lahko delujejo le pri temperaturi do +85 °C.

### Visoka občutljivost

Tok, potreben za delovanje WSSOP releja, je le 1,0 mA, kar je 1/3 od 3,0 mA, ki jih potrebuje običajni izdelek. To kaže na zmanjšanje porabe energije na 1/3, kar prispeva k varčevanju z energijo pri opremi.



### Visoka hitrost delovanja

WSSOP PhotoMOS® rele deluje pri Ton, tipično 0,025 ms; Toff tipično 0,15 ms.

### Visokofrekvenčne karakteristike

ajpomembnejše je, da ima PhotoMOS® HS WSSOP odlične visokofrekvenčne lastnosti, ki omogočajo prenos brez prekinitve visokih frekvenc. Ta izdelek zagotavlja prenosno izgubo 50 Ω v mejah 3dB pri ~10 GHz.

Chaithra Bhat Beedubail, produktni vodja pri Panasonic Industry Europe, komentira: „Z novim PhotoMOS relejem smo za naše stranke razvili izdelek, ki ponuja edinstveno, miniaturno zasnovano, ne da bi pri tem sklepali kakršne koli kompromise glede zmogljivosti. Rele je še posebej primeren za različne aplikacije v testni opremi - kot so testerji integriranih vezij, testerji plošč ali sondne kartice - merilni opremi, kot so multimetri ali multiplekserji, in medicinski opremi, na primer rentgenskih aparatih, ultrazvočniki in tomografi.“

Veseli nas, da bomo s to vznemirljivo novostjo razširili našo družino PhotoMOS.“

Več o PhotoMOS® HS WSSOP releju 1 Form A Low C × R najdete na spletni strani Panasonic Industry.

<https://holdings.panasonic/global>



# Dosežen pomemben mejnik na področju čipov

*Avtorja: Liu Yukun, Cheng Yu v Pekingu in Zhou Lihua v Wuhanu*

*Tehnološko podjetje poroča o preboju pri ključnem materialu, ki se uporablja za polprevodnike.*

Po podatkih visokotehnološkega podjetja iz Wuhana v provinci Hubei je Kitajska nedavno doživela prelomni dosežek na področju fotorezista - ključnega materiala, ki se uporablja pri proizvodnji polprevodnikov, ki je uspešno opravil teste množične proizvodnje.

Kitajski proizvajalec je prvič uspešno proizvedel sestavine in formulo, potrebne za fotorezist, in ima v celoti lastniške pravice intelektualne lastnine za takšne izdelke, kar je pomembno za postopno zmanjšanje prevladujočih omejitev v sektorju proizvodnje integriranih vezij, saj so se številni vidiki zanašali na uvoz, je zapisano v sporočilu, ki ga je časopisu China Daily poslalo podjetje Wuhan Taiziwei Optoelectronics Technology Co Ltd, ki ga podpira Huazhong University of Science and Technology - obe iz Hubeija.

Fotorezisti, kot jih opisujejo raziskovalci podjetja, služijo kot svetlobno občutljiv material, ki je sestavni del fotolitografskega postopka pri izdelavi čipov, podobno kot postopek osvetljevanja pri običajnem fotografskem filmu. Med proizvodnjo čipov se ploščica prekrije s fotorezisti in na maski se izriše vzorec vezja. Ko svetloba prodre skozi masko in izpostavi fotorezist, se po

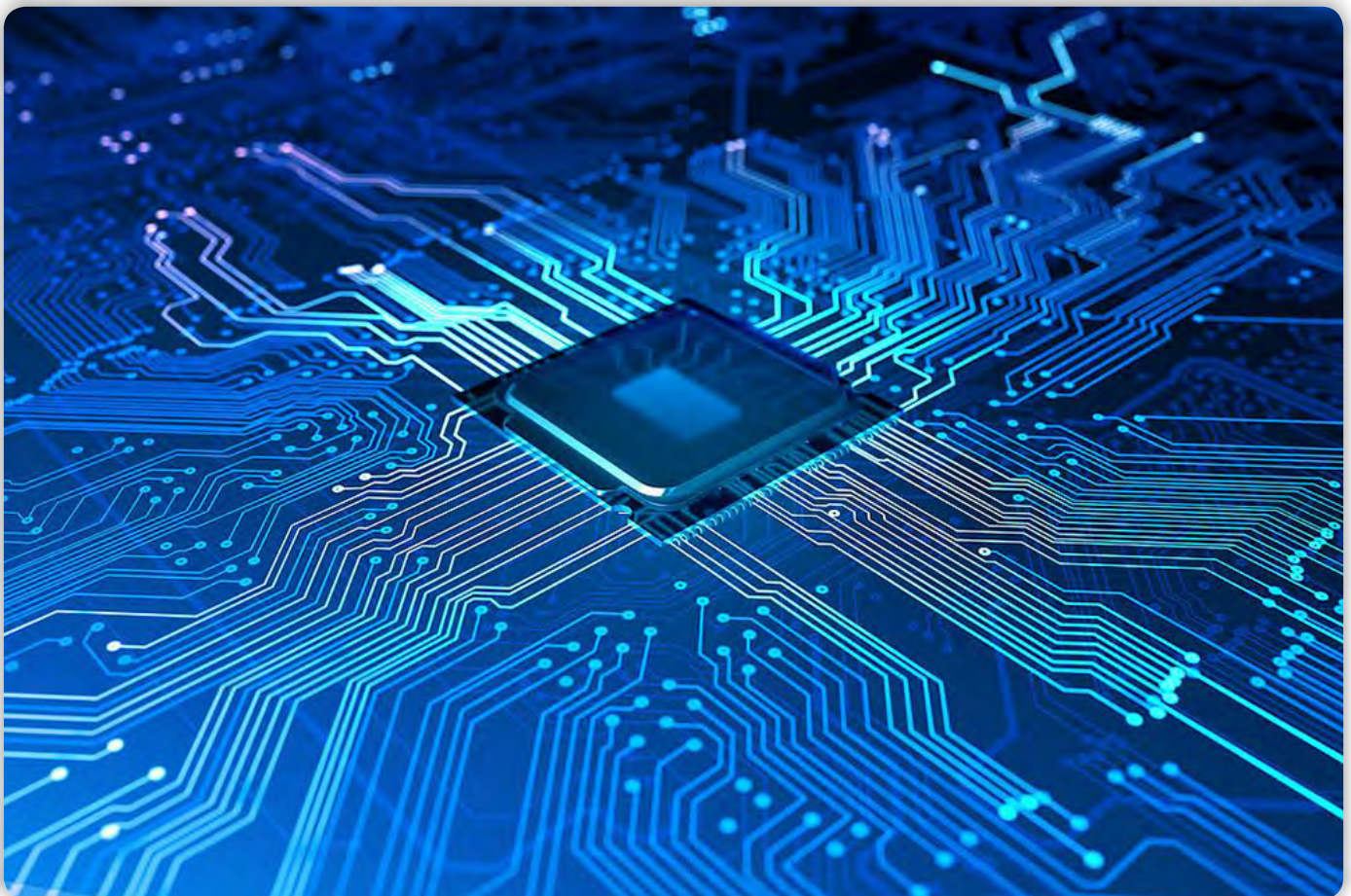
zaporedju postopkov na ploščici pojavi zelena postavitev vezja.

Najsodobnejši fotorezisti, ki jih proizvaja podjetje Taiziwei - imenovani T150A - dosegajo osupljivo ločljivost 120 nanometrov v optični litografiji z večjo toleranco in večjo stabilnostjo v primerjavi s svetovnimi primerki, so povedali v podjetju.

Po besedah podjetja se njegov izdelek dobro obnese tudi pri postopku naknadnega jedkanja, saj po jedkanju zagotavlja odlično navpičnost stranskih sten v gostih vzorcih. Zaradi takšnih lastnosti je izdelek primerljiv s KrF - vodilno serijo fotorezistov v industriji.

„Taiziwei je začel z razvojem surovin in na koncu pridobil tehnologijo formule z neodvisnimi pravicami intelektualne lastnine. To je šele začetek. Naša ekipa bo še naprej razvijala vrsto izdelkov fotorezistov z najsodobnejšimi tehnologijami za različne scenarije in tako podpirala razvoj ustreznih industrij,“ je zapisano v sporočilu.

„Razvoj domače industrije polprevodnikov zdaj omogoča, da





različna mnenja in pogledi temeljito razpravljajo in tekmujejo, kar spodbuja intelektualno razpravo in inovativni razvoj. Na tem področju se bo pojavilo veliko novih tehnologij in podjetij, tehnološke inovacije pa so ključ do preživetja," je dodal.

Strokovnjaki pravijo, da je kitajski sektor polprevodnikov v zadnjem desetletju ne le ohranil hitro rast obsega, temveč je dosegel tudi skok v kakovosti. Stopnja lokalizacije se je močno izboljšala, kar je privedlo do nastanka skupine vodilnih podjetij, zaradi česar je postal ena od pomembnih gonilnih sil gospodarske rasti.

Na nedavnem industrijskem forumu je Sun Yong, vodja naložb v družbi za upravljanje zasebnih kapitalskih skladov v Šanghaju, dejal, da bodo kitajska polprevodniška oprema, materiali za čipe, avtomatizacija elektronskega načrtovanja in intelektualna lastnina čipov doživeli nadaljnji skok v lokalnem razvoju.

Za razliko od prejšnjega cikla, ki so ga poganjali predvsem pametni telefoni in mobilni internet, sedanji razvoj sektorja čipov vodita umetna inteligenca in energetska revolucija, je dejal Sun.

Liu Linfa, direktor za razvojne raziskave pri šanghajskem združenju industrije integriranih vezij, je dejal, da bo v naslednjih 10 letih industrijska tehnologija še naprej napredovala,



arhitektura naprav bo inovativna, nove tehnologije in izdelki pa se bodo uporabljali v več scenarijih. Pojavili se bodo tudi izzivi, ki bodo zahtevali podporo nacionalne politike in gonilno vlogo velikih projektov, mednarodno podjetništvo talentov, večje naložbe in razvoj na podlagi grozdov.

*Fotografija vir: VCG*

Povzeto po:

<https://tinyurl.com/yck8nr8s>

<https://global.chinadaily.com.cn/>



## Spoznajte komplet Arduino Pro Portenta Proto Kit

Arduino

***Komplet za izdelavo prototipov Arduino Pro Portenta Proto Kit, ki je bil predstavljen na sejmu CES 2025, bo korenito spremenil pristop strokovnjakov k izdelavi prototipov.***

Ta komplet je zasnovan tako, da opolnomoči inženirje, oblikovalce in inovatorje z vseh področij, saj zagotavlja vse, kar potrebujejo, da svoje zamisli hitro, učinkovito in brez običajnih omejitev spremenijo v funkcionalne prototipe.

Komplet je na voljo v dveh različicah - Portenta Proto Kit ME (Motion Environment) in VE (Vision Environment, ki bo na

voljo še ta mesec) - in vsebuje napredna orodja za reševanje vseh izzivov, od zaznavanja okolja do strojnega vida in zaznavanja vibracij, s čimer se faza izdelave prototipa skrajša s tednov na dneve in z dni na ure. Prilagodljiv in celovit komplet Portenta Proto Kit vam bo pomagal, ne glede na to, ali razvijate sisteme za predvidljivo vzdrževanje ali hitre preskusne naprave.



**ARDUINO  
PROTO KIT**

## Kaj se nahaja v kompletu Portenta Proto Kit?

Osrednji del kompleta je zmogljiv model Portenta H7 [1] v kombinaciji z vsestranskim Portenta Mid Carrier [2]. Ti sestavni deli podpirajo napredno obdelavo in vrhunsko strojno učenje ter zagotavljajo, da so vaši prototipi pripravljeni na prihodnost in da so funkcionalni.

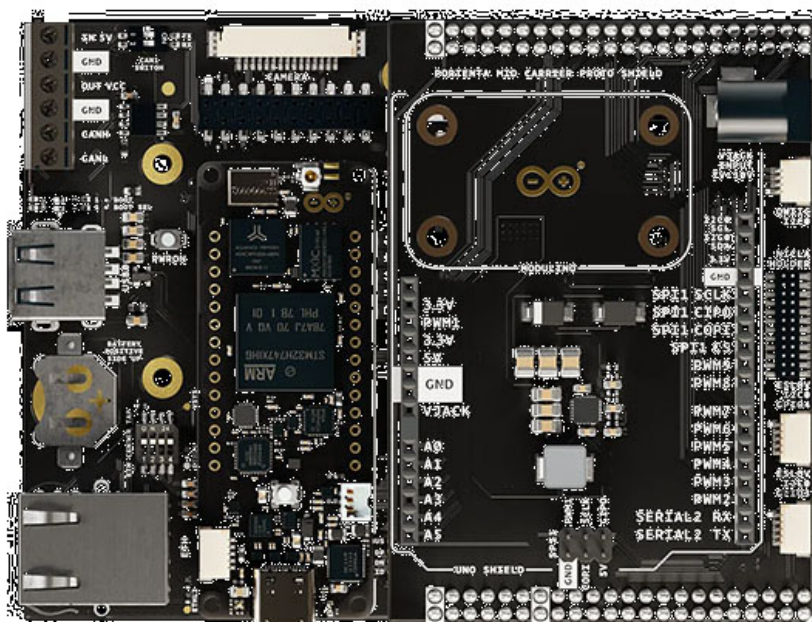
Komplet vključuje tudi celoten nabor Modulino inovativnih vozlišč za hitro zaznavanje in aktiviranje, modul 4G GNSS Global [3] za povezljivost in kupon Arduino Cloud for Business [4]

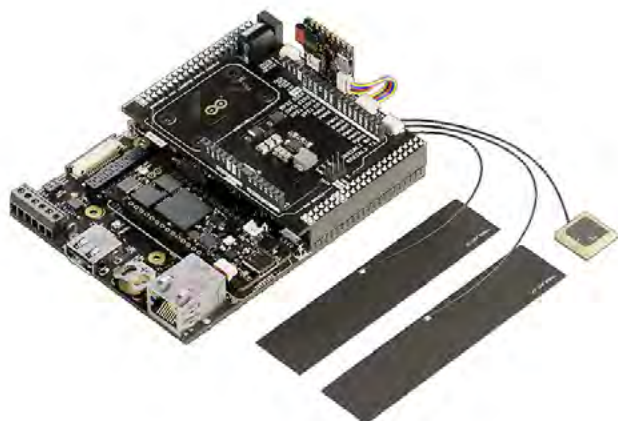
za prve tri mesece brezplačne integracije v oblak - tako lahko podatke shranjujete, prikazujete in analizirate na daljavo.

Glede na izbrano konfiguracijo boste v enem kompletu našli tudi vse, kar potrebujete za zaznavanje gibanja, vida in okolja:

- *Nicla Vision [5] in Nicla Sense Env [6] za strojni vid in spremljanje okolja (različica Vision Environment)*
- *Nicla Sense ME [7] za zaznavanje gibanja in predvidljivo vzdrževanje (različica Motion Environment)*

Vsa ta strojna orodja boste zlahka povezali z novim Proto Shieldom, na programski strani pa boste uporabljali Arduino IDE za razvoj hitrih, razširljivih prototipov, ki omogočajo internet stvari.





v oblak. Če boste nekaj ur namenili tečajju ACE-220, boste pridobili strokovno znanje za popolno izkoriščanje zmogljivosti kompleta, s čimer boste prihranili veliko časa in truda pri izdelavi prototipov ter pospešili svojo pot do inovacij.

## Pričnite razvijati vašo največjo idejo!

Ne glede na to, ali gradite naslednjo veliko stvar na področju avtomatizacije, pametnih mest ali interneta stvari, komplet Arduino Pro Portenta Proto Kit ponuja

orodja, s katerimi lahko to uresničite. Raziščite celoten komplet na spletu [9] in naredite prvi korak k novi opredelitvi možnosti pri izdelavi prototipov.

## Prehod od zamisli do uresničitve v številnih aplikacijah

Proto komplet Arduino Pro Portenta je primeren za številne panye in nešteto aplikacij: modularna zasnova kompleta pomeni, da lahko svoje prototipe prilagodite posebnim zahtevam, kar zagotavlja, da bodo vaši projekti vedno potekali po načrtih. Še več, pogosto boste lahko prešli od izdelave prototipov k proizvodnji brez potrebe po spremembah.

### Tukaj je nekaj idej, ki jih lahko raziščete:

- *Predvidljivo vzdrževanje: skrajšajte čas izpada in spremljajte stanje strojev z uporabo naprednih senzorjev Nicla in napovednih algoritmov v oblaku.*
- *Spremljanje okolja: natančno spremljajte kakovost zraka, šum in druge parametre za sprejemanje odločitev v realnem času.*
- *Strojni vid: izvajajte prepoznavanje predmetov, zaznavanje gibanja in štetje ljudi z uporabo sistema Nicla Vision.*
- *Sledenje logistiki: spremljajte blago med prevozom z okoljskimi podatki in sledenjem lokacije v oblaku.*
- *Odkrivanje vsiljivcev: uporabite prepoznavanje gibanja in obrazov za varnostno spremljanje z opozorili v realnem času v oblaku.*
- *Polnilna postaja za električna vozila: izdelajte prototip za učinkovito polnjenje na daljavo z analizo podatkov.*
- *Testne naprave za visoke hitrosti: izdelajte skalabilne testne postaje za avtomatizirano kalibracijo senzorjev, testiranje obremenitve in analizo podatkov v realnem času.*

Kot vedno smo radovedni, kaj si bo Arduino strokovna skupnost izmislila v prihodnje!

## Učite se in uvajajte inovacije z ACE-220 tečajem

Ste pripravljeni na začetek dela? Vpišite se v ACE-220 [8]: Na Arduino Academy se udeležite certifikacijskega tečaja Portenta Proto Kit. Ta osemurni strokovni program je zasnovan tako, da embedded inženirjem, razvijalcem strojne opreme in ugnezdene programske opreme ponuja praktične module, ki zajemajo vse od nastavitve strojne in programske opreme do integracije

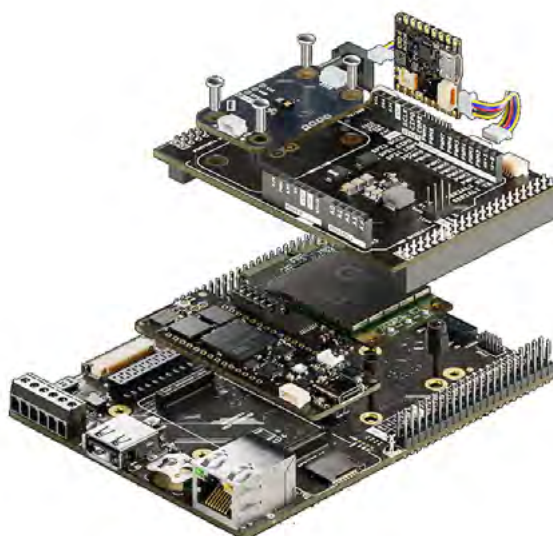
### Viri:

- 1: <https://tinyurl.com/39wsw2dk>
- 2: <https://tinyurl.com/4u6ttrdz>
- 3: <https://tinyurl.com/bdcf65v4>
- 4: <https://tinyurl.com/2wd8anfk>
- 5: <https://tinyurl.com/3rc5st8d>
- 6: <https://tinyurl.com/4vyf23sw>
- 7: <https://tinyurl.com/b2auf9u2>
- 8: <https://tinyurl.com/yhef3h2z>
- 9: <https://tinyurl.com/254ztj7h>

### Povzeto po:

- <https://tinyurl.com/mrx2a8ek>

<https://docs.arduino.cc>



# Nova Click plošča podjetja MIKROE pomaga pri razvoju in usposabljanju ML modelov za analizo vibracij

MikroElektronika

*ML Vibro Sens Click s 3-osnim NXP-jevim merilnikom pospeška z nizkim g pomaga prepoznati stanje stroja.*

ML Vibro Sens Click [1] podjetja MIKROE, proizvajalca ugnazdenih rešitev, ki z inovativno strojno in programsko opremo, temelječo na preizkušanih standardih, bistveno skrajšuje čas razvoja, je kompaktna dodatna plošča, zasnovana za natančno zaznavanje in analizo gibanja in vibracij. Na podlagi FXLS8974CF, 3-osnega akcelerometra FXLS8974CF za merjenje nizkih pospeškov iz podjetja NXP, ta Click™ plošča ponuja visoko zmogljivost in vsestranskost, ki je idealna za razvoj in usposabljanje modelov strojnega učenja (ML) za analizo vibracij.

Nebojša Matic, izvršni direktor podjetja MIKROE, je dejal: „ML Vibro Sens Click, je nov član družine kompaktnih Click bo-



ard™ plošč s podporo mikroBUS™ [2], ki jih je naše podjetje razvilo že 1750. ML Vibro Sens Click se lahko uporablja za zbiranje podatkov za usposabljanje ML modelov za prepoznavanje različnih vrst vibracij ter za spremljanje zdravja strojev in industrijske opreme na podlagi vzorcev vibracij. Uporablja se lahko tudi za spremljanje gibanja in dejavnosti v nosljivih napravah ter za zaznavanje vibracij, ki jih povzročajo potresi ali drugi seizmični dogodki.”

FXLS8974CF ponuja vsestranskost delovanja z izjemno nizko porabo energije in visoko zmogljivimi načini, kar zagotavlja učinkovito uporabo v različnih scenarijih. Vgrajene digitalne funkcije poenostavljajo zbiranje podatkov in zmanjšujejo porabo energije sistema, robustno delovanje v razširjenih temperaturnih območjih pa povečuje zanesljivost v zahtevnih aplikacijah, vključno z industrijsko diagnostiko, nosljivo tehnologijo in spremljanjem okolja.

ML Vibro Sens Click board™ plošča vključuje dva enosmerna motorja za simulacijo vibracijskih dražljajev za strojno učenje. Uravnotežen motor ustvarja stalne „nominalne“ vibracije, ki služijo kot osnovni signal za usposabljanje modelov ML v „zdravem“ stanju. Namenoma okvarjen motor je zasnovan tako, da zagotavlja prilagodljive vibracijske signale, od vibracij nizke intenzivnosti do vibracij s specifično frekvenco.

Pospeškometer FXLS8974CF zajema podrobne podatke iz uravnoteženih in neuravnoteženih motorjev, kar omogoča

razlikovanje med zdravimi osnovnimi stanji in anomalijami. Z gostiteljskim MCU komunicira prek standardnega I2C dvožičnega vmesnika.

**Viri:**

- 1: <https://www.mikroe.com/ml-vibro-sens-click>
- 2: <https://www.mikroe.com/mikrobus>

<https://www.mikroe.com>



## Nova revolucionarna, nagrajena ultra širokopasovna LDS Tulip antena

KYOCERA AVX

*Nova patentirana Tulip antena za površinsko vgradnjo, je revolucionarna nova zasnova, ki uporablja tehnologijo laserskega neposrednega strukturiranja (LDS) in zagotavlja neprimerljivo natančnost v aplikacijah UWB 6,0-8,5 GHz.*

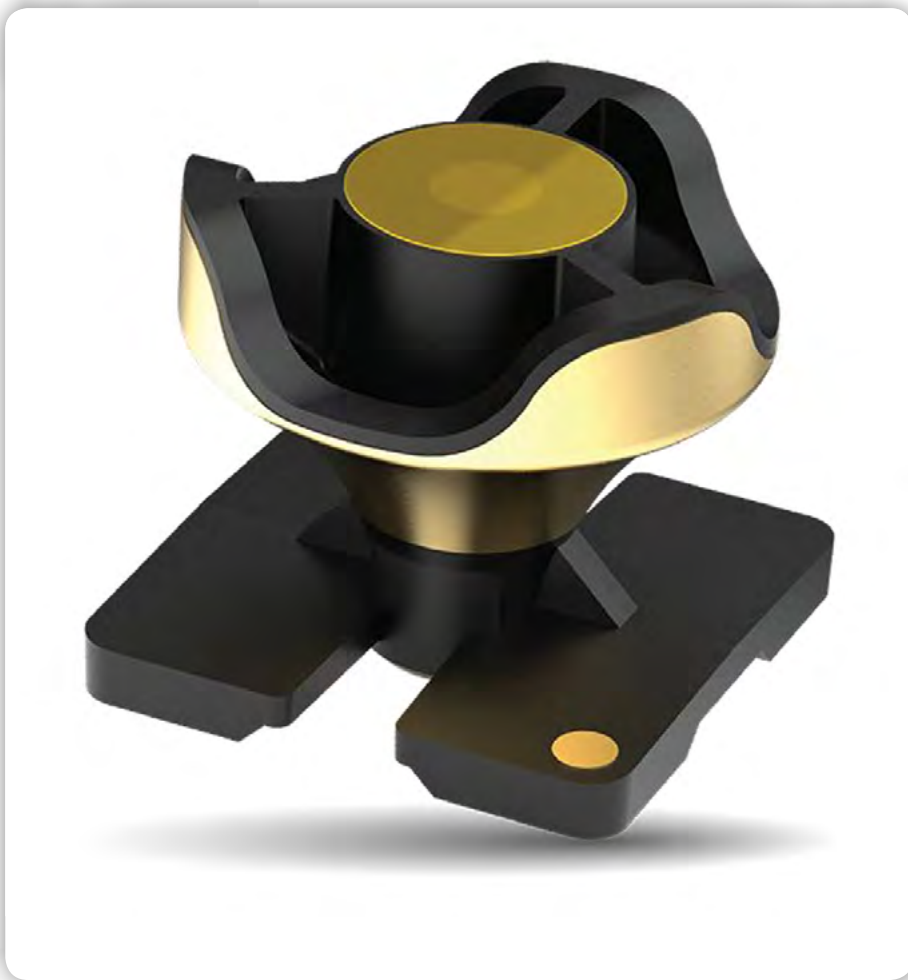
KYOCERA AVX, vodilni svetovni proizvajalec naprednih elektronskih komponent za pospeševanje tehnoloških inovacij in gradnjo boljše prihodnosti, je na sejmu Embedded World

North America predstavil novo inovativno anteno LDS Tulip (9002305L0-L01K) za ultraširokopasovne (UWB) aplikacije 6,0-8,5 GHz za površinsko montažo.



Predstavljena je bila tudi na sejmu Embedded World v Nürnbergu v Nemčiji, kjer jo je neodvisna žirija uglednih strokovnjakov za elektroniko in vodilnih v industriji izbrala za prejemnika nagrade Electronics Specifier Electronics Excellence Award 2024, zaloge - vključno z vzorci - pa so na voljo pri DigiKey in Mouser.

Nova antena UWB LDS Tulip je izdelana s tehnologijo laserskega neposrednega strukturiranja (LDS). Ta postopek podjetju KYOCERA AVX omogoča ustvarjanje prevodnih sledi na kompleksnih 3D strukturah z edinstvenimi vzorci in razvoj anten, ki prinašajo številne prednosti, vključno z znatnim prihrankom prostora in teže, neprimerljivo natančnostjo in točnostjo ter optimiziranim delovanjem. Zato nova antena Tulip deluje kot antena na krovu in na tleh, za katero je značilen vsesmerni sevalni vzorec z izjemno 360-stopinjsko fazno stabilnostjo, konstantnim skupinskim zamikom in linearno polarizacijo - vse to ima ključno vlogo pri rekonstrukciji signala in dodatno izboljša natančnost nizkoenergijskih UWB sistemov kratkega dosega in visoke pasovne širine.



