

SE
350

REVIIJA ZA ELEKTRONIKO, AVTOMATIKO, RAČUNALNIŠTVO IN TELEKOMUNIKACIJE

svet ELEKTRONIKE

ISSN 1318-4679



9 771318 467014



letnik XXXIII

april 2026

številka 350

cena:

5,50 €



**Kompaktni rele s tokom
vklopa 1500 VDC/25 A
nadomešča kontaktor**

Microchip Package offerings

- Use 1200V modules instead of for V_{DC} up to 700-800V
- \$ Savings in Modules and Drives

SP6C - 17 mm height
15 nH stray inductance
Over voltage ~225V

SP6P - 17 mm
5 nH stray inductance
Over voltage ~75V

2.9 nH stray inductance

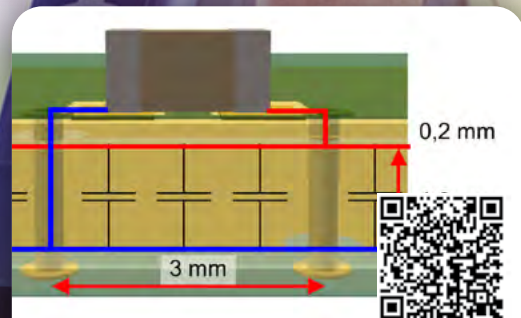
**Tehnologija IGBT7
naslednje generacije**

**Novi LX4580 je visoko integriran
24-kanalni IC za mešane signale**

IFAM 2026

Blokirni kondenzatorji (4. del)

**LARCSet CW/SSB transiver za
eno frekvenčno področje 2. del**



**UNIHIKER K10 razvojna
plošča podjetja DFRobot**

Inovacije zahtevajo pravi del natanko takrat, ko ga potrebujete



Naj vam pomagamo načrtovati prihodnost z več milijoni izdelkov
več kot 2.300 vodilnih dobaviteljev blagovnih znamk v industriji.

Poiščite tisto, kar potrebujete, na mestu [digikey.si](https://www.digikey.si) ali pokličite (+386)-1-888 9071

DigiKey

we get technical

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

ECIA MEMBER
Supporting The Authorized Channel

UVODNIK

- 4 Blokiranje
Jurij Mikeln

NOVICE

- 5 Novi LX4580 je visoko integriran 24-kanalni IC za mešane signale namenjen za letalske in obrambne krmilne sisteme.
<https://www.microchip.com>
- 6 Trajno shranjevanje podatkov na podlagi DNK za dobo umetne inteligence
<https://www.imec-int.com>
- 8 Kompaktni rele za vgradnjo na tiskano vezje s tokom vklopa 1500 VDC/25 A nadomešča kontaktor
<https://components.omron.com/eu-en>
- 9 Od algoritmov do aplikacij: ROSUS 2026 o prenosu računalniškega vida v realno okolje
<https://www.um.si>

PREDSTAVLJAMO

- 11 Uporabite ADC arhitekturo z dvojno potjo za zajemanje širokopasovnih signalov z nizko stopnjo šuma
Avtor: Stephen Evanczuk
<https://www.digikey.com>
- 17 IFAM 2026
Avtor: Jurij Mikeln
<https://svet-el.si>
- 22 Tehnologija IGBT7 naslednje generacije: vsestransko in poenostavljeno upravljanje z močjo
Avtor: Amit Gole
<https://www.microchip.com>
- 28 Serija izdelkov Curiosity in združljivi moduli Mikroelektronika.
<https://www.tme.eu>

PROGRAMIRANJE

- 33 Blokirni kondenzatorji (4. del)
Avtor: Izr. prof. dr. Marko Jankovec
<https://fe.uni-lj.si>
- 36 UNIHAKER K10 razvojna plošča podjetja DFRobot
Avtor: Brian Millier
- 40 Python in MikroPython – 3. del
avtor: dr. Simon Vavpotič
<https://pcusbprojects.com>

SAMOGRADNJA

- 44 LARCSet CW/SSB transiver za eno frekvenčno področje 2. del
Avtor: Ashhar Farhan

Kompaktni rele s tokom vklopa 1500 VDC/25 A**nadomešča kontaktor**

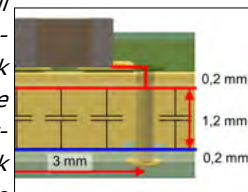
OMRON 1500V releji za predhodno polnjenje prihranijo prostor in zmanjšajo BOM v sistemih za shranjevanje energije in hitrih polnilnikih za električna vozila. OMRON Electronic Components Europe širi svojo ponudbo relejev za zamenjavo kontaktorjev z modelom G9KJ, ki...

**Stran:8****Tehnologija IGBT7 naslednje generacije**

IGBT-ji so že dolgo nepogrešljivi v industriji, saj združujejo prednosti visoke moči z enostavnimi mehanizmi krmiljenja. Nova tehnologija IGBT7 se jasno razlikuje po značilnostih naprav, kot so nižja napetost v prevodni smeri, višje nazivne vrednosti toka, zmogljivost preobremenitve do 175 °C, izboljšano krmiljenje...

**Stran:22****Blokirni kondenzatorji (4. del)**

V prejšnjem prispevku smo govorili predvsem o vplivu parazitnih vrednosti blokirnih kondenzatorjev na potek impedance napajanja. Pri tem smo še posebej izpostavili serijsko induktivnost, ki določa visokofrekvenčni potek impedance in s tem zgornjo frekvenčno mejo, do katere blokirni kondenzator še zagotavlja maksimalno načrtovano...

**Stran:33****UNIHAKER K10 razvojna plošča podjetja DFRobot**

DFRobot je pred kratkim predstavil par razvojnih plošč, namenjenih mladini in tistim, ki so še v izobraževanju. Gre za cenovno ugodne plošče, ki vsebujejo številne periferne čipe in module, ter poleg samega mikrokontrolerja, ponujajo še mnoge druge pogoste funkcije. Trenutno sta na voljo 2 modela:

**Stran:36**



Jurij Mikeln

Blokiranje

Drage bralke in dragi bralci,

tudi tokrat se naslov mojega uvodnika ne nanaša na politiko, čeprav bi naslov lahko bil tudi tokrat zelo poveden.

Naslov se nanaša na blokiranje motenj, ki jih je v modernih elektronskih vezjih veliko – celo zelo veliko.

Bilo bi zanimivo narediti zgolj kot poizkus, kako bi se neko vezje obnašalo brez blokirnih kondenzatorjev. Nekatera enostavna vezja bi gotovo delovala brez težav. Na pamet mi pride recimo bistabilni multivibrator ali pa kakšno enostavno vezje z NE555.

Ko pa imamo pred sabo neko visokofrekvenčno vezje ali pa vezje, v katerem se nahaja hiter mikrokontroler, pa se zagotovo pojavijo problemi z delovanjem tega vezja brez blokirnih kondenzatorjev. En problem je zgolj pravilno delovanje vezja – vezje pač ne deluje tako, kot smo si zamislili. Elektroniki poznamo izraze, kot »črna magija« in podobno, ko neko vezje čudežno prične delovati, ali pa deluje zelo nenavadno. Drug problem pa so EMC motnje, ki jih takšno vezje zelo uspešno generira v prostor in s tem moti ostale naprave v bližini. Zato je tako pomembno, da vemo, kako blokirati motnje. In zato si preberite tudi tokratni članek o blokirnih kondenzatorjih.

Vire EMC motenj lahko iščemo s posebnimi napravami, ki vsebujejo zanko – tuljavo, ki jo približamo viru motenj. Z drugačno napravo, ki prav tako uporablja tuljavo, pa lahko iščemo kovinske predmete. V tokratni reviji vam predstavljamo detektor kovin, s katerim točno določimo, kje se nahaja nek kovinski predmet.

Kje boste pa našli nas na sejmu MIS v Celju od 14. do 17. aprila? Vabljeni, da se oglasite na sejmu in nas obiščete v hali L v 1. nadstropju. Kot običajno bomo ponudili brezplačne vstopnice za naše bralce, zato bodite pozorni na naša email sporočila.

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.

Električni pastir

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

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

Novi LX4580 je visoko integriran 24-kanalni IC za mešane signale namenjen za letalske in obrambne krmilne sisteme.

Microchip Technology Inc.

Novi IC ima redundantno arhitekturo, prilagojeno za kritične aplikacije.

Microchip Technology (Nasdaq: MCHP) je predstavil LX4580, 24-kanalni IC za mešane signale [1], zasnovan za poenostavitve visoko zanesljivih sistemov za krmiljenje pogonov v letalstvu in obrambi. LX4580 je visoko integriran in nadomešča več ločenih komponent z eno samo napravo, ki podpira sinhronizirano pridobivanje podatkov, nadzor napak in krmiljenje motorjev, s čimer zmanjšuje velikost, težo in zapletenost sistema.

LX4580 je na voljo v kompaktnem 144-pin LQFP ohišju in je bil razvit za aplikacije, kot so More Electric Aircraft (MEA), vodeni obrambni sistemi, droni in izstrelitvene platforme. LX4580 združuje zaznavanje tlaka, merjenje temperature, izhode za PWM motorje, zaznavanje toka, ima vhode za senzorje Hallovega efekta, dvojne vmesnike LVDT/resolver in dvojni zelo hiter SAR ADC. Ta raven integracije zagotavlja široko pokritost senzorjev, natančno usklajevanje časov in izboljšano zanesljivost v primerjavi z arhitekturami z več napravami.

„LX4580 združuje izjemno raven funkcionalnosti v eni napravi, kar našim strankam omogoča poenostavitve zasnov, ki so prej zahtevale več integriranih vezij,“ je dejal Ronan Dillion, direktor Microchipove poslovne enote za visoko zanesljivost in RF. „Z zmanjšanjem kompleksnosti sistema in zagotavljanjem robustnih orodij za razvoj inženirjem olajšujemo pospešitev razvoja in zagotavljanje naslednje generacije zanesljivih pogonskih sistemov.“

Redundantna arhitektura čipa je prilagojena za okolja, ki so ključnega pomena za delovanje in zahtevajo odpornost proti napakam ter deterministično delovanje. Z združevanjem funkcij, ki so običajno razporejene med mikrokontrolerji, ADC-ji, DAC-ji, gonilnimi IC-ji in regulatorji, LX4580 zmanjšuje prostor na plošči in zapletenost ožičenja, s čimer podpira cilje proizvajalcev, da zmanjšajo skupno težo sistema in hkrati izpolnijo zahtevne varnostne in certifikacijske zahteve.

Da bi pospešili razvoj strank, Microchip ponuja dokumentacijo



o uporabi, ki prikazuje uporabo z njegovimi mikrokontrolerji. Ti viri omogočajo samostojno ocenjevanje ali hitro integracijo v kontrolne arhitekture strank, kar poenostavlja zgodnje faze načrtovanja in pomaga ekipam učinkovito izpolnjevati zahteve regulativne dokumentacije.

Za več informacij o modelu LX4580 in podpornih virih obiščite spletno stran izdelka [2].

Razvojna orodja

Razvojna plošča LX4580-EVB in priročnik za uporabnike [3] sta na voljo, da strankam pomagata poenostaviti razvoj sistema in oceniti funkcije integriranega vezja. EVB vključuje razširitveni modul, ki omogoča dostop do obeh SPI vodil ter funkcij znotraj integriranega vezja za oceno posamezne zmogljivosti sistema.

Na voljo je tudi dodatni uporabniški priročnik [4], ki prikazuje sistem za krmiljenje linearnih aktuatorjev in LX4580 z uporabo SAMV71 mikrokontrolerja podjetja Microchip. Mikrokontroler krmili motor in generira signale za krmiljenje motorja, medtem ko LX4580 krmili ključne senzorje.

Cena in dobavljivost

LX4580 je zdaj na voljo v proizvodnih količinah. Lahko ga kupite neposredno pri podjetju Microchip ali se obrnete na prodajnega predstavnika podjetja Microchip ali pooblaščenega distributerja po vsem svetu.

Viri:

- 1: https://www.microchip.com/en-us/product/LX4580?utm_source=pressrelease&utm_medium=pressrelease&utm_campaign=lx4580&utm_bu=hrr
- 2: https://www.microchip.com/en-us/product/LX4580?utm_source=pressrelease&utm_medium=pressrelease&utm_campaign=lx4580&utm_bu=hrr
- 3: https://www.microchip.com/en-us/product/LX4580?utm_source=pressrelease&utm_medium=pressrelease&utm_campaign=lx4580&utm_bu=hrr



- 4: https://www.microchip.com/en-us/product/LX4580?utm_source=pressrelease&utm_medium=pressrelease&utm_campaign=lx4580&utm_bu=hrr



Opomba: Ime in logotip Microchip sta registrirani blagovni znamki podjetja Microchip Technology Incorporated v ZDA in drugih državah. Vse druge blagovne znamke, ki so morda tu omenjene, so last njihovih podjetij.

<https://www.microchip.com>



imec

Trajno shranjevanje podatkov na podlagi DNK za dobo umetne inteligence

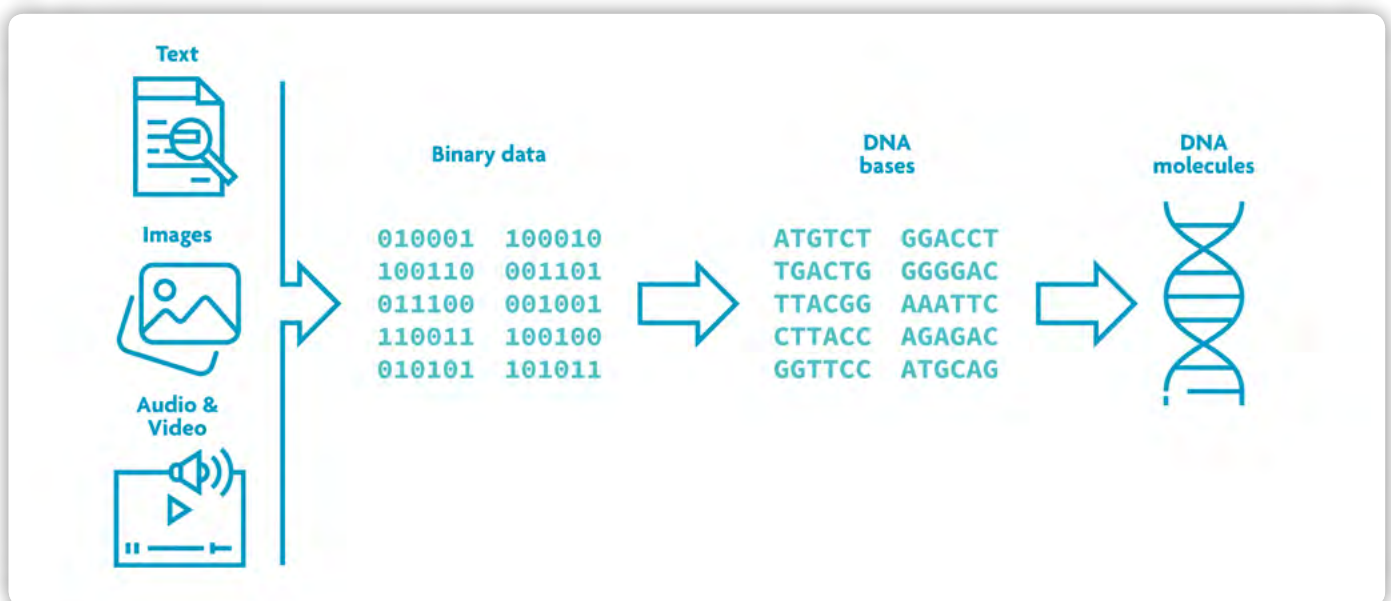
IMEC

Atlas Data Storage in imec združujeta moči za širitev shranjevanja podatkov na podlagi DNK.

Vodilno svetovno podjetje na področju nanoelektronike in digitalnih inovacij imec, in Atlas Data Storage, pionir na področju shranjevanja podatkov v obliki DNK v proizvodnem obsegu, sta napovedala novo strateško partnerstvo za pospešitev razvoja digitalnega shranjevanja podatkov z uporabo sintetične DNK. Sodelovanje združuje strokovno znanje podjetja Atlas na področju načrtovanja ASIC in tehnologijo skalabilne

sinteze DNK z globokim strokovnim znanjem podjetja imec na področju razvoja, proizvodnje in integracije naprednih čipov. Poleg prototipiranja in strateške podpore imec vlaga tudi v podjetje Atlas.

S pospeševanjem ustvarjanja in shranjevanja podatkov v dobi umetne inteligence se magnetni mediji, kot so trakovi in trdi



Novo strateško partnerstvo med Atlasom in imecom ima za cilj pospešiti razvoj digitalnega shranjevanja podatkov z uporabo sintetične DNK.

diski, soočajo z neizogibnimi omejitvami glede gostote, trajnosti, stroškov in dolgoročne zanesljivosti. Shranjevanje podatkov v DNK stisne ogromne podatkovne nize v majhne količine, hkrati pa zagotavlja izjemno dolgo trajnost z minimalno porabo energije in vzdrževanjem. DNK, najbolj kompakten in trajen nosilec informacij v naravi, je v svojem bioemičnem štirimestnem kodnem zapisu ohranil evolucijo življenja v milijardah let.

En gram DNK lahko potencialno kodira do več sto petabajtov digitalnih podatkov, s čimer doseže dramatično izboljšanje prostorske in energetske učinkovitosti, kar je z magnetnimi nosilci podatkov nemogoče. Medtem ko magnetni nosilci zaradi poslabšanja kakovosti zahtevajo migracijo podatkov – ponovno zapisovanje na nove trakove in diske –, DNK ostane stabilna tisoče let, če je pravilno shranjena, kar pomeni, da shranjeni podatki nikoli ne potrebujejo migracije.

DNK in silicij: 100 gigabajtov podatkov v enem samem ciklu sinteze

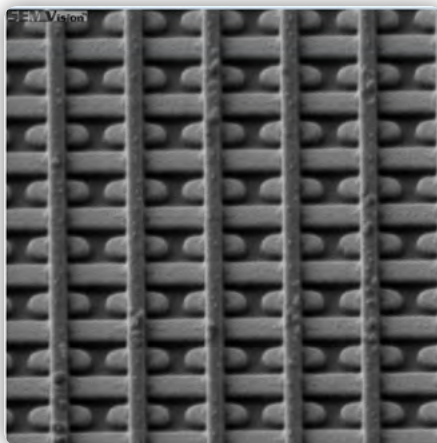
Da bi pomagali uresničiti vizijo podjetja Atlas, je imec sodeloval pri razvoju in monolitni proizvodnji posebej prilagojenega, izjemno gostega niza elektrokemijskih celic v nano merilu na vrhu kontrolnega CMOS ASIC čipa, ki ga je zasnovalo podjetje Atlas. Integrirani čip usklajuje in nadzira milijone posameznih sinteznih mest. „Da bi bilo shranjevanje digitalnih podatkov na podlagi DNK izvedljivo, mora biti zmogljivost sinteze večkrat večja od današnje,“ pojasnjuje Siraj Nour ElAhmadi, glavni operativni direktor podjetja Atlas.

„Da bi se spopadli s tem izzivom, smo našo rešitev zasnovali na siliciju in izkoristili prednosti zelo velike integracije, ki jih ponuja CMOS tehnologija. Naše sodelovanje z imec je bilo ključnega pomena za izgradnjo nano naprave na vrhu našega CMOS ASIC. 300-milimetrska silicijeva platforma imec je ključna za doseganje potrebne zmogljivosti in obsega.“

„Eden od izzivov je bil jedkanje platinskih struktur v zelo majhnih dimenzijah, pojasnjuje Simone Severi, podpredsednik imec za raziskave in razvoj.

„Drug pomemben izziv pri zasnovi je bil zmanjšanje uhajanja toka med sosednjimi napravami v teh izredno majhnih dimenzijah. Naša ekipa za raziskave in razvoj je razvila prilagojen procesni tok, da bi zagotovila električno izolacijo in stabilno delovanje v gosto razporejenem nizu, kar je ključni dejavnik za zanesljivo sintezo v velikem obsegu.“

IC-Link podjetja imec upravlja dobavno verigo za nabavo po meri izdelanih rezin v Atlasu za nadaljnjo obdelavo na proizvodni liniji podjetja imec.



Elektrodna matrika visoke gostote s 128 nm mesti

S povečanjem povpraševanja po shranjevanju podatkov narašča tudi potreba po trajnostnih rešitvah za shranjevanje z visoko gostoto. Partnerstvo med podjetjema imec in Atlas kaže, kako lahko zblíževanje znanosti o življenju in polprevodnikov odpre povsem nove načine shranjevanja, zaznavanja in obdelave podatkov.

Partnerstvo za raziskave in naložbe

Poleg tehničnega sodelovanja se imec in Atlas Data Storage lotevata tudi globlje strategičnega sodelovanja, v okviru katerega bo imec postal delničar Atlas Data Storage. Ta pristop je del imecove strate-

gije tveganega kapitala, v okviru katere izbrana podjetja koristijo enako podporo in strateško usklajevanje kot imecovi lastni spin-offi. »S tem pristopom imec postane neposredni vlagatelj v Atlas Data Storage,« ugotavlja Olivier Rousseaux, direktor imeca za razvoj tveganega kapitala. „Tako kot druga podjetja iz imecovega portfelja tveganih naložb bo tudi Atlas imel koristi od najsodobnejših zmogljivosti raziskav in razvoja ter nano proizvodnje, pa tudi praktične poslovne podpore, pri čemer bo izkoristil imecov edinstven ekosistem partnerjev, vlagateljev in skladov tveganega kapitala.“

O podjetju imec

Imec je vodilni svetovni center za raziskave in inovacije na področju naprednih polprevodniških tehnologij. Z izkoriščanjem svoje najsodobnejše infrastrukture za raziskave in razvoj ter strokovnega znanja več kot 6500 zaposlenimi, imec spodbuja inovacije na področju polprevodnikov in systemskega skaliranja, umetne inteligence, silicijeve fotonike, povezljivosti in senzorjev. Napredne raziskave podjetja imec omogočajo preboje v številnih panogah, med drugim v računalništvu, zdravstvu, avtomobilski industriji, industriji, potrošniški elektroniki, letalstvu in varnosti. Prek IC-Link podjetje imec vodi podjetja skozi vse faze razvoja čipov – od začetnega koncepta do proizvodnje v polnem obsegu – in ponuja prilagojene rešitve, ki so prilagojene najnaprednejšim potrebam na področju oblikovanja in proizvodnje. Skupina imec sodeluje z globalnimi vodilnimi podjetji v verigi vrednosti polprevodnikov, pa tudi s tehnološkimi podjetji, start-upi, akademskimi in raziskovalnimi institucijami v Flandriji in po vsem svetu. imec, s sedežem v Leuvnu v Belgiji, ima raziskovalne zmogljivosti v Belgiji, po Evropi, ZDA in regiji GCC ter predstavništva na treh celinah. V letu 2024 je imec zabeležil prihodke v višini 1,034 milijarde evrov.

Za več informacij obiščite www.imec-int.com.

Skupina imec ima globalni portfelj blagovnih znamk, vključno z besednimi znamkami in kombiniranimi figurativnimi registriranimi in neregistriranimi blagovnimi znamkami, na nacionalnih, regionalnih in mednarodnih ozemljih. Za njihovo zakonito uporabo je potrebno predhodno pisno soglasje IMEC v skladu s smernicami IMEC za blagovne znamke, ki se lahko občasno posodablja. Najnovjša različica je na voljo na pisno zahtevo.