Njene vrhunske značilnosti skupinske zakasnitve in porazdelitve faz izboljšajo natančnost fazne razlike prihoda (PDOA), kar pomeni boljše storitve na ravni sistema, kot sta kot prihoda (Angle of Arrival - AoA) in čas preleta (Time of Flight - ToF), povečajo natančnost lokalizacije naprave v prostoru in zagotavljajo varno komunikacijo z omenjeno napravo. Poleg tega se lahko zaradi svojih zmogljivosti na tleh namesti kjer koli na tiskanem vezju, tudi na sredini plošče in nad kovino, kar omogoča večjo prilagodljivost zasnove v primerjavi z antenami na tleh, za katere je potreben odmik od tal in so zato nameščene ob robovih tiskanih vezij.

Antena UWB LDS Tulip ima majhno obliko, saj meri 6,40 x 6,40 x 5,58 mm, tehta ~0,1 g in podpira SMT pick-and-place montažo. Poleg tega je skladna z najnovejšimi različicami uredb RoHS in REACH ter optimizirana za aplikacije UWB 6,0-8,5 GHz, kot so pametna mesta, mobilnost, maloprodaja, sledenje sredstev, zdravstvo, fitnes, varnost, ročni računalniki in povezljivost, vključno s telematikom in drugimi aplikacijami interneta stvari (IoT).

„LDS tehnologija nam je omogočila razvoj kompaktne ultraširokopasovne antene s konstantno fazo, ki zagotavlja neprimerljivo natančnost v UWB sistemih in je ni mogoče ponoviti s tradicionalnimi kovinskimi antenami ali antenami s fleksibilnim tiskanim vezjem,“ je povedala Carmen Redondo, direktorica globalnega trženja za antene pri družbi KYOCERA AVX. „Zmožnost integracije kompleksnih mehanskih zasnov v miniaturne 3D-oblike nam omogoča, da optimiziramo velikost,

zmogljivost in oddajanje antene tudi pri izjemno majhnih in nenavadno oblikovanih zasnovah, lažje izpolnimo zahteve strank in regulativne specifikacije ter pomagamo strankam v različnih segmentih hitro rastoče industrije pametnih tehnologij skrajšati čas uvajanja na trg.“

Ko je UWB LDS Tulip antena nameščena na tiskano vezje velikosti 40 x 40 mm, ima običajno največjo skupinsko zakasnitev 2ns, največji dobitek 4,3 dBi, prenese 2 W pri neprekinjenem oddajanju (CW) in ima 61-odstotni povprečni izkoristek.

Za več informacij o novi ultraširokopasovni anteni LDS Tulip (9002305L0-L01K) podjetja KYOCERA AVX za aplikacije 6,0-8,5 GHz obiščite Mouser in DigiKey.

Za več informacij o podjetju KYOCERA AVX obiščite spletno stran <https://www.kyocera-avx.com/>, pošljite e-pošto na naslov [inquiry@kyocera-avx.com](mailto:inquiry@kyocera-avx.com), sledite jim na omrežjih LinkedIn, X (Twitter) in Instagram, všečkajte jih na Facebooku, pokličite na številko 864-967-2150 ali pišite na naslov One AVX Boulevard, Fountain Inn, S.C. 29644.

Slika inovativne antene (vir: Kyocera)

#### Povzeto po:

- <https://tinyurl.com/mv8uzf7h>

<https://www.kyocera-avx.com>



# Računalniki ZA DOMA

## KAJ POTREBUJEMO V LETU 2025?

Predstavljamo tri priporočene sestave glede na zmogljivost in cenovni razred.



### APLIKACIJA ALI DATOTEKA ZA EXCEL?

Letos je bilo treba približno 200 tisoč javnim uslužbencem izračunati nove plače. Ministrstvo za javno upravo je v ta namen pripravilo posebno »aplikacijo«. No, Excelov dokument...



#### MONITORPRO:

- Tiskanje 3D
- CAD / CAM

Test Huawei Watch D2 | Test Honor Magic 7 Pro | Smrt iniciative Do not track | Vplivneži in »meme« kovanci | Cenzura na družbenih omrežjih | Nasveti VPN | Nasveti za lastnike električnih avtomobilov

# Temperaturno odporni merilni in krmilni kabli TKD

Transfer Multisort Elektronik Sp. z o.o.

*Ponudba TKD vključuje širok izbor kablov, kabljskih sistemov in različnih vrst povezanih dodatkov. Izdelki te nemške blagovne znamke igrajo pomembno vlogo v katalogu TME. Portfelj TKD vključuje med drugim krmilne, merilne, napajalne in podatkovne prenosne kable. Spodaj predstavljamo tri serije kablov te blagovne znamke, ki so nedavno obogatile ponudbo TME.*

## Seriya SIF – trpežni enožilni kabli

To so enožilni kabli, fleksibilnost razreda 5 po IEC 60228, z zunanjo oblogo iz posebnega silikona, odpornega na temperaturo, ozon, morskovo vodo in UV svetlobo. Za fiksne povezave je njihov obratovalni temperaturni razpon od  $-60^{\circ}\text{C}$  do  $180^{\circ}\text{C}$ . Poleg tega so kabli brez halogenov po IEC 60754-1, samougasljivi in ne širijo plamenov po IEC 60332-1. So znatno odporni na kisline, alkalije in nekatera olja. Pogosto se uporabljajo v metalurški industriji, električnih motorjih in celo v tovarnah plastike. Na voljo so v preseku od  $0,5\text{mm}^2$  do celo  $150\text{mm}^2$  in v širokem razponu barv zunanje obloge: bela, rjava, črna, rdeča, modra in zeleno-rumena.

## Seriya SIHF-J – fleksibilni in trpežni večžilni kabli

Za razliko od SIF je SIHF-J serija večžilnih kablov s silikonsko izolacijo, odpornih na visoke temperature. Uporabljajo se za fiksne in premične povezave, brez prisilnega vodenja. Tako kot serija SIF so izdelani v razredu 5 fleksibilnosti po IEC 60228, z obratovalno temperaturo od  $-60^{\circ}\text{C}$  do  $180^{\circ}\text{C}$ . Ti kabli so brez halogenov (po IEC 60754-1) in ne širijo plamenov (po IEC 60332-1-2). Kabli so namenjeni za uporabo v suhih in vlažnih prostorih. Lahko se uporabljajo tudi na prostem, vendar niso primerni za polaganje v zemljo. V kabljih SIHF-J so žile označene po DIN VDE 0293-308 z barvno izolacijo (do 5 žil), od 6 žil naprej pa je izolacija črna, oštevilčena, z zaščitno žilo. Kabli so na voljo v preseku od  $0,5\text{mm}^2$  do  $16\text{mm}^2$  s številom žil od 2 do 24.



*Kabli SIF delujejo pri temperaturah od  $-60^{\circ}\text{C}$  do  $180^{\circ}\text{C}$  [1]*



*3-žilni kabel z bakreno zaščito v silikonski izolaciji [2]*



## Seriya SIHF+C – fleksibilni zaščiteni kabli za industrijo

To je serija večžilnih kablov, fleksibilnost razreda 5, ki je za razliko od drugih dveh serij dodatno zaščiten s pletenico iz kositrnih bakrenih žic, s pokritostjo zaslona približno 85%. Uporabljeni zaslon je zasnovan za preprečevanje elektromagnetnih motenj, ki negativno vplivajo na učinkovitost prenosa podatkov skozi kabel. Takšni kabli so dobra izbira za industrijo, kjer se lahko pojavijo EMI/ESD motnje. Tako kot serija SIF in SIHF-J je zunanja obloga izdelana iz silikona, odpornega na visoke in nizke temperature. V primeru požara ne širijo plamenov, oddajajo majhne količine strupenih plinov – brez halogenov po IEC 60754-1. Označevanje žil po VDE 0293-308: do 5 žil z barvno izolacijo, od 6 žil z črno izolacijo z natisnjenimi belimi številkami, z zaščitno žilo.

Kabli so namenjeni uporabi v suhih in vlažnih prostorih. Lahko se uporabljajo tudi na prostem, vendar niso primerni za polaganje v zemljo. Nazivna napetost  $U_0/U$  je 300/500V. Na voljo v rdeče-rjavi različici zunanje obloge in v preseku od  $0,75\text{mm}^2$  do  $2,5\text{mm}^2$  s številom žil od 2 do 7.

### Viri:

- 1: [https://www.tme.eu/si/sl/katalog/silikonski-vodniki\\_112538/p,tkd\\_1401/?params=669:1451339\\_kind-of-wire:sif](https://www.tme.eu/si/sl/katalog/silikonski-vodniki_112538/p,tkd_1401/?params=669:1451339_kind-of-wire:sif)
- 2: [https://www.tme.eu/si/sl/katalog/silikonski-vodniki\\_112538/p,tkd\\_1401/?params=669:2026049\\_kind-of-wire:sihf-c](https://www.tme.eu/si/sl/katalog/silikonski-vodniki_112538/p,tkd_1401/?params=669:2026049_kind-of-wire:sihf-c)

<https://www.tme.eu>





# Kako PROFET Wire Guard ščiti sistem ožičenja in njegove komponente

RUTRONIK GmbH

*Avtor: Ralf Hickl, vodja prodaje izdelkov v poslovni enoti za avtomobilsko industrijo (ABU) pri podjetju Rutronik  
PROFET Wire Guard je idealen za distribucijo moči pri 12 V v aplikacijah, povezanih s funkcionalno varnostjo.  
To je posledica njegovih diagnostičnih in zaščitnih lastnosti, avtonomnega delovanja, ko je vozilo parkirano,  
in razpoložljive dokumentacije o varnosti.*

## Kratek stik - nobenih težav

Talilne varovalke imajo dve glavni značilnosti. Ne potrebujejo pomožnega napajalnika (same ne porabljajo energije), kar preprečuje počasno praznjenje baterije ko je vozilo parkirano. Če so pravilno izbrane, ščitijo napajalne kable v kabelskem snopu zaradi svoje značilnosti, tj. najšibkejši člen v verigi kablov. Z napredovanjem avtomatiziranih funkcij vožnje se pojavljajo vedno večje zahteve za 12 V električni sistem, zato tradicionalne talilne varovalke niso več ustrezne.

Pri visoko avtomatiziranem vozilu (ADAS raven L2 in višje) kratek stik v enem delu električnega sistema ne sme vplivati na kritične komponente v drugih delih ali na redundantni električni sistem. Takšne napake je treba takoj zaznati in izolirati, da se zaščitijo drugi porabniki in vir napetosti.

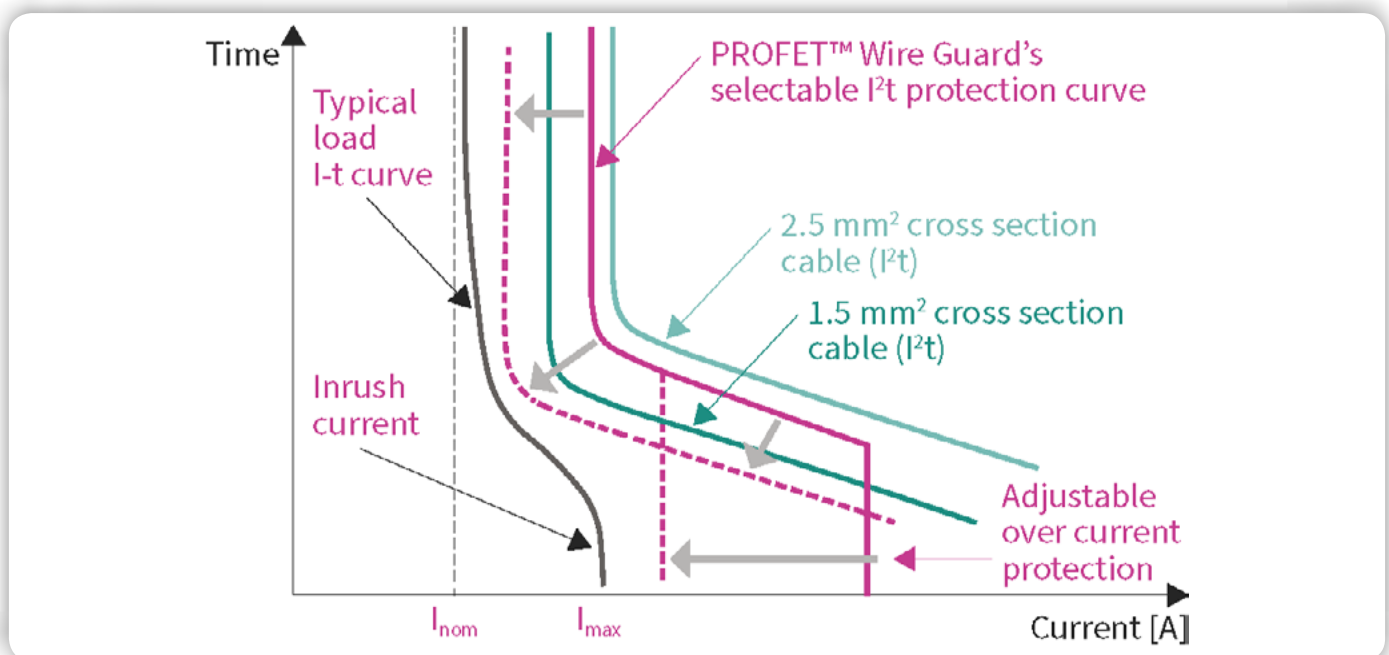
## Elektronska varovalka mora zato nuditi dodatne zmogljivostne lastnosti, kot so:

- nastavljiva prožilna karakteristika, prilagojena obremenitvi in preseku linije,

- nizka disperzija prožilne karakteristike,
- hitra aktivacija v  $\mu\text{s}$ ,
- možnost ponastavitve prek električnih signalov ali komunikacije po vodilu,
- povratne informacije o diagnozi,
- primernost tudi pri kapacitivnem preklapljanju obremenitev in
- podpora razvoju v skladu z ISO 26262 glede funkcionalne varnosti.

## Elektronske varovalke z novimi funkcijami

Nova družina žičnih varoval PROFET (Protected Field Effect Transistor) podjetja Infineon ponuja več novih funkcij: Vgrajena in nastavljiva funkcija  $I^2t$  ščiti kable pred pregrevanjem. Z zunanjim uporabo lahko izberete šest različnih karakteristik  $I^2t$  glede na presek priključenega kabla (slika 1). Povezani temperaturni model v sistemu Wire Guard deluje na vgrajenem računalniku in



*Karakteristike obremenitve, nosilnost kablov in značilnosti izklopa varovala PROFET Wire Guard. Ena od šestih izbirnih karakteristik  $I^2t$  in nastavljiv prag previsokega toka ščitita breme, vir in ožičenje. (Vir: Infineon)*

Load current range	PROFET™ Wire Guard		PROFET™ Load Guard
	TSDSO-14	TSDSO-24	TSDSO-14
40 A			
25 A – 30 A		BTG70013A-1ESW	
19.7 A – 23.3 A			
16.7 A – 17.8 A			
14.0 A – 15.5 A	BTG7003A-1EPW	BTG70020A-1ESW	
11.5 A – 12.9 A			
9.0 A – 10.5 A			
8.0 A – 8.6 A	BTG7007A-1EPW		
6.1 A – 7.3 A			
5.1 A – 5.7 A	BTG7016A-1EPW		
4.2 A – 4.9 A			BTG7050-1EPL
3.0 A – 3.9 A			BTG7050-2EPL
2.0 A – 2.9 A			BTG7090-1EPL
1.4 A – 1.9 A			BTG7090-2EPL

*Pregled najnovjših izpeljank družine izdelkov PROFET. Funkcija Load Guard brez simulacije I<sup>2</sup>t pokriva območje nizkih tokov do približno 5 A. Nad to vrednostjo, ko lahko tokovi postanejo kritični za ožičenje, se uporablja zaščita žice. (Vir: Infineon)*

ne potrebuje podpore zunanjega mikrokrmilnika. To zagotavlja zaščito tudi, ko je mikrokrmilnik v stanju pripravljenosti ali v ciklu ponastavitve.

Prožilni prag za hitro izklopitev previsokega toka lahko nastavite tudi z zunanjim uporom. S tem zaščitite vir napetosti (npr. baterijo ali conski krmilnik) in druge porabnike pred povratnimi učinki, ki jih povzročajo kratki stiki. Škodljive posledice so lahko daljše faze prenizke napetosti, ki druge krmilne enote postavijo v prenizko napetost, tako da niso več na voljo za pogonsko funkcijo. PROFET Wire Guard podpira aplikacije z arhitekturo, ki deluje v primeru okvare, s hitrim zaznavanjem in izločanjem napak v primeru previsokega toka.

Diagnostične povratne informacije modula omogočajo, da se različne statusne in dejanske vrednosti odčitavajo druga za drugo prek enega samega kontakta. Statusne in dejanske vrednosti vključujejo dejansko vrednost toka, izbrano karakteristično krivuljo I<sup>2</sup>t, stanje I<sup>2</sup>t in mejno vrednost za izklop previsokega toka.

Pri nizkih obremenitvenih tokovih PROFET Wire Guard samodejno preklopi iz načina I<sup>2</sup>t v način IDLE. V načinu IDLE porablja varovalo žice le približno 50 µA toka, ko je preklopni tranzistor v polni napetosti in so zaščitne funkcije aktivne. Zaradi energijsko varčnega načina IDLE je Wire Guard zato še posebej primeren kot elektronska varovalka za omrežne odseke in obremenitve, ki so aktivne med parkiranjem.

Zaradi načina preklopa kapacitivne obremenitve (CLS) je Wire Guard primeren tudi za hitro polnjenje in vklop velikih kapacitivnih obremenitev. Takšna kapacitivna bremena so lahko na primer kondenzatorji povezave enosmernega toka motornega pretvornika. Za aktiviranje načina CLS se vhod žičnega varovala krmili z določenim PWM signalom. Ta PWM signal nastavi modul na način CLS s strategijo izklopa „Continuous Auto Restart“. Preklopna cikla „Vkllop in napajanje z določenim

največjim tokom“ in „Izklop zaradi zaščite pred prekomernim dvigom temperature“ se ponavljata, dokler padec napetosti na vklopljenem izhodnem tranzistorju ne pade pod določeno vrednost. Takrat se šteje, da je kapacitivna obremenitev dovolj napolnjena. PWM signal se lahko nato nadomesti z visokim nivojem na krmilnem vhodu. Prednost: modul v tem času ostane v določenem varnem območju delovanja (SOA).

## Razširjena družina izdelkov

Infineon je družino izdelkov PROFET razširil z več izpeljankami. Izdelki Load Guard brez emulacije I<sup>2</sup>t pokrivajo območje nižjih tokov do približno 5 A. Nad tem, ko lahko tokovi postanejo kritični za ožičenje, sledijo izdelki Wire Guard (slika 2). Slednji so primerni za uporabo v 12-voltni distribuciji električne energije in v krmilnikih con, ki delujejo v sistemu s klasifikacijo ASIL in zagotavljajo delovanje v primeru okvare (fail operational).

Za preskusne namene so na voljo ocenjevalna tiskana vezja z zaščito žice ali zaščito obremenitve. Te hčerinske plošče se namestijo na ploščo PROFET One4All MB (matična plošča). Žično varovalo lahko nato konfigurirate in testirate z uporabo računalniškega grafičnega vmesnika (Infineon Smart Power Configuration Switches Wizard) prek vmesniškega pretvornika (palica µIO).

## Zaključek

PROFET Wire Guard podjetja Infineon ima potencial, da postane idealna eVarovalka. Zaradi svojih diagnostičnih in zaščitnih lastnosti, nizke porabe energije in razpoložljive dokumentacije o varnosti je primeren za uporabo pri distribuciji moči 12 V z vidika funkcionalne varnosti. Wire Guard zanesljivo ščiti celoten krogotok, ki ga sestavljajo vir, Wire Guard sam, napeljave in obremenitev.

<https://www.rutronik.com>

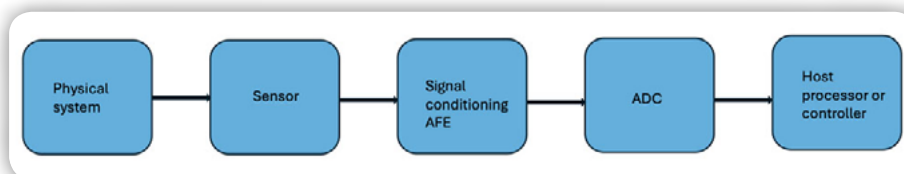


# Uporaba izolacije za ohranitev natančnosti in izboljšanje učinkovitosti pridobivanja podatkov

DigiKey  
Avtor: Rolf Horn

*Selitvijo inteligence na rob z namenom reševanja novih in zapletenih problemov postaja vse bolj pomembno zagotoviti zanesljivost, natančnost in zmogljivost pridobivanja podatkov (DAQ).*

To zahteva, da razvijalci zagotovijo izolirano, natančno signalno verigo med pridobljenim signalom in sistemskim procesorjem.



Zagotavljanje izolacije v natančni analogno-signalni merilni verigi je zahtevna naloga. Da bi ohranili zmogljivost signalne verige kljub dejavnikom, ki motijo signal, in neizogibnemu odstopanju temperature, je treba biti pozoren na podrobnosti. Za mnoge razvijalce je lahko koristno, da pred izbiro in uporabo ustrezne tehnologije izolacije bolje razumejo zadevna vprašanja.

Ta članek obravnava različna vprašanja, povezana z razvojem in optimizacijo vrhunskega izoliranega DAQ sistema, pri čemer oznaka „vrhunski“ vključuje lastnosti natančnosti, točnosti, celovitosti signala in doslednosti. Nato predstavi rešitve signalnih DAQ verig podjetja Analog Devices in pokaže, kako jih je mogoče uporabiti za oblikovanje takega sistema.

## Optimizacija posameznega funkcionalnega bloka

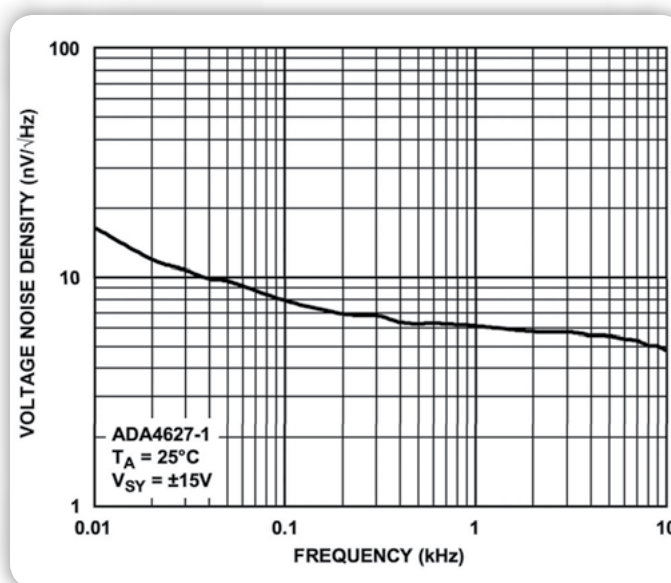
Tipičen DAQ sistem je sestavljen iz vrste funkcionalnih blokov, ki omogočajo prenos signala iz fizičnega sistema skozi senzor. Od tam potuje do analognega vhodnega dela (AFE) za oblikovanje signala, analogno-digitalnega pretvornika (ADC) za digitalizacijo in nato do računalniškega odčitavanja ali krmilnika (ki lahko obsega vse od mikrokontrolerja do veliko večjega sistema (slika 1)).

Doseganje natančnosti in točnosti DAQ sistema se začne z izbiro komponent za oblikovanje signala na vhodni strani, zlasti predojačevalnika pretvornika. Nizka raven šuma je eden od številnih kritičnih dejavnikov za to funkcijo, saj je notranji šum pozneje pri oblikovanju težko zmanjšati in bo ojačan skupaj z zelenim signalom. Tu se določi osnovno razmerje med signalom in šumom (SNR), ki se bo ob prehodu signala skozi dodatne stopnje neizogibno še poslabšalo.

Prav zaradi tega AFE pogosto uporabljajo enofunkcijski operacijski

**Slika 1: Sistem DAQ je sestavljen iz natančno definirane linearne signalne verige od izmerjenega fizičnega sistema in senzorja do gostiteljskega procesorja. (Vir slike: Bill Schweber)**

ojačevalnik, optimiziran za šum (operacijski ojačevalnik). Dobra izbira za vhodni predojačevalnik je naprava ADA4627-1BRZ-R7 podjetja Analog Devices, 30-voltni ( $\pm 15$ -voltno dvojno napajanje) JFET operacijski ojačevalnik z visoko hitrostjo, nizkih šumom in nizkim mirovnim tokom. Med številnimi specifikacijami, ki so optimizirane za senzorje, ga odlikujejo majhen odmik napetosti 200 mikrovoltov ( $\mu\text{V}$ ) (največ), odstopanje odmika  $1 \mu\text{V}/^\circ\text{C}$  (tipično) in vhodni mirovni tok 5 pikoamperov (pA) (največ). Specifikacija kritičnega napetostnega šuma je 6,1 nanovolta na koren herca ( $\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$ ) pri 1 kilohercu (kHz) (slika 2).



**Slika 2: Operacijski ojačevalnik ADA4627 JFET ima šumno število 6,1  $\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$  (1 kHz). (Vir slike: Analog Devices)**

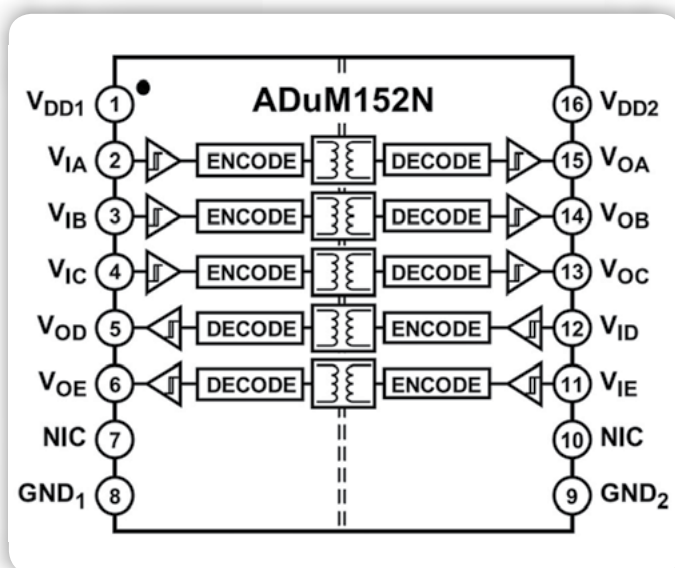
## Izolacija prinaša številne prednosti

Ko je signal ojačan in digitaliziran, je naslednji korak vzpostavitev galvanске izolacije med signalom in digitalnim delom sistema ter pripadajočim procesorjem. Za ta korak obstajajo trije glavni razlogi:

- **Zmanjšanje šumov in motenj:** z galvanско izolacijo je mogoče odpraviti nihanje napetosti v splošnem režimu, ozemljitvene zanke in elektromagnetne motnje (EMI). Prav tako preprečuje, da bi zunanji viri šuma kvarili pridobljeni signal, kar zagotavlja bolj jasne in natančne meritve.
- **Odprava ozemljitvene zanke:** ozemljitvene zanke lahko povzročijo napetostne razlike, ki popačijo izmerjeni signal. Izolacija prekine pot ozemljitvene zanke in tako odstrani motnje, ki jih povzročajo razlike ozemljitvenih potencialov, ter izboljša natančnost meritev.
- **Varnost in zaščita:** izolacijske pregrade zagotavljajo električno varnost, saj preprečujejo, da bi nevarni skoki napetosti, prehodni pojavi ali prenapetosti prišli do občutljivih merilnih komponent. To ščiti merilno vezje in priključene naprave ter zagotavlja varno in zanesljivo delovanje. Poleg tega takšne pregrade odpravljajo električno nevarnost za uporabnike, če se senzor nizke ravni vsaj za kratek čas dotakne visokonapetostnega ali izmeničnega toka.

Za izolacijo digitalnih signalov je na voljo več tehnik, ki temeljijo na magnetnih, optičnih, kapacitivnih in celo RF načelih. Analog Devices ponuja družino visoko zmogljivih rešitev, vključno z 5-kanalnim digitalnim izolatorjem ADUM152N1BRZ-RL7, ki temelji na lastni tehnologiji i Coupler (slika 3).

Ti izolatorji združujejo CMOS vezje visoke hitrosti in tehnologijo monolitnega transformatorja z zračnim jedrom. Da bi zagotovili zmogljivost, sorazmerno s potrebami hitrih digitalnih povezav, je največja zakasnitev širjenja 13 nanosekund



**Slika 3:** 5-kanalni digitalni izolator ADuM152N za dosego visoke zmogljivosti uporablja lasten način magnetne sklopitve. (Vir slike: Analog Devices)

(ns) s popačenjem širine impulza manj kot 4,5 ns pri 5 voltih, ujemanje zakasnitve širjenja med kanali pa je zelo natančno pri 4,0 ns (največ). Na voljo je podobna 2-kanalna različica, ADUM120N1BRZ-RL7, tako da je skupno število izoliranih kanalov mogoče uskladiti s širino vodila.

Ti izolatorji so optimizirani za delovanje pri visokih hitrostih z zagotovljeno hitrostjo prenosa podatkov 150 megabitov na sekundo (Mbits/s). Ponujajo visoko odpornost na prehodne pojave v splošnem režimu (CMTI) 100 kilovoltov na mikrosekundo (kV/ $\mu$ s), odpornost na napetosti 3 kV s srednjo kvadratno vrednostjo (rms) in izpolnjujejo vse ustrezne zakonske zahteve.

Izolacija signalov je zgolj del celotne strategije izolacije. Izolirani morajo biti tudi vsa enosmerna napajalna vodila DAQ sistema. To se najpogosteje doseže z uporabo transformatorja kot izolacijskega elementa.

Če je primarni vir napajanja že izmenični tok, preide skozi transformator, nato pa je usmerjen in reguliran; če je vir napajanja enosmerna napetost, jo je treba najprej razsmeriti v valovno obliko, podobno izmenični napetosti. To je zelo poenostavljeno z uporabo komponent, kot je LT3999, DC/DC gonilnik z nizkim šumom, 1 amper (A), 50 kHz do 1 megaherca (MHz).

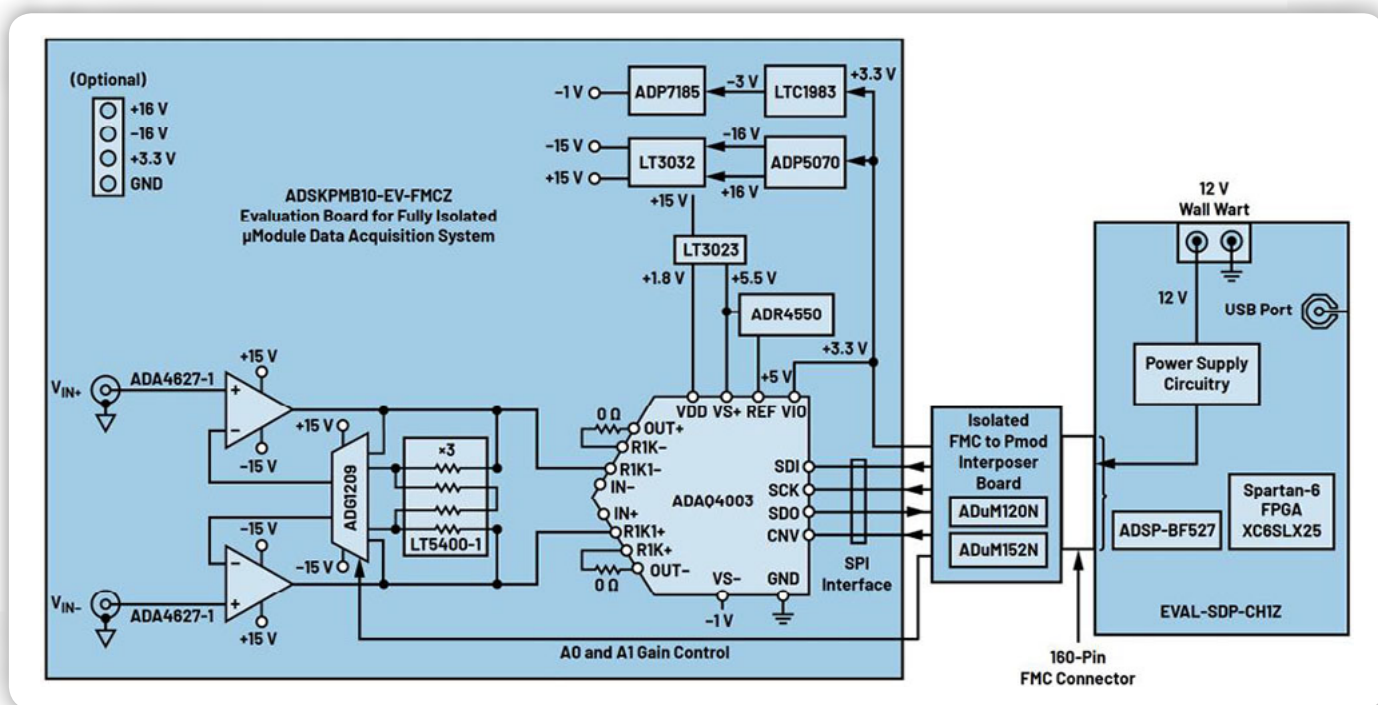
Celoten visoko zmogljiv DAQ sistem zahteva dodatne temeljne in periferne komponente. Njihova zasnova in postavitve morata zagotavljati natančno merjenje in celovitost podatkov. Poleg ojačevalnikov in izolacijskih pregrad, veriga natančnih signalov običajno vključuje tudi filtrirne elemente, ADC visoke ločljivosti in stikala. S kombinacijo teh komponent se odpravi šum, zmanjšajo motnje in zagotovi natančna predstavitev signala.

## Združevanje vseh elementov

Primer izolirane signalne verige z uporabo teh ključnih komponent je ADSKPMB10-EV-FMCZ, natančna platforma, ki vključuje 1-kanalni, popolnoma izoliran DAQ sistem z nizko zakasnitvijo (slika 4). Ta rešitev združuje instrumentalni ojačevalnik s programirljivim ojačenjem (PGIA) za oblikovanje signala, da se prilagodi občutljivosti različnih senzorskih vmesnikov, z digitalno in napajalno izolacijo znotraj kompaktne plošče.

Pri vrednotenju je ta konfigurirana kot rešitev z več ploščami, ki jo sestavlja ADSKPMB10-EV-FMCZ v obliki PMOD (slika 5) skupaj z vmesniško ploščo EVAL-SDP-CH1Z System Demonstration Platform (SDP). Med tema dvema ploščama je popolnoma izolirana vmesna plošča PMOD-FMC.

ADSKPMB10-EV-FMCZ ima diskretno PGIA, ki je zgrajena z uporabo operacijskega ojačevalnika ADA4627-1. PGIA ima visoko vhodno impedanco, ki je potrebna za neposredno povezovanje z različnimi senzori. Modul ima tudi natančno mrežo s štirimi ujemačimi se upori za nastavitev ojačenja, 4-kanalni multiplekser in gonilnik ADC s popolnoma diferencialnim ojačevalnikom za ADAQ4003. ADAQ4003 je 18-bitni ADC z 2 mega vzorcema na sekundo (MSPS) in podsistem DAQ, izveden kot  $\mu$ Module.



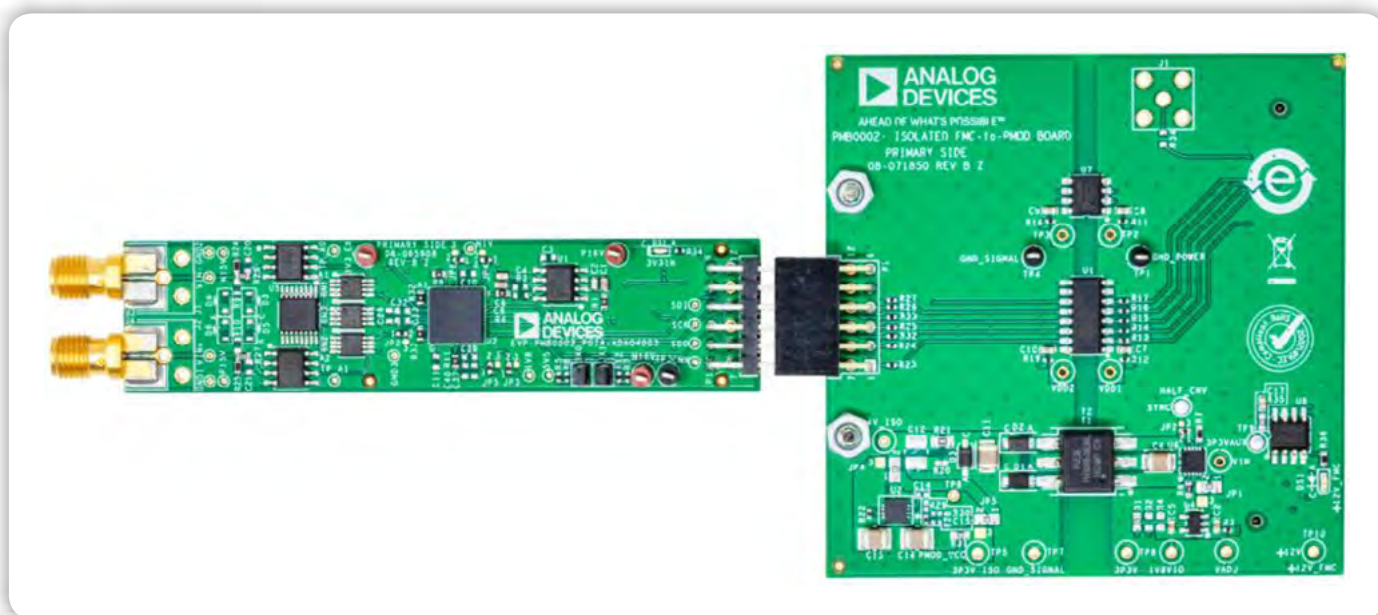
**Slika 4:** ADKSPMB10-EV-FMCZ je natančna platforma, ki predstavlja eno-kanalni, popolnoma izoliran DAQ sistem z nizko zakasnitvijo. Vmesna plošča PMOD-FMC (osrednji blok) zagotavlja izolacijo in druge funkcije. (Vir slike: Analog Devices)

Ta modul predstavlja več kot le ADC visoke ločljivosti. V ADAQ4003 je vgrajenih več tehnik za zmanjševanje šumov, ki omogočajo zajemanje signalov z visoko verodostojnostjo. Na primer, med izhodom gonilnika ADC in vhodi ADC znotraj modula  $\mu$ Module je nameščen enopolni nizkoprepustni uporno-kondenzatorski (RC) filter, ki odpravlja visokofrekvenčni šum in zmanjšuje „povratni“ tok naboja z vhoda notranjega ADC.

Poleg tega postavitev modula  $\mu$ Module zagotavlja, da so analogne in digitalne poti ločene, da se prepreči križanje in zmanjša oddajanje šuma.

Popolnoma izolirana vmesna plošča PMOD-FMC vključuje gonilnik LT3999 DC/DC, 5- in 2-kanalne digitalne izolatorje, regulator (LDO) z nizkim šumom in regulator LDO z zelo nizkim šumom. Plošča vmesnika deluje kot most in je povezana z vmesniško ploščo SDP.

Vmesniška plošča SDP opravlja obdelavo, upravljanje in povezljivost po zajemanju signala. Ta plošča ima 160-pinski priključek FMC, 12-voltno enosmerno napajanje (VDC), ki je dodatno regulirano in razdeljeno za druge plošče, procesor Blackfin s programsko podprto varnostjo za zaščito kode in vsebine, vrata USB in FPGA Spartan-6.



**Slika 5:** ADKSPMB10-EV-FMCZ(levo) se prek vmesniške plošče PMOD-FMC (desno) poveže z vmesniško ploščo SDP (ni prikazano). Navpično deljeno območje na plošči vmesnika prikazuje, kje je vstavljena izolacijska pregrada. (Vir slike: Analog Devices)

## Dokaz za to je uspešnost

Ocenjevanje učinkovitosti natančnosti DAQ sistema ni nepomemben postopek, saj so ključnega pomena uporaba inštrumentov, preskusna ureditev in metrike. Čeprav so številni dinamični parametri povezani z zmogljivostjo DAQ sistemov, so najbolj razvidni dinamično območje, razmerje med signalom in šumom (SNR) ter skupno harmonsko popačenje (THD).

Dinamični območje je razpon med najnižjim pragom šuma naprave in njeno določeno najvišjo izhodno ravnjo.

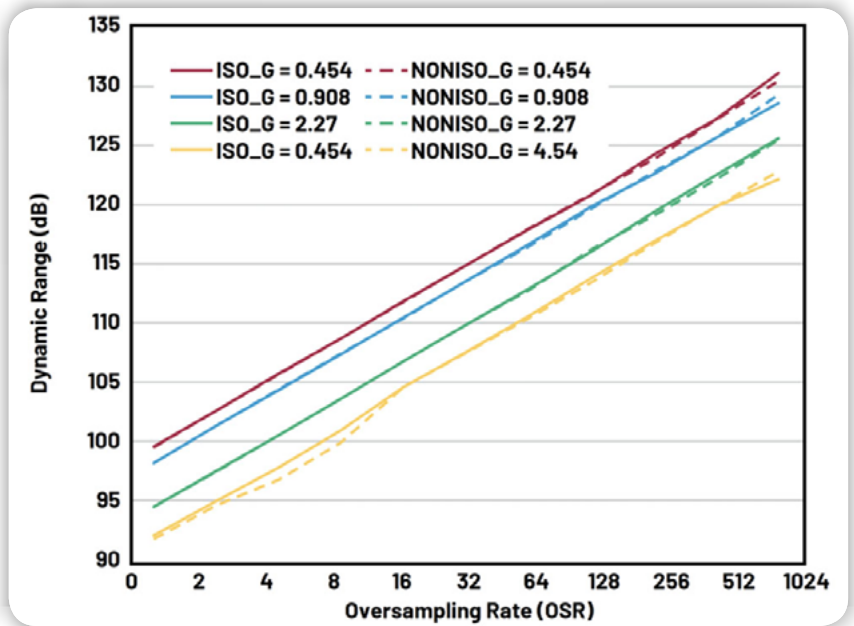
Tipično dinamično območje te zasnove, ki znaša 93 decibelov (dB) pri najvišji nastavitvi ojačenja in 100 dB pri najnižji nastavitvi ojačenja, je impresivno (Slika 6). Povečanje razmerja preseženega vzorčenja na faktor 1024× še dodatno izboljša meritve, tako da dosežejo največ 123 dB oziroma 130 dB.

SNR je razmerje med efektivno amplitudo signala in srednjo vrednostjo kvadratne vsote (RSS) vseh drugih spektralnih komponent, razen harmoničnih in enosmernih. THD je razmerje med efektivno vrednostjo osnovnega signala in srednjo vrednostjo RSS njegovih harmoničnih signalov.

SNR in THD pri tej zasnovi sta očitno visoko zmogljiva, saj signalna veriga doseže največji SNR 98 dB (slika 7 (levo)) in THD-118 dB (slika 7 (desno)), odvisno od nastavitve ojačenja.

## Zaključek

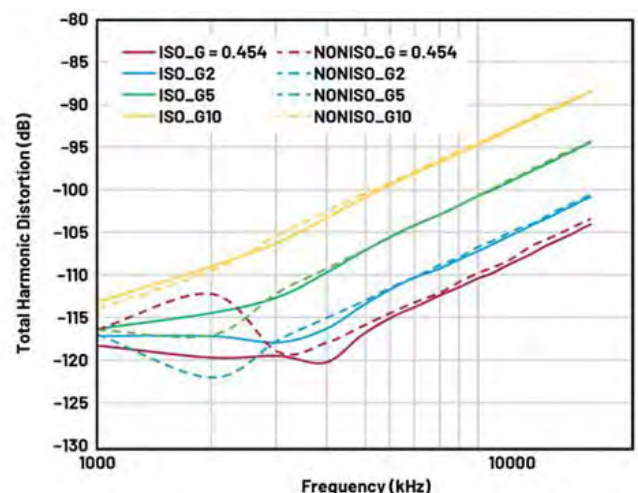
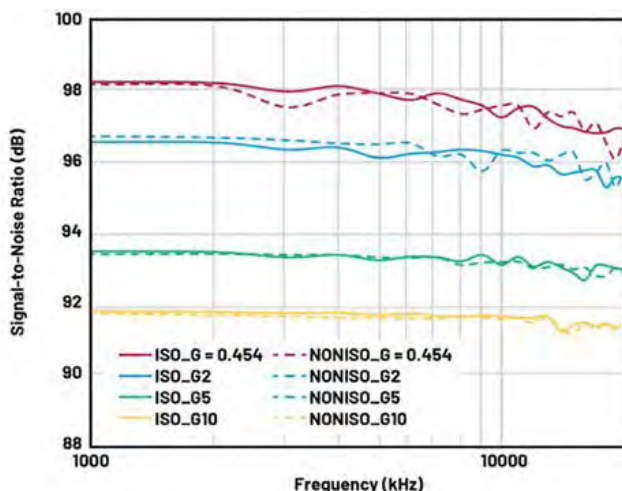
Zasnova in izvedba izolirane, natančne signalne verige, ki



Slika 6: Približno 100 dB dinamičnega območja celotnega vezja in signalne verige, odvisno od ojačenja in drugih nastavitev, kaže na visoko zmogljiv sistem DAQ. (Vir slike: Analog Devices)

ohranja natančnost, zmanjšuje šum in motnje ter zagotavlja celovitost podatkov, je pomemben projektantski in izvedbeni podvig. To je mogoče doseči s preudarno uporabo natančnega ojačenja, izolacijskih tehnik, visoko ločljivih ADC modulov ter upravljanja energije z nizkim šumom, kar omogoča natančne meritve tudi v električno zahtevnih okoljih. To je mogoče z uporabo naprednih komponent podjetja Analog Devices, od osnovnih ojačevalnikov do naprednih izolacijskih naprav, ki jih podpirajo potrebne periferne funkcije, skupaj s podrobnimi podatkovnimi listi in navodili za uporabo.

<https://www.digikey.com>



Slika 7: Visok SNR (levo) in nizek THD (desno) sta poleg dinamičnega razpona oprijemljiva dokaza o vrhunski zmogljivosti analogno usmerjenega DAQ. (Vir slike: Analog Devices)

# Kako nekdo, ki ni strokovnjak za umetno inteligenco, razvija modele umetne inteligence za vid?

Renesas Electronics Corporation

Avtor: Takaaki Suezawa, Renesas Electronics

*Zaradi hitrega razvoja umetne inteligence za vid se povečuje število primerov, ko stranke same razvijajo modele in aplikacije umetne inteligence.*

Čeprav se izkušnje z razvojem umetne inteligence za vid razlikujejo od stranke do stranke, številne stranke šele začenjajo razvijati ugnezdene umetno inteligenco.

Stranke se soočajo z naslednjimi izzivi pri razvoju umetne inteligence (UI).

## Razlike v procesih razvoja programske opreme

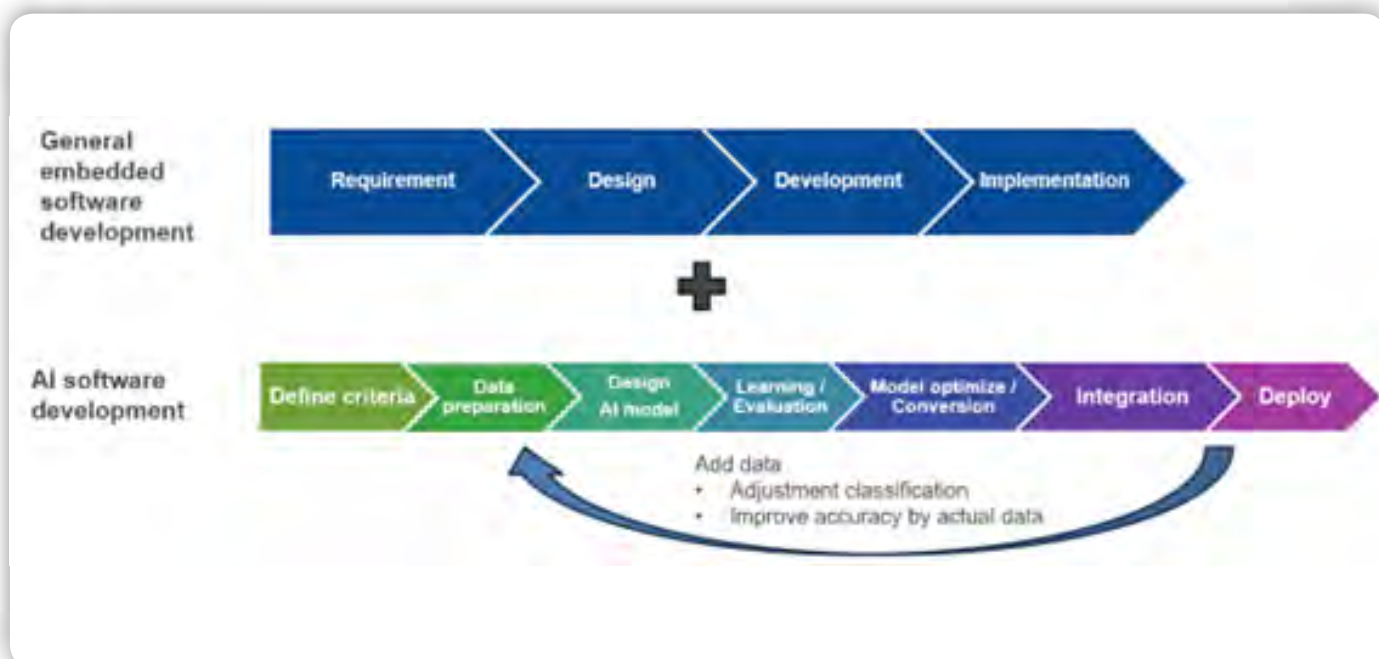
Poleg razvoja običajne ugnezdene programske opreme je za razvoj programske opreme z umetno inteligenco potreben tudi razvojni tok za razvoj programske opreme z umetno inteligenco. Najprej je treba zbrati podatke, potrebne za učenje UI, v skladu z zahtevanimi specifikacijami in zasnovati UI model. Po uporabi zasnovanega UI modela za učenje UI in preverjanju njegove natančnosti se usposobljeni UI model optimizira in pretvori v obliko, ki lahko deluje v napravi.

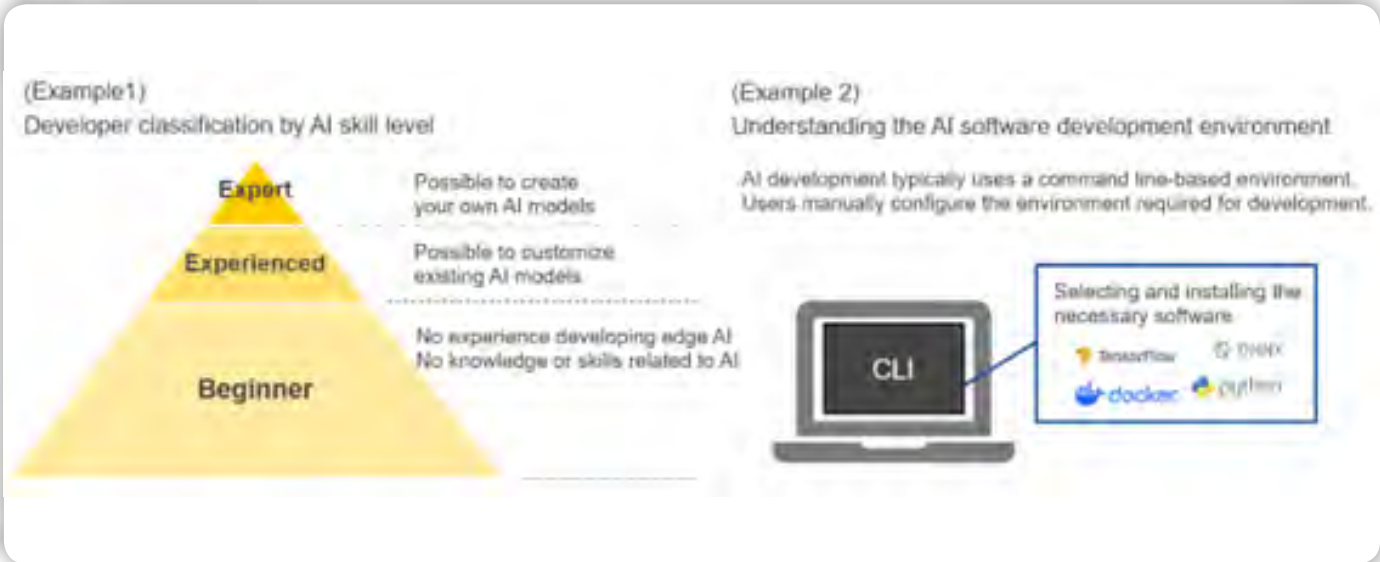
Nato je treba opraviti vrsto korakov, ga vključiti v aplikacijo umetne inteligence in ga namestiti v dejanski napravi. Poleg

tega, če je natančnost na dejanski napravi nezadostna, se morate vrniti k dodajanju podatkov, da izboljšate natančnost, in te razvojne tokove večkrat ponoviti.

## Pomanjkanje znanja in spretnosti, potrebnih za razvoj programske opreme za umetno inteligenco

Pri razvoju programske opreme umetne inteligence se običajno uporablja okolje, ki temelji na ukazni vrstici, pri čemer morajo uporabniki namestiti potrebno programsko opremo in nastavitviti okolje. Te razlike v razvojnih okoljih so ovira za začetnike, saj nimajo izkušenj z razvojem umetne inteligence na robu in nimajo znanja ali spretnosti, povezanih z umetno inteligenco. Zaradi teh izzivov menimo, da se številne stranke težko lotijo razvoja programske opreme umetne inteligence. Izdali smo AI Navigator kot okolje za razvoj umetne inteligence za vid, tudi za stranke, ki šele začenjajo z razvojem ugnezdene umetne inteligence.





**Kaj je AI Navigator**

AI Navigator je celovito orodje za razvoj aplikacij za umetno inteligenco. To orodje podpira skupine RZ/V2L in RZ/V2H serije RZ/V.

**Lastnosti:**

- UI aplikacije in UI orodja, ki jih je omogočil Renesas, so integrirana v AI Navigator.
- Lahko izberete eno izmed UI aplikacij iz "AI application zoo" znotraj Renesas IDE okolja „e2 studio“ in enostavno zaženete AI aplikacijo na razvojni plošči.
- AI Navigator omogoča funkcije učenja za UI modele in funkcijo pretvorbe za zagon naučenih rezultatov na pospeševalniku umetne inteligence itd.
- Te funkcije strankam ne omogočajo le preproste uporabe

aplikacij umetne inteligence, temveč jim pomagajo tudi pri prilagajanju modelov umetne inteligence, da ustrezajo njihovim primerom uporabe.