O podjetju Atlas Data Storage

Atlas Data Storage je pionir na področju digitalnega arhiviranja, saj je na trg uvedel shranjevanje podatkov v sintetični DNK. DNK je po naravi optimizirana za trajnost, gostoto in podvajanje, zato je idealni medij za varno shranjevanje podatkov – za vedno. Tehnologija podjetja Atlas ponuja okolju prijazno rešitev, ki zahteva malo vzdrževanja in je primerna za obvladovanje eksplozivne rasti arhivskih podatkov. Z združevanjem CMOS ASIC-ov, molekularne biologije in napredne znanosti o materialih, Atlas na novo opredeljuje možnosti za arhiviranje podatkov in arhivsko infrastrukturo.

Za več informacij o storitvah za ohranjanje podatkov Atlas obiščite www.atlasds.com

<https://www.imec-int.com>



Kompaktni rele za vgradnjo na tiskano vezje s tokom vklopa 1500 VDC/25 A nadomešča kontaktor

Omron Corporation

OMRON 1500V releji za predhodno polnjenje prihranijo prostor in zmanjšajo BOM v sistemih za shranjevanje energije in hitrih polnilnikih za električna

vozila.

OMRON Electronic Components Europe širi svojo ponudbo relejev za zamenjavo kontaktorjev z modelom G9KJ, ki omogoča prihranek teže in stroškov v visokonapetostnih sistemih za shranjevanje energije in hitrih polnilnikih za električna vozila. Kompaktni releji za montažo na tiskano vezje s tokom vklopa 25 A in 5 A delovnim tokom (0 A izklopa) imajo nazivne vrednosti, optimizirane za predhodno polnjenje vezij pri napetosti enosmernega vezja do 1500 V.

Kot stikala za predhodno krmiljenje polnjenja releji OMRON G9KJ preusmerjajo kapacitivne zagonске tokove skozi visoko upornost, da zmanjšajo obremenitev komponent, preko katerih gre glavni polnilni tok, vključno z glavnim kontaktorjem, kondenzatorjem enosmernega vezja in zaščito pred izklopom. Releji G9KJ imajo ključno vlogo pri preprečevanju motenj ali neželenih ponastavitvev sistema ter izboljšanju dolgoročne zanesljivosti napajalne stopnje, omogočajo pa tudi večjo integracijo tiskanih vezij in hitrejšo montažo kot tradicionalni kontaktorji.

Releji tipa 1A (SPST NO) z dimenzijami 37,2 mm x 25,5 mm x 17 mm predstavljajo odgovor na vse večjo odvisnost od zmogljivosti visokonapetostnega enosmernega preklapljanja, saj prehod na druge vire energije na novo opredeljuje omrežne infrastrukture in življenjske potrebščine, kot je mobilnost. Nadaljnja integracija obnovljivih virov energije v energetske mešanice spodbuja povpraševanje po učinkovitih sistemih za shranjevanje energije z visoko zmogljivostjo pri napetostih v območju 600 V–1000 V, da se zagotovi stabilnost omrežja. Po drugi strani se električna vozila usmerjajo k višjim napetostim akumulatorjev, ki v nekaterih vozilih že dosegajo 1000–1500 V, kar omogoča hitrejšo polnjenje, zmanjšanje teže in večjo moč pogona.

Releji G9KJ podjetja OMRON zdaj ponujajo alternativo za visokonapetostne dele splošne namembnosti, kar razvijalcem omogoča, da zagotovijo ustrezno specifikacijo vezij za predhodno polnjenje pri optimalni nazivni moči. S kontaktnim uporom le 100 mΩ (maks.) in močjo tuljave 530 mW releji podpirajo prizadevanja za učinkovitost in energetsko ozaveščeno zasnovo.

Releji OMRON G9KJ so že v proizvodnji.

Za več informacij: <https://components.omron.com/eu-en/products/relays/G9KJ>



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



O podjetju OMRON Electronic Components Europe

1. aprila 2022 je podjetje OMRON Corporation objavilo, da je svojo divizijo Electro-mechanical Components (EMC) preimenovalo v OMRON Device and Module Solutions (DMS) v skladu z globalno dolgoročno vizijo »Shaping the Future 2030«.

OMRON Electronic Components Europe je evropska podružnica oddelka Device and Module Solutions. Spremenjeno ime oddelka odraža novo usmeritev v zagotavljanje rešitev za stranke po vsem svetu in v Evropi. Družba se sooča z novimi družbenimi in okoljskimi spremembami, OMRON pa to prepoznava in se nanje odziva.

Podjetje želi svojim strankam ponuditi rešitve, ki jim pomagajo pri reševanju teh splošnih izzivov. V skladu z dolgoročno strategijo namerava OMRON še naprej prispevati k uvajanju novih virov energije in zelo hitrih komunikacij, tako da omogoča razvoj trdnejših, naprednejših in učinkovitejših naprav. Te naprave bodo olajšale in izboljšale življenje ljudi, zlasti z doseganjem ogledne nevtralnosti, uresničevanjem digitalne družbe in podaljšanjem zdrave življenjske dobe.

OMRON Electronic Components Europe močno podpira svoje stranke v zahodni in vzhodni Evropi prek 8 regionalnih pisarn, mreže lokalnih pisarn in partnerstev s specializiranimi lokalnimi, regionalnimi in globalnimi distributerji.

O podjetju OMRON Corporation

OMRON Corporation je globalni vodilni ponudnik na področju avtomatizacije, ki temelji na njegovi ključni tehnologiji »Sensing & Control + Think«. Poslovna področja podjetja OMRON zajemajo širok spekter, od industrijske avtomatizacije in elektronskih komponent do sistemov socialne infrastrukture, zdravstvenega varstva in okoljskih rešitev. Podjetje OMRON, ustanovljeno leta 1933, ima po vsem svetu okoli 30.000 zaposlenih, ki ponujajo izdelke in storitve v približno 120 državah in regijah. Za več informacij obiščite <https://www.omron.com/global/en/>



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

Od algoritmov do aplikacij: ROSUS 2026 o prenosu računalniškega vida v realno okolje

UM FERi

Jubilejna konferenca v Mariboru izpostavila konkretne rešitve umetne inteligence za industrijo, promet in biomedicino.

POUDARKI:

- Računalniški vid vse hitreje prehaja iz raziskav v konkretne industrijske rešitve
- V ospredju so aplikacije za prometno varnost, biomedicino in digitalne storitve
- Združevanje senzorjev (kamera, LiDAR, radar) izboljšuje zanesljivost sistemov
- ROSUS ostaja ključno stičišče znanja in sodelovanja na področju računalniškega vida

Računalniški vid in umetna inteligenca danes vse bolj postajata orodji za reševanje konkretnih izzivov – od izboljšanja varnosti v prometu do naprednih medicinskih analiz in novih digitalnih storitev. Kako se te tehnologije uspešno prenašajo v prakso,

je pokazala jubilejna, 20. strokovna konferenca ROSUS 2026, ki je 19. marca potekala na Univerzi v Mariboru, Fakulteti za elektrotehniko, računalništvo in informatiko.

Konferenca ROSUS že dve desetletji povezuje raziskovalce, razvijalce in uporabnike ter predstavlja pomembno platformo za prenos znanja in dobrih praks na področju računalniške obdelave slik.

Osrednji poudarek letošnjega dogodka je bil na rešitvah, ki presegajo raziskovalno okolje in dokazujejo svojo vrednost v realnih aplikacijah. Vabljeni predavnanji sta izpostavili dve ključni področji: uporabo superračunalniške infrastrukture za razvoj naprednih algoritmov ter konkretno implementacijo sistemov



za zaznavanje in analizo varnostne razdalje v prometu, ki prispevajo k večji varnosti in boljšemu upravljanju prometnih tokov.

Dopoldanski del konference je ponudil vpogled v aktualne raziskave z izrazitim aplikativnim potencialom. Predstavljene so bile metode za zaznavanje cestnega omrežja za potrebe prostorskega načrtovanja, napredni pristopi za spremljanje zdravstvenega stanja na podlagi analize gibanja ter uporaba umetne inteligence pri analizi biosignalov. Pomemben del predstavitev je bil namenjen tudi rešitvam za izboljšanje varnosti v prometu in javnem prevozu ter razvoju tehnologij za avtomatiziran prehod meje.

Popoldanska sekcija je dodatno poudarila aplikativno naravo konference. Predstavljene so bile rešitve za zanesljivejše zaznavanje objektov z združevanjem podatkov različnih senzorjev, prilagajanje vizualnih vsebin uporabnikom z barvno slepoto ter razvoj avtonomnih digitalnih vplivnežev. Posebno zanimanje so vzbudili tudi sistemi za zaznavanje brezpilotnih letalnikov, ki z združevanjem različnih virov podatkov omogočajo bolj robustno delovanje v realnih okoljih.

Ob strokovnem programu je konferenca znova potrdila svojo vlogo kot prostor za izmenjavo idej, povezovanje deležnikov in oblikovanje novih sodelovanj. ROSUS 2026 je tako še enkrat



pokazal, da računalniška obdelava slik in umetna inteligenca nista več zgolj predmet raziskav, temveč ključna tehnologija za razvoj učinkovitih, varnih in konkurenčnih rešitev v sodobnem okolju.

Izvedbo konference sta podprla Javni sklad Republike Slovenije za podjetništvo in podjetje Audax, k njeni prepoznavnosti pa so prispevali tudi medijski pokrovitelji.

Avtor fotografij: Vuk Stojanović
<https://www.um.si>



Uporabite ADC arhitekturo z dvojno potjo za zajemanje širokopasovnih signalov z nizko stopnjo šuma

DigiKey

Avtor: Stephen Evanczuk

Aplikacije instrumentov v časovni domeni, kot so masna spektrometrija s časom letenja (TOF-MS), razporejena optična senzorika, optična koherentna tomografija in zelo hitri osciloskopi, zahtevajo natančno zajemanje signalov od enosmerne napetosti (DC) do frekvenc več gigahertzov (GHz).

Konvencionalne arhitekture zelo hitrih digitalizatorjev se soočajo s temeljno omejitvijo merilne natančnosti zaradi šuma, ki je značilen za analogno-digitalne pretvornike (ADC), kar razvijalce sili v kompromis med natančnostjo in širokopasovnim zajemanjem.

Ta članek ponuja kratek uvod v izzive digitalizacije, s katerimi se soočajo razvijalci instrumentov za merjenje časa. Nato predstavlja visoko zmogljiv digitalizator podjetja Analog Devices in pokaže, kako lahko razvijalci to ploščo in njene razvojne vire uporabijo za uspešno izvedbo.

Kako širokopasovni izzivi digitalizacije vplivajo na merilne instrumente v časovnem prostoru

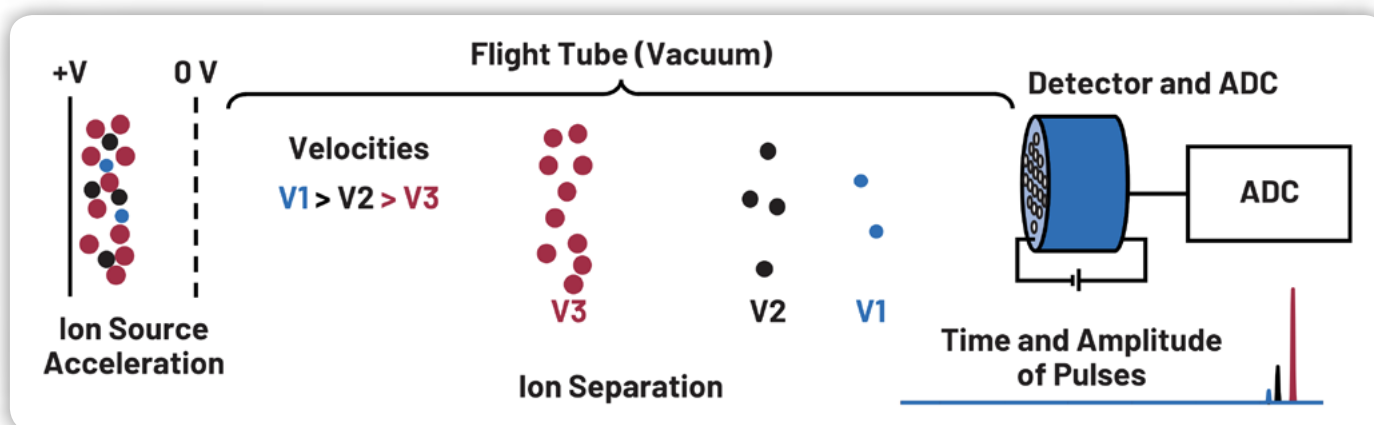
Aplikacije instrumentov v časovni domeni imajo skupno zahtevo po natančni digitalizaciji v širokem pasu. V TOF-MS, na primer (slika 1), digitalizacija zagotavlja osnovo za identifikacijo vzorca. Tukaj se ioni iz vzorca pospešijo skozi vakuum, ki se vzdržuje v cevi, kjer dosežejo različne hitrosti, odvisno od njihovega razmerja med maso in nabojem. Vsaka skupina ionov z

enakim razmerjem med maso in nabojem prispe do detektorja kot impulz, ki je širok le nekaj sto pikosekund (ps).

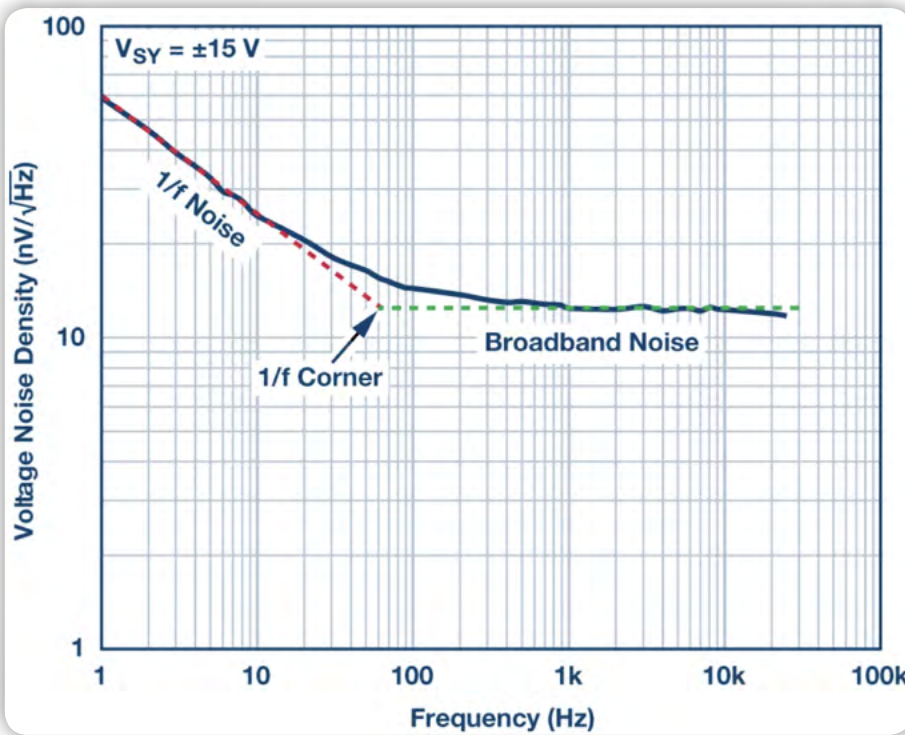
TOF-MS se opira na svoj zelo zmogljiv ADC podsistem, ki zanesljivo digitalizira impulz in določi njegov vrh, ki predstavlja čas prihoda vsakega ionskega sklopa in s tem maso tega tipa ionov. Ker je vsak vzorec ključen za določitev tega vrha, mora ADC podsistem zagotoviti hitrost gigavzorcev na sekundo (Gsamples/s), da zajame zadostno število vzorcev.

Zelo hitri osciloskopi in razpršeni optični senzori imajo podobne zahteve glede natančnega merjenja signalov z visoko pasovno širino. Hitri osciloskopi zahtevajo natančno zajemanje hitrih prehodnih pojavov ob ohranjanju zvestobe izhodiščne vrednosti enosmerne toka. Razpršeni optični senzorski sistemi imajo enako potrebo po širokopasovnem zajemanju z nizko stopnjo šuma v celotnem merilnem pasu, od vrednosti blizu enosmerne toka do več GHz.

Izziv pri teh in drugih aplikacijah je zagotoviti široko pasovno širino in natančno merjenje, tudi pri nižjih frekvencah, kjer šum $1/f$ poslabša zmogljivost radiofrekvenčnih (RF) ADC-jev. Ta razred ADC-jev, optimiziran za zajemanje RF signalov, zagotavlja potrebno pasovno širino, vendar kaže povečan šum $1/f$ pri nizkih frekvencah pod svojim $1/f$ robom (slika 2).



Slika 1: V TOF-MS se ioni, pospešeni na enako kinetično energijo, gibljejo z različnimi hitrostmi glede na maso, pri čemer lažji ioni prvi prispejo do detektorja, kar omogoča izračun mase neposredno iz časa leta. (Vir slike: Analog Devices)



Slika 2: Šum $1/f$, ki je značilen za ADC, se poveča pri frekvencah pod robom $1/f$, kar omejuje natančnost merjenja. (Vir slike: Analog Devices)

Šum se poveča s padanjem frekvence, kar povzroči poslabšanje razmerja med signalom in šumom (SNR) ter povečano merilno negotovost pri nizkih frekvencah, tudi če ADC deluje dobro pri gigaherčnih frekvencah. Natančni ADC-ji zmanjšujejo $1/f$ šum s pomočjo arhitekturnih značilnosti, kot so stabilizacija chopperja, samodejno ničenje in korelirano dvojno vzorčenje, ki dajejo prednost natančnosti pri nizkih frekvencah pred širokopasovno zmogljivostjo, kar onemogoča njihovo uporabo pri GHz pasovnih širinah.

Za rešitev tega temeljnega kompromisa je potrebna nova arhitektura ADC z dvojno potjo, ki se uporablja v razvojni plošči ADMX6001-EBZ [3] podjetja Analog Devices.

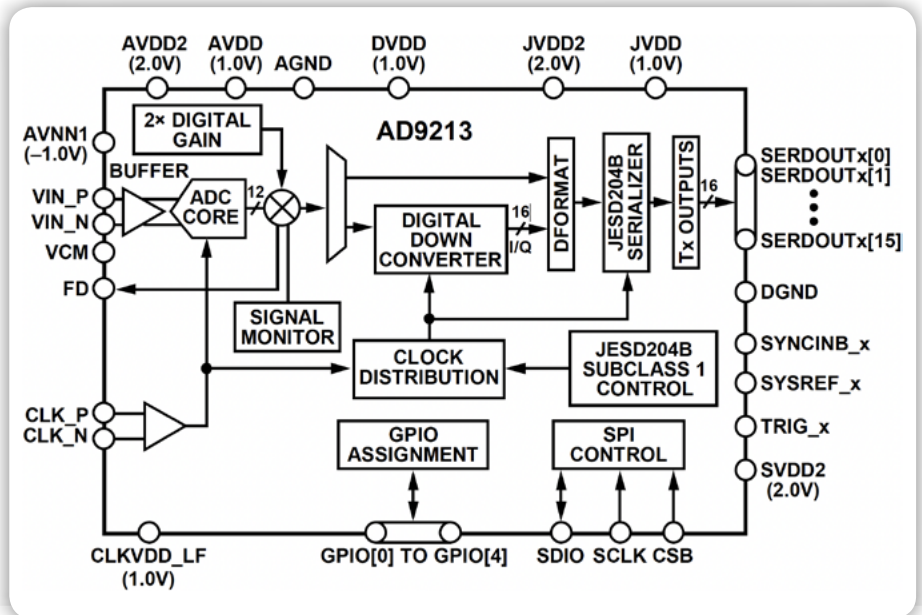
Kako arhitektura z dvojno potjo ADMX6001 doseže širokopasovno natančnost

Razvojni plošča ADMX6001-EBZ je DC digitalizator, s hitrostjo 10 Gsamples/s in popolnim referenčnim dizajnom za nizkošumne, visokopasovne precizne digitalizatorje po meri. Rešuje kompromis med pasovno širino in natančnostjo z arhitekturo z dvojno potjo, ki vključuje zelo hitro ADC pot, optimizirano za širokopasovno zajemanje, in natančno

ADC pot, optimizirano za natančnost pri nizkih frekvencah. Z združevanjem podatkov iz teh dveh poti plošča kompenzira $1/f$ šum v zelo hitrih ADC-jih in ohranja natančno digitalizacijo signala od DC do 5 GHz.

Zelo hitra pot se osredotoča na 12-bitni RF ADC AD9213 [4] podjetja Analog Devices (slika 3), ki lahko vzorči s hitrostjo 10 Gsamples/s. AD9213 je zasnovan za zagotavljanje široke trenutne pasovne širine in nizkih stopenj napak pretvorbe ter temelji na večstopenjskem, diferencialnem, pipelined ADC jedru z izhodno korekcijo napak. Da bi zagotovil maksimalno pasovno širino in deterministično zakasnitev izhoda, je v njegovo izhodno stopnjo integriran 16-pasovni JESD204B vmesnik. Poleg zagotavljanja hitrosti prenosa 16 gigabitov na sekundo (Gbit/s) izhodna stopnja uporablja standardne mehanizme JESD204B za ohranjanje deterministične zakasnitve med izhodom AD9213 in vhodom JESD204B gostiteljskega krmilnika.

Ta ADC zagotavlja visoko dinamično zmogljivost, potrebno za natančno zajemanje visokofrekvenčnih signalov. Pri 10 Gsamples/s z vhodom 1000 MHz pri -1 decibelu glede na polno skalo (dBFS) AD9213 kaže SNR 55,8 dBFS in dinamični razpon brez motenj (SFDR) 70 dBFS (tipično). Poleg tega ta naprava ohranja odličen SNR in SFDR na vhodnih frekvencah od 100 MHz do več kot 6 GHz (slika 4), kar izpolnjuje zahteve po širokopasovni natančnosti.