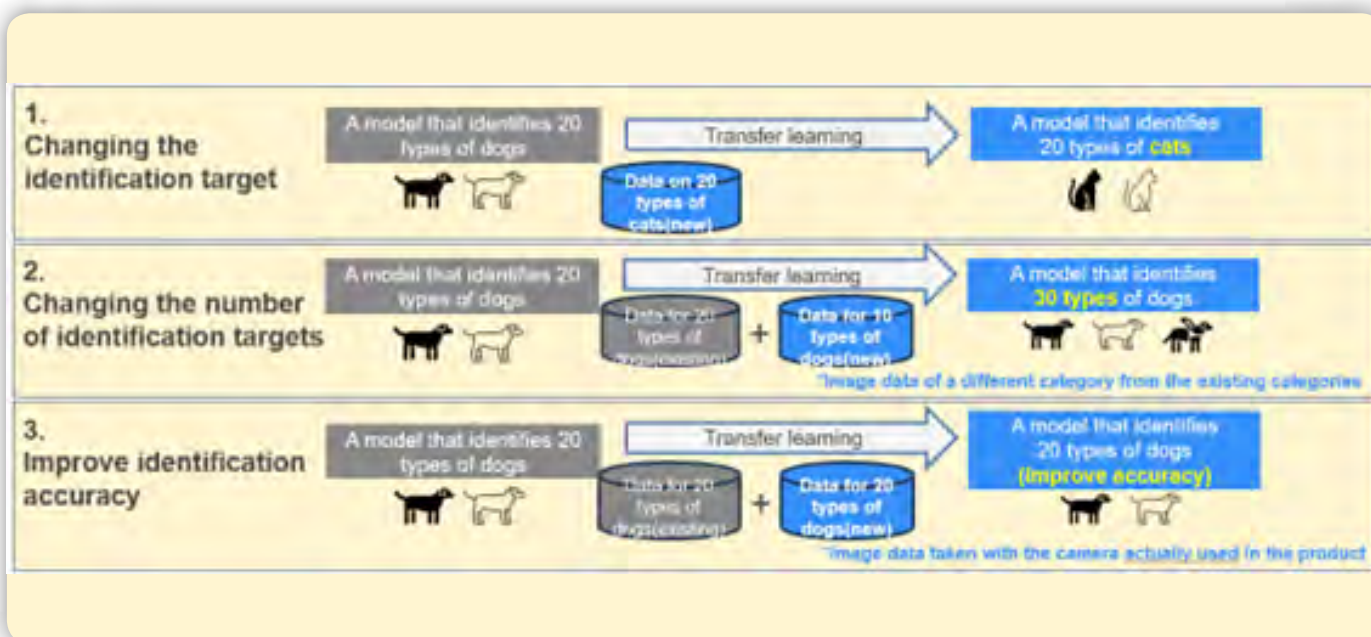
S programom AI-Navigator lahko prilagodite svoj model umetne inteligence. Prilagajanje bomo razložili z naslednjimi tremi primeri.

**Spremenite elemente, ki jih je treba identificirati.**

Recimo, da imate model, ki lahko prepozna 20 različnih pasem psov. Ko govorimo o pasmah psov, so verjetno najbolj priljubljene pasme igračasti pudlji in miniaturni jazbečarji. Ko







v ta model umetne inteligence vnesete sliko psa, bo ta ocenil, kateri pasmi psov je podoben, in izpiše najverjetnejšo pasmo psa. Če želite ustvariti model umetne inteligence, ki lahko na podlagi tega modela prepozna 20 vrst mačk namesto psov, potrebujete slikovne podatke o 20 vrstah mačk.

Model umetne inteligence, ki lahko prepozna mačke, lahko ustvarite z uporabo metode učenja umetne inteligence, imenovane učenje s prenosom, z uporabo prvotnega modela za prepoznavanje psov in slikovnih podatkov o mačkah. Program AI Navigator podpira to učenje s prenosom, zato ga lahko v orodju preprosto preizkusite.

## Spremenite število elementov, ki jih je treba identificirati

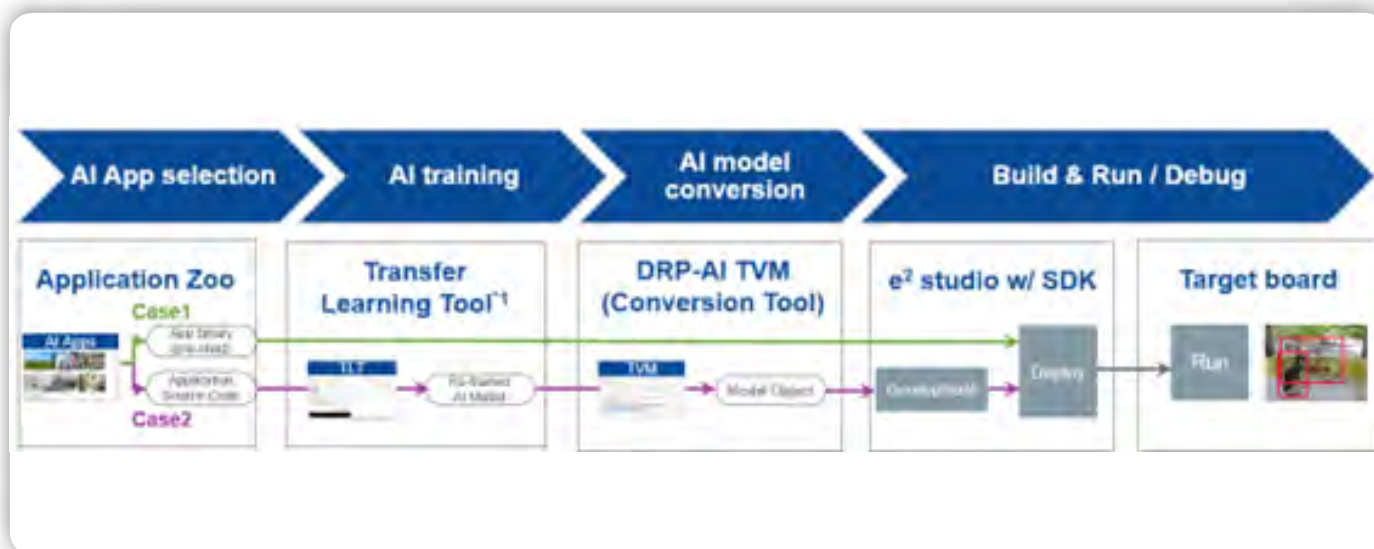
V tem primeru ustvarite model, ki lahko na podlagi prej omenjenega modela, ki določa 20 vrst psov, določi 30 vrst psov. V tem primeru boste poleg podatkov o 20 vrstah psov, uporabljenih pri

učenju osnovnega modela, dodali še nove podatke o 10 vrstah psov, da bi izvedli učenje s prenosom.

## Izboljšajte natančnost identifikacije

To je primer, ko želite prepoznati pse v dejanski napravi in imate že usposobljen model umetne inteligence, zato ga poskusite zagnati v dejanski napravi, vendar natančnost ni tako visoka, kot ste pričakovali. To je pogosta zgodba iz izkušenj.

Razlogi za pomanjkanje natančnosti so različni, najpogostejši pa je, da se slikovni podatki, ki se uporabljajo pri učenju, razlikujejo od slikovnih podatkov, vnesenih v dejansko napravo. Če se podatki učijo z drugačnimi podatki od dejanskega primera uporabe, kot so razlike v zornem kotu ali svetlosti, natančnost pogosto ni dosežena. Da bi to rešili, lahko natančnost umetne inteligence izboljšamo tako, da podatkom, uporabljenim med učenjem, dodamo slikovne podatke, posnete s kamero, ki se dejansko uporablja v izdelku. Aplikacija AI Navigator lahko obravnava tudi takšne primere.



**Obstajata dva razvojna tokova:** primer 1 in primer 2. Prvič, v primeru 1 lahko v AI Navigatorju izberete AI aplikacijo in izbrano UI aplikacijo takoj zaženete na razvojni plošči. Ker se uporablja vnaprej pripravljena UI aplikacija, je ni treba izdelati. Nato v primeru 2, kot je bilo pojasnjeno prej, gre za primer, v katerem prilagodite model umetne inteligence. Tako kot v primeru 1 izberete UI aplikacijo in jo ponovno usposobite z orodjem za učenje s prenosom. Predhodno usposobljeni UI model se izpiše kot predmet za DRP-AI v DRP-AI TVM. Nato lahko razvijete in sestavite UI aplikacijo ter jo zaženete na razvojni plošči. AI Navigator je vključen v e2 studio program, zato ga lahko uporabljate z namestitvijo e2 studio programa.

**Pripravili smo videoposnetke z navodili, ki vam bodo služili kot vodnik pri predstavitvi programa AI Navigator:**

- Učno gradivo AI Navigator #1 - Zagon UI aplikacije
  - » <https://www.renesas.com/video/ai-navigator-tutorial-1-run-ai-application>
- Učno gradivo AI Navigator #2 - Prilagodite model umetne inteligence z orodjem za učenje s prenosom
  - » <https://www.renesas.com/video/ai-navigator-tutorial-2-customize-ai-model-transfer-learning-tool>
- Učno gradivo AI Navigator #3 - Kako razviti model umetne inteligence z orodjem za učenje s prenosom
  - » <https://www.renesas.com/video/ai-navigator-tutorial-3-how-develop-ai-model-transfer-learning-tool>

**Povzetek:**

„AI Navigator“ je odlično orodje za začetnike na področju umetne inteligence, ki lahko začnejo razvijati aplikacije umetne inteligence.

**Viri:**

- Priročnik za hiter začetek
  - » [https://renesas-rz.github.io/rzv\\_ai\\_sdk/latest/ainavi\\_quick\\_start\\_guide](https://renesas-rz.github.io/rzv_ai_sdk/latest/ainavi_quick_start_guide)
- Povezava na datoteko
  - » <https://www.renesas.com/software-tool/e2studio-information-rz-family>
- AI aplikacije (AI application zoo)
  - » [https://renesas-rz.github.io/rzv\\_ai\\_sdk/latest/#ai-applications](https://renesas-rz.github.io/rzv_ai_sdk/latest/#ai-applications)
- [Blogi] Poiščimo zelene aplikacije umetne inteligence, predstavljamo Renesasove aplikacije umetne inteligence, ki so na voljo brezplačno
  - » <https://www.renesas.com/blogs/lets-find-ai-apps-you-want-introducing-renesas-ai-apps-available-free-charge>
- \*1 Orodje za učenje s prenosom
  - » [https://renesas-rz.github.io/rzv\\_ai\\_sdk/latest/howto\\_retrain.html](https://renesas-rz.github.io/rzv_ai_sdk/latest/howto_retrain.html)

<https://www.renesas.com>



# ROSUS 2025

Računalniška obdelava slik in njena uporaba v Sloveniji 2025

MARIBOR, 20.3.2025  
[rosus.feri.um.si](https://rosus.feri.um.si)

Strokovna računalniška konferenca ROSUS 2025 povezuje strokovnjake in raziskovalce s področij digitalne obdelave slik, računalniškega in strojnega vida z uporabniki tega znanja, pri čemer uporabniki prihajajo iz raznovrstnih industrijskih okolij, biomedicine, športa, zabavništva ipd. Z njo želimo demonstrirati, da avtomatska obdelava slik in video posnetkov zaradi svoje natančnosti in hitrosti prinaša velike ekonomske koristi, hkrati pa pokazati, da takšne rešitve nudijo nove priložnosti za uveljavitev na trgu visokih tehnologij.

Popoldanska sekcija bo praktično naravnana.

## Vabljeni!



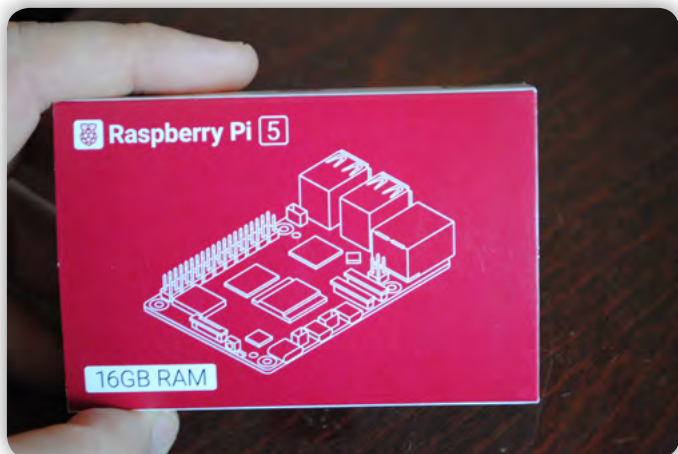
# Raspberry Pi 5 s 16 GB RAM!

Avtor: dr. Simon Vavpotič  
e-mail: [simon.vavpotic@gmail.com](mailto:simon.vavpotic@gmail.com)

**9. januarja smo po nestrpnem pričakovanju končno dočakali različico Raspberry Pi 5 z izboljšanim krmilnikom pomnilnika in 16 GB RAM. Velika količina pomnilnika pride še kako prav pri reševanju umetno-inteligenčnih problemov in namizni rabi.**

Ugibanja je konec! Raspberry Pi Ltd. je končno presenetil z nečim, kar smo bili pri dražjih konkurenčnih Orange Pi 5 Plus in Rock Pi 5 že dolgo vajeni in se obenem ni posrečilo niti najbolj zagretim entuziastom, ki so zamenjali pomnilniški čip in nato obupani ugotovili, da Raspberry Pi 5 s starim SoC ni kos dvakrat zmogljivejšemu pomnilniškemu čipu, za kar je bil potreben tudi nov sistem v enem čipu (SoC) z zmogljivejšim krmilnikom pomnilnika.

Novi Raspberry Pi 5 se po zunanjem izgledu sicer le malo razlikuje od svojih predhodnikov, a se več kot očitno loči napisu 16 GB. Zanimivo je tudi, da ob pozicijah za namestitvev 0-ohmskega, ki določa velikost vgrajenega pomnilnika, ni več besedila.



**Slika 1: Raspberry Pi 5 s 16 GB RAM**

Stari SoC, ki so ga vgrajevali le v Raspberry Pi 5, in novi SoC, ki ga je že lani prvi dobil Raspberry Pi Compute Module 5, nato pa še revolucionarni Raspberry Pi 500, se razlikujeta le po črki D, ki je nadomestila črko C zadnjem delu oznake čipa, torej: Broadcom 2712ZPKFSB00D0T namesto Broadcom 2712ZPKFSB00C0T.

## Kaj deluje in kaj ne?

Preizkus obstoječe programske opreme razkrije, da z novim SoC delujejo le nekateri operacijski sistemi, kot sta Raspberry Pi OS Bookworm in Kali Linux, medtem ko pri drugih, denimo: Lineage ali AOSP Android in Windows 11 potrebujejo posodobljene različice.

Sam sem se lotil namestitve zastonskega KONSTA KANG Androida 15, ki je ne le zadnja javnosti dostopna različica tega operacijskega sistema, ampak hkrati podpira vse variante Raspberry Pi 5/500/CM 5 s starim in novim SoC.

Drugače je z Windows 11, za katerega je za Raspberry Pi 5 na voljo zgolj neuradno podprti UEFI BIOS, katerega zadnja različica je žal še od marca lani v0.3. Dozdevno je razvoj ustavljen, saj si ga pri Microsoftu skoraj gotovo ne želijo.

Je pa zato v bližnji prihodnosti bolj verjetna razširitev uradne podpore za Windows 11 tudi na Raspberry Pije 4 in 5. Že nekaj časa se znano, da namerava Microsoft dovoliti nameščanje tega operacijskega sistema tudi v (starejše) računalnike brez TPM modula, ki naj bi zagotavljal večjo varnost delovanja, ki ga seveda Raspberry Piji nimajo. Obenem naj bi nameravali razširitev uradne podpore za Windows 11 na večje število računalnikov z arhitekturo ARM64 in ne na zgolj tiste, ki uporabljajo procesorje Snapdragon.



**Slika 2: Raspberry Pi OS Bookworm brezhibno prepozna in uporabi vseh 16 GB RAM.**

Zaenkrat lahko Windows 11 (ki ga prenesemo iz spletne strani za razvijalce: <https://uupdump.net>) poganjamo le na Raspberry 5 s starim SoC, medtem ko v Raspberry Pi 500, Raspberry Pi Compute Module 5 in Raspberry Pi 5 z novim SoC ne delujeta. Škoda!

Naj dodam, da obenem ne deluje niti VMWare gostiteljski strežnik VMX, s katerim smo lahko Raspberry Pi 5 spremenili v stroj za poganjanje navideznih računalnikov, in prav tako potrebuje delujočo UEFI BIOS.

Dobra novica pa je, da lahko nekoliko drugačen stroj za virtualizacijo, QEMU, poganjamo tudi v Raspberry Pi OS. 16 GB RAM je zanj vsekakor več kot dobrodošlih. Podrobnosti o njem si lahko ogledate v videu: Raspberry Pi 500 Runs Virtual Machines! (<https://youtu.be/4603ZRIURuU>), ki pokriva tudi Raspberry Pije 5 in Raspberry Computer Module 5 z novimi SoC.

Vsekakor pomnilnika pri poganjanju dveh ali več navideznih računalnikov hkrati nikoli ni dovolj, lahko pa del glavnega

pomnilnika uporabimo tudi kot hitri navidezni podatkovni pogon. Slednje že s pridom izkorišča operacijski sistem Android, ki v navidezni podatkovni pogon naloži svoje jedro in ga tako hkrati zaščiti pred morebitnimi hekerskimi napadi.

## Kako hitra sta novi pomnilnik in SoC?

Podobno kot njegov predhodnik s starim SoC, ima tudi Raspberry Pi 5 s 16 GB RAM nameščen en sam pomnilniški čip in ne po dva, kot jih imata konkurenčna Orange Pi 5 in Rock Pi 5, ki oba temeljita na RK3588S SoC s 4-kanalnim krmilnikom pomnilnika, pri čemer je širina posameznega kanala 16-bitov. Zato pri branju 64-bitne besede potrebni štirje zaporedni dostopi. Hitrost pomnilniškega vodila je sicer 4228 MT/s, kar pomeni okoli 4 GT/s (giga transakcije na sekundo), oziroma okoli 8 GB/s pri 16-bitnem vodilu, ker se hkrati preneseta dva bajta.

Hitrost pomnilniškega vodila Raspberry Pi 5 s BCM2712 SoC je 4267 MT/s, kar je prav tako okoli 4 GT/s. Vendar je vodilo 32-bitno, kar pomeni, da se po njem pri vsaki transakciji prenese po 32-bitov (4 bajti) in ne le 16-bitov (2 bajta), kar v

praksi zagotavlja približno enako hitrost dostopa. V praksi se izkaže, da je enokanalni pomnilnik celo hitrejši od 16-bitnih 2-kanalnih. Raspberry Pi 5 z 16 GB RAM je v tem pogledu boljša izbira kot Rock Pi 5 ali Orange Pi 5 Plus z enako količino pomnilnika.

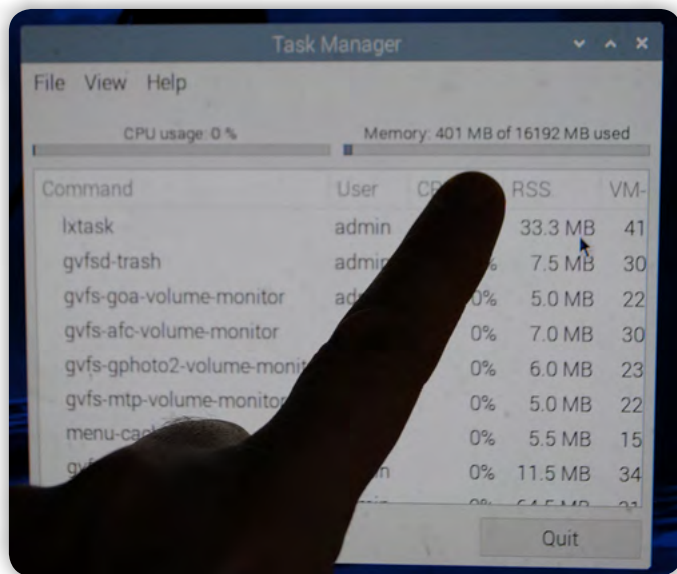
Res pa je, da imata slednja tudi možnost večjih pomnilnikov z do 32 GB, vendar slednje ne pomeni, da se dostop do podatkov v pomnilniku hitrejši. Je pa res, da lahko v večjem pomnilniku hkrati obdelujeta več podatkov, ki jih tako ni potrebno začasno odlagati na SSD pogon, počasno SD kartico ali drug pogon za trajno hrambo podatkov.

## Je hitrost RAM odvisna od njegove velikosti?

Zanimivo je tudi, da lahko na nekaterih spletnih forumih preberemo naj bi bila pasovna širina glavnega pomnilnika pri Raspberry Pi 5 s 4 GB RAM celo nekoliko večja pasovne širine pri Raspberry Pi 5 z 8 GB RAM, kar razkrivajo meritve nekaterih hitrostnih testov (GeekBench, Stress-ng numa itn.). Dozdevno je slednje posledica dvakrat daljšega osveževalnega cikla, ki je potreben za ohranjanje vsebine pri dvakrat večjem pomnilniku. Seveda to velja za stari SoC oznako 2712ZPKFSB00C0T, medtem ko ima novi SoC z oznako 2712ZPKFSB00D0T nekoliko spremenjeno arhitekturo, zato naj bi bile razlike manjše. Obenem naj bi pasovna širina glavnega pomnilnika hitro padala tudi z navijanjem osnovne delovne frekvence iz 2,4 GHz na 2,8 GHz ali več. Slednje gre pripisati morebitnemu neskladju med hitrostjo pomnilniškega vodila in hitrostjo nekaterih notranjih (npr. procesorskega) vodil znotraj SoC.

## Hitrostni testi

Ker sem se pisanja članka lotil še pred uradno predstavitvijo Raspberry Pi 5 s 16 GB javnosti, ki je bila 9. januarja, mi ni preostalo drugega kot da ta nadvse zanimiv računalnik na eni plošči tiskanega vezja še sam preizkusim. Test treh različic Raspberry Pi 5 z 4 GB, 8 GB in 16 GB RAM z novim SoC (2712ZPKFSB00D0T) pokaže manjše razlike hitrosti pri dostopu do pomnilnika v korist manjšim pomnilnikom, vendar so te le okoli 5 %. Po drugi strani, deluje Raspberry Pi 5 s starim SoC (2712ZPKFSB00C0T) z 8 GB RAM znatno počasneje od vseh omenjenih, saj pri meritvi z orodjem stress-ng (ukaz: sudo

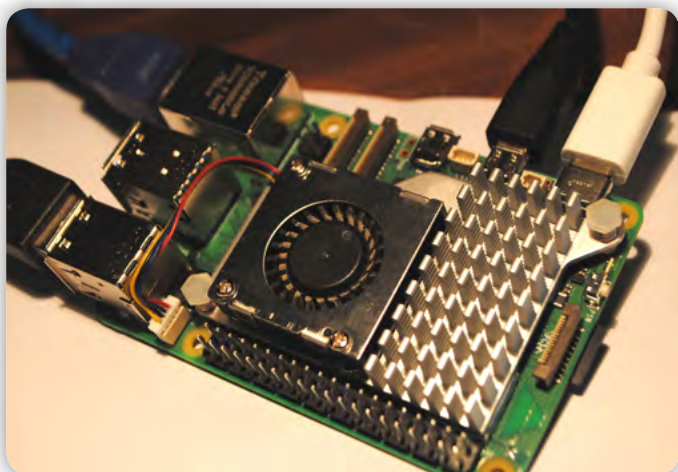


Slika 3: 16 GB pomnilniški čip in nov SoC z oznako 2712ZPKFSB00D0T

```

raspberrypi500@raspberrypi1:~$ sudo stress-ng --numa 4 --numa-ops 1000 --metrics --perf
stress-ng: info: [1942] defaulting to a 86400 second (1 day, 0.00 secs) run per stressor
stress-ng: info: [1942] dispatching hogs: 4 numa
stress-ng: info: [1943] numa: system has 1 of a maximum 16 memory NUMA nodes
stress-ng: metrc: [1942] stressor      bogo ops real time usr time sys time      bogo ops/s      bogo ops/s CPU used per      RSS Max
stress-ng: metrc: [1942]                (secs)      (secs)      (secs)      (real time) (usr+sys time) instance (%)      (KB)
stress-ng: metrc: [1942] numa          1000      9.52      30.14      2.77      105.04      30.38      86.44      6400
stress-ng: info: [1942] numa:
stress-ng: info: [1942]      75,977,103,444 CPU Cycles      7.086 B/sec
stress-ng: info: [1942]      17,539,099,604 Instructions      1.636 B/sec (0.231 instr. per cycle)
stress-ng: info: [1942]      3,628,609,944 Branch Instructions      0.338 B/sec
stress-ng: info: [1942]      9,740,228 Branch Misses      0.908 M/sec ( 0.268%)
stress-ng: info: [1942]      639,078,456 Stalled Cycles Frontend      59.602 M/sec
stress-ng: info: [1942]      66,631,409,452 Stalled Cycles Backend      6.214 B/sec
stress-ng: info: [1942]      75,987,847,888 Bus Cycles      7.087 B/sec
stress-ng: info: [1942]      8,077,337,444 Cache References      0.753 B/sec
stress-ng: info: [1942]      29,667,764 Cache Misses      2.767 M/sec ( 0.367%)
    
```

Slika 4: Meritev zmogljivosti pomnilnika Raspberry Pi 5 s 4 GB RAM s SoC z oznako 2712ZPKFSB00D0T



**Slika 5: Raspberry Pi 5 s 16 GB RAM z nameščenim hladilnikom, pripravljen za uporabo**

stress-ng -numa 4 -numa-ops 1000 -metrics -perf) doseže le okoli 60 % hitrosti Raspberry Pi 5 z novim SoC.

Pri tem velja poudariti, da je bil test pri vseh računalnikih izveden pri nominalni procesorski hitrosti (2,4 GHz) brez navijanja procesorskih ali grafičnega jedra. Žal imam s starim SoC na voljo le Raspberry Pi 5 z 8 GHz, zato nisem mogel izvesti testa z manjšimi pomnilniki. V vseh primerih sem uporabil isto SD kartico z Raspberry Pi OS Bookworm, ki podpira tako nove kot stare SoC, ki sem jo zagnal prek USB vmesnika ali iz ležišča za

SD kartico, kar sicer ne vpliva na rezultat meritve, ki se nanaša izključno na hitrost delovanja pomnilnika.

## Se Raspberry Pi 5 s 16 GB RAM izplača?

Nekoliko večji DDR SDRAM računalniku navadno zagotavlja bistveno daljšo življenjsko dobo, saj so skoraj vse nove različice obstoječih pa tudi nove aplikacije glede pomnilnika praviloma veliko požrešnejše od starih. Veliko pomnilnika je zato vsekakor dobrodošlo, če želimo Raspberry Pi 5 uporabljati kot namizni računalnik z obilico zastojne programske opreme, ki jo lahko enostavno namestimo iz interneta. 40-polni razširitveni priključek je obenem kot nalašč za programiranje Arduino projektov, o čemer ste lahko prebrali v SE334.

Po drugi strani, je velik pomnilnik potreben tudi za reševanje številnih umetno-inteligenčnih (UI) problemov, kot je razpoznavanje predmetov in oseb v prostoru. Tu si lahko izdatno pomagamo tudi s sodobnimi UI pospeševalniki, kot je Hailo-8, ki ga lahko kupimo v kompletu z razširitvenim klobukom za zunanje vodilo PCIe na Raspberry Pi 5. Če kupujete nov Raspberry Pi 5, se zato vsekakor splača razmisliti o nekoliko dražji 16 GB različici, po drugi strani pa je zdaj že skoraj obvezna 8 GB različica nekoliko cenejša...