Slika 3: AD9213 vključuje večstopenjsko, diferencialno, pipelined ADC jedro z izhodno korekcijo napak in 16-pasovni JESD204B vmesnik, ki podpira hitrosti prenosa do 16 Gbit/s. (Vir slike: Analog Devices)

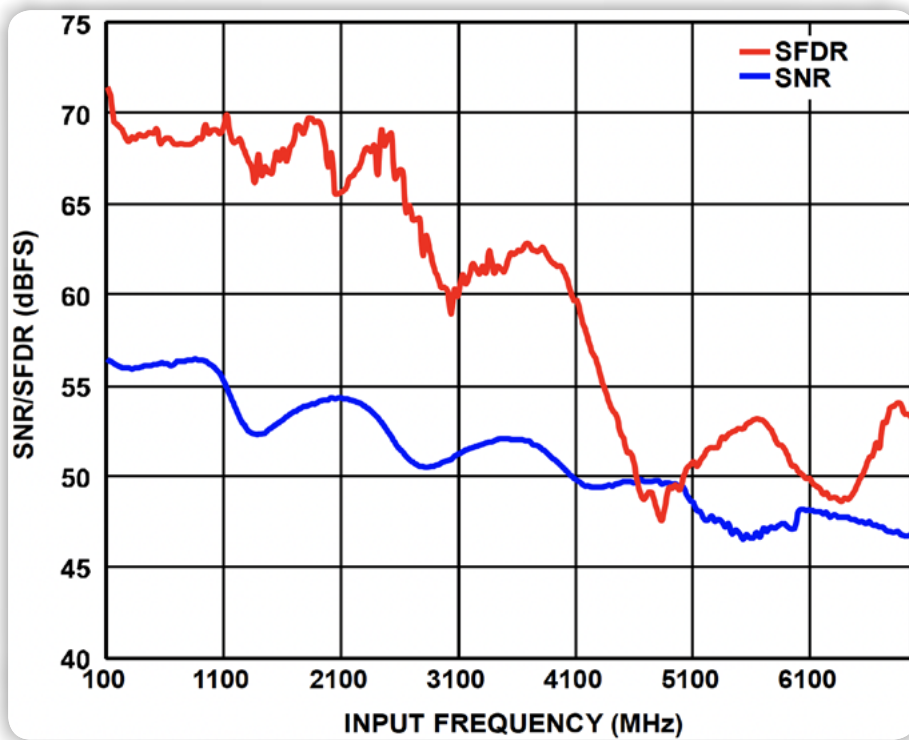
Natančna pot uporablja Analog Devices AD4080 [5], 20-bitni, 40 megavzorcev na sekundo (Msamples/s) diferencialni zaporedni aproksimacijski register (SAR) ADC z integriranim zaznavanjem dogodkov, digitalnim filtrom in dvojnimi vhodnim vzorčevalnikom, ki zagotavlja natančno pretvorbo pri visokih hitrostih vzorčenja. Njegova izhodna stopnja omogoča neposreden dostop do rezultatov pretvorbe in do 16.384 vzorcev first-in-first-out (FIFO) prek vmesnika, ki podpira tako Serial Peripheral Interface (SPI) kot tudi nizkonapetostno diferencialno signalizacijo (LVDS). Tako kot AD9213 tudi AD4080 ponuja integrirane zmogljivosti, ki so zasnovane za zagotavljanje usklajenosti z gostiteljskim krmilnikom in upoštevanje zamikov pri širjenju sistema. AD9213 zagotavlja potrebno pasovno širino, AD4080 pa potrebno nizkofrekvenčno natančnost. Pri 1 kilohercu (kHz) AD4080 doseže 93,6 dB SNR in -110,2 dB skupno harmonično popačenje (THD) (slika 5).

Plošča ADMX6001-EBZ zadovoljuje potrebe instrumentov v časovnem dometu po obdelavi enostranskih, unipolarnih ali bipolarnih vhodnih signalov na različnih ravneh enosmernega toka. Poleg zelo hitrega ADC gonilnika za pretvorbo enojnih v diferencialne signale, natančen digitalno-analogni pretvornik (DAC) omogoča prednapetost (offset) za ADC gonilnik, da zagotovi nastavljen DC odmik, s čimer se maksimira dinamični razpon zelo hitrega AD9213. Ta zmogljivost je bistvena v aplikacijah, kot je TOF-MS, kjer ustrezna nastavev DC odmika zagotavlja, da je celoten dinamični razpon ADC na voljo za impulzne signale ionov.

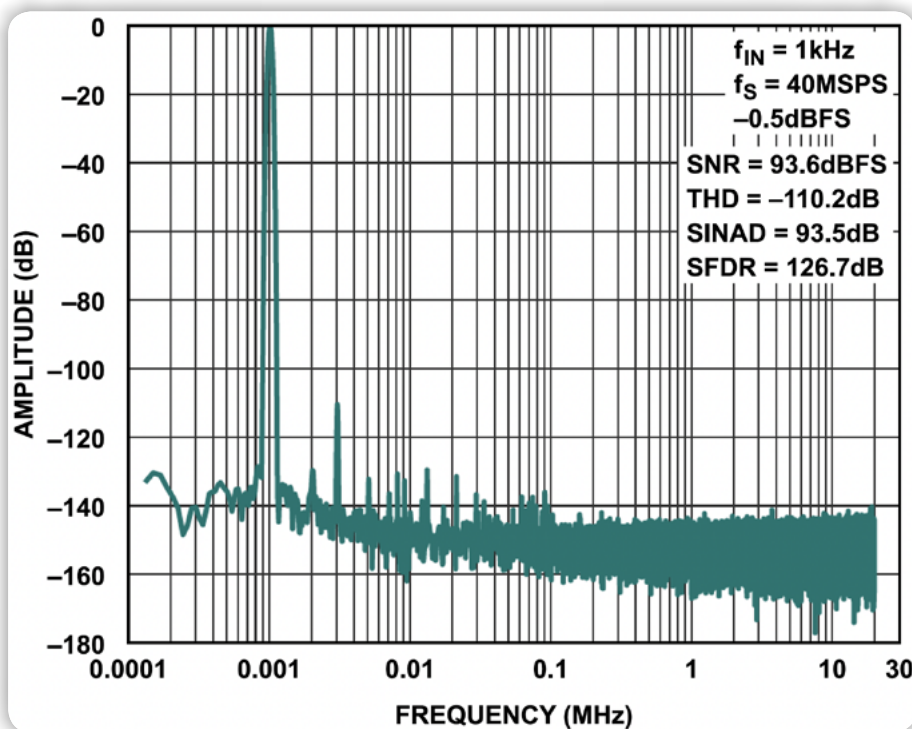
Pospešitev ocenjevanja in razvoja s pomočjo spremljevalne plošče in programske opreme

Analog Devices je zasnoval razvojno ploščo ADMX6001-EBZ za delovanje z razvojnim kompletom AMD/Xilinx VCU118 (EK-U1-VCU118-G) [6] (slika 6). Komplet, ki temelji na visoko zmogljivem programirljivem logičnem polju (FPGA), zagotavlja vires in zmogljivost obdelave, potrebne za pridobivanje in

zdrževanje podatkovnih tokov po dveh poteh. Za normalne digitalizacijske operacije se plošča ADMX6001-EBZ poveže z VCU118 prek izboljšane visoko zmogljive FPGA mezzanine kartice (FMC+) s konektorjem (HSPC), pri čemer za neprekinjeno delovanje uporablja majhen namizni ventilator.



Slika 4: AD9213 ohranja visoko zmogljivost SNR in SFDR na vhodnih frekvencah od 100 MHz do več kot 6 GHz, kar zagotavlja širokopasovno zajemanje, potrebno za merilne instrumente v časovnem prostoru. (Vir slike: Analog Devices)



Slika 5: Pri 1 kHz AD4080 doseže 93,6 dB SNR in -110,2 dB THD, kar dokazuje nizkofrekvenčno natančnost, ki dopolnjuje širokopasovni zajem AD9213. (Vir slike: Analog Devices)

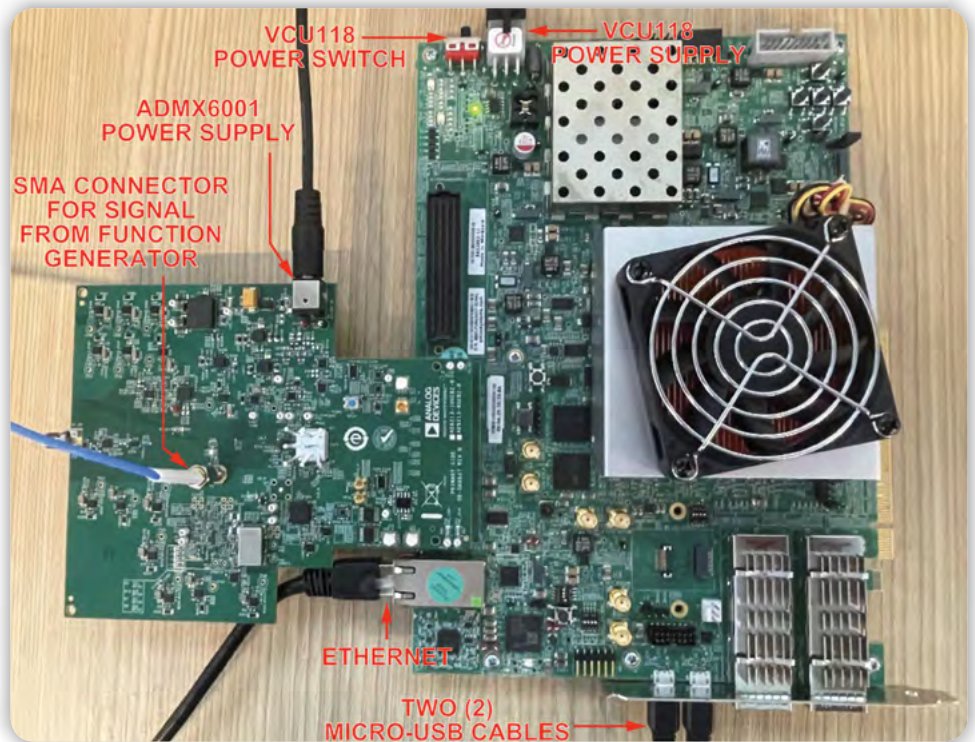
Jedra intelektualne lastnine (IP) in pomnilniški bloki, instancirani v matrici FPGA VCU118, izvajajo ločene zelo hitre JESD204B in LVDS vmesnike, potrebne za sprejem dvojnih podatkovnih tokov iz zelo hitrega AD9213 in natančnega AD4080. Oba podatkovna toka se shranita v predpomnilnike FPGA, preden se preneseta v sistemski pomnilnik za nadaljnje združevanje in obdelavo, specifično za aplikacijo.

Za ocenjevanje plošče ADMX6001-EBZ in digitalizacijo signalov Analog Devices ponuja grafično uporabniški vmesnik (GUI) orodje IIO Oscilloscope [7] in obsežno knjižnico Python PyADI-IIO [8]. Orodje IIO Oscilloscope je večplatformni GUI za interaktivno spreminjanje nastavitvev plošče, zajemanje podatkov in risanje rezultatov. Da bi na primer omogočili AD9213 v DC načinu, bi razvijalci uporabili ploščo orodja IIO Oscilloscope (slika 7) za določitev naprave (v tem primeru AD9213), registra, ki jih zanima (v tem primeru 0x1617), in njegove vrednosti (0x1).

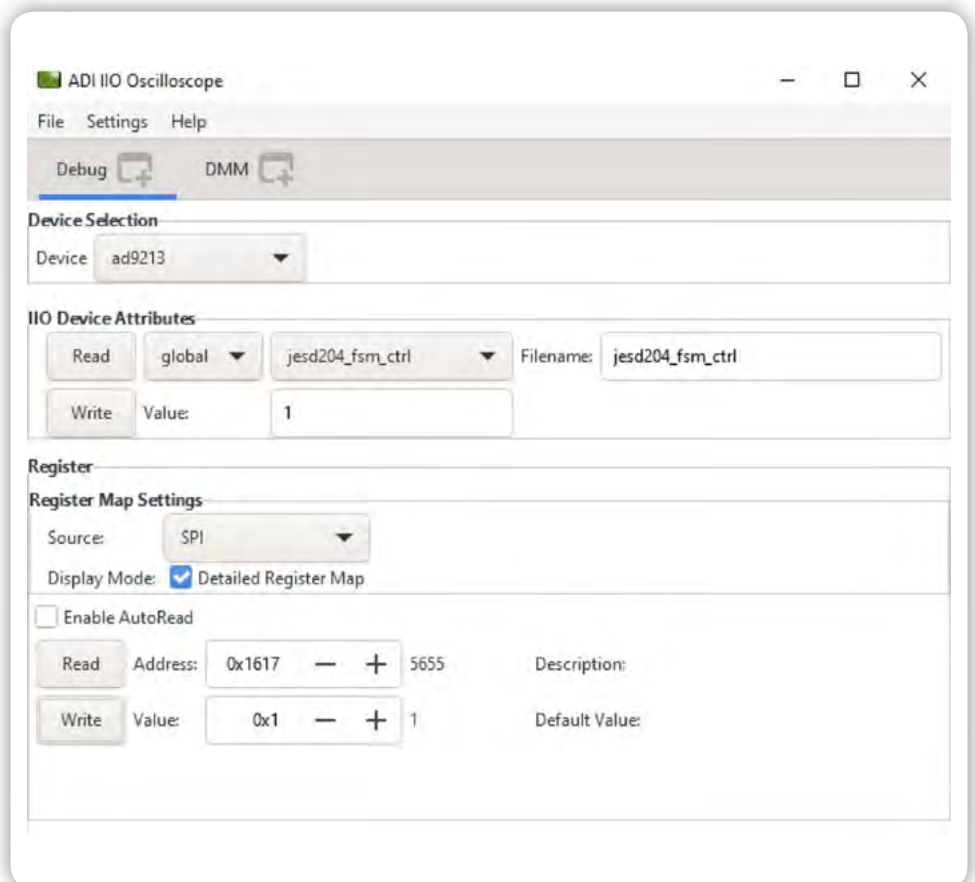
Knjižnica PyADI-IIO zagotavlja vmesnik za programiranje aplikacij (API) za funkcionalnost plošče, zgrajen okoli razreda Python (Hammerhead), ki inicializira ploščo na privzete nastavitve in zagotavlja metode, ki abstrahirajo nizko ravninske operacije za nastavitvev prednapetosti, zajemanje podatkov iz vsakega ADC in risanje rezultatov.

Vzorec kode, kot je skript ADMX6001_acquisition.py knjižnice PyADI-IIO, prikazuje osnovne vzorce oblikovanja za uporabo teh metod za bolj zapletene evalvacijske sekvence. Na primer, za digitalizacijo vhodnega signala pri različnih DC prednapetostih, razvijalci uvozijo razred Hammerhead iz modula ADMX6001_MultiClass_pCal knjižnice in ustvarijo njegovo instanco.

Razvijalci potrebujejo le nekaj vrstic kode, ki uporabljajo metode te instance, da ocenijo sposobnost plošče ADMX6001-EBZ za zajemanje vzorcev pri različnih DC prednapetostih (Program 1).



Slika 6: Razvojna plošča ADMX6001-EBZ se prek visoko zmogljivega konektorja FMC+ HSPC poveže s kompletom VCU118 in tako zagotavlja popolno strojno platformo za ocenjevanje zmogljivosti digitalizacije po dveh poteh. (Vir slike: Analog Devices)



Slika 7: Grafični uporabniški vmesnik osciloskopa IIO omogoča neposreden dostop do registrov za konfiguracijo načinov delovanja ADC, ki je tukaj prikazan z omogočanjem načina DC-coupled AD9213 z vpisom 0x1 v register 0x1617. (Vir slike: Analog Devices)

```

import adi
import matplotlib.pyplot as plt
import numpy as np
import time as dt
import ADMX6001_MultiClass_pCal as HMC
from scipy.fft import fft, rfftfreq

# Initialize ADMX6001 board
HH = HMC.Hammerhead(»ip:192.168.2.1«)
...
dac_offset1 = 0
HH.set_dac_offset(dac_offset1)
hispeed_data1 = HH.capture_data_ad9213(2**16) # Capture specified # of samples @ 10GSPS
HH.plot_data_ad9213(hispeed_data1) # Plot data captured by high speed path
...
dac_offset2 = 200 # Set offset voltage in mV
HH.set_dac_offset(dac_offset2) # Set offset voltage in mV
hispeed_data2 = HH.capture_data_ad9213(2**16) # Capture specified # of samples @ 10GSPS
HH.plot_data_ad9213(hispeed_data2) # Plot data captured by high speed path
...
dac_offset3 = -200 # Set offset voltage in mV
HH.set_dac_offset(dac_offset3) # Set offset voltage in mV
hispeed_data3 = HH.capture_data_ad9213(2**16) # Capture specified # of samples @ 10GSPS
HH.plot_data_ad9213(hispeed_data3) # Plot data captured by high speed path

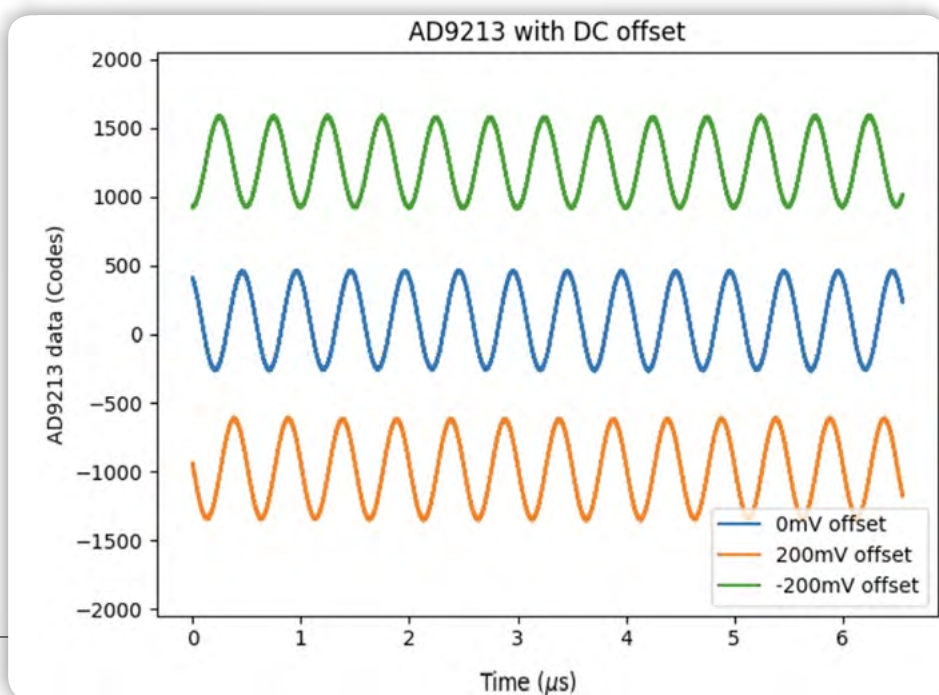
# plot three AD9213 acquisitions with different dc bias/offset
x_time = np.arange(0, len(hispeed_data1))*(10**(-4))
fig, (ax) = plt.subplots(1, 1)
ax.plot(x_time, hispeed_data1, label=str(dac_offset1) + 'mV offset')
ax.plot(x_time, hispeed_data2, label=str(dac_offset2) + 'mV offset')
ax.plot(x_time, hispeed_data3, label=str(dac_offset3) + 'mV offset')

```

Program 1: Kot je prikazano v tem odlomku kode iz knjižnice PyADI-IIO, razvijalci potrebujejo le nekaj vrstic kode, da ocenijo sposobnost plošče ADMX6001-EBZ za zajemanje vzorcev pri različnih DC prednapetostih. (Vir kode: Analog Devices)

Z risanjem podatkov, zajetih iz istega vhodnega signala pri treh nastavitvah DC offset (0 milivoltov (mV), 200 mV, -200 mV), je prikazana sposobnost plošče ADMX6001-EBZ, da prilagodi vhodno prednapetost za optimizacijo izkoriščanja dinamičnega razpona zelo hitrega ADC (slika 8).

Ti dve orodji skupaj pospešujeta ocenjevanje in razvoj. Medtem ko grafični vmesnik IIO osciloskopa omogoča hiter, interaktiven način preverjanja različnih nastavitev registrov in možnosti zajemanja, knjižnica PyADI-IIO omogoča izvajanje bolj zapletenih zaporedij operacij.



Slika 8: Grafični prikaz podatkov, zajetih iz istega vhodnega signala pri treh nastavitvah DC prednapetosti (0 mV, 200 mV, -200 mV), prikazuje sposobnost plošče ADMX6001-EBZ, da prilagodi vhodno prednapetost za optimizacijo izkoriščanja dinamičnega razpona zelo hitrega ADC. (Vir slike: Analog Devices)

Zaključek

Instrumentacijske aplikacije, ki zahtevajo natančno digitalizacijo od enosmerne napetosti do več GHz frekvenc, prisilijo razvijalce, da se odločijo med širokopasovnim zajemanjem in nizkofrekvenčno natančnostjo.

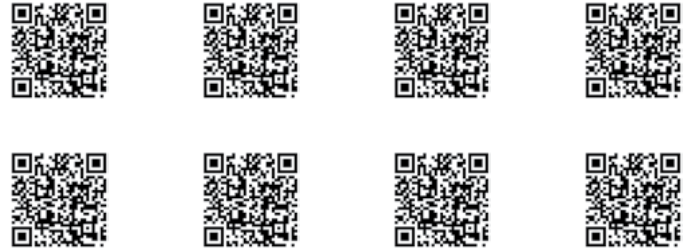
Razvojna plošča ADMX6001-EBZ DC-coupled 10 GSPS digitizer podjetja Analog Devices rešuje ta kompromis z arhitekturo z dvojno potjo.

V kombinaciji z razvojnim kompletom FPGA in programskimi orodji ta plošča zagotavlja razvojno platformo in popoln referenčni dizajn, ki pospešuje razvoj natančnih širokopasovnih digitalizatorjev za zahtevne aplikacije v časovni domeni.

Viri:

- [ADMX6001-EBC Product Demo Video](#)
- [ADMX6001-EBZ HDL project \(reference design\)](#)
- <https://www.digikey.com/en/products/detail/analog-devices-inc/ADMX6001-EBZ/28245167>
- <https://www.digikey.com/en/products/detail/analog-devices-inc/AD9213BBPZ-10G/10659342>
- <https://www.digikey.com/en/products/detail/analog-devices-inc/AD4080BBCZ/24614756>

- <https://www.digikey.com/en/products/detail/amd/EK-U-1-VCU118-G/7604184>
- https://wiki.analog.com/resources/tools-software/linux-software/iio_oscilloscope
- https://github.com/analogdevicesinc/pyadi-iio/tree/admx6001_v1



Odgovornost: Mnenja, prepričanja in stališča, ki jih izražajo različni avtorji in/ali udeleženci v tem članku, ne odražajo nujno mnenj, prepričanj in stališč podjetja DigiKey ali uradnih politik podjetja



DigiKey.

Prispevek urednikov DigiKey za Severno Ameriko
<https://www.digikey.com>

 Tehniška založba Slovenije

POMLADNI KLIK DO KNJIGE, več kot 30 naslovov...



pomladna ponudba
knjig na www.tzs.si
ter na tel:
01 479 02 24

MODRA ŠTEVILKA
 080 17 90

IFAM 2026

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

IFAM 2026 – sejem avtomatizacije, robotike in elektronike se je odvijal na Gospodarskem razstavišču od 17. do 19. februarja.

IFAM je za letos zaprl vrata. Privabil je okoli 2.500 obiskovalcev na sejem, kjer se je predstavilo 47 razstavljalcev iz Slovenije in tujine. Kaj zapisati o sejmu, ki je imel smolo z izbranim datumom, saj se je odvijal med časom šolskih počitnic? Gotovo to, da so počitnice vplivale na obisk sejma in da so verjetno vplivale tudi na število razstavljalcev, ki so predvideli, da je datum sejma padel ravno v počitniški čas, ko veliko sodelavcev manjka. In to ni ravno dobra popotnica za sejem, ki je namenjen strokovnim obiskovalcem. Gotovo je na število razstavljalcev vplivalo tudi to, da se bo v aprilu v Celju odvijal Industrijski sejem, na katerem se bo predstavilo marsikatero podjetje, ki se je v preteklih letih predstavljalo na sejmu IFAM. Dva tako specializirana sejma v roku dveh mesecev, sta po besedah mnogih razstavljalcev, preveč skupaj in tudi prevelik finančni zalogaj za udeležbo na obeh sejmih.

Ne glede na to smo na razstavnem prostoru naše revije bilo zadovoljni z obiskom. Obiskalo nas je veliko obstoječih poslovnih partnerjev pa tudi novih – bodočih poslovnih partnerjev.

Seveda je treba pohvaliti tudi razstavljalce, saj so predstavili

svoje najnovejše izdelke in storitve, ki so namenjeni industriji. Tako smo videli stroje in naprave za varjenje, industrijske robote pa tudi takšne robote, ki so znali zaplesati in zabavati obiskovalce – kot je to bilo na razstavnem prostoru podjetja Hočevar.

In ker se je sejem odvijal ravno v času pusta, so marsikateri razstavljalci na svojem razstavnem prostoru obiskovalce presenetili s krofi. Nekateri so bili prav simpatično majhni, kot te pri podjetju Conphis.

Conphis d.o.o. je slovensko podjetje, ki se ukvarja s strojnim vidom in merilno tehniko. Pohvalijo se lahko s kvalitetnim svetovanjem na podlagi več kot 35-letnih izkušenj ter širokim naborom vseh vrst industrijskih kamer (klasične, linijske, pametne), objektivov, osvetlitev za strojni vid, raznih senzorjev, ki so jih predstavili na sejmu IFAM 2026.

Na sejmu IFAM so predstavili industrijske kamere različnih vrst in cenovnih razredov - klasične, linijske ter pametne kamere. Zastopajo vrhunske proizvajalce, kot so Allied Vision, Daheng Imaging ter Vieworks.

Industrijski objektiv, vključno s telecentričnimi, so predstavljali velik del njihove sejemske predstavitve - najbolj poznani so gotovo Kowa objektiv, ter telecentrični objektiv Opto Engineering in Vico Imaging.

TMS-Lite je poznan po vseh vrstah osvetlitev za strojni vid. Pohvalijo se lahko z ugodnimi dobavnimi roki in cenami, ter možnostjo modificiranja standardnih modelov, kar omogoča popolno ustrežanje aplikaciji kupcev.



Slika 1: Obisk na našem razstavnem prostoru



Slika 2: Majhni krofi so na sejmu razveselili obiskovalce



Slika 3: Podjetje Conphis se je predstavilo na sejmu IFAM



S področja senzorike so izpostavili italijanskega proizvajalca AEP Transducers, ki ponuja merilne celice za preizkusne stroje, tehtalne sisteme in druge procese, kjer je potreba po meritvah sile, navora in pritiska.

RDP pa je znan po svojih robustnih LVDT senzorjih pomika za laboratorijsko okolje, kot tudi za zahtevna okolja vse do podmorskih postavitvev.

Na sejmu je bilo predstavljenih veliko novitet. Tako je v okviru razstavnega prostora podjetja **Hennlich** podjetje IGUS od zadnjega sejma predstavilo 277 novitet na področju linearnih vodil, puš, novih materialov, kablov, energetskih verig. Med novitetami najdemo tudi cenovno ugodno avtomatizacijo. Pri materialih je novo to, da so npr. energetske verige narejene 80% iz recikliranega materiala. To je rezultat zbiranja starih verig v zadnjih petih letih, ki jih IGUS zbira. Pri takšnih recikliranih verigah material ne izgubi svojih lastnosti. Pri pušah je novost to, da se IGUS odmika stran od teflona, ker teflon v naravi ne razpade. S tem ko se je IGUS pričel umikati iz teflona so z novimi materiali podaljšali življenjsko dobo in celo zmanjšali obrabo materiala.

Ker imajo pri **IGUS-u** na voljo prostor za certificiranje čistih in suhih sob, imajo v ponudbi veliko proizvodov, ki so primerni za čiste in suhe sobe.

Po besedah predstavnikov podjetja se je cenovno ugodna robotska avtomatizacija dobro prijela v Sloveniji, kjer je veliko podjetij, ki so pripravljena vložiti med 15 – 20.000 € za neko manjšo in cenovno ugodno avtomatizacijo.

Predstavili so tudi možnost prašnega barvanja kovine s plastiko, ki omogoča manjše trenje. Tak primer je klančina, po



Slika 4: Podjetje IGUS se je predstavilo z novimi materiali



Slika 5: Podjetje Hennlich je predstavilo cenovno ugodnega robota Farino

kateri se spuščajo neki predmeti ali pa Arhimedov vijak, ki npr. dodaja testo. Takšna plastika deluje kot nova teflonska posoda.



Slika 6: Podjetje Fanuc je predstavilo svoje industrijske robote.

Na razstavnem prostoru podjetja **Hennlich** so predstavili robota z imenom Farino, ki ga imajo v ponudbi od lani oktobra. Farino je kitajski robot z 10-letno tradicijo. Robot se uvozi v Češko, kjer ga testirajo in mu dodajo CE certifikat, nakar je pripravljen za prodajo znotraj EU. Zanimiva pri tem robotu je cena, saj s ceno 5.000 € kupec že dobi delujočega robota s krmilnikom, ki ima 16 vhodov in izhodov, 5 kg nosilnosti in skoraj 1 meter doseg. Farino robot je kolaborativni oziroma sodelujoči robot, ki lahko deluje v bližini človeka, saj je njegova hitrost omejena na 250 mm/sek. Vgrajene ima tudi senzorje sile, ki robota ustavijo v primeru, ko se zadane ob oviro. Robot kot tak je sicer na voljo preko spletne prodaje, vendar ima v tem primeru robot 1 leto garancije brez podpore. Če je nakup opravljen preko podjetja Hennlich ima robot 2 leti garancije in podporo.

Podjetje **Fanuc** je na sejmu IFAM tudi predstavilo kolaborativnega oziroma sodelujočega robota, ki je poganjal enostavno in zabavno aplikacijo za obiskovalce sejma. Sicer je Fanuc poznan kot največji proizvajalec industrijskih robotov na svetu. Trenutno naredijo 11.400 robotov vsak mesec, kapacitet pa imajo do 15.400 robotov mesečno. S svojimi proizvodi so prisotni v vseh vejah industrije, od farmacije, prehranske industrije do kovinsko predelovalne industrije. Največ pa prodajo svojih robotov v avtomobilski industriji. Kot največji proizvajalec imajo tudi največji nabor industrijskih in sodelujočih robotov. Roboti so na voljo za vse vrste industrije in okolja v industriji, od eksplozivnih con do prehranske industrije, od robotov za varjenje do robotov za pralne aplikacije, ko je v industriji potrebno oprati neke izdelke. Ti roboti so narejeni tako, da zdržijo zahtevno okolje, kjer je veliko vode.

Po besedah predstavnika podjetja Fanuc je Slovenija nekje od 7. do 10. mestu glede robotizacije, ki se meri po številu robotov glede na 10.000 delovnih prebivalcev. Večja podjetja so precej dobro robotizirana, pri manjših podjetjih je pa še veliko prostora za robotizacijo.

Beseda je nanesla tudi na porabo električne energije. Fanuc roboti so znani po tem, da porabijo manj energije, kot ostali roboti. Obstaja tudi kriterij, ki ga v tujini imenujejo »cost of ownership« - se pravi, koliko stane lastništvo robota. In tudi v tem kriteriju je Fanuc robot najcenejši. Fanucovi roboti pri svojem gibanju uporabljajo princip rekuperacije energije. Nadalje, za isto nosilnost je Fanucov robot precej lažji. Splet vseh teh lastnosti pomeni, da Fanucovi roboti porabijo do 50% manj električne energije kot konkurenčni roboti.

Rok trajanja Fanucovih robotov je skorajda neomejen, saj Fanuc skrbi za redno vzdrževanje in servisiranje.

Podjetje **Siemens** je na IFAM pripeljalo svoj DEMO avtobus, kjer so so predstavili celo paleto opreme za avtomatizacijo. Poudarek na opremi temelji na ProfiNet komunikaciji. Predstavili so žične, brezžične komunikacije in vse ostalo, kar paše k varnosti – CyberSecurity, RFID in optika.

V demo avtobusu so imeli predstavljene tudi svoje PLC-je od serije 1200 do serije 400 in pa tudi pogonsko tehniko.

Na sejmu se je predstavilo tudi podjetje **Beckhoff**. Na področju industrijskih računalnikov je bil glavni poudarek na novi seriji panelov in panelnih računalnikov CP4xxx in CP5xxx, predstavljena pa sta bila tudi dva nova PC-krmilnika z Linux operacijskim sistemom, kar je novost v njihovi ponudbi. Poleg že obstoječe podpore za Windows in TwinCAT/BSD programska oprema TwinCAT sedaj podpira tudi RT Linux. Programski paket TwinCAT že nekaj let vključuje funkcionalnost za strojni vid, na sejmu pa je bilo mogoče videti tudi nove industrijske kamere in osvetlitev za strojni vid. Pri kamerah velja posebej izpostaviti kompaktno kamero s tako imenovano »liquid lens« tehnologijo in integrirano osvetlitvijo. Med novostmi na področju pogonske tehnike posebej izstopajo nova serija cenovno ugodnih servo pogonov AX1000 in frekvenčni pretvorniki AF1000 z EtherCAT komunikacijo. Še eno močno področje podjetja Beckhoff so vhodno-izhodne enote, katerih ponudba vključuje že prek 1000 proizvodov. Na področju vhodno-izhodnih enot je bil poudarek na novih 12-kanalnih modulih EL3475 za nadzor električnega omrežja in cenovno ugodnejši seriji EtherCAT modulov z oznako ED. Predstavili so tudi inovativen MX sistem, ki omogoča avtomatizacijo brez krmilne omare.

Na razstavnem prostoru podjetja **Kočevar d.o.o.** so si obiskovalci lahko ogledali različne eksponate s področja uporabnega varjenja. Poseben poudarek je bil namenjen strojem za točkovno varjenje, ki predstavljajo eno izmed ključnih tehnologij v številnih industrijskih panogah. Poleg standardnih rešitev smo predstavili tudi posebne oziroma prilagojene (custom) varilne naprave, ki jih razvijajo v tesnem sodelovanju z naročniki in so optimizirane glede na specifične zahteve posameznih proizvodnih



Slika 7: Oprema za avtomatizacijo podjetja Siemens



Slika 8: Podjetje Beckhoff



Slika 9: Podjetje Kočever

procesov. Pomemben del predstavitve so predstavljale tudi rešitve za mikro uporovno varjenje, ki so namenjene aplikacijam, kjer so zahtevani izjemna natančnost, ponovljivost in nadzor nad procesnimi parametri. Takšne tehnologije se uporabljajo predvsem v proizvodnji elektronskih komponent, senzorjev, baterijskih sistemov ter drugih izdelkov, kjer so dimenzije varjenih elementov zelo majhne, kakovost spojev pa mora biti kljub temu izjemno visoka. Na sejmu so predstavili možnosti uporabe mikro varjenja v različnih industrijskih aplikacijah ter razpravljali o izzivih, ki jih prinašajo sodobni proizvodni procesi, kot so miniaturizacija izdelkov, novi materiali in zahteve po večji procesni stabilnosti.

Razstavni prostor je dodatno popestril prav poseben gost – robot Jože iz podjetja Vandri Robotics. Robot je med obiskovalci pritegnil veliko pozornosti, saj je s svojo komunikativnostjo in plesnimi gibi ustvaril nekoliko bolj sproščeno vzdušje na sicer zelo tehnično usmerjenem razstavnem prostoru. Čeprav je trenutno namenjen predvsem predstavitvenim in komunikacijskim nalogam, so pogovori z obiskovalci hitro nanесли tudi na vprašanje prihodnje vloge robotike v industriji. Prav integracija robotike, avtomatizacije in naprednih varilnih tehnologij predstavlja eno izmed smeri razvoja sodobne proizvodnje.

V podjetju Kočever d.o.o. zato tudi v prihodnje ostajajo optimistični in verjamejo, da bodo inovacije, razvoj ter tesno sodelovanje s partnerji še naprej pomembni dejavniki razvoja industrije. Sejmi, kot je IFAM, ostajajo pomembna priložnost za izmenjavo znanja, predstavitev novih tehnologij ter vzpostavljanje novih poslovnih povezav, ki lahko vodijo do novih razvojnih projektov in tehnoloških rešitev v prihodnosti.

Zaključek

Letošnji IFAM je bil po obisku manjši kot lanski. To gre gotovo pripisati počitniškemu času, ki ga veliko poslovnežev izkoristi za počitnice z družino. Ko smo se pogovarjali z razstavljalci in tudi obiskovalci, je marsikdo opozoril na to, da je bil čas sejma izbran neprimerno. Kot slišimo, organizator sejma žal ni dobil drugega termina od podjetja Gospodarsko razstavišče, saj je sejmu IFAM relativno kmalu sledil sejem Dom. Čeprav bi po mojem nestrokovnem mnenju sejem IFAM lahko predstavili tako, da ne bi bil znotraj počitniških 14 dni in da bi še vedno bilo dovolj časa za izvedbo naslednjega sejma.

Sicer pa to ni glavni problem Gospodarskega razstavišča. Glavni problem tega razstavišča so stare hale, oboroženi specialci po bližnjih stavbah in pa nezmožnost parkiranja za razstavljalce in obiskovalce. Na sejmu IFAM smo razstavljalci sicer lahko parkirali znotraj sejmišča, vendar z omejenim številom parkirnih mest. Zunaj sejmišča pa je MO Ljubljana zaradi gradnje železniške postaje zaprla najbližje parkirišče, ki se je v času padavin običajno spremenilo v območje blata in luž. Tako so bili obiskovalci primorani iskati bližnja parkirišča, ki pa jih seveda zasedejo tako prebivalci, pa tudi zaposleni v okolici razstavišča.

Škoda, da župan mesta ni uresničil svoje vizije izpred mnogo let, da bi bila Ljubljana sejmsko mesto in bi zgradil moderno razstavišče po zgledu mesta München, zunaj centra Ljubljane ob obvoznici.

<https://svet-el.si>



Tehnologija IGBT7 naslednje generacije: vsestransko in poenostavljeno upravljanje z močjo

Microchip Technology Inc.

Avtor: Amit Gole, vodja trženja izdelkov za integrirane napajalne rešitve pri podjetju Microchip Technology

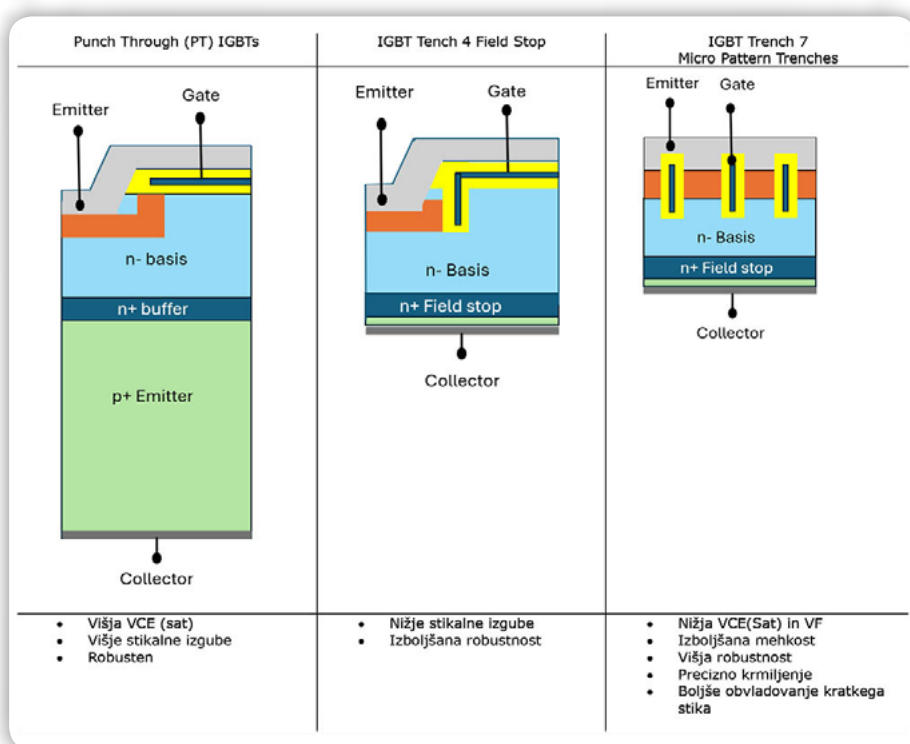
IGBT-ji so že dolgo nepogrešljivi v industriji, saj združujejo prednosti visoke moči z enostavnimi mehanizmi krmiljenja.

Nova tehnologija IGBT7 se jasno razlikuje po značilnostih naprav, kot so nižja napetost v prevodni smeri, višje nazivne vrednosti toka, zmogljivost preobremenitve do 175 °C, izboljšano krmiljenje dv/dt in izboljšana zaščitna dioda. V kombinaciji z inovativnim ohišjem z nizko induktivnostjo tehnologija IGBT7 ponuja enostavno uporabo, večjo robustnost, višje gostote moči in izboljšano učinkovitost, hkrati pa zmanjšuje stroške sistema. Vsestranske naprave IGBT7, ki so bistvene za aplikacije pogona motorjev, bodo omogočile razvoj širokega spektra industrij, vključno z letalsko industrijo, obnovljivimi viri energije, sistemi za shranjevanje energije (ESS), podatkovnimi centri ter komercialnimi in kmetijskimi vozili.

Bipolarni tranzistor z izoliranimi vrati (IGBT) je močnostni polprevodniški element s kolektorjem, emitorjem in vrati. Imenuje se bipolarni tranzistor, saj prevajanje poteka zaradi gibanja elektronov in vrzeli. IGBT-ji so gonilna sila za številne aplikacije v močnostni elektroniki, vključno s pretvorniki moči in inverterji. IGBT-ji se pogosto uporabljajo v sistemih in opremi, napajanih iz omrežja, s srednjo ali visoko zmogljivostjo preklapljanja od nekaj kW do MW. Močnostni moduli IGBT so bistveni sestavni deli sodobne močnostne elektronike. Ti moduli krmilijo in pretvarjajo električno energijo v različnih aplikacijah, vključno z industrijskimi pogoni motorjev, sistemi obnovljive energije, električnimi vozili (EV) in elektroenergetskimi omrežji.

Nova generacija IGBT7

Sedma generacija IGBT-močnostnih modulov je zdaj na voljo v sedmih ohišjih v različnih izvedbah. Te naprave se ponašajo z nižjimi vrednostmi VCE (sat) in VF, zmogljivostjo pri preobremenitvi pri TJ 175 °C, za 50 % večjo tokovno zmogljivostjo, izboljšanim nadzorom dv/dt, izboljšano FWD mehko in enostavnejšim krmiljenjem v primerjavi s prejšnjimi generacijami.



Slika 1. Razvoj IGBT tehnologije

Te lastnosti ponujajo edinstveno vrednostno ponudbo visoke gostote moči, trajnosti, nižjih stroškov sistema, višje učinkovitosti, enostavnosti uporabe in hitrejšega uvajanja na trg.

IGBT7 Trench tehnologija

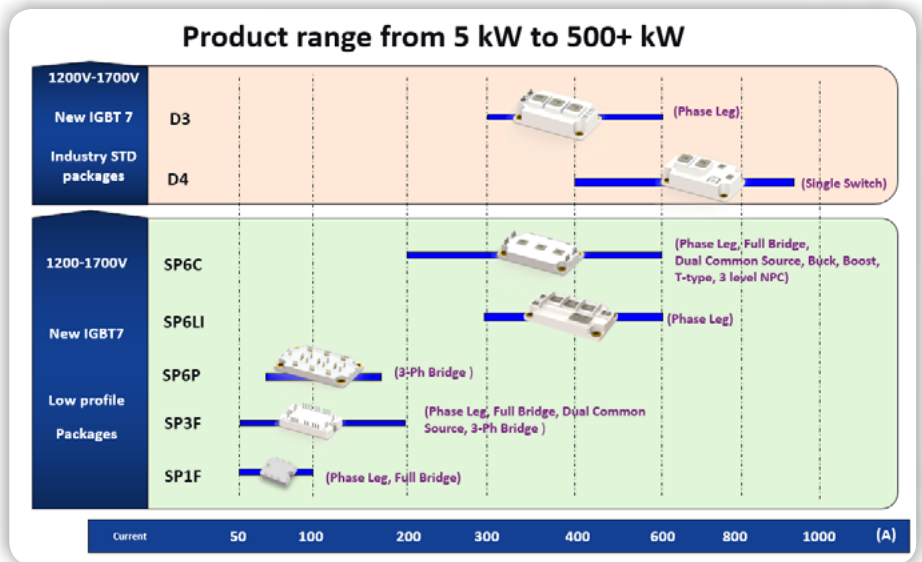
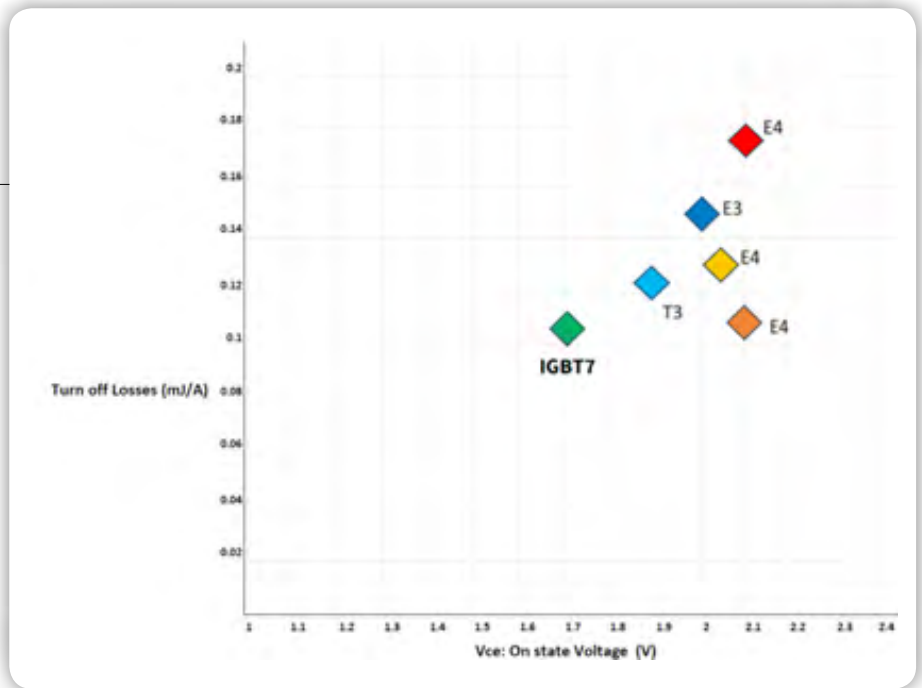
IGBT Trench7 uporablja tehnologijo Micro-Pattern Trench (MPT), ki jo sestavljajo vzporedne celice z jarkom, ločene s submikronskimi polprevodniškimi otoki, v primerjavi s kvadratnimi celicami z jarkom, ki so se uporabljale v prejšnji generaciji. Slika 1 spodaj prikazuje prerez različnih tehnologij, od punch through do IGBT7. Shranjevanje nosilcev blizu emitorske elektrode se pri celicah IGBT7 trench poveča zaradi manjših razmakov med celicami in ozkih otokov med vrati. To vodi do izboljšanja električne prevodnosti v drift coni, kar posledično drastično zmanjša napetost v prevodni smeri, kar ima za posledico manjše prevodne izgube pri tehnologiji IGBT7.