<https://pcusbprojects.com>



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

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



● Letna naročnina **56€**

● Letna naročnina za dijake, študente in upokojene **50€**

Kopijo kartice upokojenca oz. potrdila o vpisu pošljite na [mojca.borko@tzs.si](mailto:mojca.borko@tzs.si) ali po pošti na naš naslov.

\*Ime in priimek:

\*Ulica in hišna številka:

\*Poštna številka in kraj:

\*Telefon:

E-pošta:

\*Podpis:

Izberite knjižno darilo:

- Ledena doba – knjiga aktivnosti
- Poker
- iKomunikacije
- Preprosto in uporabno

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

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

**Ob sklenitvi naročnine knjižno darilo!**

# Kako smo tehtali kovance

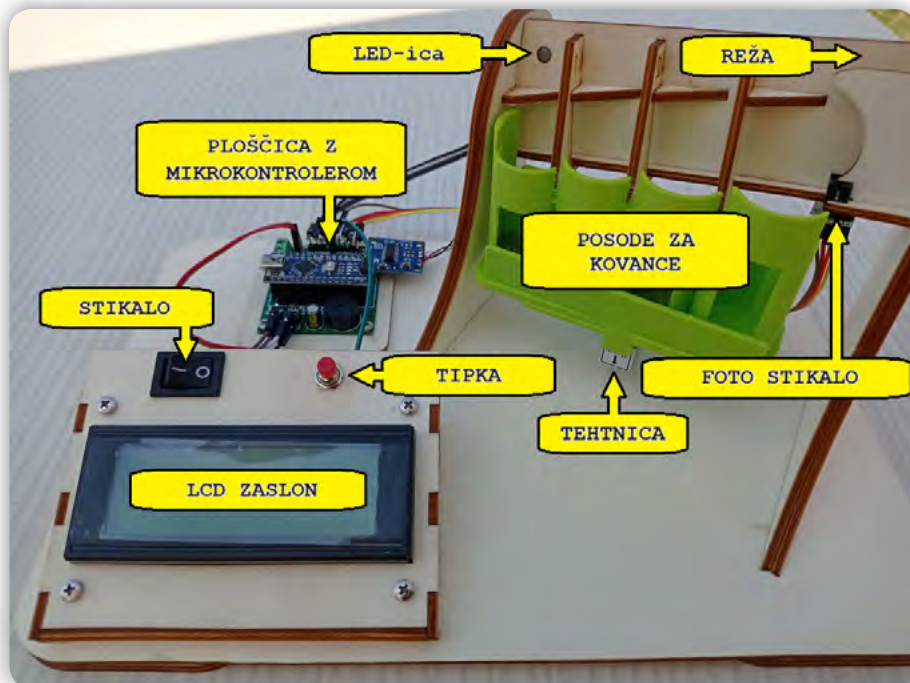
Avtor: Mag. Vladimir Mitrović  
email: vmitrovic12@gmail.com

*Hrvaško združenje tehnične kulture je v HI hostlu v Zadru organizirala STEM delavnice namenjene srednješolcem, s ciljem osvajanja raznih tehničnih veščin in znanj.*

Znanja, ki so jih osvojili v delavnicah „3D modeliranje“, „Modelarstvo“, „Robotske konstrukcije“, „Elektrotehnika“, „Automatika“ in „Programiranje mikrokontrolerjev“ so udeleženci uporabili pri izdelavi zaključnega dela, naprave za sortiranje kovancev.

## Sortirka za kovance

Sortirka sortira in šteje 2 in 1 evrske kovance tet 50 in 20 evro cente kovance. Sestavljena je iz mehanske konstrukcije, elektronske podpore in vira napajanja. Kot vir napajanja uporabimo omrežni adapter z izhodno napetostjo 6-9 V, ki lahko zagotovi do 150 mA izhodnega toka. Izgled sortirke in njeni glavni deli so prikazani na sliki 1.

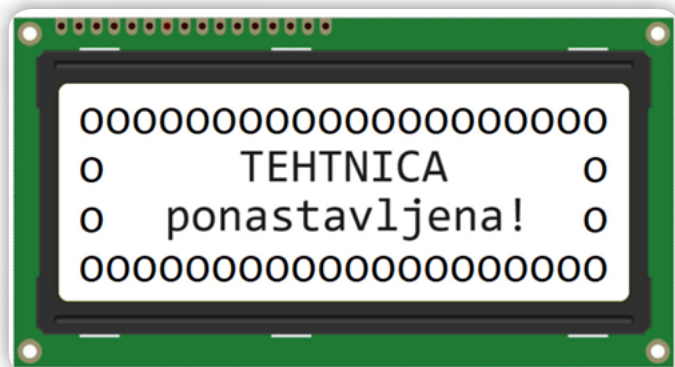


Slika 1: Naprava za sortiranje kovancev

Ko stikalo ni vključeno, sortirka izvaja samo sortiranje kovancev, ki se jih vnaša skozi zarezo in potem drsijo po klančini. Na klančini se nahajajo omejitniki, ki so prilagojeni dimenzijam kovancev; ko kovanec pride do omejitnika preko katerega ne more naprej, pade v ustrezen zalogovnik.

Ko vklopimo stikalo, program v mikrokontrolerju prevzame krmiljenje sortirke. Program bo štel koliko kovancev katere vrste je bilo spuščenen v sortirko in kolikšna je skupna vrednost vseh spuščenen kovancev. Da bi malo zakomplicirali postopek, kovancev pravzaprav nismo šteli, pač pa smo njihovo količino določali s tehtanjem!

Program bo najprej na LCD zaslonu izpisal pozdravno sporočilo in nato se tehtnica resetira (slika 2).



Slika 2: Informacija da je tehtnica resetirana

Med resetiranjem bo tehtnica ugotovila težo praznih zalogovnikov, mikrokontroler pa bo postavil vse številce v začetno stanje. Po resetu tehtnica preide v delovno stanje in je pripravljena je prejeti naslednji kovanec. Prikaz na LCD zaslonu sedaj izgleda tako, kot to prikazuje slika 3 zgoraj. Števci kovancev v tretji in četrti vrsti kažejo da še ni spuščeni niti en kovanec. In v skladu s tem je tudi skupna vrednost, ki je 0.00 EUR. LED-ica sveti zeleno, kar je znak da smemo spustiti nov kovanec.

Takoj, ko kovanec pade na klančino prekine svetlobni tok foto stikala in LED-ica zasveti rdeče. Mikrokontroler bo počakal dve sekundi, kar je dovolj da kovanec zdrсне v svoj zalogovnik. Po preteku tega časa mikrokontroler da nalogo tehtnici, da izmeri težo zalogovnika s kovanci. Program v mikrokontrolerju bo določil, kateri od kovancev je bil spuščeni s primerjavo predhodne in nove teže. Če je to, npr. bil 2 evrski kovanec, bo prikaz na LCD-ju registriral, da imamo sedaj v zalogovniku en takšen kovanec in da je skupna vrednost kovancev 2 EUR (slika 3 spodaj).

LED-ica bo ponovno zasvetila zeleno kot znak, da lahko vnesemo nov kovanec. Vsak na novo spuščeni kovanec bo končal v svojem zalogovniku, tehtnica pa bo določila njegovo težo, da bi program lahko določil o katerem kovancu gre in ustrezno ažuriral prikaz na LCD zaslonu.

Včasih se zna zgoditi da se kovanec „zatakne“ na poti skozi klančino in ne pade v svoj zalogovnik. V tem primeru tehtnica



**Slika 3:** Tehtnica je v delovnem stanju in je pripravljena sprejeti prvi kovanec (zgoraj); prikaz na LCD zaslonu ko je v sortirko spuščena kovanec od 2 EUR (spodaj)

ne bo mogla pravilno določiti skupne teže zalogovnika in zato bo tudi program v mikrokontrolerju napačno ugotovil, kateri kovanec je bila spuščena. Če se to zgodi, je potrebno počakati, da LED-ica zasveti zeleno, pazljivo odstraniti zadnji spuščeni kovanec in kratko (krajše od 2 sek) pritisniti tipko. Na LCD zaslonu se bo izpisalo sporočilo „! izbrisi merjenje!“ . Takoj ko spustimo tipko, bo program v mikrokontrolerju vklopil rdečo LED-ico in izpisal sporočilo, da je zadnja meritev preklicana (slika 4).

Kovanec lahko ponovno vnesemo ko LED-ica ponovno zasveti zeleno in se na LCD zaslonu pojavi izpis s sporočilom „Vstavi kovanec!!“.

Tipka ima več funkcij. Če jo držimo pritisnjeno dalj od 2 sekund, se bo na LCD zaslonu izpisalo sporočilo „!resetiraj tehtnico!“.



**Slika 4:** Sporočilo na LCD zaslonu potrjuje da je zadnja meritev preklicana

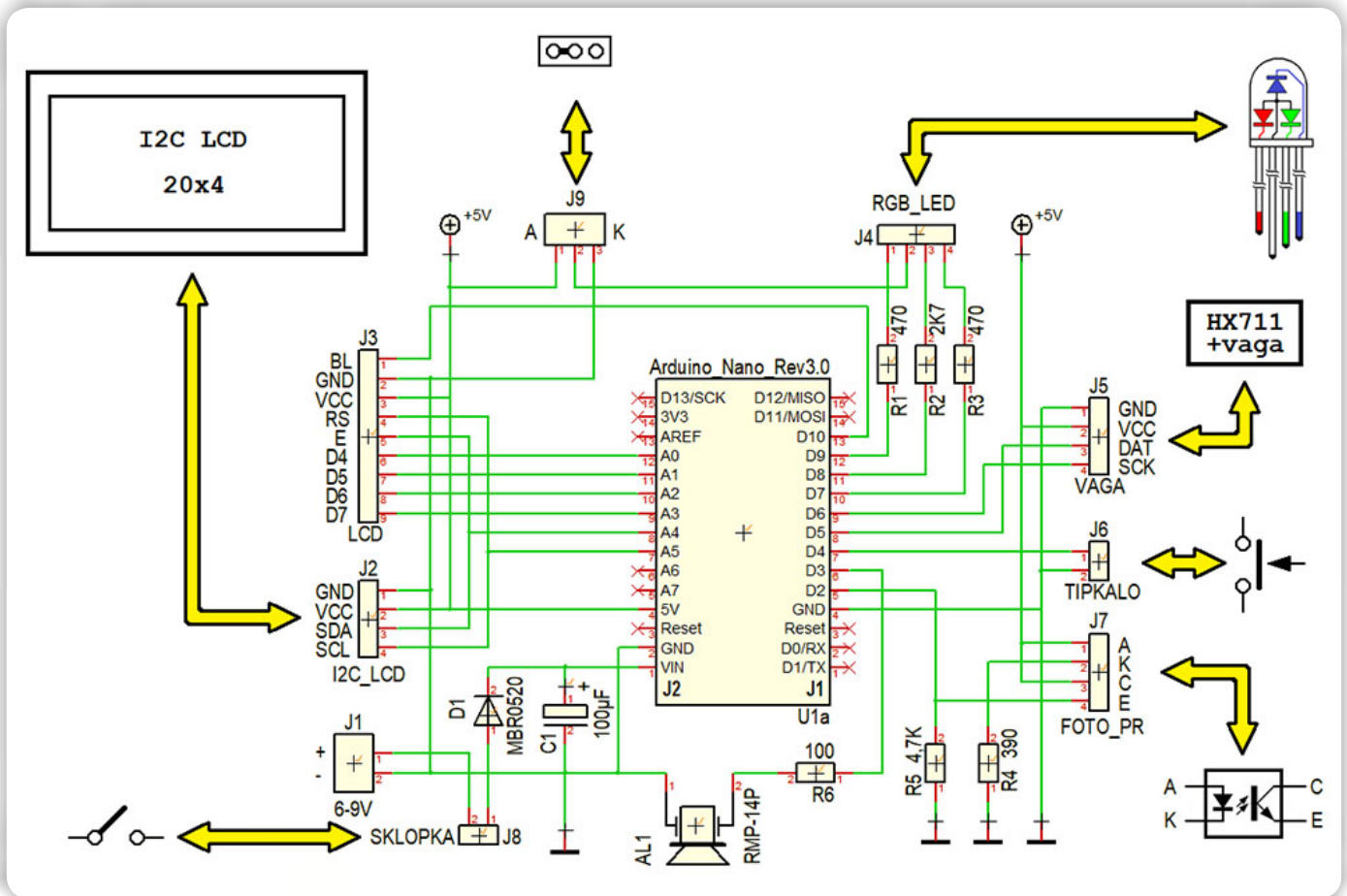
Če ga takrat spustimo tipko, bo program resetiral tehtnico, postavil vse števec na nič in ponovno prešel v delovno stanje. Ta postopek je potrebno ponoviti vsakič, kadar izpraznimo kovanec iz zalogovnika.

Če pa držimo tipko pritisnjeno dalj od 4 sekund, se bo na LCD zaslonu izpisalo sporočilo „kalibriraj tehtnico!“. S kalibracijo se določa teža posameznih kovancev in se shrani v trajni pomnilnik mikrokontrolerja (v EEPROM). Te podatke program potrebuje zato, da bi tehtanjem vstavljenih kovancev lahko določil kateri kovanec je bil spuščeni. Zato je potrebno postopek kalibriranja narediti pred prvo uporabo tehtnice in kasneje po potrebi. Med kalibriranjem program najprej zahteva, da se vnese 5 kovancev za 2 evra (slika 5 zgoraj).

Kovanec vnašamo enega za drugim, ko LED-ica sveti zeleno. Števec registrira vsak spuščeni kovanec in ko se vnese vseh 5 kovancev za 2 evra, bo zahteval, da pričnemo vnašati kovanec za 1 evro (slika 5 v sredini). Postopek se bo ponovil s kovanci za 50 in 20 centov, nakar se tehtnica resetira in preide v delovno stanje. Izpis na LCD zaslonu bo pokazal, da imamo trenutno vstavljenih po 5 kovancev vsake vrste in nadaljeval bo



**Slika 5:** Sporočila na LCD zaslonu med kalibriranjem tehtnice



Slika 6: Shema elektronskega vezja naprave za sortiranje kovancev

štetu od takšnega stanja (slika 5 spodaj). Lahko nadaljujemo z vnašanjem kovancev ali, če želimo pričeti od začetka, moramo kovance vzeti ven in nato resetirati tehniko!

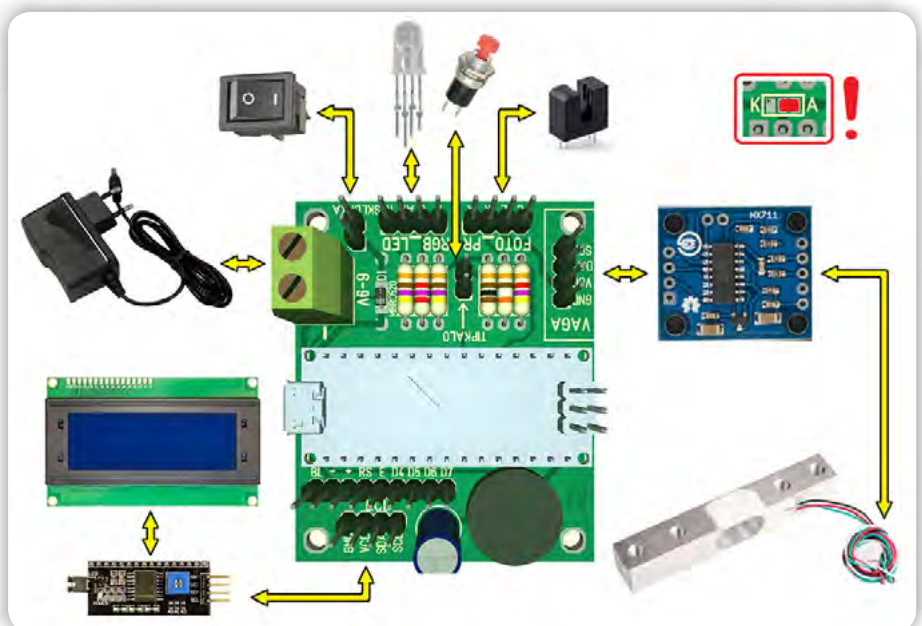
Če se med postopkom kalibriranja eden od kovancev zatakne klančini, ga lahko ročno vnesemo v njegov zalogovnik. Vendar če se to dogodi s petim (zadnjim) kovancem neke vrste, je takoj potrebno pritisniti tipko in jo držati pritisnjeno dokler kovanec ne vnesemo v njegov zalogovnik. Tipko nato spustimo in postopek kalibriranja se nadaljuje na prej opisani način.

## Opis električne sheme

Shema na sliki 6 prikazuje vezje elektronike sortirke kovancev. Možgane vezja predstavlja Arduino Nano modul z mikrokontrolerjem ATmega328P, katerega program krmili vse ostale komponente. Poleg Arduina se na glavnem tiskanem vezju nahaja še piskač (buzzer) in nekaj uporov. Napajanje je predvideno preko omrežnega adapterja z izhodno napetostjo 6-9 V, dioda D1 ščiti vezje pred napačno obrnjenimi priključki

na konektorju J1. Vse ostale komponente se nahajajo izven glavnega tiskanega vezja in se medsebojno povezujejo preko konektorja na ploščici in ustreznih kablov.

Konektorja J2 in J3 služita za priključek I2C ali „navadnega“ LCD zaslona s paralelnimi priključki; v projektu smo se odločili



Slika 7: Montažna shema elektronskega vezja naprave za sortiranje kovancev



za I2C LCD, zato je konektor J3 neuporabljen. Na J4 vežemo tribarvno (RGB) LED-ico. Če uporabimo RGB diodo s skupno katodo, je srednji in desni priključek potrebno vezati na kratkostičnik J9; pri RGB diodi s skupno anodo vežemo srednji in levi priključek istega kratkostičnika. J9 se nahaja na zadnji strani tiskanega vezja, povežemo ga s kapljico spajke.

Na konektor J5 vežemo modul s HX711 čipom. HX711 je analogni digitalni pretvornik, ki nam služi kot povezava s senzorjem za merjenje pritiska (load-cell). V senzorju se nahajajo štirje upori, katerih upornost se spreminja proporcionalno s silo pritiska na ohišje senzorja. Spreminja se tako, da se upornost enega para uporov zmanjšuje, drugega para pa povečuje. Upori so vezani v t.i. Wheatstoneov mostič, sprememba upornosti se prebere kot sprememba napetosti na izhodnih priključkih mostiča. HX711 natančno meri to napetost in jo digitalizira s 24-bitno natančnostjo, program v mikrokontrolerju zajema to število in iz njega lahko izračuna kakšna sila pritiska na senzor.

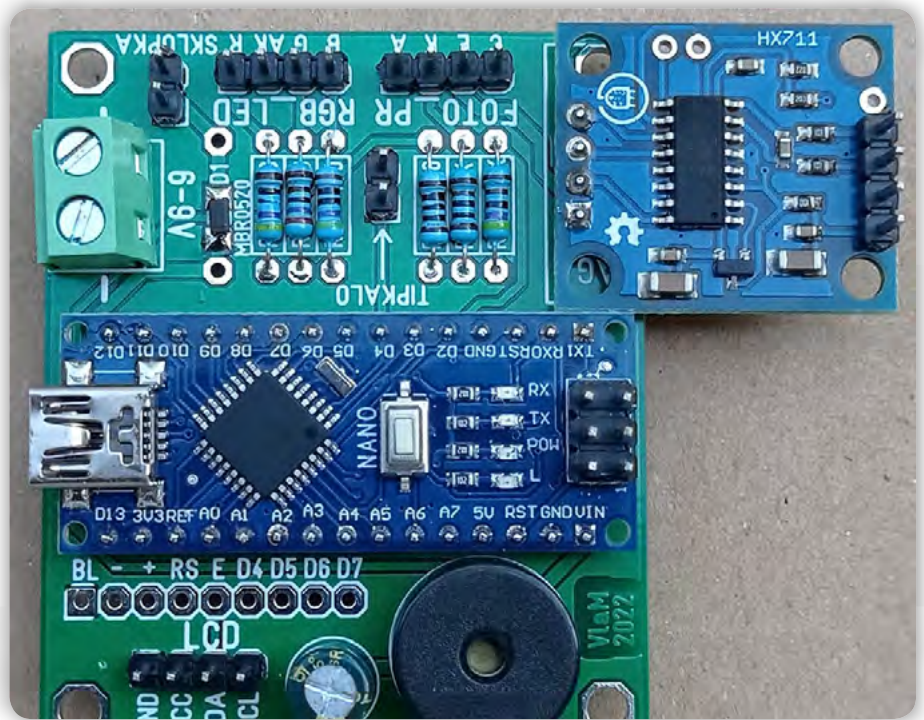
Na J6 vežemo tipko s katero dajemo različne ukaze programu v mikrokontrolerju, na konektor J7 je vezano foto stikalo. Foto stikalo je sestavljeno iz LED-ice in foto tranzistorja, med katerima je ozka razpoka. Dokler svetloba LED-ice pada na foto tranzistor, le-ta prevaja tok in napetost na upor R5 bo okoli 4 V (mikrokontroler „bere“ to napetost kot logično ena. Ko kovanec, ki smo ga vnesli v zarezo kratko zastre svetlobo LED-ice na foto tranzistorju, zato bo čez njega prenehal teči tok in napetost na upor R5 bo padla na 0 V (mikrokontroler „bere“ to napetost kot logično ničlo). Tako bo s spremljanjem logičnega stanja na upor R5 program v mikrokontrolerju lahko zajel trenutek, ko smo vnesli kovanec.

Končno, na konektor J8 vežemo stikalo, s katerim vklopim in izklopim tehtnico. Montažna shema elektronskega vezja je prikazana na sliki 7 in na njej lahko razen načina vezave vidite tudi izgled posameznih komponent in modulov. Na sliki 8 je fotografija glavne ploščice, na katero sta zaspajkana Arduino Nano in HX711 modula.

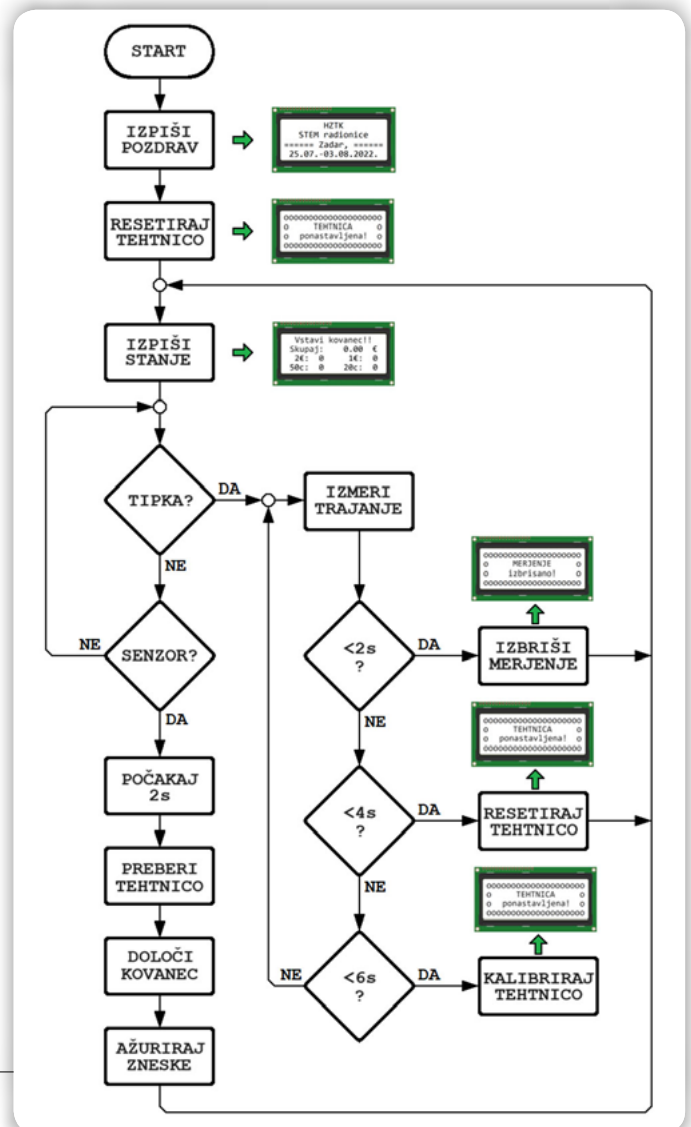
## Opis programske logike

Program ki krmili tehtnico napisan je v programskem jeziku Bascom-AVR. Tukaj ne bomo analizirali njegovih ukazov, ampak bomo podrobno preučili programsko logiko prikazano na diagramu na sliki 9. Na isti sliki so prikazani tudi karakteristični izpisi, ki so vidni na LCD zaslonu med posameznimi koraki.

Takoj po zagonu programa se bo izpisalo pozdravno sporočilo.



Slika 8: Fotografija glavne ploščice z Arduino Nano in HX711 moduloma



Slika 9: Programska logika prikazana z diagramom poteka

Na sliki je prikazan izgled originalnega sporočila s tehtnice, ki smo jo izdelovali na STEM delavnicah, vsebino sporočila lahko prilagodimo v programu za oznako „Msk\_pozdrav:“. Zatem se bo tehtnica resetirala. Med resetom program postavlja števec kovancev in skupno vrednost na ničlo, iz EEPROM-a prebere mejne teže kovancev in določi težo praznih zalogovnikov za kovance. Ko izpiše trenutno stanje, bo RGB dioda zasvetila zeleno, s čemer signalizira, da je sortirka pripravljena za delo.

V glavni zanki program izmenično preverja, ali je pritisnjena tipka oziroma ali je aktiviran senzor. Senzor se bo aktiviral vsakič, ko v zarezo spustimo nek kovanec. Program bo takrat vklopil rdečo RGB LED-ico, s čemer signalizira, da moramo počakati 2 sekundi z vnašanjem novih kovancev, kar je dovolj, da kovanec pade v svoj zalogovnik, in nato preberemo tehtnico. S primerjavo izmerjene teže in mejnih vrednosti bo program ugotovil za kateri kovanec gre in ažuriral števce in skupni znesek. Med tem postopkom si bo program zapomnil predhodne vrednosti števca in predhodno stanje tehtnice, če bi se izkazala potreba, da je potrebno razveljaviti zadnje tehtanje. Ko izpiše novo stanje, program vklopi zeleno RGB LED-ico in se vrne v glavno zanko.

Ko je aktivirana tipka, bo program vklopil rdečo RGB LED-ico in bo začel meriti kako dolgo je tipka pritisnjena, da bi lahko zagnal eno od pripadajočih aktivnosti:

- Med prvima dvema sekundama je na LCD zaslonu izpisano sporočilo „! izbrisi merjenje !“. Če takrat spustimo tipko, bo program vrnil stanja vseh števcov in branje tehtnice en korak nazaj, da bi se ta meritev razveljavila. Po izpisu ustreznega sporočila se izpisuje predhodno stanje, vklopi zeleno RGB LED-ico in se vrača v glavno zanko.
- Med drugima dvema sekundama je na LCD zaslonu izpisano sporočilo „!resetiraj tehtnico!“!“. Če sedaj spustimo tipko, bo program resetiral tehtnico na isti način kot na začetku programa. Po izpisu ustreznega sporočila se izpiše začetno stanje (vse vrednosti so enake ničli), vklopi zeleno RGB LED-ico in se vrača v glavno zanko.
- Med tretjima dvema sekundama se na LCD zaslonu izpiše sporočilo „kalibriraj tehtnico!“!“. Če sedaj spustimo tipko, bo program pričel izvrševati rutino za kalibriranje tehtnice. Med tem postopkom bo program zahteval, da se vnese po 5 kovancev za 2 in po 1 euro ter po 50 in 20 centov, da izmeri težo vsake skupine istih kovancev in na tej osnovi izračuna mejne vrednosti vsakega kovanca. Te mejne vrednosti se vpišejo v EEPROM, da bi ostale shranjene tudi takrat, ko se izključi napajalna napetost. Po zaključeni kalibraciji se izpisuje trenutno število kovancev v zalogovnikih (po pet kovancev v vsakem zalogovniku) in trenutna vrednost ter vklopi zeleno RGB LED-ico in se vrača v glavno zanko.