Slika 2. Primerjava tehnologij IGBT (IGBT3 (T3/E3) pri TVJ (op): 125 °C, medtem ko sta IGBT4 in IGBT7 pri TVJ (op): 150 °C)

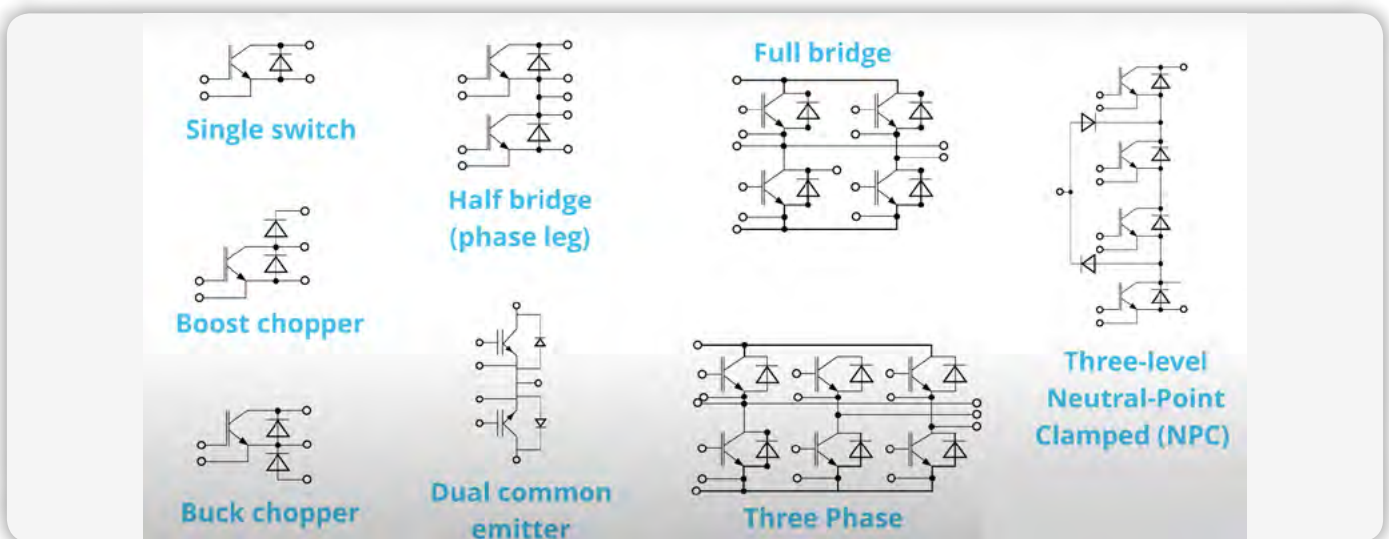
Slika 2 prikazuje primerjavo različnih generacij IGBT, vključno z generacijami 2, 3, 4 in najnovejšo generacijo IGBT7. IGBT7 ima najnižjo napetost v prevodnem stanju, kar pomeni zmanjšanje za približno 15 do 20 % v primerjavi s prejšnjo generacijo IGBT4. Te nizke izgube v prevodnem stanju omogočajo nizke prevodne izgube, kar posledično poveča učinkovitost pri aplikacijah z nizkimi do srednjimi frekvencami preklapljanja. Poleg tega je IGBT7 opremljen z mehko antiparalelno diodo, ki ima boljše lastnosti rezervnega obnovitvenega toka in nizko napetost v prevodnem stanju (Vf), kar dodatno zmanjša izgube in zagotavlja višjo gostoto moči.

IGBT7 portfelij

Močnostni moduli IGBT7 so na voljo v standardnih 62-milimetrskih ohišjih za konfiguracijo faznega kraka ali v polmostu v ohišju D3 ter za konfiguracijo z enim stikalom v ohišjih D4. Microchip ponuja ohišja z nizko induktivnostjo in nizkim profilom v velikosti 62 mm, kot so SP6C, SP6P in SP6LI, ki imajo zmanjšano višino profila in nižjo induktivnost ohišja ter omogočajo visoko gostoto moči z visoko zanesljivostjo. Nižje ravni moči se lahko dosežejo z manjšimi ohišji, kot sta SP1F in SP3F, ki so prav tako ohišja z nizkim profilom, na voljo v različnih



Slika 3. IGBT7 portfelij



Slika 4. IGBT7 topologije

SN	Lastnosti IGBT7 portfolija	Prednosti aplikacije	Prednosti za uprabo
1	Nižjavklopna napetost VCE (sat) in Vf z izboljšano FWD	15% Nižje močnostne izgube Vs IGBT4	Višja učinkovitost
2	Zmogljivost pri preobremenitvi TVJ (op) znaša 175°C	Prilagodljivost pri načrtovanju, preprečuje prekomerno dimenzioniranje	Zanesljivost, odlično razmerje med zmogljivostjo in ceno
3	Izboljšano upravljanje dv/dt	Natančno krmiljenje, manj EMI problemov	Zanesljivost, enostavnost uporabe
4	Prilagojeno za enostavno krmiljenje	Poenostavljena zasnova gonilnika	Enostavnost uporabe
5	Večja tokovna zmogljivost	Manjša potreba po vzporednem delovanju, skok v velikosti okvirja	Visoka gostota moči, hitrejši vstop na trg
6	Nižja induktivnost / Ohišja z nizkim profilom	Preprečuje prekomerno dimenzioniranje	Zanesljivost, nižji stroški

Tabela 1. Značilnosti ponudbe IGBT7, prednosti za uporabo in prednosti za končnega uporabnika

konfiguracijah. Nazivne vrednosti segajo do 900 A pri 1200 V in 1700 V.

Nižja napetost v prevodnem stanju VCE (sat) in nižja Vf z izboljšanim FWD

Pri 15- do 20-odstotnem znižanju napetosti v prevodnem stanju se izgube znatno zmanjšajo v aplikacijah z zmerno preklopno frekvenco, hkrati pa se zmanjšajo prevodne izgube pri dani omejitvi dv/dt in izgube v antiparalelnih diodah.

Prevodne izgube pri IGBT-jih so neposredno sorazmerne z napetostjo VCE (sat) zadevne IGBT-tehnologije. IGBT7 ima pri TJ 175 °C tipično VCE (sat) okoli 1,77 V, kar je precej nižje od VCE (sat) pri IGBT4, ki znaša 2,1 V pri TVJ 150 °C. To zmanjšanje VCE (sat) za 15 % znatno zmanjša prevodne izgube.

Poleg tega zmanjšana napetost v prevodni smeri antiparalelne diode prispeva k zmanjšanju izgub v diodi, zato izboljšana dioda v primerjavi z IGBT4 zmanjša napetost v prevodni smeri za 100 mV, kar dodatno zmanjša prevodnost.

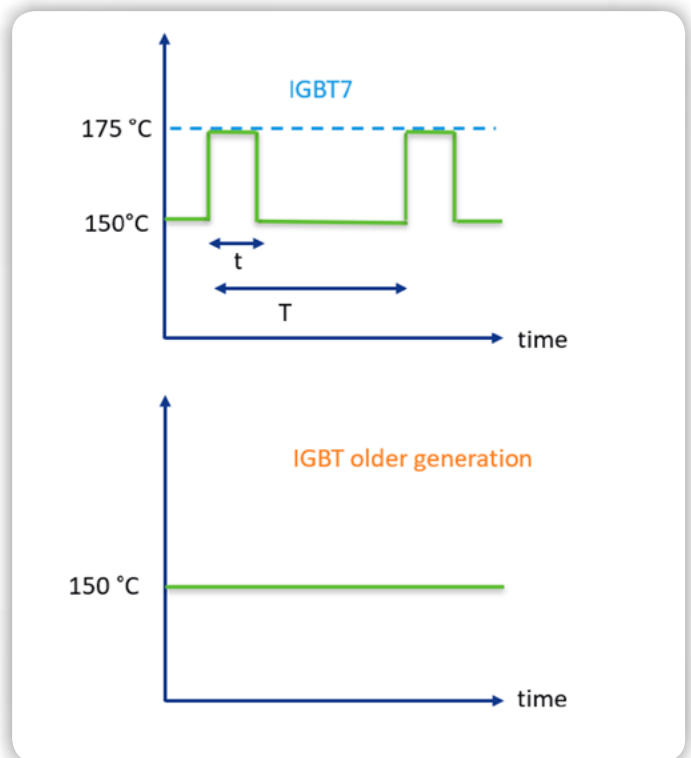
- Skupna prevodna izguba = prevodna izguba IGBT-ja + prevodna izguba diode
- Skupna stikalna izguba = stikalna izguba IGBT-ja + stikalna izguba diode
- Skupna izguba moči = skupna stikalna izguba + skupna izguba moči
- Učinkovitost = izhodna moč/vhodna moč = vhodna moč + skupna izguba moči/vhodna moč

Tehnologija	IGBT4	IGBT7	Razlika	% zmanjšanja
Oznaka	APTGL325A120D3G	APTGX300A120D3G		
Ohišje	D3 62mm standardni			
VCE (sat) Typical at TJ = 125 °C VGE = 15V IC = 300A	2,2V	1,7V	0,5V	22,72%

Tabela 2. Primer primerjave specifikacij VCE (sat) za IGBT4 in IGBT7

Meja preobremenitve pri TVJ (op) znaša 175 °C

Najvišja temperatura spoja 175 °C v primerjavi s 150 °C (IGBT4), kar je ključnega pomena za pogone motorjev pri ponavljajočem se kratkotrajnem preobremenjenem delovanju. Močnostni moduli IGBT7 so zasnovani za zahtevne aplikacije, saj lahko v preobremenjenih pogojih prenesejo temperaturo spoja do 175 °C, v nasprotju z 150 °C pri IGBT4. Ta napredek 25 stopinj ne prinaša le ogromnih prednosti v zanesljivosti in trajnosti močnostnega pretvornika pogona, ampak lahko zaradi visokega razmerja med zmogljivostjo in ceno IGBT7 v primerjavi z drugimi tehnologijami prinese tudi prihranke pri stroških.



Slika 5. Primerjava najvišje delovne temperature spoja med IGBT7 in starejšimi generacijami IGBT

Pogoni motorjev s frekvenčnim pretvornikom, ki se uporabljajo v številnih aplikacijah, kot so gospodarska in kmetijska vozila (CAV), industrijski obrati in železniški promet, kjer je pomembno, da prenesejo kratkotrajno preobremenitev ob delovanju pri normalni delovni temperaturi najmanj 1 minuto/60 sekund.

Enako velja za naprave, kot so naprave za neprekinjeno napajanje (UPS), pri katerih so kratkotrajne preobremenitve ključnega pomena za specifikacije napajanja, pri čemer se lahko tipična trajanja preobremenitev močno razlikujejo, na primer 110 % za 10 minut, 125 % za 120 sekund in 150 % za 15 sekund.

V teh daljših časovnih intervalih inverter in posledično tudi stikala, prevzemajo

Kratkotrajna preobremenitev / osnovni tok	Časovni interval med preobremenitvami (v minutah)
110%	≥ 9
125%	≥ 28
150%	≥ 60

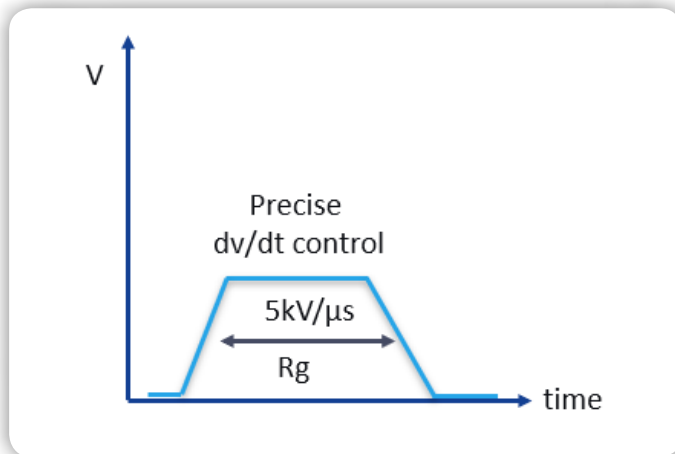
Tabela 3. Primer trajanja preobremenitve za večfazne motorje, napajane z inverterjem (v skladu z ANSI/NEMA MG 1-2016 (revidirano 2018))

večji tok, kar povzroča višje temperature na spojih. Močnostno stikalo mora biti že samo po sebi sposobno vzdržati takšno preobremenitev ter obrabo, ki jo povzroča ponavljajoča se narava delovanja, skozi celotno življenjsko dobo. Ponavljajoče se preobremenitve so del industrijskih uporab motorjev in jih je treba upoštevati pri zasnovi inverterja in izbiri ustreznih močnostnih polprevodniških stikal. Za dolgotrajno in uspešno delovanje je pomembno ohraniti trajnost stikala pri soočanju s temi intervali preobremenitve.

Izboljšan nadzor nad dv/dt

Visoka stopnja obvladljivosti (možnost spreminjanja dv/dt s prilagajanjem vrednosti upora vrat (R_g)), da se prilagodi zahtevam glede izolacije motorja ali omejitvam elektromagnetnih motenj (EMI). Pretvorniki, ki se uporabljajo za pogon motorja, uporabljajo signale pulzno širinske modulacije (PWM), ki ne proizvajajo sinusnih izhodnih valovnih oblik. Poleg harmonikov nižjega reda so na te valovne oblike pripeti tudi strmi napetostni vrhovi z eno amplitudo. Izolacija med navitji, med fazami in ozemljitvijo navitij statorja je izpostavljena nastalim dielektričnim napetostim.

Visoka stikalna frekvenca pomeni daljše in strmejšše čase vzpona impulzov. Ta daljši čas vzpona impulzov stikal povzroča visoko vrednost dv/dt, ki jo dodatno poslabšajo dolgi kabli, uporabljeni v pogonskih sistemih motorjev od pretvornika do motorja, kar povzroča višje vršnje napetosti neposredno na priključkih motorja. Čas vzpona lahko poškoduje tudi ležaje zaradi parazitskih tokov, ki tečejo iz rotorja v ohišje motorja. Ti nevarno visoki napetostni sunki zaradi časa vzpona lahko povzročijo iskrenje in sčasoma okvaro izolacije. Daljši motorni

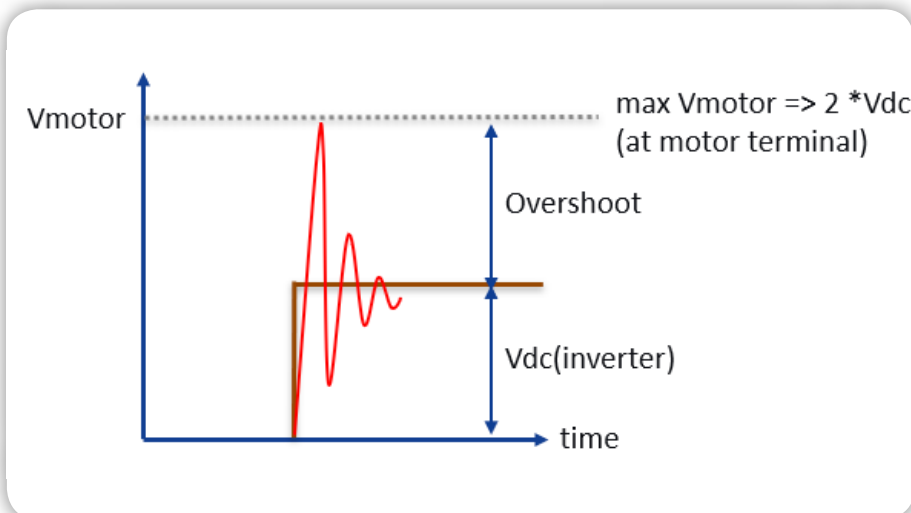


Slika 7. Optimizacija dv/dt z uporabo R_g pri IGBT7

kabli povzročajo celo višje prekoračitve napetosti z najvišjimi vrednostmi, ki so do petkrat višje od delovne napetosti sistema ($> 2000\text{ V}$ za sisteme 415 V). Visoki napetostni sunki lahko povzročijo preboj izolacije, kar ima za posledico kratke stike med fazami ali med navitji, s čimer sledi izklop zaradi prenapetosti s strani senzorja pogona.

Zato proizvajalci motorjev odločno priporočajo, da se v najslabšem primeru na priključku pretvornika za trifazne motorje tipično napetostjo $380/415/440\text{ VAC}$ ne preseže vrednost dv/dt $5\text{ kV}/\mu\text{s}$. Čim daljša je povezava med motorjem in pretvornikom, tem večja je verjetnost pojava koničnih vrednosti dv/dt in strmine dv/dt, kar bi lahko povzročilo dvig napetosti na priključku motorja na nevarne ravni. Pomembno je, da se napetostni gradient dv/dt optimizira v skladu z zahtevami glede izolacije motorja, hkrati pa je treba skrbno načrtovati splošni industrijski pogon. Za doseganje te optimizacije IGBT7 kaže najvišjo raven popolnosti pri nadzoru zmožnosti inverterja, da spreminja dv/dt s prilagajanjem upora vrat (R_g).

Ko se R_g poveča, se zmanjšata tako dv/dt pri vklopu kot tudi pri izklopu, medtem ko se dv/dt pri vklopu znatno zmanjša, če je R_g v optimalnem območju; je vrednost R_g treba optimirati, da se doseže želeni dv/dt $< 5\text{ kV}/\mu\text{s}$.

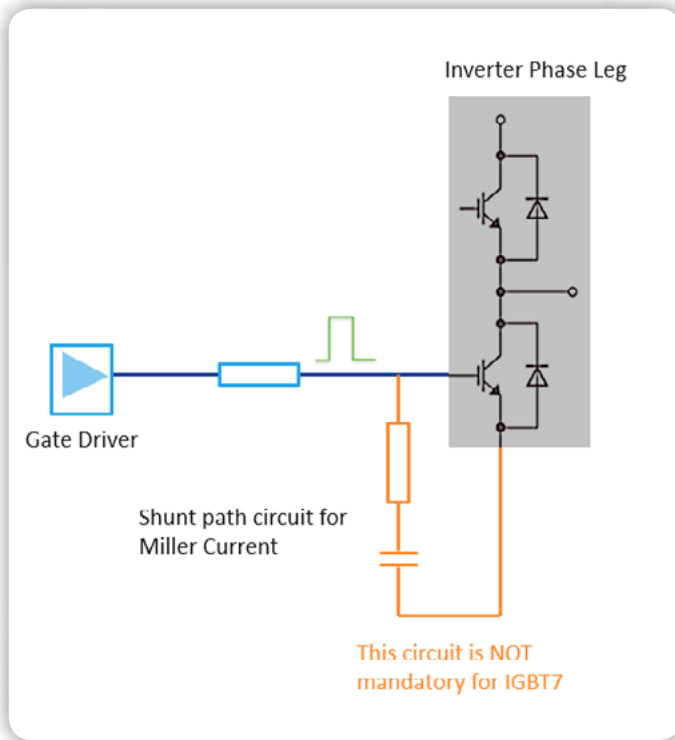


Slika 6. Napetosti na priključkih motorja

Podjetje Microchip lahko na posebno zahtevo zagotovi graf R_g in relativne vrednosti dv/dt za optimizacijo dv/dt, kar odpravlja glavne skrbi inženirjev za načrtovanje in aplikacije na področju industrijskih pogonov motorjev.

Enostavno in brezskrbno krmiljenje vrat

CGE (kapacitivnost med vrati in emitorjem) in CGC (kapacitivnost med vrati in kolektorjem) sta uravnoteženi, da se IGBT7 zagotovi popoln nadzor nad dv/dt ter optimizira preklopni val, CGE pa

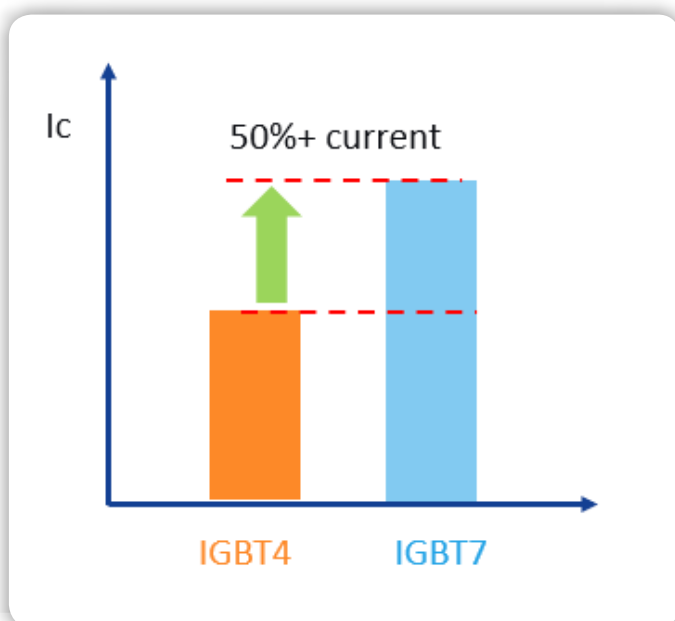


Slika 8. IGBT7 vezje krmiljenja

je zasnovan tako, da preprečuje parazitske učinke pri vklopu, zaradi česar je mogoče za izklop uporabiti prehod skozi ničelno napetostjo (unipolarno napajanje gonilnika vrat).

Višje tokovne zmogljivosti

Čip IGBT7 ima že po svoji naravi večjo tokovno zmogljivost kot prejšnja generacija IGBT4. To omogoča večjo izhodno moč pri danih dimenzijah, kar pomeni preskok v velikosti ohišja, zaradi česar je mogoče namesto večjih ohišij uporabiti manjša. S tem se poveča tudi skupna gostota moči, saj je mogoče na dani



Slika 9. Preskok velikosti okvirja pri 50 % večjem toku v istem ohišju

površini stisniti več moči, kar preprečuje vzporedno vezavo več stikal, zmanjša kompleksnost ter izboljša zanesljivost in trajnost. Višja gostota moči zmanjša stroške seznama materialov (BoM) za napajalni sistem in omogoča hitrejši vstop na trg.

Ohišja z manjšo induktivnostjo in nižjim profilom

Ohišja podjetja Microchip z nizko parazitsko induktivnostjo zmanjšujejo prekomerno naraščanje napetosti, s čimer povečujejo vzdržljivost in zanesljivost. Nižji profil omogoča vgradnjo večje moči v manjšem prostoru, kar izboljša gostoto moči pri uporabi s tehnologijo IGBT7.

Z nižjo napetostjo prekoračitve je za uporabnika relativno lažje uporabiti 1200-voltne module za enosmerno vezje z napetostjo do 700 do 800 V namesto 1700-voltnih, če je splošna zasnova pretvornika nizkoinduktivna z vstavljenim vodilom. To prinaša znatne prihranke pri stroških ne le modulov, ampak tudi plošč za krmiljenje tranzistorjev, kar omogoča zasnovno cenovno ugodnega napajalnega sistema.

Ohišje	D3	SP6	SP6P	SP6LI
Višina:	30mm	17mm	17mm	17mm
Slepa induktivnost:	30nH	15nH	5nH	2.9nH
Napetostni skok	~350 to 450V	~225V	~75V	~< 50V


Tabela 4

Značilnosti IGBT7 in prednosti za končnega uporabnika omogočajo, da so ti močnostni moduli vsestranski za številne aplikacije in megatrende, od aplikacij z nizko do srednjo stikalno frekvenco. Enostavna uporaba brez zapletenega mehanizma za krmiljenje vrat omogoča brezskrbno načrtovanje in odpravlja potrebo po vlaganju virov v razvoj novih krmilnikov. Različne topologije se lahko brez težav uporabijo kot gradniki za pretvornike v številnih aplikacijah, kar zagotavlja fleksibilnost pri načrtovanju in hitrejši vstop na trg.

Slika 10. Različne oblike ohišij podjetja Microchip

Napajalni moduli IGBT7 s svojo vsestranskostjo omogočajo številne uporabe, kot so sončna in vetrna energija, pogoni motorjev, sistemi za shranjevanje energije (ESS), komercialna in kmetijska vozila (CAV), podatkovni centri, železnice, e-mobilnost, prenos in distribucija ter letalstvo, ter strankam prinašajo velike prednosti v smislu moči, natančnosti in zmogljivosti.

Reference:

- <https://www.fluke.com/en-us/learn/blog/power-quality/cable-length-vfd-motors> 
- https://www.nema.org/docs/default-source/standards-document-library/mg-1-part-31-watermark.pdf?sfvrsn=649fb42f_1 
- Application Manual Power Semiconductors (Semikron)
- TRENCHSTOP™ 1200 V IGBT7 T7 Application Note (Infineon) (AN2018-14)
- Amit's Tech Corner, Microchip Aviation and Defense Newsletter Edition 23 Dec 2024

For Multiple Markets and Megatrends

Key Megatrends: Sustainability, Data Center, E-Mobility and A&D

- Motor Control
- Wind and Solar
- UPS and ESS
- Hydrogen
- E- Mobility
- CAV
- Railways
- Heating & Welding
- Power Grids



 MICROCHIP

Slika 11. Glavne uporabe IGBT7

Opomba: Ime in logotip Microchip sta registrirani blagovni znamki podjetja Microchip Technology Incorporated v ZDA in drugih državah. Vse druge blagovne znamke, ki so morda tu omenjene, so last njihovih podjetij.

<https://www.microchip.com>



PREDSTAVLJAMO



5V delovanje v vseh pogojih

Učinkovito delovanje brez izgube moči

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

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



microchip.com/pic32cm-pl10

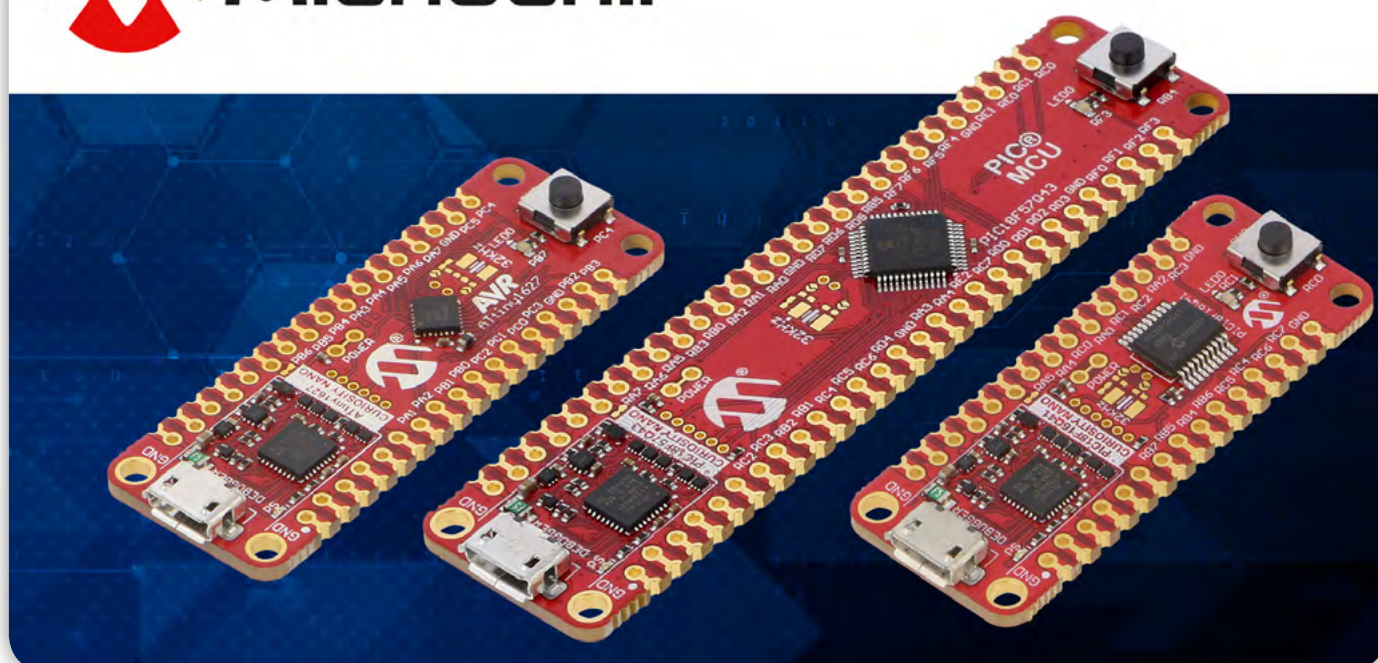


Ime in logotip Microchip ter logotip Microchip so registrirane blagovne znamke podjetja Microchip Technology Incorporated v ZDA in drugih državah. Vse druge blagovne znamke so last njihovih registriranih lastnikov. © 2026 Microchip Technology Inc. Vse pravice pridržane. MEC2640A-SLO-01-26

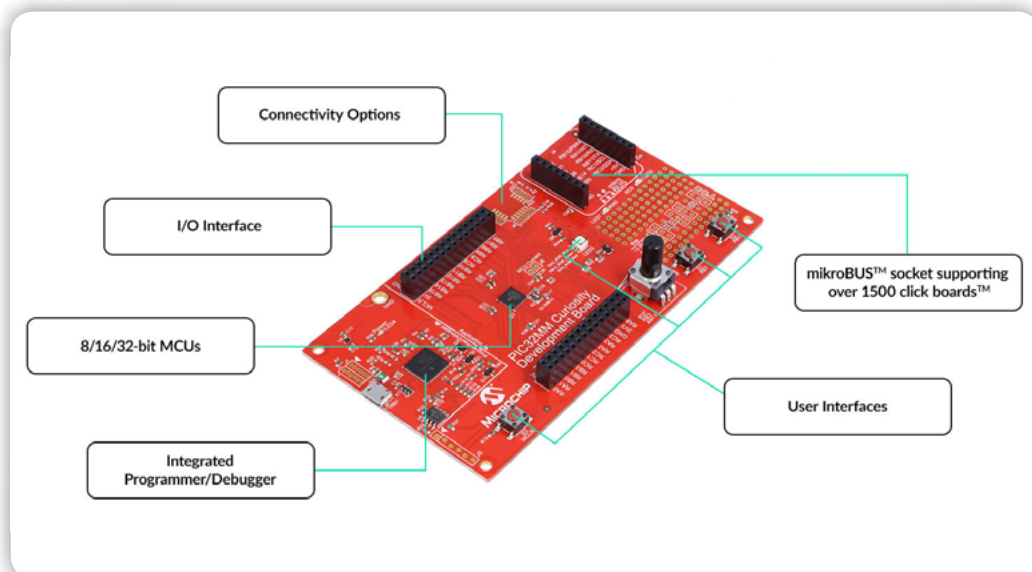
Serijski izdelki Curiosity in združljivi moduli Mikroelektronika.

Transfer Multisort Elektronik Sp. z o.o.

V zadnjih letih pridobivajo na priljubljenosti integrirane platforme, opremljene z mikrokontrolerji (pri čemer je Arduino verjetno najbolj znana znamka). Zahvaljujoč njihovi široki dostopnosti in obsežni podpori proizvajalcev in skupnosti uporabnikov so enostavne za obvladovanje in vsestranska razvojna orodja.



Vendar pa je v profesionalnih okoljih slabost takšnih izdelkov omejeno število podprtih sistemov. Zato med laboratorijskim delom, na stopnji načrtovanja, ostaja najzanesljivejša rešitev razvojne platforme, ki jih pripravijo proizvajalci sistemov sami. Tukaj je treba poudariti, da niso spregledali prednosti priljubljenih rešitev za potrošniški segment: njihove prilagodljivosti in dostopnosti. Danes trg ponuja enostavne za uporabo začetne plošče, ki jih pripravijo vodilni proizvajalci mikrokontrolerjev – predvsem Microchip, katerega portfelj vključuje družine PIC® in AVR®.



EV10N93A. Elementi na plošči Curiosity. TME ponuja desetine razvojnih plošč v tej platformi.

Razvojni kompleti Microchip Curiosity in Curiosity Nano sta dve družini plošč za hitre začetke z mikrokontrolerji (PIC/AVR itd.), vendar so zasnovane za nekoliko različne potrebe in imajo drugačno »filozofijo« uporabe.

Platforma Curiosity

Microchip Curiosity je ekonomična, popolnoma integrirana platforma za razvoj mikrokontrolerjev (MCU), namenjena začetnikom, graditeljem in vsem, ki iščejo bogato opremljeno ploščo za hitro prototipiranje. Predstavljajo idealno platformo za učenje ravnanja z 8-, 16- in 32-bitnimi mikrokontrolerji. V primerjavi z linijo Nano so to običajno večje plošče z zapleteno funkcionalnostjo, ki uporabnikom dajejo širše možnosti pri razvoju in prototipiranju. Integrirajo veliko dodatnih komponent (LED diode, tipke, včasih potenciometri, senzorji/periferna vezja, različni razširitveni priključki, odvisno od specifične plošče). Zasnovane so za hitro testiranje periferij MCU brez uporabe dodatnih razširitvenih modulov. Integrirajo se z ekosistemom MPLAB X in običajno imajo vgrajen programator/razhroščevalnik napak, zato ni potrebno zunanje orodje za ta namen.

- <https://www.youtube.com/watch?v=LCecexuP-2fU>



Izdelki serije Curiosity Nano

Microchip Curiosity Nano (ali MC Nano) je začetna platforma, namenjena predvsem 8-bitnim mikrokontrolerjem PIC® in AVR®. Uporabljajo se lahko tudi za razvoj aplikacij, opremljenih z nekaterimi 32-bitnimi izdelki PIC32 in SAM z arhitekturo ARM® Cortex®.

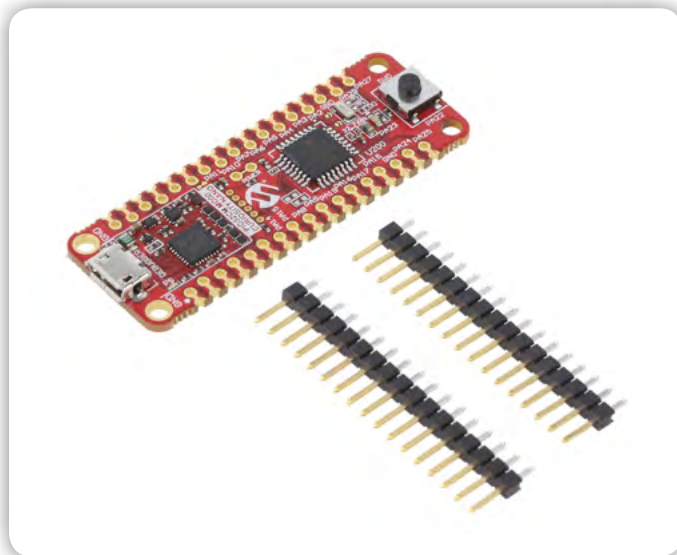
TME ponuja na voljo začetne in osnovne plošče. Ne glede na uporabljen čip je platforma Curiosity Nano pripravljena za znatno pospešitev načrtovanja novih aplikacij in posledično skrajšanje časa med prototipiranjem in masovno proizvodnjo. Primer uporabe rešitev MC Nano pri dinamičnem razvoju projekta je predstavljen v spodnjem video materialu.

- <https://www.youtube.com/watch?v=IKPuql2J-p5I>



Ključne značilnosti platforme MC Nano

Začetne plošče v okviru platforme so različnih velikosti (dolžin), odvisno od velikosti uporabljenega mikrokontrolerja. Najmanjše plošče so namenjene čipom z 20 priključki (vključno z 16 GPIO priključki), medtem ko največje vsebujejo MCU v ohišju z 48 priključki, kar se prevede v 40 vhodno/izhodnih priključkov. Ne glede na dolžino izdelki v okviru platforme delijo ključne fizične značilnosti (vključno z širino plošče, razmikom priključkov, prisotnostjo vtičnice MicroUSB za napajanje, komunikacijo in programiranje) in tehnične značilnosti, ki omogočajo neprekinjeno migracijo med različnimi modeli. Poleg

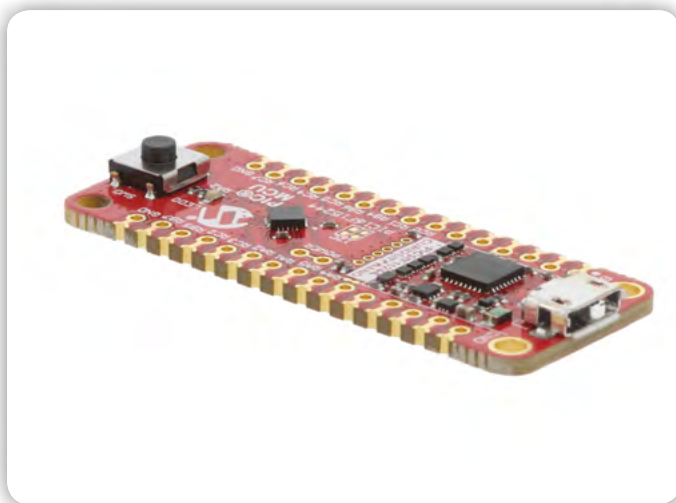


Primer plošče MC Nano z uporabo 32-bitnega čipa serije PIC32CM.

tega proizvajalec napoveduje, da bo platforma razvita skupaj z ponudbo mikrokontrolerjev. Pričakuje se, da bodo na ploščah družine Curiosity Nano kmalu na voljo novi čipi Microchip, kar razvojnikom zagotavlja udobje dela z najmodernejšimi rešitvami v preverjenem in znancem okolju.

Vsebina paketa

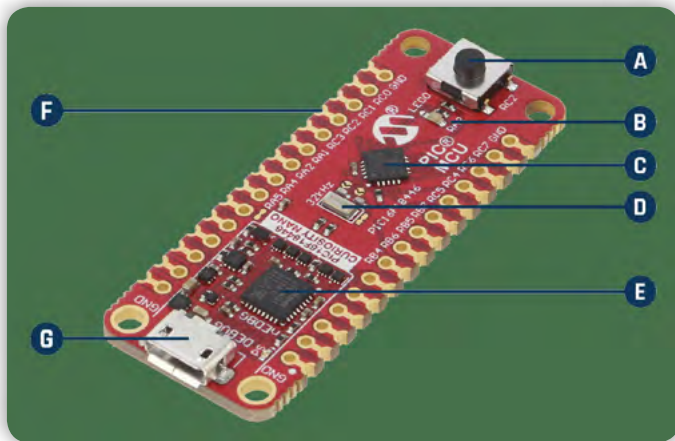
Z MC Nano sta vključena dva priključka za zatiči. Na prvi pogled je mogoče opaziti zanimivo oblikovno rešitev, ki jo je uporabil Microchip. Polja GPIO, razporejena na tiskanem vezju v razmiku 2,54 mm, vsebujejo tako robne konektorje kot luknje. V obeh primerih gre za luknje, ki so metalizirane, prilagojene za montažo priključkov za zatiče. Zahvaljujoč rahlemu prečnemu premiku lukenj glede na drugo, je zagotovljeno tesno prileganje priključkov za zatiče in optimalni parametri povezave ter praktično ni potrebe po njihovem spajkanju (čeprav je priporočljivo). Po njihovi namestitvi je mogoče tiskano vezje namestiti na večjo razvojno ploščo, namensko osnovno ploščo ali adapter (združljivi izdelki so opisani kasneje v članku).



EV09Z19A. Dobro zasnovane luknje odpravljajo potrebo po spajkanju priključkov.

Vežja na tiskanem vezju

Platforma Microchip Curiosity Nano ima več obsežnih značilnosti, ki jih delijo vsi modeli v seriji. V srednjem delu plošče je mikrokontroler (C), katerega priključki so povezani s polji na robovih tiskanega vezja (F), in kvarčni resonator (D). Za preproste namene prototipiranja sta na plošči nameščena tipka (A) in LED (B). Za razliko od platforme Arduino stikalo ne služi funkciji ponastavitve; povezano je z vhodno/izhodnim priključkom mikrokontrolerja (naslov namenskega voda je označen na tiskanem vezju, razlikuje se med modeli serije). Vtičnica USB Micro (G) se uporablja za komunikacijo in napajanje naprave.



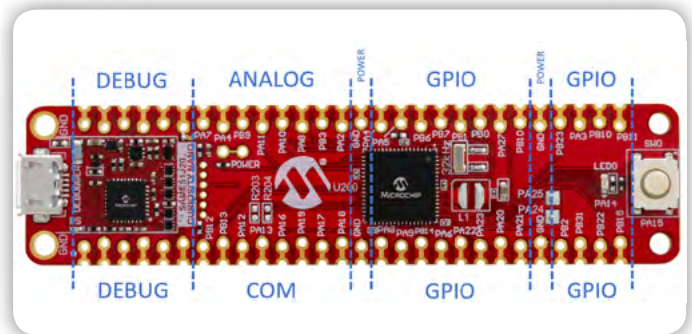
Prenos podatkov med MC Nano in računalnikom (sistem, programska oprema IDE, komunikacijski terminal itd.) poteka prek navideznega COM vrata. Večina obravnavanih plošč, ko so povezane z računalnikom, bo operacijski sistem prepoznal kot zunanji disk z oznako »CURIOSITY«. Preprosto kopirajte datoteko .hex na to napravo – in programiranje mikrokontrolerja bo potekalo samodejno. Takšna funkcionalnost je mogoča, ker plošče MC Nano vsebujejo vgrajeno vezje nEDBG, tj. razhroščevalnik napak/programator (E). Njegova prisotnost omogoča uporabo obravnavanih izdelkov brez dodatnih naprav. Poleg tega zaradi tega mikrokontroler ni obremenjen z upravljanjem zagonskega nalagalnika, kar pospeši izvajanje ciljnega programa in sprosti pomnilnik.

Poleg tega se v vezjih MC Nano uporablja programabilni napetostni regulator. Omogoča določanje območja napajalne in delovne napetosti mikrokontrolerja od 1,8 V do 5 V enosmerne napetosti.

Standardizacija priključkov (pinov)

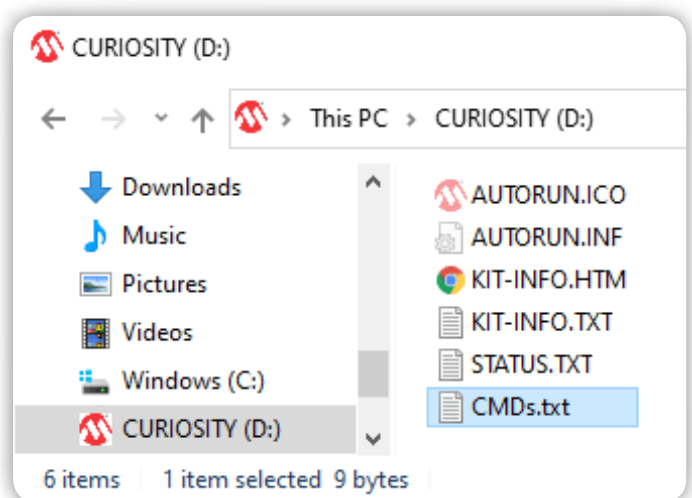
Ena od prednosti platforme Microchip je standardizacija priključkov. Ne glede na izbrani model ploščice in nameščen mikrokontroler, so kontaktne ploščice na robovih tiskanega vezja (PCB) povezane na pine programatorja, razhroščevalnika in osrednjega vezja z enako funkcionalnostjo. To pomeni, da se vrstni red konektorjev na ploščici ne ujema z oštevilčenjem priključkov mikrokontrolerja – je pa nespremenljiv za celotno serijo MC Nano. Ta standard velja za prvih 28 pinov (šteto od strani USB-priključka).

Priključki so razdeljeni v več razdelkov. Prvi je označen kot DEBUG (skupina sistemskih povezav). Ti pini služijo komunikaciji z vezjem nEDBG. Tukaj se nahajajo tudi napajalni vhodi (VBUS, nastavljen VTG), masa GND in pin VOFF, ki upravlja delovanje vgrajenega regulatorja napetosti. Po potrebi ga je mogoče celo izklopiti. Uporabnik ima na voljo tudi linije serijske komunikacije (Virtual COM Port): CDC RX/TX. Naslednji 4 pini DBG1–DBG4 pripadajo vmesniku razhroščevalnika. Kateri vmesnik podpira določen model ploščice, je odvisno od vrste mikrokontrolerja. Za vezja PIC je to vmesnik ICSP™ in MCLR, za AVR vmesnik UPDI, za ARM® pa vmesnik SWD.



Naslednji del priključkov predstavljata komunikacijski (COM) in analogni (ANALOG) razdelek. Tudi ta sta skupna lastnost serije MC Nano. Razdelek COM združuje priključke za komunikacijo prek: UART, vodila I2C in SPI. Na nasprotnem robu PCB so nameščeni analogni vhodi, tj. priključki v mikrokontroler vgrajenih analogno-digitalnih pretvornikov. Najpogosteje lahko služijo tudi kot izhodi za števec (timerje) in generatorje PWM-signalov. Seveda teh priključkov ni mogoče programsko preslikati na poljuben pin mikrokontrolerja (kot je to mogoče pri digitalnih vhodih/izhodih). Standardizirana razporeditev na ploščici pomeni večjo priročnost pri uporabi in lažjo migracijo med posameznimi modeli razvojnih plošč.

Če ima mikrokontroler, nameščen na ploščici, več vhodov ADC ali izhodov PWM, so ti na voljo v naslednjem razdelku: GPIO. Tukaj je preslikava bolj prilagodljiva, saj sta število in



Naprave MC Nano vključujejo masovni pomnilnik z naloženo digitalno dokumentacijo.

zmogljivosti vhodno/izhodnih portov tesno odvisna od funkcionalnosti osrednjega vezja. Natančne informacije o tem, kateri fizični pin je dodeljen posameznemu konektorju, so na voljo v dokumentaciji. Ta je dostopna po priklopu ploščice NC Nano na USB-vrata računalnika. Naprava za masovni pomnilnik (ki jo sistem prepozna in prikaže kot disk z oznako »CURIOSITY«) vsebuje datoteko KIT-INFO.HTM – v njej so podrobne informacije o funkcionalnosti vsakega priključka na danem modelu ploščice.

Funkcionalnost vgrajenega razhroščevalnika

Vgrajeni razhroščevalnik na ploščici Microchip Curiosity Nano (imenovan PKOB nano, nEDBG ali nano debugger) ima osnovne funkcije, tj.: upravljanje poteka izvajanja programa (flow control – zagon, zaustavitev, izvajanje po korakih, ponastavitev); branje in zapis vsebine nevolatilnega pomnilnika mikrokontrolerja; podpora prekinitvenim točkam (breakpoint) v številu, ki je odvisno od vrste vezja.

Vdelano programsko opremo (firmware) vgrajenega razhroščevalnika je mogoče posodobiti prek razvojnega okolja MPLAB®X IDE. PKOB nano je nekoliko počasnejši od podobnih rešitev, kot je programator PICKit™ 5. Ima tudi določene omejitve, npr. nezmožnost zapisa v nekatere dele Flash pomnilnika mikrokontrolerja. Po drugi strani pa to ščiti pred nenamernim prepisovanjem pomnilniških območij, ki so odgovorna za sam proces razhroščevanja, ali pred neželjeno spremembo vrednosti fuse bitov pri mikrokontrolerjih AVR®.

Prednost je tudi to, da zaradi prisotnosti PKOB nano ploščico razvojno okolje MPLAB®X IDE samodejno prepozna. Po priklopu ploščice uporabnik takoj dobi dostop do vzorčnih programov, dokumentacije, električne sheme, sheme priključkov, podatkovnega lista mikrokontrolerja itd.

Na koncu tega članka so na voljo videoposnetki, ki prikazujejo primere in osnove programiranja plošč Curiosity Nano.

Osnovne plošče in združljivi moduli

V ponudbi TME je na voljo tudi vrsta dodatkov in dopolnilnih izdelkov, ki olajšajo prve korake s platformo MC Nano ter izboljšajo samo prototipiranje. Zgoraj opisana standardizacija priključkov serije Microchip omogoča uporabo adapterjev, razširitvenih plošč in digitalnih modulov: senzorjev, gonilnikov, vmesnikov itd.