Slika 10: Del izdelkov narejenih na STEM delavnicah.

Če tipka ni spuščena med prvimi šestimi sekundami se postopek ponavlja dokler se tipka ne spusti.

Fotografije na sliki 10 prikazujejo del izdelkov narejenih na STEM delavnicah.

#### Opombe

Na STEM delavnicah so še delali s kovanci Kun in Lip. V tem članku je opisana modificirana verzija programa, Sortirka\_SLO.bas, ki je prilagojena euro kovancem; ta program lahko brezplačno dobite od uredništva revije Svet elektronike. Prilagoditev sortirke za euro kovance zahteva drugačne dimenzije mehanskega dela, ki loči kovance po njihovih dimenzijah.

Zamisel za sortirko ter mehansko konstrukcijo je izdelal Zvonimir Lapov-Padovan, zaposlen na HZTK, program mikrokontrolerja in dizajn tiskane ploščice je izdelal avtor tega članka.

# Programiranje ESP32 modulov v Tasmota razvojnem okolju – 3.del

Avtor: dr. Simon Vavpotič

*V drugem nadaljevanju smo priključili tipko, releja in vremenski BMP280 senzor. Uporabili smo tudi ožičeno Ethernet komunikacijo in programirali v jeziku Berry. Tokrat se lotimo povezave Tasmote s Home Assistant aplikacijo za upravljanje doma.*

Daljša testiranja Tasmota modulov pokaže, da ti po pravilni konfiguraciji delujejo zanesljivo in stabilno, ne glede na to, ali komunicirajo prek ožičenega ali brezžičnega omrežja, ali preko obeh. To velja tudi za z njimi povezane senzore, denimo BMP280 za merjenje temperature in zračnega tlaka. Ker v preteklem nadaljevanju nismo omenili, povejmo da BMP280 vrača absolutno vrednost tlaka, ki ni kompenzirana glede na morsko gladino. Če hočemo enake vrednosti, kot jih poročajo vremenslovci, formulo za preračun najdemo na spletnih straneh arso.gov.si. Lahko pa namesto tega poiščete SE304 in SE305.

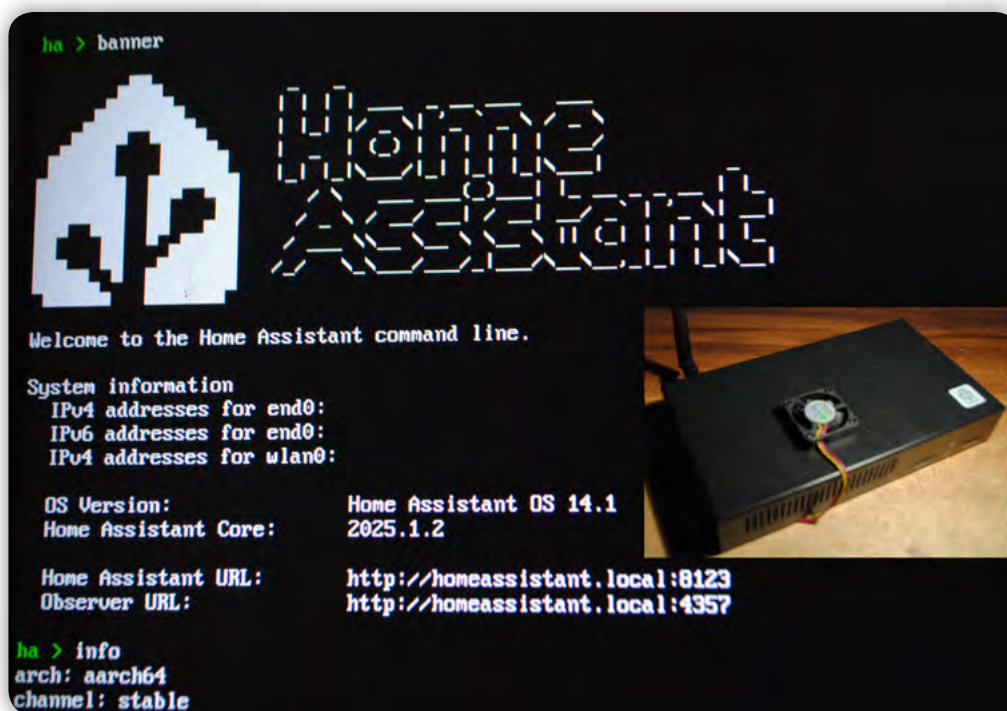
Kakorkoli, Tasmota IoT modul moramo zdaj povezati z aplikacijo za upravljanje doma, ki pa je še nimamo in jo moramo namestiti. Home Assistant je v tem pogledu naravnost odlična rešitev, zato ga bomo v nadaljevanju namestili in preizkusili.

## Tasmota in Home Assistant

Zakaj bi sami razvijali programsko opremo za upravljanje pametnega doma, ko pa lahko uporabimo kar katero do aplikacij, ki jih zastoj prenesemo s spleta. Vendar teh ne smemo enačiti s Trasmoto, ki omogoča hitro in poenostavljeno izdelavo IoT naprav po meri uporabnika.

Home Assistant, ki je samo ena od najbolj priljubljenih tovrstnih aplikacij, omogoča zbiranje in obdelave podatkov iz vseh domačih pametnih naprav, kakor tudi njihov grafični prikaz, ki ga lahko prilagodimo svojim željam in potrebam.

Nasprotno, ima Tasmota vgrajen le osnovni grafični vmesnik, s katerim izvedemo prilagoditve in nastavitve razvojne ploščice, ki so potrebne za njeno delovanje kot merilne in krmilne naprave. Obenem podpira tudi različne komunikacije z nadzorno aplikacijo. S Home Assistantom lahko Tasmota IoT napravo povežemo s pomočjo MQTT posrednika.



*Slika 1: Home Assistant upravljavska konzola nameščena v Raspberry Pi Compute Module 5 razvojni računalnik z robustnim kovinskim ohišjem.*

Slednjega lahko naročimo v sklopu plačljivih storitev, denimo Amazon Web Services (AWS), ali pa ga namestimo in vzdržujemo sami.

Slednje ima dve prednosti: nismo odvisni od interneta, hkrati pa največ dela z namestitvijo MQTT posredniške strežniške aplikacije, medtem ko skoraj ne rabi vzdrževanja, razen takrat, ko spreminjamo delovanje omrežja.

## Namestitev Home Assistanta

Čeprav bi moda mislili, da je Home Assistant samo še ena aplikacije za upravljanje doma, ki jo lahko prenesemo s spleta in namestimo v računalnik z operacijski sistem Windows, še zdaleč ni samo to. Ker je izdelana kot slika aplikacije za Docker virtualizacijsko okolje jo lahko namestimo v vse računalnike in operacijske sisteme, v katere lahko namestimo Docker.

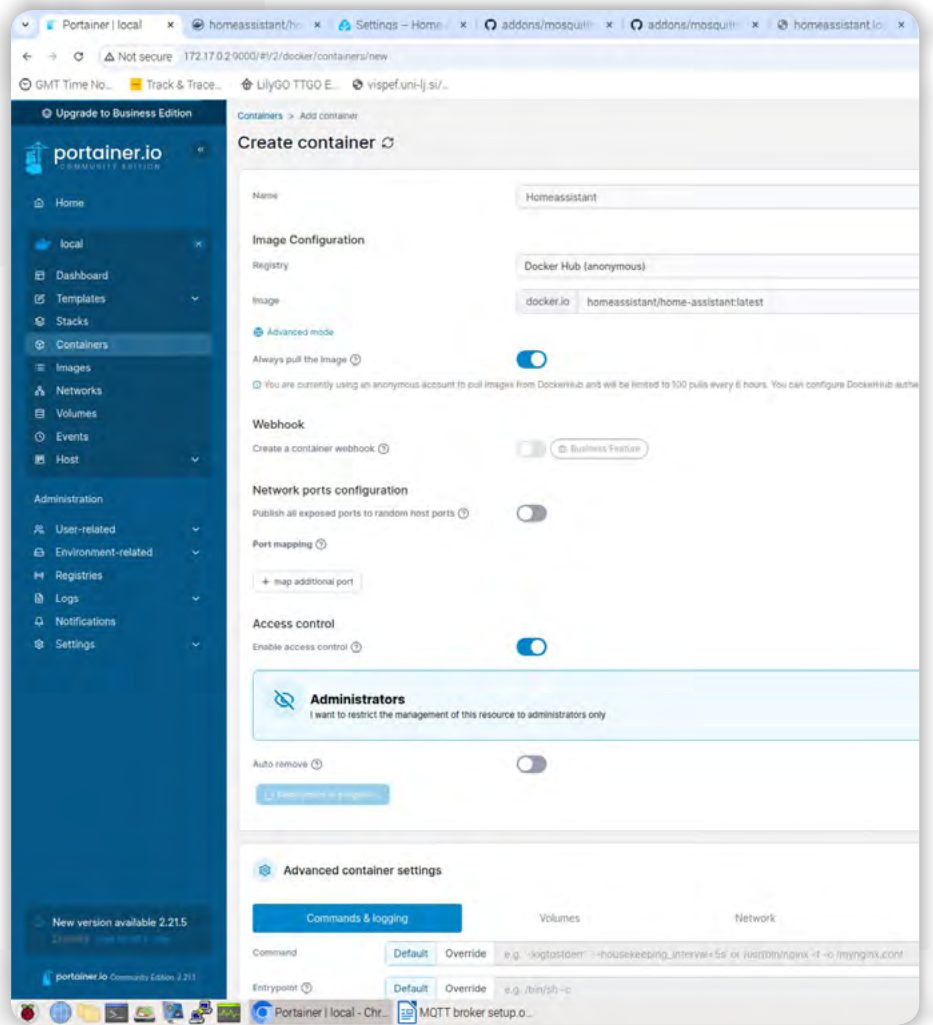
Za manjše računalnike je na voljo tudi kot slika podatkovnega pogona, katero z ustreznim programskim orodjem prenesemo na primer na SD kartico, ki jo nato preprosto vstavimo v računalnik in zažene.

Tako se nam ni potrebno ukvarjati z namestitvijo Dockerja, ampak preprosto počakamo nekaj minut, da se novi Home Assistant strežnik zažene, nakar vnesemo želeno uporabniško ime in geslo, na osnovi katerih Home Assistant nadzornik (supervisor) izdela novega skrbnika. Manjka samo še MQTT posrednik, ki ga lahko namestimo prek grafičnega vmesnika kot dodatek (angl. add-on).

Tvorci aplikacije Home Assistant priporočajo Mosquitto MQTT strežnik, ki ga je enostavno skonfigurirati, še enostavneje pa povezati z napravo Tasmota. MQTT posrednik lahko pustimo odklenjen in dostopen vsem lokalnim aplikacijam, ali pa dostop zaklenemo s poljubnim uporabniškim imenom in geslom, ki ga moramo vnesti tako v Home Assistant kot v Tasmota IoT naprave. Priporočam testiranje brez gesla, za pri redni uporabi pa je dostop zaradi varnosti boljše zaklenit z geslom in tudi kodirano SSL povezavo (https).

Dodajmo še, da mora biti računalnik med izvedbo osnovnih nastavitev prek njegove spletne strani (na lokalnem HTTP naslovu: <http://homeassistant.local:8123> ali <IP naslov navideznega računalnika v Docker virtualizaciji npr. 172.17.0.3:8123), ki obsegajo: način delovanja omrežne povezave (IP v4 ali IP v6), IP naslov in privzeti prehod ter med samodejnim prenosom Docker slik in zagonom storitve supervisor in drugih storitev za podporo delovanju Home Assistant, ves čas priključen v internet.

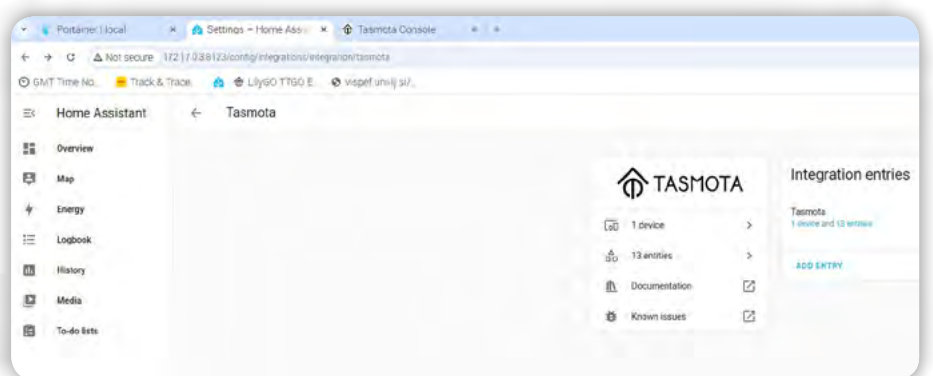
Nekoliko enostavneje pa je, če Home Assistant nameščamo v računalnik, na katerega smo poprej samostojno namestili virtualizacijsko okolje Docker, po možnosti z grafičnim vmesnikom Portainer.io (kar si lahko nazorno ogledate tudi v videu: <https://youtu.be/4603ZRIURuU> na YouTube). Portainer.io maksimalno poenostavi prenos aplikacije, ki jo samodejno potegne s spleta, namesti in zažene v manj kot minuti. Malo bolj se moramo v tem primeru potruditi zgolj z namestitvijo Mosquitto MQTT posrednika, ki ga moramo namestiti samostojno iz ukaznega okna, saj opcija za namestitev v grafičnem vmesniku Home Assistanta ni na voljo. Namestitev izvedemo z naslednjim zaporedjem ukazov: »sudo apt update«, »sudo apt upgrade«, »sudo apt install -y mosquitto mosquitto-clients« in »sudo systemctl enable mosquitto.service«.



**Slika 2: Home Assistant v vzpostavljeno virtualizacijsko okolje Docker je tako enostavna kot uporaba Googlevega spletnega iskalnika.**

Uspeh namestitve nato preverimo z ukazom `mosquitto -v`, ki je sicer namenjen ročnemu zaganjanju MQTT posrednika, a obenem izpiše tudi vse podatke o namestitvi. A brez strahu! Pravilno je, če med izpisom podatkov opazimo tudi dve napaki, češ da Mosquitto ne more vzpostaviti strežbe, ker so vrata 1883 že zasedena. Jasno! Mosquitto je že zagnan kot storitev, zato je ta vrata že izkoristil.

Zdaj se lotimo še konfiguracije! Za uporabo storitve MQTT brez uporabniškega imena in gesla in brez varnega kodiranja TLS



**Slika 3: Tasmota integracijski modul po namestitvi v Home Assistant**

v lokalnem omrežju zadošča, da z ukazom »sudo mousepad /etc/mosquitto/mosquitto.conf« na konec nastavitvene datoteke mosquitto.conf dodamo naslednji vrstici: »listener 1883« in »allow\_anonymous true«. Nato ponovno zažene-mo MQTT posrednika z ukazom: »sudo systemctl restart mosquitto«.

## Povezava Tasmota IoT naprave s Home Assistantom

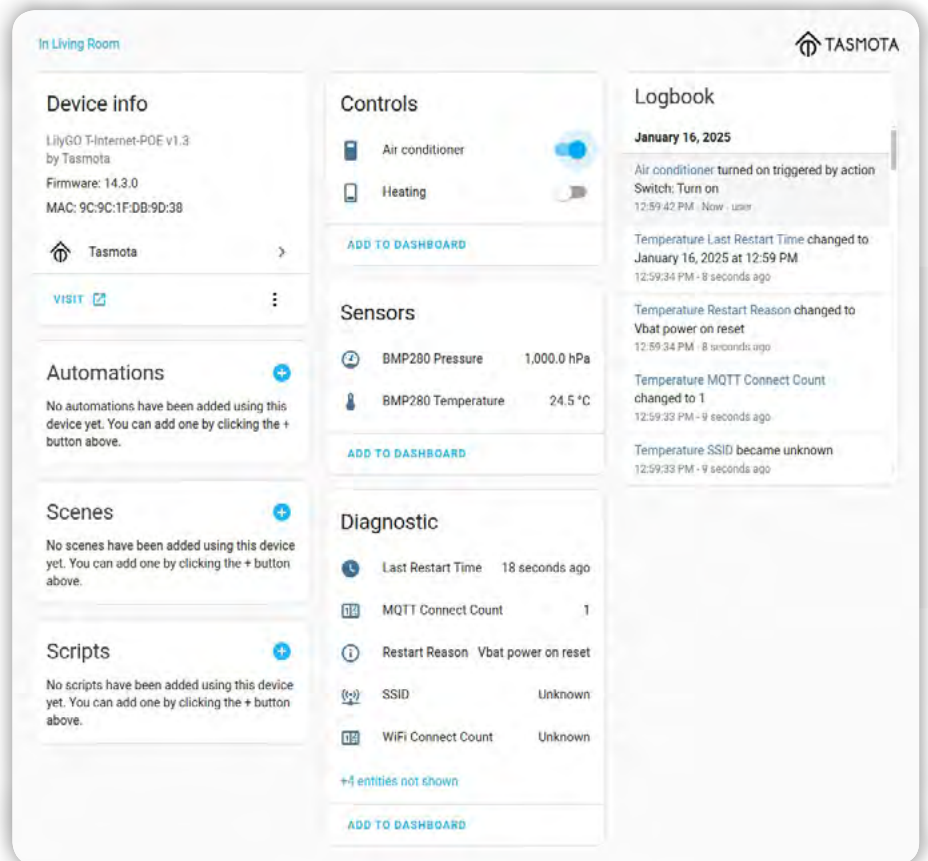
V preteklih nadaljevanjih v SE335 in SE336 ste lahko prebrali o vzpostavitvi osnovnega delovanja LilyGO-PoE razvojne plošče na osnovi ESP32 modula z dodanim BMP280 senzorjem, s katerim sproti meri temperaturo in zračni pritisk. Naučili smo se tudi uporabiti Ethernet povezavo namesto Wi-Fi povezave, vendar sta Wi-Fi brezžična in Ethernet ožičeni povezavi pri vzpostavljanju komunikacije med Home Assistantom in Tasmota IoT napravo povsem enakovredni.

MQTT nastavitve odpremo iz osnovnega menija takole: »Configuration/Configure MQTT«. Zadošča vnos IP naslova ali imena gostiteljskega MQTT posredniškega strežnika, nakar nastavitve shranimo s pritiskom na tipko Save.

## Dokončanje nastavitvev v Home Assistantu

Iz namizna Home Assistanta odpremo v meni Settings, nato pa kliknemo na postavko Devices & Services in na vrhu okna izberemo zavihek Integrations. Nato v spodnjem levem kotu kliknemo tipko »ADD INTEGRATION«, s čimer odpremo menijsko okno s pregledom vseh mogočih po abecednem vrstnem, redu urejenih vmesnikov za integracijo Home Assistanta z zunanji storitvami. Izberemo MQTT in nato v naslednjem okni še enkrat (čisto pri vrhu) ponovno MQTT, nakar se prikaže okno za vnos osnovnih podatkov za povezavo z MQTT posrednikom, kjer je pomemben predvsem vnos DNS imena ali IP naslov MQTT posrednika. V našem primeru je to kar zunanji IP naslov Docker gostiteljskega strežnika, na katerem poganjamo Docker s Home Assistant kontejnerjem.

Naslednji korak je namestitev Tasmota storitve. Ponovno kliknemo tipko »ADD INTEGRATION«, vendar tokrat poiščemo Tasmota. Ker je mogoča ena sama povezava, tako kot pri MQTT posredniku, po namestitvi Tasmota storitev sama poišče kompatibilne Tasmota naprave z vključeno MQTT storitvijo in jih samodejno integrira v Home Assistant okolje.



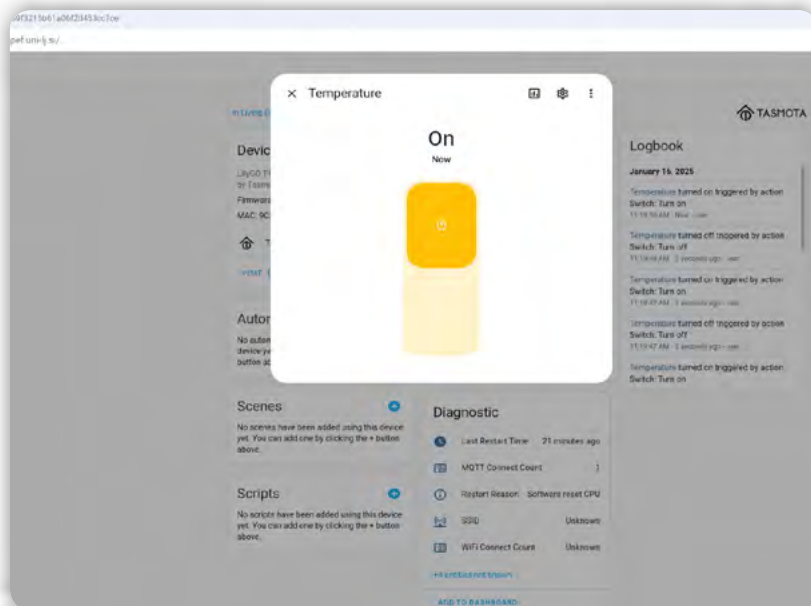
**Slika 4:** Nadzorna plošča Tasmota IoT naprave s samodejnim osveževanjem (izmerjenih) vrednosti.

## Kako deluje?

Če je Tasmota uporabniku prijazno razvojno-aplikacijsko okolje za gradnjo IoT naprav za pametni dom, je Home Assistant krovna aplikacija, ki jih povezuje v celoto in jih lahko tudi samodejno upravlja. Tasmota IoT napravo na osnovi LilyGO-PoE razvojne plošče smo v preteklem nadaljevanju (SE336) nastavili tako, da lahko prek dveh GPIO priključkov krmilimo releja, katerih nastavitve in možnost upravljanja se prek sporočilnega protokola MQTT prenesejo tudi v Home Assistant.

Če namesto zavihka Integrations izberemo zavihek Devices in v njem v pregledu naprav kliknemo na Tasmota razvojno ploščo LilyGO-PoE, se odpre pregled njenih ročnih nastavitvev in vrednosti s tipal, katerega osveževanje je sorazmerno hitro. Med krmilnimi nastavitvami sta seveda tudi relejska izhoda, ki ju lahko enostavno ročno upravljamo prek stikala v grafičnem vmesniku. Pod njima so tudi podatki o trenutno izmerjeni temperaturi in zračnem pritisku (senzor), pri dnu pa so diagnostični podatki.

Če se povezava med IoT napravo in Home Assistantom poruši ali napravo izklopimo, njene krmilne nastavitve v Home Assistantu posivijo, namesto trenutnih vrednosti senzorjev in diagnostičnih podatkov pa se vsakokrat izpise Unavailable oz. nerazpoložljivo. Po ponovni vzpostavitvi dostopnosti ali delovanja IoT naprave, se njeni podatki osvežijo na dejanske vrednosti že po nekaj sekundah, ponovno pa je mogoče tudi ročno upravljanje.



Slika 5: Ročno upravljanje krmilnih izhodov Tasmota IoT naprave.

## Zaščita prek hekerji

Čprav sta Home Assistant in Tasmota odlični razvojno-aplikacijski okolji, s katerima si lahko pri vzpostavljanju programske in strojne infrastrukture pametnega doma prihranimo obilico dela in hitro pridemo do učinkovitih rešitev, imata

lahko ob nerodni izvedbi tudi veliko ranljivosti. Tasmotine smo omenili že v preteklih nadaljevanjih. Zato ponovno opozorimo na možnost uporab TLS varnega kodiranja podatkov MQTT sporočil, ki pa mora biti zagotovljeno tudi na strani MQTT posrednika. Izdelava in namestitve elektronskih certifikatov ter vzpostavitev sprotnega varnostnega kodiranja podatkov presega obseg te serije člankov. Podrobne opise in razlage lahko poiščete v internetu, če v Googlov ali drug spletni iskalnik vpišete iskalni gesli »Tasmota« in/ali »Home Assistant«.

Glede zaščite pred hekerji še to! Home Assistanta ne moremo vzpostaviti brez internetne povezave, lahko pa deluje tudi brez nje. Zato ni bojzani, da bi ob prekinitvi internetne povezave ostali brez upravljanja doma, je pa res, da v tem primeru nikakor ni dobro v domačem omrežju česarkoli spreminjati, dokler povezave ponovno ne vzpostavimo, saj lahko v nasprotnem primeru onemogočimo delovanje.

Obenem vselej velja, da je domače omrežje vselej dobro zaščititi tudi s požarnim zidom...

<https://pcusbprojects.com>



 Celjski sejem

# Mednarodni industrijski sejem

8.-11. APRIL 2025



EARLY BIRD  
VSTOPNICE

+ SEJEM KOMOT

# GUI-O in razvojni proces 2. del

Avtor: Janez Pirc

Email: janez.pirc@gmail.com

*Ko je bila strojna oprema (HW) relativno draga, smo bili primorani optimizirati stroške. To je pomenilo, da smo funkcionalnost naprave in grafični uporabniški vmesnik (GUI) v celoti poganjali na istem mikrokontrolerju.*

## HW arhitektura naprave

Pri manj zahtevnih napravah je ta pristop deloval, vendar se je s kompleksnejšimi napravami in večjimi zahtevami po zmogljivejšem GUI kmalu pokazalo, da je takšna arhitektura omejujoča. Razvojniki so ugotovili, da hkratno poganjanje GUI in naprave na istem mikrokontrolerju prinaša kompromise. Izbira med manj zmogljivim grafičnim vmesnikom ali manj zmogljivim krmilnikom naprave ni bila sprejemljiva. Zato so sodobne in kompleksne naprave danes običajno opremljene z enim ali več mikrokontrolerji, medtem ko GUI poganja računalnik. Spremembo prikazuje slika 1 v prvem članku v Svet elektronike št. 336.

V tem članku se bomo osredotočili na arhitekturo naprave z enim mikrokontrolerjem, ki nadzoruje delovanje naprave, medtem ko GUI poganja računalnik.

## Časovna optimizacija razvojnega procesa

Optimizacija razvojnega procesa je ključnega pomena za učinkovito rabo virov. Ker je usposabljanje specialistov za različne tehnologije časovno zahteven proces, se razvijalci običajno specializirajo, nekateri se osredotočajo na razvoj programske opreme za mikrokontroler, medtem ko drugi razvijajo GUI na računalniku.

Klasičen razvojni cikel, ki obsega zapis zahtev, izdelavo naprave in temeljito testiranje, se pri kompleksnih sistemih razbije na več pod ciklov. Posamezne sklope razvijamo ločeno v začetni fazi projekta, nato pa jih integriramo v celoto. Ta proces se lahko ponavlja večkrat.

Podjetja pogosto posodablajo in razvijajo več naprav istočasno, pri čemer so projekti v različnih fazah razvoja. Razvijalci

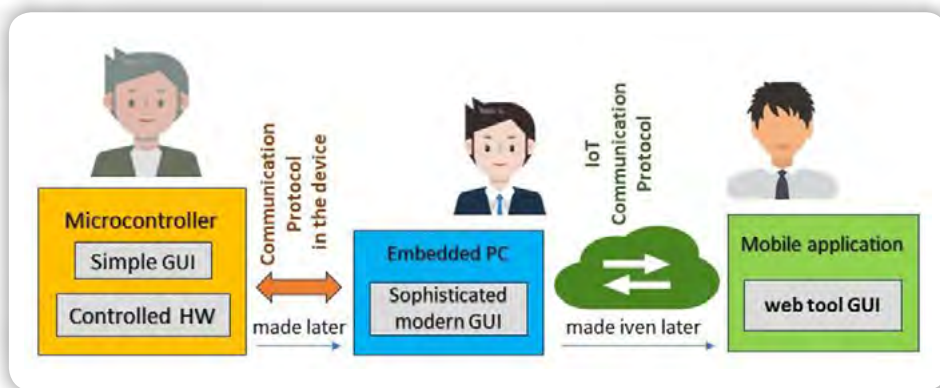
se osredotočajo na svoje segmente in optimizirajo čas ter učinkovitost dela, pri čemer se izogibajo preklapljanju med projekti.

Neizkušeni vodje razvojnih projektov, ki imajo omejeno razumevanje tehnologij, se pogosto zanašajo na komunikacijo med specialisti. Pod časovnim pritiskom dajejo prednost projektom v zaključni fazi, kar lahko vodi v poenostavitve in zanemarjanje pomembnih analiz v zgodnjih fazah. Rezultat je sledeča časovna optimizacija projekta:

- Najprej razvojna ekipa razvije napravo, ugnezdenem programer se fokusira na funkcionalnosti.
- Kasneje GUI specialist oblikuje grafični vmesnik, ter ga integrira v napravo.
- Še bistveno kasneje se doda oddaljeni dostop za upravljanje in vzdrževanje.

## Slabosti časovnega zamika izdelave GUI

Optimizacija procesa razvoja naprave tako, da se izdelava GUI načrtuje kasneje, ko osnovne funkcionalnosti naprave že delujejo, ima slabosti. Komunikacija med specialisti je običajno slaba. Večji ko je časovni zamik med izdelavo naprave in izdelavo GUI, več pomembnih informacij se izgubi. Tako izdelan GUI je pomanjkljiv. Skriti problem se odkrijejo na koncu projekta, reševanje teh problemov je težko, potreben je nov razvojni cikel na GUI in na ugnezdenem mikrokontrolerju. Podrobna analiza skritih napak razkrije pomanjkljivo razumevanje delovanja naprave s strani GUI specialista. GUI specialist lahko celo prepriča marketinško ekipo in vodstvo glede funkcionalnosti naprave, ki pa jo sama naprava ne more izvesti. Posledično dobimo izdelek, ki je estetsko dovršen, vendar je grafični uporabniški vmesnik bolj prilagojen trženju kot dejanski funkcionalnosti naprave.



Slika 5: Optimizacija časa procesa

## SW arhitektura naprave

Zgoraj sem kratko opisal optimizacije virov

- HW arhitektura naprave: ugnezdeni mikrokontroler za napravo in ločen PC za GUI.
- Specializacija razvijalcev: prvi dela na mikrokontrolerju, drugi na PC.
- Časovni proces: najprej se programira funkcionalnosti naprave, kasneje se izdelava GUI.

Spodaj bom pa opisal različne programske arhitekture.

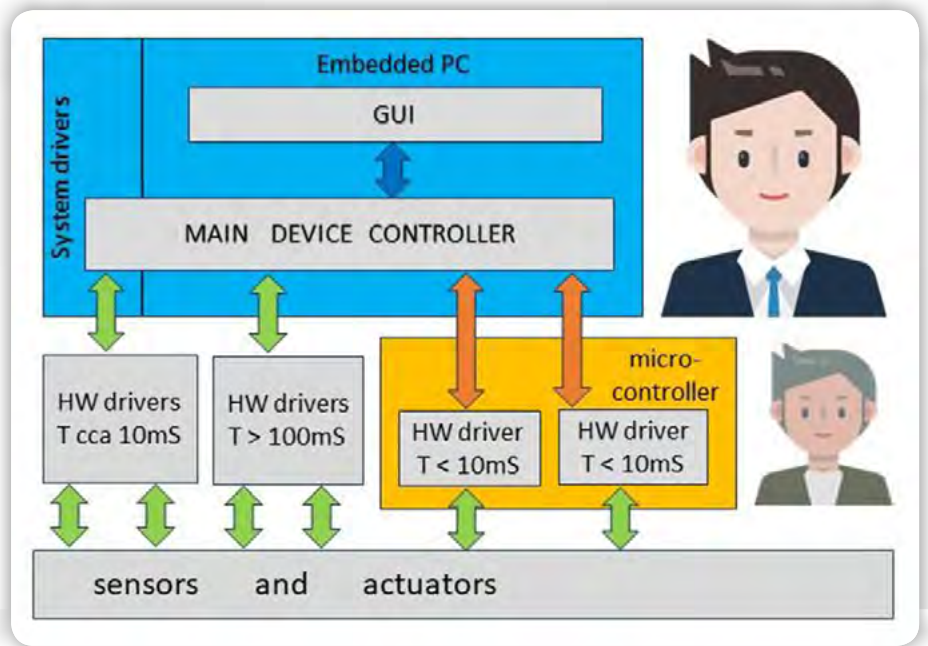
## PC nadzoruje celotno napravo

Ko arhitekt celotne naprave uporabi vgrajen PC za krmiljenje naprave, običajno ne pride do večjih težav. Razvijalec oblikuje programsko arhitekturo za posamezne funkcionalnosti naprave in vzporedno ustvarja uporabniški vmesnik (GUI). Programer se v zgodnji fazi razvoja pri postavljanju elementov (WIDGETS) ne obremenjuje z grafično podobo ali uporabniško izkušnjo (user experience). Prvi GUI ima predvsem funkcionalni namen in bo deloval pravilno v vseh podrobnostih. Kasneje se pri dodelavi GUI vključijo tudi grafični oblikovalci in testni uporabniki. Tako GUI in funkcionalnost nastajata istočasno, pri čemer za oboje v vseh ciklih razvoja skrbi isti specialist, kar je ključnega pomena za uspeh projekta. Neizkušenost vodje projekta nikoli ne povzroči problematične optimizacije projekta na način, da se najprej razvije funkcionalnost naprave ter kasneje GUI. Tudi časovni pritiski za hitro zaključevanje zastavljenih ciljev ne vplivajo na kakovost ter ne povzročajo nepotrebnih dodatnih razvojnih ciklov za reševanje problemov.

Takšna SW arhitektura izgleda odlična, a ima svoje slabosti. Embedded PC je običajno zelo zmogljiv, vendar ni zasnovan za krmiljenje kompleksnih naprav v realnem času. Mikrokontrolerji ter RTOS operacijski sistemi na mikrokontrolerjih so zasnovani za hitro obdelavo procesov na spodnjem HW nivoju in s tem primernejši za krmiljenje kompleksnih naprav.

Ugnezdeni PC zmore odzivne čase reda 100 ms, kar je nekje tudi meja človekove zaznave na primer na GUI. Če želimo z ugnezdenem PC krmiliti procese z zanesljivim odzivnim časom reda 10mS, se moramo že pošteno potruditi ter poseči po sistemskih delih programske opreme. Za doseganje odzivnih časov pod 10mS pa je potreben večji poseg v operacijski sistem ali pa kombinacija mikrokontrolerja in računalnika.

Na začetku sem omenil, da se kompleksne naloge razgradijo na več manj kompleksnih podprocesov. Če je na napravi mogoče posamezne funkcionalnosti razdeliti na zaključene in neodvisne celote, lahko te zaključene dele dalje delimo na procese, kjer se ne zahteva hiter odzivni čas ter procese, kjer je odzivni čas ključnega pomena. Tako lahko PC krmili vse počasne procese, mikrokontroler pa izvede posamezne zaključene procese v realnem času. Programski sklopi na

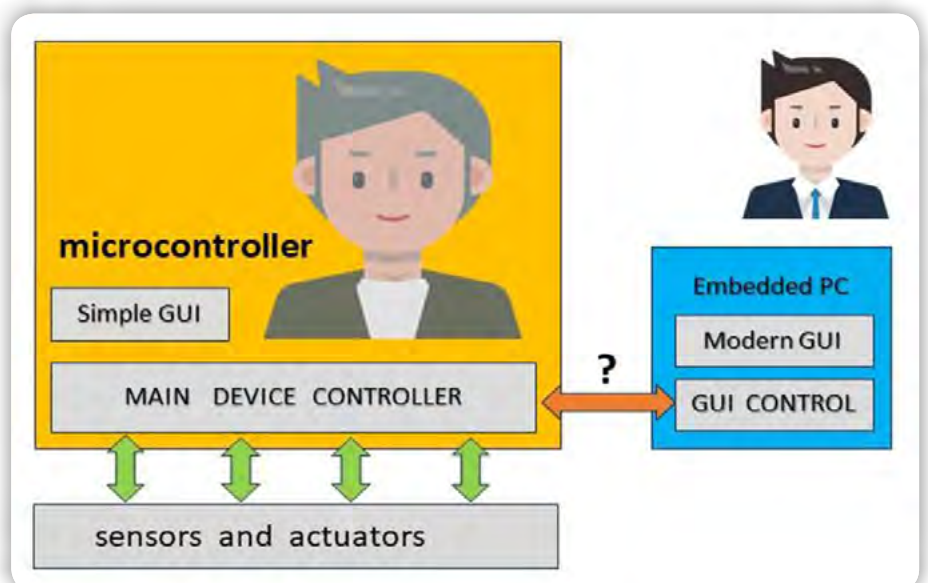


Slika 6: PC krmili vezje

ugnezdenem mikrokontrolerju in komunikacijski protokol proti PC delujejo kot HW driver-ji. Mikrokontroler prevzame funkcionalnost HW aktuatorjev. Tak način dela ohranja zgoraj omejeno kakovost, ter omejuje tveganja za probleme le na ločeno obravnavane hitre procese ter pripadajoč komunikacijski protokol.

## Mikrokontroler nadzoruje napravo, PC pa GUI

Enostavnejše naprave predvsem pa starejše naprave so bile brez GUI. Za upravljanje naprav preko stikal, tipk in potenciometrov ter prikaz na preproste svetlobne prikazovalnike je primernejši in cenejši mikrokontroler. Mikrokontrolerji so se razvijali in so lahko krmilili tudi kompleksnejše naprave. Te naprave so se kasneje posodabljalje. Mehanske gumbje ter



Slika 7: Mikrokontroler krmili vezje



preproste svetlobne prikazovalnike je zamenjal sodoben GUI na PC.

Posodobitev starejše naprave z dodajanjem sodobnega GUI ni preprosta. Poseg v jedro programske arhitekture je zahteven in s tem dolgotrajen ter tvegan. Enostavneje je, če pustimo polen nadzor nad napravo staremu mikrokontrolerju in ugnezdenem programerju ter dodamo ugnezdenem PC v funkciji GUI. Uspešno nadgrajena HW arhitektura pa še ne pomeni, da bo programska arhitektura ter novonastala organizacija razvoja brez problemov.

Programer mikrokontrolerja na napravi je preobremenjen, da bi se poleg svojega dela lotil spoznavanja programskih okolij na ugnezdenem PC ter naredil GUI. Pri načrtovanju se vodje razvoja, zaradi slabega poznavanja tehnologij, omejujejo na samo funkcionalnost naprave in funkcionalnost GUI. Zelo pomemben načrt komunikacijskega protokola se odlaga in kasneje protokol nastane ob delu.

Razvojni ekipi se pridruži mlajši PC specialist, ki nima izkušenj na funkcionalnosti naprave, nima dovolj podatkov in nima načrta komunikacijskega protokola. Okoliščine so primerne za odlaganje integracije GUI in mikrokontrolerja v celoto. GUI specialist bo optimiziral svoj čas na način, da se bo posvetil grafični podobi ter komunikaciji z vodjem in ključnimi kupci.

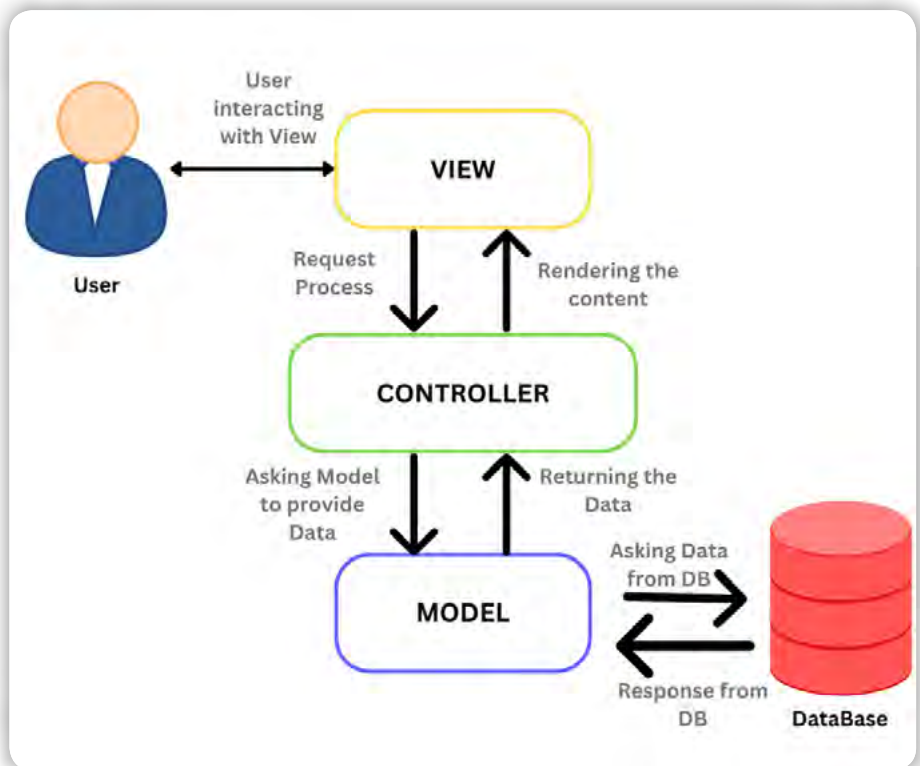
Kasnejši razvoj GUI, neizkušenost programerja in pomanjkljive informacije so vzrok za napake v SW arhitekturi ter posledično prepozno odkrite probleme, več ciklov razvoja in s tem velike kasnitve na projektu. Programerju GUI je enostavneje kreirati svoj kontrolni proces, kot pa prevzeti reševanje problemov celotne SW arhitekture na napravi.

## Enotna MVC arhitektura

MVC (Model-View-Controller) arhitektura je pristop pri oblikovanju programske opreme za izdelavo GUI. Pri tem pristopu se aplikacija deli na tri glavne komponente. Model opisuje podatkovno sliko naprave, View opisuje prikaz stanja naprave uporabniku, Krmilnik pa obdeluje zahtevane spremembe. Na PC nivoju je teorija znana in lepo razdelana. Kako pa bi MVC uporabili na naši arhitekturi naprave, pa je malo zapisanega.

Programer, ki na PC krmili celotno napravo (GUI in HW) to teorijo običajno pozna. Enako velja tudi za programerja, ki mora izdelati na napravi samo GUI. Embedded programer pa je do nadgradnje naprave z modernim GUI uspešno programiral ter intuitivno rešil vse težave ter na ta način zadovoljivo upošteval MVC teorijo.

V zgoraj opisanih okoliščinah, ko ugnezden mikrokontroler nadzoruje napravo, GUI pa se naredi na PC, ter pomanjkanju celostnega pristopa k načrtovanju SW arhitekture, običajno na



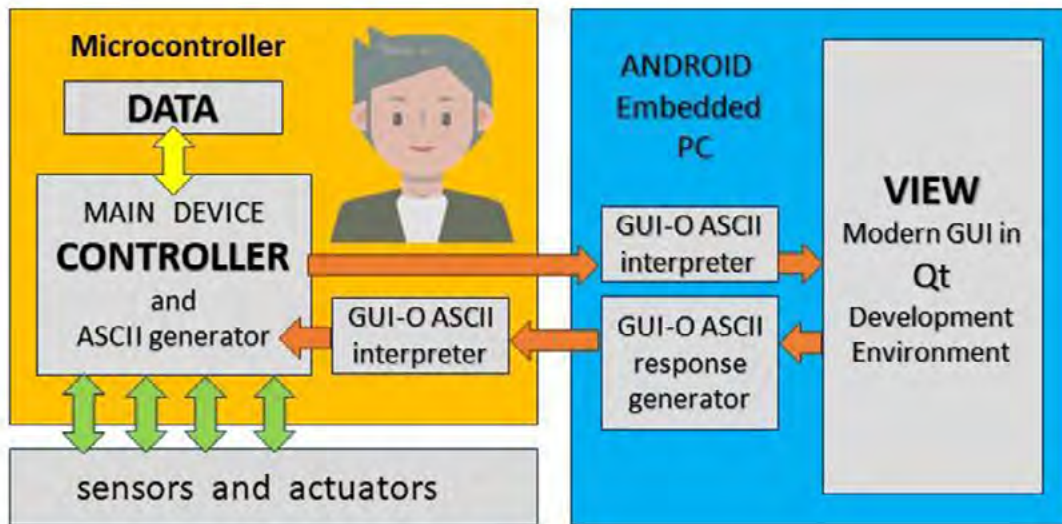
Slika 8: Model MVC krmilnika (vir: <https://medium.com>)

napravi nastaneta dve ločeni MVC, kar pomeni dva običajno nekoliko različna kontrolna procesa, dva nekoliko različna podatkovna modela, in dva različna prikaza stanja uporabniku. Na ugnezdenem mikrokontrolerju je običajno prikaz (View) narejen z UART konzolo.

Pristop izgradnje dveh ločenih MVC arhitektur na napravi v sam SW vnaša nepotrebno kompleksnost. Način usklajevanja različnih kontrolnih procesov in ločenih podatkovnih modelov na izdelanih projektih lepo pokaže zapleten komunikacijski protokol. Protokol definira način povezovanja dveh MVC. Če bi se ta protokol skrbno načrtovali v zgodnjih fazah razvoja naprave, bi bilo kasneje problemov manj, ker bi opis tega protokola že vseboval ključne informacije za razvoj obeh MVC. Slika zgoraj (enotna MVC arhitektura) lepo pokaže, da ima kontrolni proces nadzor nad uporabniškim vmesnikom in nad podatki. Če GUI in podatke v ločeni arhitekturi upravlja PC, glavni kontrolni proces pa mikrokontroler, se protokol med mikrokontrolerjem in PC podvoji. Kompleksen protokol vabi PC programerja k poenostavljanju na napačen način: delovanje mimo mikrokontrolerja.

Analiza problemov podvojene MVC ter na drugi strani skrbna optimizacija celotnega razvojnega procesa pokažeta, da za podvajanje MVC arhitekture ni razloga. Pomembno je, da ima naprava enoten kontrolni algoritem. Za prikaz (View) ni dvomov, kdo ga naredi. Tudi za podatke velja, če jih hranimo na enem mestu, s tem poenostavimo komunikacijski protokol in kontrolni proces. En MVC za celotno napravo je primernejša rešitev. Naj povzamem:

- Če PC poganja celotno napravo, to je GUI in posamezne HW aktuatorje v napravi, bo razvoj tekel z enotno MVC arhitekturo brez večjih težav.
- Pri napravah, kjer mikrokontroler hrani podatke in kontrolira celotno funkcionalnost je običajna praksa podvajanje



Slika 9: GUI-O in unificirana MVC arhitektura

MVC arhitekture, kar zahteva veliko virov. Tveganje za probleme je večje.

- Zgodnje načrtovanje komunikacijskega protokola je pomemben segment in odraža celotno SW arhitekturo naprave.
- Priporočljiva je enotna MVC arhitektura za celotno napravo.

## GUI-O in enotna MVC arhitektura

Kompleksnost naprave in seveda uspešen razvoj predhodnih verzij naprave na mikrokontrolerjih ima za posledico ohranjanje kontrolne funkcije na mikrokontrolerju. Zgoraj sem že omenil, da SW arhitekturo naprave odraža načrt komunikacijskega protokola. Omenil sem tudi, da je specialistu, ki programira GUI, enostavnejši fokus v design in uporabniško prijaznost kot detajlno poznavanje funkcionalnosti naprave. S postopnim reševanjem problemov ter optimizacijo razvojnega procesa na koncu dosežemo enotno MVC arhitekturo. GUI izvaja samo View funkcionalnost. Spremembe v procesu so opisane spodaj: GUI specialist s programom ter izvedbo (View) dosledno izvaja ukaze ugneženega mikrokontrolerja.

Ob razvoju posameznih funkcionalnosti GUI specialist dobi podatke o kreiranju ekranov: katere elemente uporabiti, kam jih postavi, kakšno je začetno stanje, kakšen je obseg vrednosti. Seveda se načrtuje ustrezen ukaz za kreiranje ekrana v komunikacijski protokol.

Kasneje se izkaže, da se na istem ekranu začetna stanja in ostali parametri spremenijo. Logično je, da se tudi ti parametri proti GUI pošiljajo skupaj z ukazom za kreiranje ekrana in tudi ob vsaki spremembi posameznega parametra.

Optimizacija dela GUI specialista gre v smer: Če embedded programer preko protokola proti GUI pošlje več podatkov, ter jih GUI specialist interpretira ter izvede z istimi programskimi sklopi, deluje GUI pravilno. Na ta način se GUI specialist razbremeni. Ne potrebuje več podrobnega poznavanja celotne

funkcionalnosti naprave. GUI specialist se lahko posveti grafični podobi elementov ter specialnim efektom, ki niso povezani z kontrolo same naprave.

Ko se na ta način izvaja drugi in tretji projekt, je logična optimizacija dalje: sistematično in relativno enostavno GUI-O specialist v komunikacijski protokol doda parametre za vse projektne specifikke. Tako je na strani GUI en program za več projektov. GUI specialist pridobi čas, da tehnološko ne zaostaja. Zamenja tehnologijo na najučinkovitejšo ter ob tem močno dvigne kakovost. Glede na klasičen GUI program je tu nekoliko obširnejši interpreter ukazov za nekoliko obširnejši komunikacijski protokol. S skrbnim načrtovanjem interpreter porabi manjši del procesorskega časa.

Tako je nastal GUI-O, ki pokaže sledeče prednosti:

- Učinkoviteje je, če isti razvijalec, programer mikrokontrolerja, razvija funkcionalnost naprave in krmili GUI. Napak je manj, če se istočasno in z istimi procesi krmili naprava in GUI.
- GUI-O ASCII protokol ima vgrajeno dosledno uporabo arhitekture Model-View-Controller (MVC). Tako ni več potrebe po kompleksnem načrtovanju komunikacijskega protokola, ker je ta narejen.
- Razvoj GUI na klasičen način ter s tem povezan vložek specialista ni več potreben. Vzamemo najboljši GUI program 'iz police' in ga uporabimo. Kreiranje inicializacijskih stringov na posameznem projektu z lahkoto (sproti ob delu - mimogrede) naredi ugneženem programer.

Programer ugneženem mikrokontrolerja porabi manj časa, da se seznanj z GUI-O protokolom ter naredi osnovni GUI in kasneje doda vse grafične predloge, kot pa da za GUI specialista definira in zapiše komunikacijski protokol za konkreten projekt.

Sodelovanje z grafičnim oblikovalcem ter sodelovanje z marketingom oziroma ključnimi kupci se prenese iz GUI specialista na ugneženem programerja. Grafične predloge so potrebne tudi pri GUI-O rešitvi. Vloga omenjenih sodelujočih se ne spreminja.

# Detekcija smrčanja z Nordic Semi Thingy:53

Hackster Inc.

*Marsikdo, ki bo bral te vrstice, se bo verjetno namuznil ob naslovu. Saj smrčanja ni potrebno detektirati – saj ga vendar še predobro slišimo v bližini nekoga, ki smrči!*

Točno to – torej zakaj detektirati smrčanje? Odgovor na to je enostaven: če spimo sami brez sostanovalcev, je pa vendarle dobro, da nam neka naprava zazna, ali smo ponoči smrčali ali ne.

Ta naprava na robu učinkovito uporablja model TensorFlow Lite Micro za zaznavanje smrčanja in vas takoj opozori z zvokom.

Po ocenah v ZDA smrči 57 % moških in 40 % žensk, v Združenem kraljestvu pa redno smrči več kot 40 % odraslih. Smrči celo do 27 % otrok. Ti statistični podatki kažejo, da je smrčanje zelo razširjeno, vendar se njegova resnost in posledice za zdravje lahko razlikujejo. Smrčanje je lahko rahlo, občasno in brez skrbi, lahko pa je znak resne osnovne motnje dihanja, povezane s spanjem. Smrčanje je posledica drgetanja in vibriranja tkiv v bližini dihalne poti v zadnjem delu grla. Med spanjem mišice popustijo in zožijo dihalno pot, med vdihom in izdihom pa gibajoči se zrak povzroči, da tkivo drsi in povzroča zvoke.

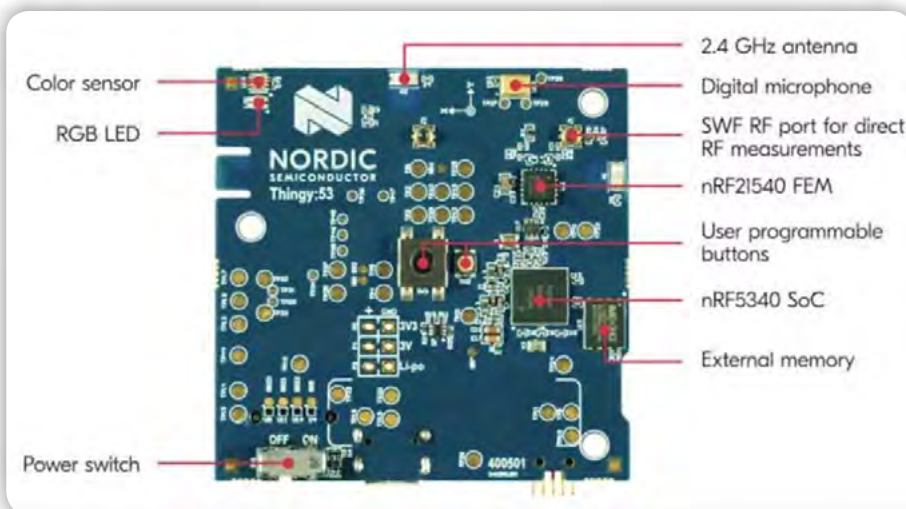
Obstruktivna apneja med spanjem je motnja dihanja, pri kateri se dihalne poti med spanjem zamašijo ali sesedejo, kar povzroča ponavljajoče se prekinitve dihanja. Smrča-



Slika 1: Nordic Thingy:53 (Vir: Nordic)



nje je eden najpogostejših simptomov obstruktivne apneje v spanju. Večina ljudi, ki smrči, se tega ne zaveda, razen če jim tega ne pove kdo drug, kar je eden od razlogov, zakaj je apneja v spanju premalo diagnosticirana. V tem projektu sem izdelal dokaz koncepta neinvazivne naprave na robu, ki potroši malo energije in ki spremlja spanje ter brenči, če smrčite.