Razvojne plošče in adapterji

S pomočjo pin-konektorjev je mogoče vsak model MC Nano namestiti na osnovno ploščo. V ponudbi TME sta na voljo dva takšna modela: AC164162 je opremljen s konektorji, združljivimi med drugim z moduli podjetij Mikroelektronika in Microchip. Druga rešitev je razvojni komplet AC80T88A, na katerega je mogoče priključiti module družine Xplained Pro. V obeh pri-



Prototipna plošča Curiosity Nano Base z izpeljavami za module Click.

merih ima uporabnik na voljo ločeno stikalo za napajanje in neodvisno izpeljane priključke vseh portov – pridobi pa tudi priročno, stabilno osnovo, ki poveča udobje pri delu. Nesporna prednost modela AC164162 je vgrajen krmilnik polnjenja akumulatorjev. To olajša prototipiranje mobilnih naprav – aplikacij, katerim je namenjenih veliko mikrokontrolerjev Microchip.

Moduli serije Click®

Zaradi standardizacije komunikacijskih priključkov v okviru serije MC Nano je te izdelke mogoče hitro povezati z mnogimi razširitvenimi moduli – predvsem s serijo Click® proizvajalca Mikroelektronika. Gre za trenutno najštevilčnejšo družino univerzalnih razširitev za mikrokontrolerje. Za prenos podatkov se uporablja standard MikroBUS (ki združuje več načinov komunikacije). Trenutno je v ponudbi TME na voljo več kot 1000 izdelkov družine Click® Board. To so številni komunikacijski moduli (RF, WiFi, Bluetooth, ZigBee, GSM), senzorji, merilniki (ampermetri, voltmetri), uporabni dodatki, kot so čitalniki pomnilniških kartic in RFID, GPS-sprejemniki, pa tudi vmesniški elementi (tipke, tipkovnice, kontrolne lučke) ter mnogi manj tipični sklopi, npr. kombinirani (FM in AM sprejemniki) in avdio ojačevalniki.



Komunikacijski modul WiFi iz serije Click.

Oznaka ploščice	Družina	Mikrokontroler
DM320115	ATMEGA	ATMEGA4809
DM080103	ATTINY	ATTINY1607
DM080104	ATTINY	ATTINY1627
EV35L43A	AVR128DB	AVR128DB48
DM164144	PIC16	PIC16F18446
DM164148	PIC16	PIC16F15376
EV09Z19A	PIC16	PIC16F15244
DM182028	PIC18	PIC18F47K42
DM182029	PIC18	PIC18F47Q10
DM182030	PIC18	PIC18F57Q84
EV26Q64A	PIC18	PIC18F16Q41
EV70C97A	PIC18	PIC18F16Q40
EV10N93A	PIC32CM (Cortex M0+)	PIC32CM1216MC00032
DM320119	SAMD (Cortex M0)	SAMD21G17D
EV76S68A	SAME (Cortex M4)	ATSAME51J20A
EV10P22A	PIC32CM (Cortex M0+)	PIC32CM6408PL10048

Primerjava izdelkov MC Nano

Ena največjih prednosti serije MC Nano je širok izbor mikrokontrolerjev, nameščenih na tej platformi. V tabeli so prikazani čipi, ki so trenutno na voljo neposredno iz kataloga TME, vendar se bo ponudba zagotovo še širila.

Že na primeru trenutne ponudbe je vidno, kako širok spekter pokrivajo prototipne ploščice družine Microchip Curiosity Nano. Pri preprostih mobilnih aplikacijah, kjer je ključni dejavnik energetska učinkovitost, so najboljša izbira ploščice z mikrokontrolerji ATTINY (odličen primer je komplet DM080104): prilagojene projektom z nizko porabo energije, odlično se obnesejo kot krmilniki, npr. v gospodinjstvih aparatih ali avtomobilski industriji.



Načine zelo varčnega napajanja (eXtreme Low-Power) imajo tudi mikrokontrolerji PIC16 s periferijo tipa CIP, tj. Core Independent Peripherals. To so integrirani sklopi, ki lahko delujejo neodvisno od jedra in celo prebudijo mikrokontroler iz stanja mirovanja, pri čemer sprožijo prekinitve, odvisno od programabilnega parametra (npr. prekoračitev nastavljenega nape- tostnega praga na vhodu A/D pretvornika).

Pri bolj zahtevnih aplikacijah, ki zahtevajo izračune in odziv v realnem času ter sodelujejo s številnimi senzorji, je vredno pogledati izdelke iz družine PIC18, npr. komplet EV26Q64A. Mikrokontrolerji v tej skupini so opremljeni s številnimi vmesniki, A/D pretvorniki ter tudi D/A (tj. DAC), vgrajenim operacijskim ojačevalnikom, PWM generatorji s 16-bitno ločljivostjo, ter pomnilniki, prilagojenimi hitremu in zanesljivemu zajemu podatkov.

Primeri aplikacij in programiranja

Za uporabnike, ki delajo prve korake v okoljih MPLAB®X IDE, je proizvajalec pripravil veliko podpornih gradiv. Najdete jih na strani Microchip in na platformi YouTube. Z njihovo pomočjo ustvarjanje prvega projekta in uporaba IDE ne bosta predstavljal težav.

- <https://www.youtube.com/watch?v=eVr-Z8VIWF5k>



Naslednji posnetek prikazuje, kako uvoziti in spremeniti vzorčno aplikacijo, ki demonstrira funkcionalnost ene od plošč MC Nano:

- <https://www.youtube.com/watch?v=tmqANw-vafL8>



Priročn način spoznavanja naslednjih lastnosti platforme Microchip Curiosity Nano je udeležba na tečajih v okviru programa Microchip University.



- <https://www.tme.eu/si/si/news/about-product/page/45286/izstrelitvena-platforma-curiosity-podjetja-microchip/>



<https://www.tme.eu>

Blokirni kondenzatorji (4. del)

Fakulteta za elektrotehniko, Univerza v Ljubljani

Avtor: Izr. prof. dr. Marko Jankovec

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

V prejšnjem prispevku smo govorili predvsem o vplivu parazitnih vrednosti blokirnih kondenzatorjev na potek impedance napajanja.

Pri tem smo še posebej izpostavili serijsko induktivnost, ki določa visokofrekvenčni potek impedance in s tem zgornjo frekvenčno mejo, do katere blokirni kondenzator še zagotavlja maksimalno načrtovano impedanco napajalne veje. Ugotovili smo tudi, da če želimo to frekvenčno mejo dvigniti, lahko vzporedno povežemo blokirne kondenzatorje v manjših ohišjih, ki izražajo nižjo serijsko induktivnost, a tudi nižjo kapacitivnost, kar pa lahko vnese nove neželene paralelne resonance in s tem pokvari potek impedance, namesto da bi ga izboljšalo. V tem primeru je ugodneje vzporedno vezati več enakih blokirnih kondenzatorjev, ki tovrstnih težav ne vnašajo.

Zaključili smo, da za nizko- in srednje-frekvenčno področje impedanco napajanja določa skupna kapacitivnost blokirnih kondenzatorjev, njen visokofrekvenčni potek pa določa njihova skupna parazitna serijska induktivnost, ki tako pogosto postane najpomembnejši načrtovalski parameter. Ker serijsko induktivnost kondenzatorja prvenstveno določata velikost in oblika ohišja, ne moremo poljubno zmanjševati vrednosti parazitnih elementov. Zato je za znižanje serijske induktivnosti dejansko edina možnost vzporedna vezava več kondenzatorjev, brez česar pri zahtevnejših čipih (mikroprocesorjih, hitrih digitalnih vmesnikih, pomnilnikih ...) ustrezno stabilno napajanje sploh ne bi bilo izvedljivo.

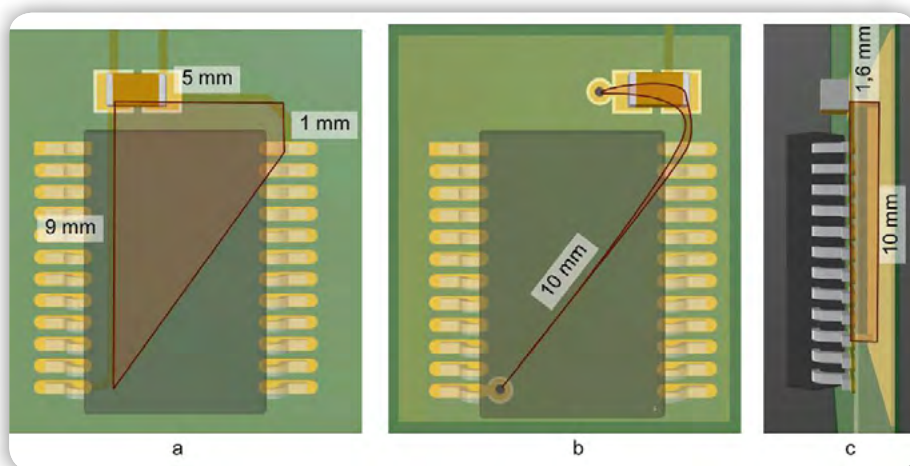
A dobro izvedeno blokiranje napajanja se pri izbiri kondenzatorjev šele začne, nadaljuje pa s pravilno postavitvijo in povezovanjem na tiskanem vezju. Učinkovitost blokiranja napajanja je pri visokih frekvencah pogojena z induktivnostjo tokovne zanke, ki ji visokofrekvenčni napajalni tokovi sledijo od pozitivnega priključka kondenzatorja, preko linije do napajalnega priključka čipa, nadalje znotraj čipa po bondirni žički do silicijeve ploščice, po njej do GND priključka čipa in nazaj po povezavi do drugega priključka kondenzatorja. Na sliki 1 je prikazana postavitve blokirnega kondenzatorja v ohišju 0603 ob TSSOP ohišju tipičnega digitalnega čipa iz serije logični čipov 74HC. Ti čipi imajo zaradi konsistentnosti povezovanja standardno razporeditev napajalnih priključkov in sicer napajanje zgoraj desno in spodaj levo maso (GND). Ta razporeditev omejuje navzdol velikost visokofrekvenčne napajalne zanke, ki določa njeno induktivnost in to ne glede na izbrano velikost ohišja kondenzatorja.

Na sliki 1a, kjer je blokirni kondenzator povezan zgolj po zgornji povezovalni plasti, visokofrekvenčna tokovna zanka

oklepa precejšnjo površino. Za približen izračun induktivnosti prikazane zanke lahko uporabimo Wheelerjevo formulo za planarne tuljave [1], ki je v razširjeni obliki implementirana v spletnem kalkulatorju [2], kjer privzamemo kvadratno obliko z enim ovojem s stranico 5 mm, ki ima enako površino kot na formuli 1.

$$L = K_1 \mu_0 \frac{N^2 D_{avg}}{1 + K_2 \phi} \cong 14 nH$$

Dobljenih 14 nH je precej več, kot je pričakovana serijska induktivnost samega kondenzatorja v ohišju 0603, ki je malo manj kot 1 nH, zato je na tak način nemogoče doseči zelo nizko visokofrekvenčno impedanco napajanja. Izboljšana tehnika povezovanja blokirnega kondenzatorja je prikazana na sliki 1b, kjer je masa povezana po spodnji masni površini (ang. ground plane), ki zavzema celotno površino pod čipom. Visokofrekvenčni povratni tok po masi lahko sedaj teče po celotni površini, vendar si v skladu z učinkom bližine poišče pot najmanjše impedance po masi, ki je tik pod zgornjimi povezavami. Mogoče nekomu izgleda, kot da bi se visokofrekvenčni tok zavedal naših problemov in si izbral najoptimalnejšo pot, a lahko vam zagotovim, da je izbrana pot zgolj posledica minimizacije energije magnetnega polja, in tok sledi le teoriji osnov elektrotehnike. Torej, visokofrekvenčni tok teče po optimalni poti, ki predstavlja minimalno induktivnost in to je pot minimalne površine zanke, ki po spodnji masni površini sledi poti toka po zgornjih prevodnih povezavah. Površina zanke tako zgolj še predstavlja dolžina poti gledano z zgornje strani in pa debelina tiskanega vezja, kot kaže slika 1c.



Slika 1: Postavitve blokirnega kondenzatorja pri čipu v TSSOP ohišju s povezavami po zgornji strani (a), s masno površino na spodnji strani (b) in v prerezu (c)

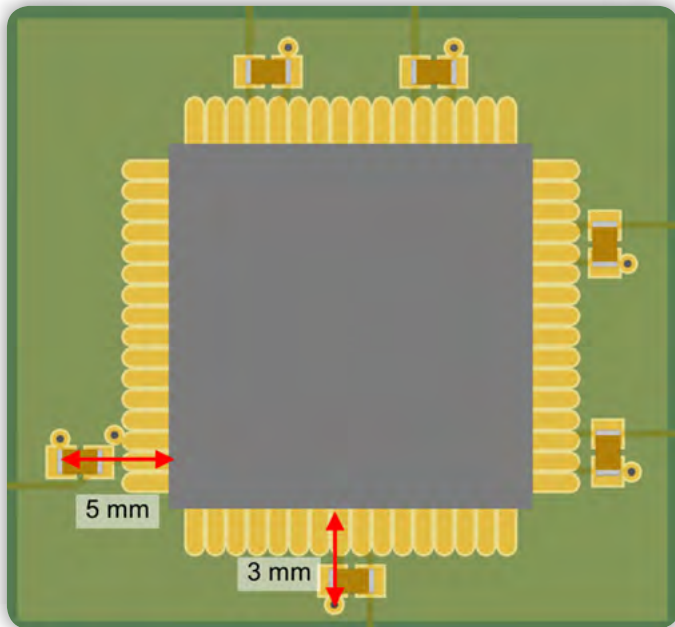
Če izračunamo induktivnost kvadratne zanke na sliki po teoriji iz [3] s pomočjo spletnega kalkulatorja [2] dobimo formulo 2:

$$L = \frac{\mu_0}{2\pi} \ln\left(\frac{2h}{r_w}\right) \cong 7,9nH$$

pri čemer za polmer žice aproksimiramo z eno četrtno širine vezi na zgornji plasti $r_w = 0,25/4$ mm.

Rezultat je presenetljiv, saj kljub optimalni povezavi z maksimalnim znižanjem površine zanke nismo uspeli drastično znižati njene induktivnosti, saj trčimo ob fizične dimenzije samega čipa ob dani razporeditvi priključkov. Za še nižjo induktivnost napajalne zanke je ključna optimalnejša razporeditev napajalnih priključkov Vcc in GND. To proizvajalci čipov zelo dobro vedo in zato tam, kjer je zahteva po stabilnem napajanju do višjih frekvenc, napajanje in maso dodelijo sosednjim priključkom in tako zagotovijo minimalno možno površino visokofrekvenčne napajalne zanke.

Mikrokrmilnik na sliki 2 ima tako kar šest parov priključkov, dodeljenih napajanju in masi. Glede na način postavitve blokirnih kondenzatorjev je razdalja, ki jo opiše visokofrekvenčna zanka nad masno ravnino lahko dolga nekje med 3 in 5 mm, kar pri debelini tiskanega vezja 1,6 mm zneso po kalkulatorju [2] med 2 in 4 nH. To je pa vrednost, ki je že blizu lastni parazitni induktivnosti kondenzatorja 1 nH.



Slika 2 Razporeditev blokirnih kondenzatorjev pri mikrokrmilniku, kjer je za napajanje in maso dodeljenih kar šest parov priključkov.

Dodatno znižanje induktivnosti napajanja lahko dosežemo z več vzporedno vezanih blokirnih kondenzatorjev, ki pa bi bili manj učinkoviti, če bi jih postavili enega poleg drugega, saj bi se dolžina zanke večala. Zato ima mikrokrmilnik na voljo več parov priključkov. Proizvajalec točno ve, kolikšno maksimalno

induktivnost napajalnega vezja si lahko privoščijo za zanesljivo delovanje čipa in temu primerno dodeli število priključkov, ki določajo tudi število blokirnih kondenzatorjev. V našem primeru lahko ocenimo ekvivalentno serijsko induktivnost celotnega napajalnega sklopa tako, da seštejemo serijske induktivnosti posameznih kondenzatorjev in lastne induktivnosti njihovih visokofrekvenčnih tokovnih zank in rezultat delimo s številom kondenzatorjev. Tako dobimo formulo 3:

$$L_{eq} = \frac{L_s + L_{zanke}}{n} = \frac{1nH + 3nH}{6} = 0,66nH$$

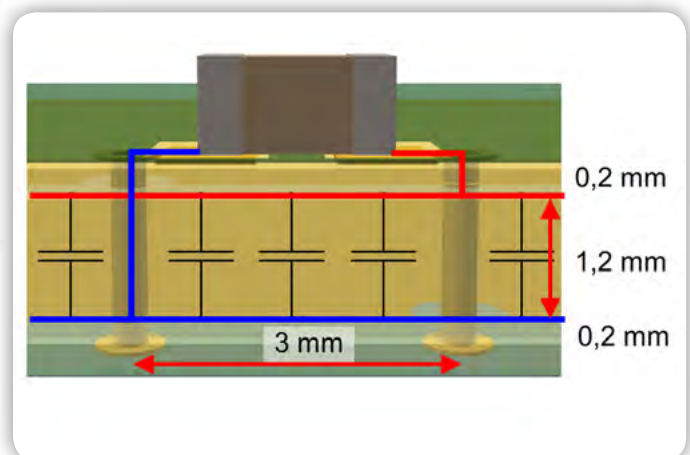
Taka ekvivalentna serijska induktivnost nam po enačbi za impedanco tuljave zagotavlja pri maksimalni frekvenci mikrokrmilnika 48 MHz maksimalno impedanco napajanja formula 4.

$$Z_{nap} = 2\pi f L_{eq} = 0,2\Omega$$

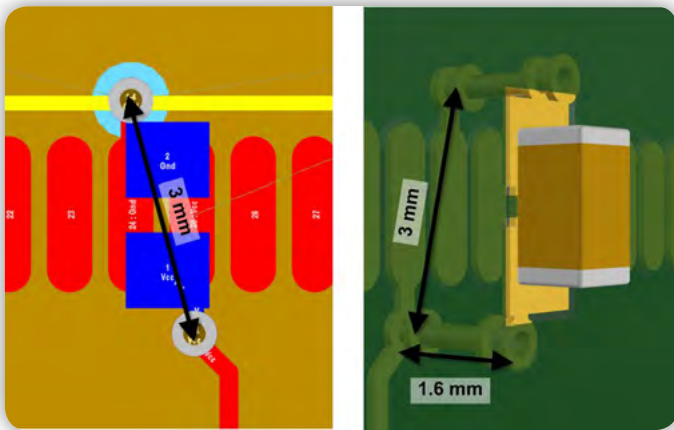
Če želimo uspešno blokirati motnje napajalnega toka še pri višjih frekvencah, potem moramo vezje nadgraditi na več plasti, kjer posamezne plasti v celoti dodelimo masni in napajalni površini. Tak primer štiriplastnega vezja je prikazan na sliki 3. Z rdečo je označena napajalna povezava, z modro pa masa. Obe vmesni plasti tvorita izredno kvaliteten kondenzator z izredno nizko serijsko induktivnostjo. Kapacitivnost kondenzatorja je geometrijsko določena s površino in razdaljo med plastema ter seveda dielektričnostjo izolatorja. Tipično je taka kapacitivnost za najenostavnejšo štiriplastno strukturo z debelino sredice 1,2 mm iz FR4 ($\epsilon_r = 4,6$) enaka, formula 5.

$$C = \frac{\epsilon_0 \epsilon_r A}{h} = 0,34 pF / c m^2$$

Vrednost se sicer res zdi nizka, a pri zelo visokih frekvencah nam impedanco določa predvsem serijska induktivnost, ki pa



Slika 3 Blokirni kondenzator, povezan s skozniki na dve vmesni plasti, ki prestavljata masno (modra) in napajalno površino (rdeča)



Slika 4 Blokirni kondenzator postavljen na spodnjo stran neposredno pod par priključkov za napajanje in maso (Levo 2D pogled po plasteh, desno 3D pogled).

jo kvarimo predvsem z dolžino povezav med blokirnimi kondenzatorjem in čipom. Napajalna in masna površina pa sta na voljo povsod, po najkrajši možno povezavi preko skoznikov do priključkov čipa. Še več, za zmanjšanje velikost zanke lahko postavimo blokirni kondenzator na spodnjo stran, tik pod napajalna priključka čip, kot je to prikazano na sliki 4.

Taka postavitev nam da skupno serijsko induktivnost približno 2 nH. S šestimi takimi postavitvami vzporedno bi dosegli ekvivalentno serijsko induktivnost 0,33 nH, kar bi glede na primer



Slika 5 Blokirni kondenzatorji pod mikroprocesorjem [4]

postavitve na sliki 2 razpolovilo impedanco napajanja oz. podvojilo maksimalno frekvenco delovanja čipa.

Naj zaključim to serijo člankov o blokirnih kondenzatorjih s sliko, ki pove več kot tisoč besed.

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



Elektronika za začetnike

osnove

Načrtovanje tiskanih vezij

Elektronski elementi

Ojačenje in obdelava zvoka

Napajanje

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

Oglejte si VSEBINO!



UNIHIKER K10 razvojna plošča podjetja DFRobot

Avtor: Brian Millier
email: bmillier1@gmail.com

DFRobot je pred kratkim predstavil par razvojnih plošč, namenjenih mladini in tistim, ki so še v izobraževanju.

Gre za cenovno ugodne plošče, ki vsebujejo številne periferne čipe in module, ter poleg samega mikrokontrolerja, ponujajo še mnoge druge pogoste funkcije. Trenutno sta na voljo 2 modela:

- UNIHIKER K10, ki temelji na mikrokontrolerju ESP32S3 in programskimi jeziki Arduino, MicroPython in Mind+.
- UNIHIKER M10, temelji na procesorju RK3308 in operacijskem sistem Linux, programiranje se izvaja v Pythonu

Ker sem bolj strokovnjak za strojno opremo, kot za programsko opremo, bom najprej opisal nekatere tehnične značilnosti teh plošč. Čeprav imata obe plošči različne mikrokontrolerje/procesorje in operacijsko programsko opremo, imata obe nekaj skupnih perifernih naprav:

- 2,8-palčni TFT zaslon 240 x 320 (na modelu M10 z dotikom)
- Povezljivost WiFi in Bluetooth (Bluetooth 4.0 na modelu M10, BLE na modelu K10)
- Mikrofon (2 na modelu K10)
- Vtičnica za uSD kartico
- Senzor svetlobe okolice
- Merilnik pospeška (oba) in žiroskop (samo model M10)
- BBC Micro:bit združljiv priključek na robu za razširitev I/O
- USB-C za napajanje/komunikacijo

Imel sem srečo, da mi je podjetje DFRobot ponudilo brezplačen vzorec UNIHIKER K10 (njihova SKU: DFR0992-EN). Cena K10 je zelo ugodna, saj znaša 24,64 €, medtem ko veliko močnejša M10 stane 51,07 €.

Slika 1 je fotografija plošče UNIHIKER K10, ki sem jo prejel. UNIHIKER M10 plošča je od spredaj videti skoraj identična, saj ima podoben TFT-zaslon in isti priključek kot Micro:bit. Čeprav sta na tej sliki premajhna, da bi bila jasno vidna, sta na koncu modula, kjer je priključen kabel USB-C, dva mikrofona, senzorja temperature/vlažnosti in senzorja okoljske svetlobe.