Slika 2: Razporeditev elementov na zgornji strani Thingy:53

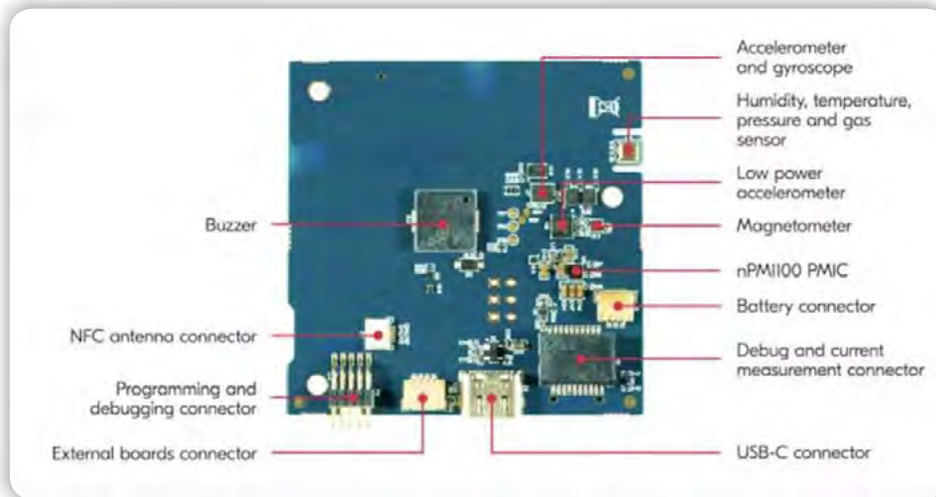
## Kaj potrebujemo pri tem projektu?:

- Nordic Semiconductor Nordic Thingy:53
- Zephyr Project Zephyr RTOS
- Edge Impulse Studio
- Nordic Semiconductor nRF Connect SDK

## Opis vezja

Uporabljamo Nordic Thingy:53, ki je zgrajen na osnovi nRF5340 SoC. Obdelovalna moč jedra aplikacije (128 MHz) in velikost pomnilnika (512 KB RAM) njegovih dveh procesorjev Arm Cortex-M33 omogočata izvajanje ugnезdenih modelov strojnega učenja neposredno v napravi. Zaradi ohišja s tankim profilom in vgrajene baterije je naprava prenosna in primerna za naš namen.

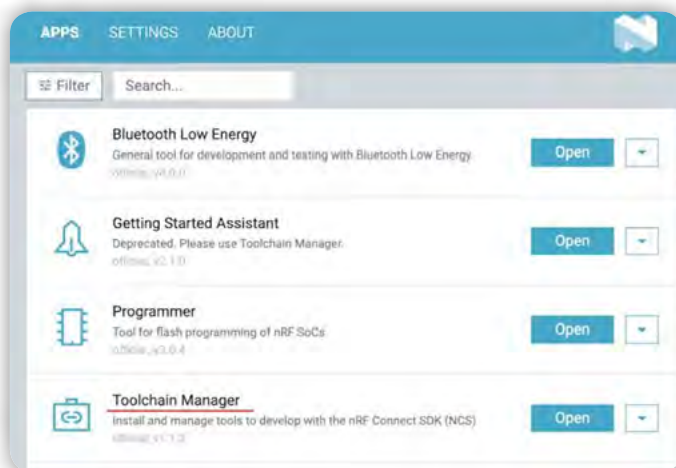
Ima veliko vgrajenih senzorjev (notranjo razporeditev si oglejte na sliki 2 in sliki 3), vendar bomo v tem projektu uporabljali PDM mikrofonski, zvočni signal in RGB LED.



Slika 3: Razporeditev elementov na spodnji strani Thingy:53

## Namestitev razvojnega okolja

Najprej moramo prenesti nRF connect za namizje iz te spletne strani [1].



Slika 4: Toolchain Manager



Slika 5: nRF Connect SDK v2.0.0



Slika 6: Kliknite Open Terminal

nRF Connect for Desktop je medplatformno orodje, ki omogoča testiranje in razvoj z nRF5340. Sledite navodilom za namestitev na zgornji povezavi. Ko je namestitev končana, odprite aplikacijo in kliknite Toolchain Manager ter izberite nRF Connect SDK v2.0.0.

SDK je v sistemu MacOS privzeto nameščen v imeniku /opt/nordic/ncs. Po namestitvi kliknite Open Terminal, ki odpre terminal ukazne vrstice z vsemi inicializiranimi okoljskimi spremenljivkami, da lahko hitro začnete z razvojem. Za generiranje funkcij ter ustvarjanje in usposabljanje modelov TensorFlow Lite uporabljamo Edge Impulse Studio [2]. Za začetek se moramo prijaviti

v brezplačen račun na spletnem mestu <https://studio.edgeimpulse.com> in ustvariti projekt. Za lokalno razvojno delo se uporablja operacijski sistem MacOS.

## Zajemanje podatkov

Za prenos smrčanja in drugih naravnih zvokov, ki se lahko pojavijo ponoči, smo uporabili zbirko podatkov Audioset [3], obsežno zbirko podatkov z ročno anotiranimi zvočnimi dogodki. Zbirka Audioset je sestavljena iz razširjene ontologije 632 razredov zvočnih dogodkov in zbirke človeško označenih 10-sekundnih zvočnih posnetkov iz YouTube videoposnetkov. Zvočni posnetki izbranih dogodkov so pridobljeni iz YouTube videoposnetkov in pretvorjeni v datotečni format Waveform Audio (wav) s 16-bitno globino mono kanala pri vzorčni frekvenci 16 kHz. Prenesene so naslednje kategorije, izbrane iz ontologije Audioset [4]. V prvem stolpcu je ID kategorije, v drugem pa oznaka kategorije.

```
/m/01d3sd Snoring
/m/07yv9 Vehicle
/m/01jt3m Toilet flush
/m/06mb1 Rain
/m/03m9d0z Wind
/m/07c52 Television
/m/06bz3 Radio
/m/028v0c Silence
/m/03vt0 Insect
/m/07qjzn1 Tick-tock
/m/0bt91r Dog
/m/01hsr_ Sneeze
/m/01b_21 Cough
/m/07ppn3j Sniff
/m/07pbt8 Walk, footsteps
/m/02fxyj Humming
/m/07q6cd_ Squeak
/m/0btp2 Traffic noise, roadway noise
/m/0918g Human Voice
/m/07pggtn Chirp, tweet
/t/dd00002 Baby cry, infant cry
/m/04rlf Music
```

Zbirke podatkov so razdeljene v dve kategoriji: smrčanje in šum. S filtriranjem uravnoveženega niza podatkov, neuravnoveženega niza podatkov in ocenjevalnega niza podatkov sta ustvarjeni dve datoteki CSV snoring.csv in noise.csv. Datoteke CSV, ki vsebujejo naslove URL posnetkov YouTube in druge metapodatke, lahko prenesete tukaj [5].

Spodnja skripta bash (download.sh) se uporablja za prenos videoposnetka in izpis zvoka kot datoteke wav. Pred zagonom spodnjega ukaza namestite youtube-dl [6] in ffmpeg [7].

```
#
#!/bin/bash
SAMPLE_RATE=16000
# fetch_youtube_clip(videoID,
#   startTime, endTime)
fetch_youtube_clip() {
echo "Fetching $1 ($2 to $3)..."
outname="$1_$2"
if [ -f "${outname}.wav" ]; then
echo "File already exists."
return
fi
youtube-dl https://youtube.com/watch?v=$1
--quiet --extract-audio --audio-format wav
--output "${outname}.*"
if [ $? -eq 0 ]; then
yes | ffmpeg -loglevel quiet -i
"./${outname}.wav" -ar $SAMPLE_RATE
-ac 1 -ss "$2" -to "$3"
"./${outname}_out.wav"
mv "./${outname}_out.wav"
"./${outname}.wav"
else
sleep 1
```

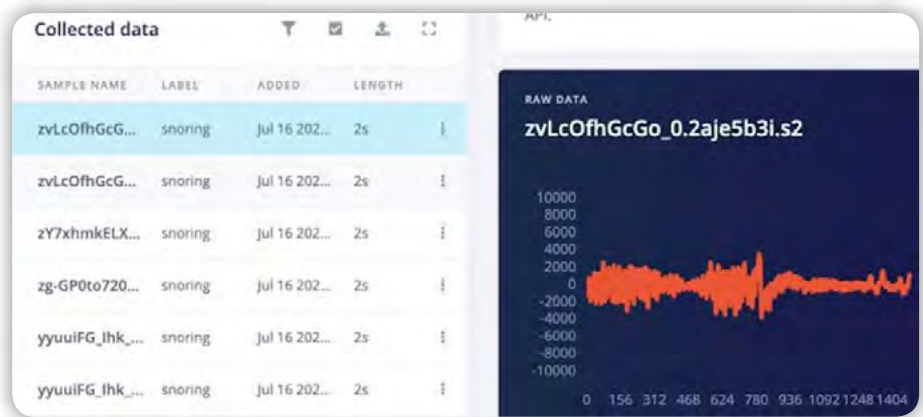
Za zagon skripte zaženite spodnji ukaz.

```
$ cat noise.csv | ./download.sh
$ cat snoring.csv | ./download.sh
```

Zbirke podatkov se prenesejo v Edge Impulse Studio z uporabo Edge Impulse Uploader. Za namestitev orodij Edge Impulse CLI in izvedbo spodnjih ukazov sledite navodilom tukaj [8].

```
$ edge-impulse-uploader
--category split --label snoring snoring/*.
wav
$ edge-impulse-uploader
--category split --label noise noise/*.wav
```

Zgornji ukazi prav tako razdelijo podatkovne nize na učne in testne vzorce. Prenesene podatkovne nize si lahko ogledamo na strani pridobivanja podatkov v programu Edge Impulse Studio.



Slika 7: Zbrani podatki

Zvočni posnetki z dogodki smrčanja imajo med več dogodki smrčanja šum v ozadju, ki ga iz posnetkov odstranimo z razdelitvijo segmentov. Zvočni posnetki kategorije šum se uporabijo brez kakršnih koli sprememb.



Slika 8: Primer zvoka smrčanja

Razdelitev lahko izvedemo tako, da izberemo vsak vzorec in v spustnem meniju kliknemo na možnost Split sample, vendar je to zamudno in dolgočasno delo. Na srečo obstaja vmesnik API Edge Impulse SDK, ki ga lahko uporabite za avtomatizacijo postopka. Glej program 1.

Pojdite na stran Impulse Design > Create Impulse, kliknite na tipko Add a processing block in izberite Spectrogram, ki je vizualni način za predstavitev jakosti ali „glasnosti“ signala v času pri različnih frekvencah, prisotnih v določeni obliki valovanja. Na isti strani kliknite tudi na blok Add a learning in izberite Neural Network (Keras), ki se iz podatkov uči vzorce in jih lahko uporabi za nove podatke. Izbrali smo velikost okna 1000 ms in povečanje okna za 125 ms. Zdaj kliknite tipko Save Impulse.

Zdaj pojdite na stran Impulse Design > Spectrogram in spremenite parametre, kot je prikazano na sliki 10, ter kliknite tipko Save parameters. Izbrali smo dolžino okvirja = 0,02 s, korak okvirja = 0,01538 s, frekvenčne pasove = 128 (velikost FFT) in spodnji nivo šuma = -54 dB. Spodnja meja šuma se uporablja za filtriranje šuma ozadja v spektrogramu. Najprej razdeli okno na več prekrivajočih se okvirjev. Velikost in število okvirjev lahko prilagodite s parametroma Dolžina okvirja in

**Program 1:**

```

import json
import requests
import logging
import threading

API_KEY = "<Insert Edge Impulse API Key here
          from the Dashboard > Keys"
projectId = "<Your project ID, can be found
           at Edge Impulse dashboard"

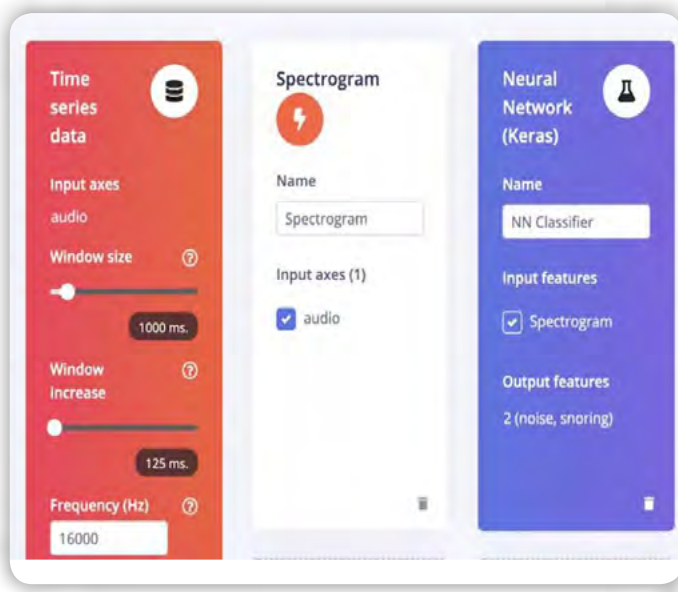
headers = {
    "Accept": "application/json",
    "x-api-key": API_KEY
}

def segment(tid, ids):
    for sampleId in ids:
        url1 = "https://studio.edgeimpulse.com/v1/api/{}/raw-data/{}/find-segments".format(projectId, sampleId)
        payload1 = {
            "shiftSegments": True,
            "segmentLengthMs": 1500
        }
        response1 = requests.request("POST", url1, json=payload1, headers=headers)
        resp1 = json.loads(response1.text)
        segments = resp1["segments"]
        if len(segments) == 0:
            continue
        payload2 = {"segments": segments}
        url2 = "https://studio.edgeimpulse.com/v1/api/{}/raw-data/{}/segment".format(projectId, sampleId)
        response2 = requests.request("POST", url2, json=payload2, headers=headers)
        logging.info('{} {} {}'.format(tid, sampleId, response2.text))

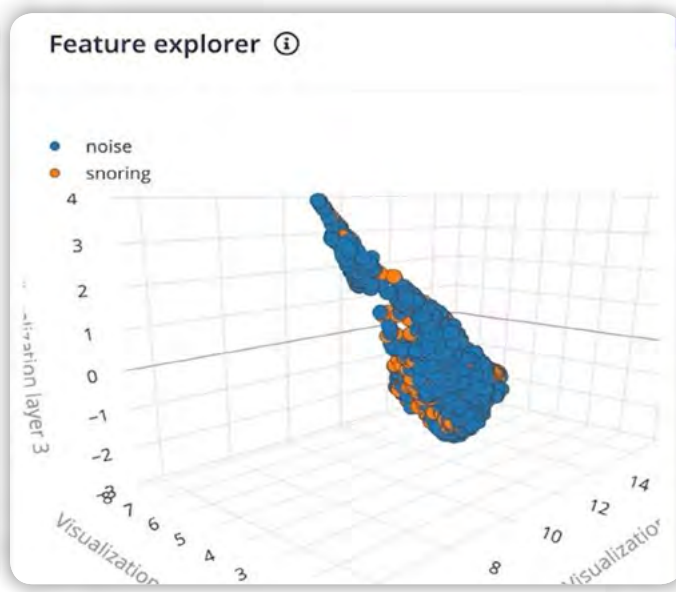
if __name__ == "__main__":
    format = "%(asctime)s: %(message)s"
    logging.basicConfig(format=format, level=logging.INFO,
                        datefmt="%H:%M:%S")
    querystring = {"category": "testing", "excludeSensors": "true"}
    url = "https://studio.edgeimpulse.com/v1/api/{}/raw-data".format(projectId)
    response = requests.request("GET", url, headers=headers, params=querystring)
    resp = json.loads(response.text)
    id_list = list(map(lambda s: s["id"], resp["samples"]))
    div = 8
    n = int(len(id_list) / div)
    threads = list()
    for i in range(div):
        if i == (div - 1):
            ids = id_list[n*i: ]
        else:
            ids = id_list[n*i: n*(i+1)]

    x = threading.Thread(target=segment, args=(i, ids))
    threads.append(x)
    x.start()
    for thread in threads:
        thread.join()
    logging.info("Finished")
Trening

```



Slika 9: Spektrogram



Slika 11: Raziskovalec funkcij



Slika 10: Nastavitev parametrov

Razmik okvirja. Na primer, pri oknu z velikostjo 1000 ms, dolžini okvirja 20 ms in koraku 15,38 ms bo ustvaril 65 časovnih okvirov. Vsak časovni okvir nato razdelimo na frekvenčne bine z uporabo FFT (hitra Fourierova transformacija) in izračunamo njegov energijski spekter. Število frekvenčnih binov je enako parametru Frekvenčni pasovi, deljenemu z 2 plus 1. Značil-

nosti, ki jih ustvari blok Spektrogram, so enake številu ustvarjenih časovnih okvirov, pomnoženemu s številom frekvenčnih binov.

Klik na tipko Save parameters nas preusmeri na drugo stran, kjer moramo klikniti na tipko Generate Feature. Običajno traja nekaj minut, da se generiranje funkcije zaključi. V Raziskovalcu funkcij si lahko ogledamo 3D vizualizacijo ustvarjenih funkcij.

Zdaj pojdite na stran Impulse Design > Classifier in v spustnem meniju izberite Switch to Keras (expert) mode ter določite arhitekturo modela. Na voljo je veliko modelov za klasifikacijo zvoka, ki so že na voljo, vendar imajo veliko številov parametrov, zato niso primerni za mikrokontrolerje z 256 kB ali manj pomnilnika. Po številnih poskusih smo ustvarili arhitekturo modela, ki je prikazana spodaj. **Glej program 2.**

### Program 2:

```
import tensorflow as tf
from tensorflow.keras.models import Sequential
from tensorflow.keras.layers import Reshape, Conv2D, Flatten, ReLU, Dropout, MaxPooling2D, Dense
from tensorflow.keras.optimizers.schedules import InverseTimeDecay
from tensorflow.keras.optimizers import Adam
from tensorflow.keras.layers.experimental import preprocessing
sys.path.append('./resources/libraries')
import ei_tensorflow.training
channels = 1
columns = 65
rows = int(input_length / (columns * channels))
norm_layer = preprocessing.Normalization()
norm_layer.adapt(train_dataset.map(lambda x, _: x))
```

```

# model architecture
model = Sequential()
model.add(Reshape((rows, columns, channels), input_shape=(input_length, )))
model.add(preprocessing.Resizing(24, 24, interpolation='nearest'))
model.add(norm_layer)
model.add(Conv2D(16, kernel_size=3))
model.add(ReLU(6.0))
model.add(Conv2D(32, kernel_size=3))
model.add(ReLU(6.0))
model.add(MaxPooling2D(pool_size=2, strides=2, padding='same'))
model.add(Dropout(0.7))
model.add(Flatten())
model.add(Dense(64))
model.add(ReLU(6.0))
model.add(Dense(32))
model.add(ReLU(6.0))
model.add(Dense(classes, activation='softmax', name='y_pred'))
BATCH_SIZE = 64
lr_schedule = InverseTimeDecay(
    0.0005,
    decay_steps=train_sample_count//BATCH_SIZE*15,
    decay_rate=1,
    staircase=False)
def get_optimizer():
    return Adam(lr_schedule)
EPOCHS = 70
train_dataset = train_dataset.batch(BATCH_SIZE, drop_remainder=False)
validation_dataset = validation_dataset.batch(BATCH_SIZE, drop_remainder=False)
callbacks.append(BatchLoggerCallback(BATCH_SIZE, train_sample_count, EPOCHS))
# train the neural network
model.compile(loss='categorical_crossentropy', optimizer=get_optimizer()
    , metrics=['accuracy'])
model.fit(train_dataset, epochs=EPOCHS, validation_data=validation_dataset
    , verbose=2, callbacks=callbacks)

```

Pri opredelitvi arhitekture modela smo jo po najboljših močeh poskušali optimizirati za primer uporabe TinyML. Ker bi 64x65 enokanalnih funkcij spektrograma vsebovalo veliko število parametrov za učenje, sestavljeni model pa se ne bi prilegal razpoložljivemu pomnilniku RAM mikrokontrolerja, smo spremenili

velikost spektrograma na 24x24, kar je najboljša rešitev za razmerje med velikostjo in natančnostjo modela. Uporabili smo tudi aktivacijo z omejenim obsegom (ReLU6), ker ReLU6 omejuje izhod na [0, 6] in kvantizacija po usposabljanju ne poslabša natančnosti. Povzetek modela je podan spodaj. **Glej program 3.**

### Program 3:

```

Model: "sequential"
Layer (type) Output Shape Param #
=====
reshape (Reshape) (None, 64, 65, 1) 0
-----
resizing (Resizing) (None, 24, 24, 1) 0
-----
normalization (Normalization) (None, 24, 24, 1) 3
-----
conv2d (Conv2D) (None, 22, 22, 16) 160
-----
re_lu (ReLU) (None, 22, 22, 16) 0
-----
conv2d_1 (Conv2D) (None, 20, 20, 32) 4640

```

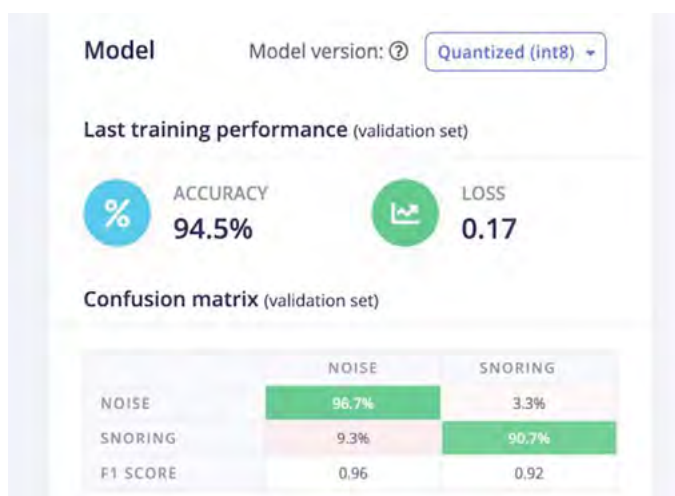


```

re_lu_1 (ReLU) (None, 20, 20, 32) 0
max_pooling2d (MaxPooling2D) (None, 10, 10, 32) 0
dropout (Dropout) (None, 10, 10, 32) 0
flatten (Flatten) (None, 3200) 0
dense (Dense) (None, 64) 204864
re_lu_2 (ReLU) (None, 64) 0
dense_1 (Dense) (None, 32) 2080
re_lu_3 (ReLU) (None, 32) 0
y_pred (Dense) (None, 2) 66
=====
Total params: 211,813
Trainable params: 211,810
Non-trainable params: 3

```

Zdaj kliknite tipko Start Training in počakajte približno eno uro, da se usposabljanje konča. Na sliki 12 si lahko ogledamo rezultate usposabljanja in matriko napak. Model ima 94,5-odstotno natančnost.



Slika 12: Pregled rezultatov usposabljanja in matrike napak

## Namestititev

Ker bomo model namestili v Nordic Thingy:53, bomo na strani Deployment izbrali možnost Create Library > C++ library. Za možnost Select optimization bomo izbrali možnost Enable EON Compiler, ki zmanjša porabo pomnilnika modela.

Prav tako bomo izbrali kvantizirani model (Int8). Zdaj kliknite tipko Build in v nekaj sekundah se bo sveženj knjižnice prenesel v lokalni računalnik. Za sklicevanje smo ustvarili nov projekt Zephyr, ki si večino kode izposodi iz projekta ugnezdene programske opreme Edge Impulse Thingy:53 in ga lahko klonirate iz repozitorija GitHub.

```

$ git clone
https://github.com/metanav/thingy53_
snoring_detection.git

```

Zdaj razpakirajte preneseni paket knjižnic in kopirajte naslednje imenike v imenik ei-model v korenskem imeniku projekta.

```

Edge-impulse-sdk
model-parametri
tflite-model

```

Obstaja več načinov za vstavljanje ugnezdene programske opreme v napravo Nordic Thingy:53. Mi smo uporabili J-Link Edu Mini, zunanjo sondo za razhroščevanje, da smo ugnezdjeno programsko opremo programirali po spodnjih korakih:

- Odprite pokrov priključka na strani naprave Nordic Thingy:53 (glejte sliko 13).
- S kablom JTAG povežite Nordic Thingy:53 z izhodnim priključkom za odpravljanje napak na 10-pinski zunanji sondi za odpravljanje napak.

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

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

Navedete geslo  
SVET ELEKTRONIKE.

**12 števil**  
**BREZPLAČNO**

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

- Vklonite napravo Nordic Thingy:53; prestavite stikalo za napajanje SW1 v položaj ON.
- Zunanjo sondo za odpravljanje napak povežite z računalnikom s kablom micro-USB.

Po nastavitvi strojne opreme zaženite spodnji ukaz.

```
$ west flash
```

Ko se programiranje uspešno zaključi, se aplikacija začne izvajati.

## Demonstracijski primer sklepanja

Aplikacija vzorči 1000 ms zvočnih zapisov z vzorčno frekvenco 16 kHz iz vgrajenega PDM mikrofona in neprekinjeno izvaja sklepanje. Ko zazna zvok smrčanja, se vgrajena RGB LED obarva zeleno, zvočni signal pa začne piskati. Da bi se izognili lažno pozitivnim rezultatom, se zadnjih 10 napovedi shrani v krožni predpomnilnik za sprejemanje odločitev. Dnevnik sklepanja je mogoče spremljati prek serijske povezave USB s hitrostjo 115200 baudov. Hitrost sklepanja je pod 100 ms na vzorec.

```
Predictions (DSP: 18 ms.
, Classification: 66 ms., Anomaly: 0 ms.):
noise: [0.88]
snoring: [0.12]
```

## Zaključek

Ta projekt predstavlja rešitev za resnični problem, ki se sicer na prvi pogled zdi smešen, vendar zahteva skrbno obravnavo. Gre za napravo, ki je priročna in preprosta za uporabo in ki spoštuje zasebnost uporabnikov, saj izvaja sklepanje na robu. Čeprav model TensorFlow Lite Micro deluje precej dobro, je še vedno dovolj prostora za izboljšave. Z večjo količino urejenih učnih podatkov lahko model postane natančnejši in robustnejši. Ta projekt tudi prikazuje, da je mogoče preprosto nevronske mre-



Slika 13: Programiranje

žo uporabiti za reševanje zapletenih problemov, če je obdelava signalov pravilno izvedena in se izvaja na napravah z majhno močjo in omejenimi viri, kot je Nordic Thingy:53.

### Viri:

- 1: <https://www.nordicsemi.com/Software-and-tools/Development-Tools/nRF-Connect-for-desktop/Download>
- 2: <https://studio.edgeimpulse.com/>
- 3: <https://research.google.com/audioset/>
- 4: <https://github.com/audioset/ontology/blob/master/ontology.json>
- 5: <https://research.google.com/audioset/download.html>
- 6: <https://github.com/ytdl-org/youtube-dl>
- 7: <http://ffmpeg.org/download.html>
- 8: <https://docs.edgeimpulse.com/docs/cli-installation>

### Povzeto po:

- <https://tinyurl.com/48m6fac3>

<https://hackster.io>



**Kode:**  
5ELU0056, 5ELU0059,...

<https://svet-el.si>

## 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**

# svet MEHATRONIKE



## TEMATIKE

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

## NAROČNINA

4 revije na leto

## TOČKA REVIJE

Poiščite **brezplačno revijo**  
v izbranih trgovinah!

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



## AX ELEKTRONIKA

ZALOŽNIK

AX ELEKTRONIKA d.o.o.

Depala vas 39, 1230 Domžale

## TEMATIKE

- novice
- elektronika za začetnike
- programiranje
- samogradnje

## NAROČNINA



# svet ELEKTRONIKE

NAJPOPOLNEJŠI

# ARDUINO

**KIT** za nadebudne  
programerje



 AX ELEKTRONIKA

## VSEBUJE:

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