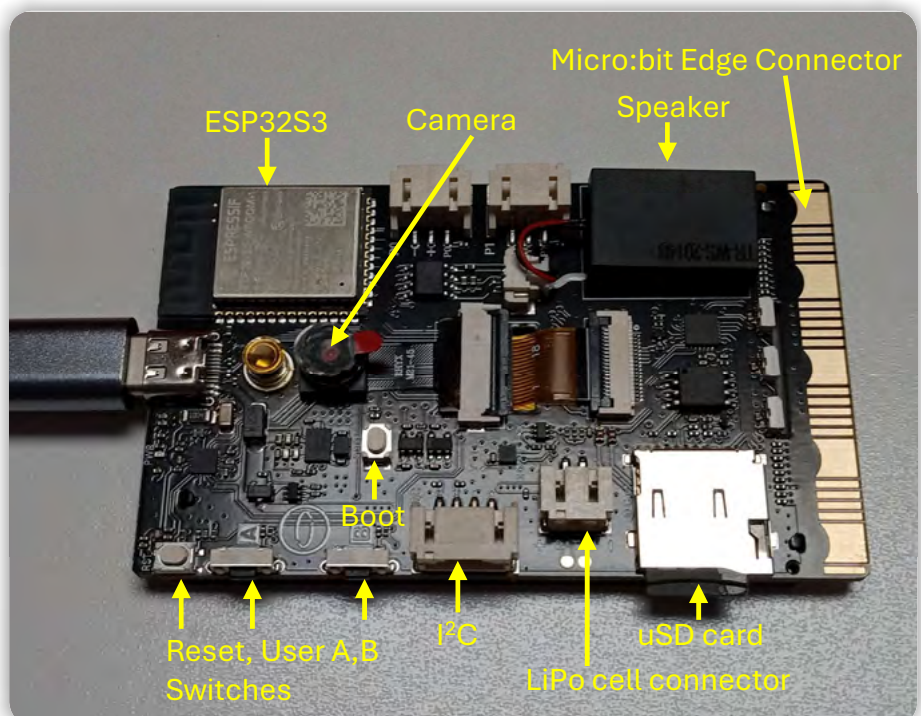


Slika 1: Fotografija plošče UNIHIKER K10

Za tankim izrezom poleg priključka Micro:bit so tudi 3 RGB LED-ice, ki so boljše vidne na sliki 2.

K10 se lahko napaja z USB-C kablom, kot je prikazano. Vsebuje tudi standardno 2-pin JST vtičnico, ki omogoča delovanje plošče na baterijsko napajanje, kot npr. 3,6-V LiPo celica. Vendar pa na K10 ni vezja za polnjenje LiPo. Namesto tega je na voljo regulator JW3651 Buck-Boost, ki je namenjen za vhodne napetosti med 3 V in 21 V in zagotavlja 3,3 V, potrebne za vezje K10. Podporno osebje pri UNIHIKER je povedalo, da se v izobraževalnem okolju zaradi varnostnih razlogov verjetneje uporabljajo AA-baterije namesto LiPo-baterije.

Slika 2 prikazuje zadnjo stran modula K10. Označil sem večino glavnih komponent. Plošča vsebuje standardni RESET in BOOT stikali, vendar nista potrebni za preklon plošče v način prenosa Flash, saj to samodejno opravi program ESPTool, ki



Slika 2: Fotografija plošče UNIHIKER K10

ga Arduino IDE uporablja za prenose. USB vrata so neposredno povezana z vgrajenimi vrati USB ESP32S3. Na plošči ni USB-Serial mostička, kot ga lahko najdete na drugih ploščah ESP32 ali ESP32S3. Zato morate v meniju Tools (Orodja) Arduino IDE določiti USB-CDC on Boot :Enabled, da lahko uporabite ukaze preko serijskega kanala. Obstaja 4-pinski priključek z oznako I2C, za katerega sem sprva domneval, da sledi standardu „Grove“, saj je bil fizično enak. Motil sem se! Na srečo sem preveril pinout in ugotovil, da ni bil povezan v skladu s standardom „Grove“, ampak je bil priključek „Gravity“. To je logično, saj je „Gravity“ standard medsebojnega povezovanja DFRobot. Pri „Gravity“ sta priključka za napajanje/GND in SCL/SDA obrnjena v primerjavi z Grove standardom. Če bi na primer priključili senzorsko ploščo Grove, bi jo verjetno uničili.

2,8-palčni TFT-zaslon je zelo svetel, za razliko od nekaterih poceni zaslonov, ki sem jih kupil v preteklosti in so bili preveč temni za uporabo. TFT-zaslon je povezan z ESP32S3 prek enega od ESP32S3 SPI konektorjev in vsebuje priljubljeni čip za krmiljenje LCD-zaslona ILI9341. Knjižnica naprav, ki se uporablja za ta zaslon, je priljubljena knjižnica TFT_eSPI, ki jo je napisal Bodmer. O tem bom podrobneje spregovoril kasneje, saj je treba upoštevati nekaj pomembnih stvari v zvezi s tem TFT zaslonom in povezano knjižnico.

Kamera je 2-megapiksel barvna kamera (GalaxyCore GC2145), podobna tistim, ki jih najdemo na številnih ploščah tipa ESP32-CAM. DFRobot ponuja paket podpore za ploščo Arduino (BSP) za K10, ki delno podpira kamero z uporabo ukazov visoke ravni.

Zvočne zmogljivosti plošče K10 zagotavljajo naslednje komponente:

- dva analogna mikrofona MSM381ACT
- 2-kanalni I2S ADC ES7243 s programirljivim avdio ojačevalnikom
- I2S DAC NS4168 z vgrajenim 2,5-vatnim ojačevalnikom
- majhen zvočnik, ki je približno tako zmogljiv kot zvočnik mobilnega telefona

Pri testiranju avdio podsistema sem naletel na nekaj težav, vendar sem našel rešitev, ki jo bom podrobneje pojasnil kasneje. Preizkusil sem delovanje preostalih senzorjev na plošči, pri čemer sem uporabil primerne skice iz K10 BSP. Ti senzorji so:

- Senzor temperature/vlažnosti AHT20 I2C,
- 3-osni merilnik pospeška SC7A20 I2C,
- Senzor svetlobe okolice LTR-303ALS-01 I2C.

XL9535QF24 I/O razširitev portov

Ker ima K10 toliko vgrajenih senzorjev, kamero in TFT zaslon, so skoraj vsi GPIO-pini ESP32S3 namenjeni tem napravam. K10 pa vsebuje Micro:bit združljiv

konektor na robu, ki vsebuje 17 I/O-pinov. Od kod prihajajo te I/O-linije? K10 vključuje XL9535QF24 I2C GPIO razširitev, ki ima 16 pinov, ki jih je mogoče konfigurirati kot vhod ali izhod. Te linije so označene s P0-P7 in P10-P17 (tako so označene tudi na sami GPIO razširitvi). Pet od teh linij se uporablja za različne funkcije na plošči K10, ostale pa so na voljo na Micro:bit robnem konektorju, kjer se uporabljajo oznake Px.

Podobno kot običajni Microchip MCP 23017, XL9535QF24 omogoča obrnitev katerega koli od pinov, ko se uporabljajo kot vhodi. Ko so konfigurirani kot vhodni pini, so ti pini tolerantni do 5 V, kar je lahko zelo priročno pri povezovanju K10 z napravami, ki uporabljajo 5 V logične nivoje. Ko so konfigurirani kot izhodi, lahko pini potegnejo 14 mA. XL9535QF24 vsebuje izhodni pin za prekinitev (priključen na pin GPIO43 ESP32S3), ki lahko obvesti MCU ESP32S3, ko kateri koli od vhodnih pinov spremeni stanje.

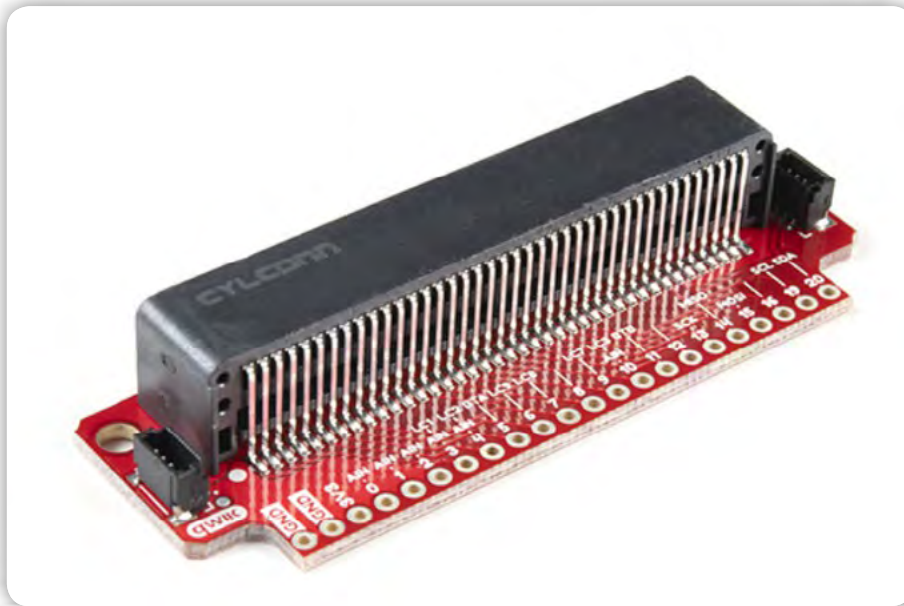
DFRobotov paket podpore za ploščo Arduino K10 (BSP) je razširil standardna ukaza Arduino digitalRead in digitalWrite, da vključujejo nadzor nad temi priključki za razširitev portov. Vse, kar morate storiti, je, da se pri uporabi digitalRead ali digitalWrite sklicujete na te Px oznake. Seveda s temi oznakami ne boste dobili tako hitrega odziva, saj se nadzorujejo/berejo prek I2C vrat s frekvenco 400 kHz. Vendar sem lahko z dvema zaporednima ukazoma digitalWrite() ustvaril impulz s širino le 2,9 uS, kar je precej hitro.

Glede na temo priključnih pinov Micro:bit je treba opozoriti, da obstajata dva pina, ki se lahko uporabita za branje analognih napetosti. Ta sta označena s P0 in P1 na konektorju, ki se nahaja na robu plošče. Nista povezana z XL9535, ampak sta neposredno povezana z GPIO1 in GPIO2 ESP32S3. Ta je mogoče odčitati z ukazom Arduino analogRead(), vendar morate uporabiti oznaki P0 in P1, ne pa 1 in 2, ki bi ju običajno uporabili za sklicevanje na pina GPIO1 in GPIO2 ESP32S3.

DFRobot prodaja več nosilnih plošč, ki vsebujejo Micro:bit vtičnico. Ena takšnih plošč je plošča za razširitev portov DFR0548, prikazana na sliki 3.



Slika 3: Plošča za razširitev portov DFR0548

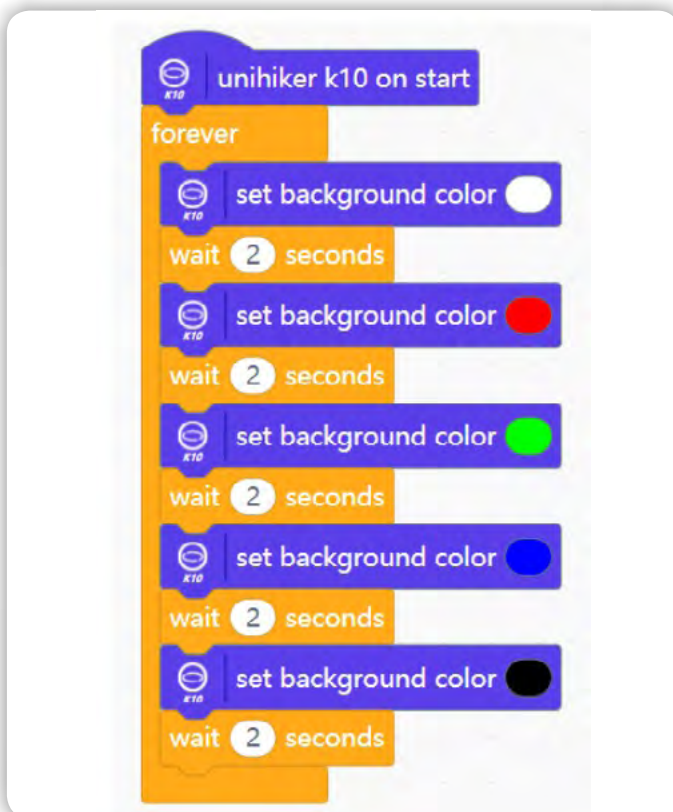


Slika 4: Plošča Sparkfun BOB-164

Ker je plošča K10 nameščena pod pravim kotom na tej plošči, se ne prilega za vgradnjo v ohišje. Vendar sem kupil ploščo Sparkfun BOB-164 (slika 4), ki se namesti v isti ravnini kot K10 in se mi je zdela bolj praktična.

Programiranje UNIHAKER K10 plošče

Ker je UNIHAKER K10 namenjen mladim in tistim, ki se izobražujejo, je DFRobot razvil programski jezik Mind+, ki je zasnovan



Slika 5: Preprost primer Mind+

tako, da je prijazen do otrok. Mind+ je zasnovan na jeziku Scratch, ki ga je za otroke razvil MIT. Je vizualno usmerjen – uporabnik postavlja medsebojno povezane bloke, od katerih vsak opredeljuje programsko izjavo.

Prvič sem se s Scratchem srečal, ko je bil predstavljen Raspberry Pi, saj ga je Raspberry Pi promoviral kot dober jezik za uvajanje otrok v računalniško programiranje. Osebnost me Mind+ ne zanima, vendar si lahko ogledate preprost primer v sliki 5.

Bolj me je zanimalo, kakšna podpora za Arduino je na voljo za K10 in, v manjši meri, kakšna podpora za MicroPython. Oboje je na voljo, zato si najprej oglejmo podporo za Arduino.

Podpora za Arduino

Ker K10 uporablja priljubljeni mikrokontroler ESP32S3, lahko razvijate programe za ploščo samo z uporabo paketa podpore za ploščo Espressif ESP32S3, ki ga morda že uporabljate. Vendar ta BSP ne podpira neposredno perifernih naprav na K10. Zato DFRobot ponuja prilagojen Arduino BSP za K10.

K10 BSP je relativno enostaven za namestitev. Je dobro opisan v Wiki o izdelku, ki ga najdete na:

- <https://www.unihiker.com/wiki/K10/>



Natančneje, pogledjte v razdelek „Začetek/Arduino IDE“ na Wikiju. Upoštevajte, da URL ni domena DFRobot, ampak domena Unihiker. Menim, da je UNIHAKER ločena entiteta od DFRobot. Kontaktna oseba, s katero sem komuniciral, je bila del ekipe UNIHAKER, ne DFRobot.

Ko je K10 BSP naložen, odprite meni Tools (Orodja) in izberite ploščo. K10 se bo prikazal v razdelku UNIHAKER kot Unihiker K10. V meniju Tools (Orodja) je še nekaj drugih nastavitvev, ki so vredne omembe:

- **Port:** To se razlikuje od računalnika do računalnika, vendar če je K10 priključen na vaš računalnik, se bo prikazal kot COMx (naprava družine Esp32).
- **USB-CDC ob zagonu:** To mora biti nastavljeno na Enabled (če želite uporabljati ukaze Serial()). Za razliko od nekaterih drugih plošč ESP32/ESP32S3, K10 nima vgrajenega čipa USB-Uart bridge, zato je treba omogočiti notranji USB-UART vmesnik ESP32S3. Omogočanje USB-CDC ob zagonu pa NI potrebno za namene programiranja Flash pomnilnika.
- **Shema particij:** Običajno je pri mikrokontrolerju ESP32S3 na voljo več shem particij, zlasti ker obstajajo različne možnosti, odvisno od količine nameščenega Flash pomnilnika. Vendar pa imate pri K10 BSP na voljo le eno možnost: 16 MB Flash pomnilnika (3 MB za aplikacije/9,9 MB za FATFS). To lahko pojasnimo v naslednjem vnosu.
- **Model:** noben. Za različne razpoložljive primere AI/ML se model sklepanja in podatkovni nizi naložijo v particije

FATFS in SPIFFS. Da bi lahko uporabili te primere, morate izbrati model – EN ali CN (angleški, kitajski). Tudi če uporabite privzeto izbiro modela „none“, boste za svojo aplikacijo imeli na voljo le 3 MB, saj ni drugih možnosti particij.

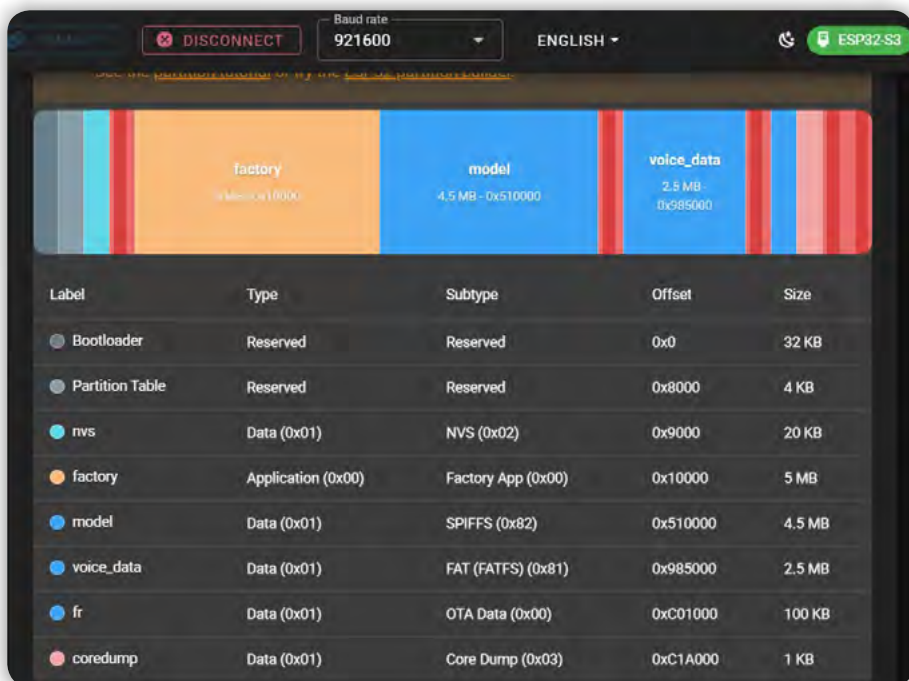
- **PSRAM:** OPI PSRAM Modul ESP32-S-3-WROOM-1 na K10 vsebuje 8 MB PSRAM-a. To sem preizkusil s skico ESP32S3, ki je potrebovala PSRAM, in delovalo je brez težav.

Ko naložite program v Flash pomnilnik ESP32S3, se postopek razlikuje glede na izbrani model. Če izberete »none«, bo programiranje potekalo tako, kot bi pričakovali. Če pa izberete EN ali CN, bo različica esptool, vsebovana v K10 BSP, delovala nekoliko drugače. Opazili boste, da izvaja programiranje v 3 različnih pomnilniških območjih in da traja veliko dlje kot običajno. To se zgodi, ker nalaga model sklepanja in »glasovne« podatke v dve ločeni particiji. Z uporabo brskalnika espsconnect sem pridobil particijski zemljevid ESP32S3, pri čemer je bil model nastavljen na EN.

To je razvidno iz slike 6. Vidite lahko, da pomnilniški prostor ni razdeljen točno tako, kot je prikazano v možnosti »16M Flash (3MB App/9.9MB FATFS« v shemi razdelitve. Tovarniška particija je prostor, kjer se nahaja vaša aplikacija, in je velika 5 MB. Model particija je velika 4,5 MB in je prostor, kjer se običajno nahaja SPIFFS. Particija voice_data je velika 2,5 MB in je prostor, kjer se običajno nahaja FATFS.

Če se vrnete na model „none“, bo vsako nadaljnje programiranje vrnilo model v normalno stanje in naložilo le vašo dejansko skico (razen če izberete skico, ki uporablja AI/ML). Vendar pa bodo particije model in voice_data ostale aktivne in podatki bodo ostali shranjeni. Podporno osebje UNIHAKER mi je povedalo, da ko enkrat izberete model, ni mogoče odstraniti teh dveh prilagojenih particij. Za brisanje sem uporabil prej omenjeni pripomoček espsconnect. Po tem sta obe particiji vsebovali vrednosti „0xFF“, kar je stanje izbrisanega Flash pomnilnika. Ugotovil sem tudi, da lahko particijo „model“ ponovno uporabite za datotečni sistem SPIFFS.

Ne priporočam, da izbrišete ves Flash pomnilnik, saj potem nisem mogel več naložiti primerov prepoznavanja glasu ali slike. Na srečo sem naredil varnostne kopije teh dveh particij (z uporabo espsconnect) in po obnovitvi podatkov sem lahko naložil primere prepoznavanja slike/ glasu.



Slika 6: Particijski zemljevid ESP32S3

Ne vem zakaj, ampak v meniju Tools, če izberete katero koli ploščo, ki vsebuje mikrokontroler ESP32S3 z 16 MB Flash pomnilnika, sta na voljo le dve možnosti za particijo, ki določata 2 ali 3 MB za particijo APP. Torej, ne glede na to, ali uporabljate te druge particije, je 3 MB očitno največji razpoložljivi pomnilniški prostor za aplikacije z ESP32S3.

Zaključek

V tem delu sem na kratko predstavil HW plošče in osnove različnih vrst programiranja. V 2. delu članka bom predstavil Arduino primere, TFT displej, ki se nahaja na K10 plošči, avdio možnosti te plošče ter podporo za kamero.

RAČUNALNIŠKE NOVICE

bralcem revije

SVET ELEKTRONIKE

ponujajo POSEBNO PONUDBO!

12 ŠTEVILOK 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

☎ 01 620 88 00

Python in MikroPython – 3. del

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

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

V preteklem nadaljevanju smo se lotili kompleksnejšega programiranja, pri katerem smo v urejevalnik besedil, napisan v Pythonu 3 združili veliko funkcionalnosti, za kar smo morali namestiti dodatno programsko knjižnico ter namestiti in uporabiti navidezno okolje. Obenem smo MicroPython namestili in preizkusili tudi v Raspberry Pi Pico 2 W.

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

Prenos in prikaz podatkov prek zaporednega vmesnika

Tokrat smo umetni inteligenci zastavili nekoliko bolj zapleteno vprašanje: »Sestavi program za Raspberry Pi 5 z operacijskim sistemom Trixie v programskem jeziku Python 3 tako, da prek zaporednega vmesnika /dev/ttyAMA0 odda znak »?« in izpiše prejet odgovor«. Pri tem smo prej prek tega vmesnika povezali enostavno napravo, ki zgolj vrne status. Poglejmo prvi del programa, ki ga je izdelala umetna inteligenca:

```
import serial
import time
def main():
    try:
        with serial.Serial(port='/dev/ttyAMA0',
                           baudrate=115200,
                           parity=serial.PARITY_NONE,
                           stopbits=serial.STOPBITS_ONE,
                           bytesize=serial.EIGHTBITS,
                           timeout=1 # 1 second timeout
                           for reading
                           ) as ser:
```

Za komunikacijo prek zaporednih vrat je potrebna programska knjižnica serial, ki jo lahko namestimo z ukazom pip install pyserial. Nameščanje je v nekaterih operacijskih sistemih (npr. Raspberry Pi OS Bookworm in Trixie) dovoljeno le v navidezno okolje, o katerem ste lahko več prebrali v preteklem nadaljevanju.

Drugi del programa, ki se mora seveda poravnano (s pravnimi zamiki vrstic) držati prvega dela, najprej preveri, ali so zaporedna vrata odprta. Če so, izpiše ime vrat in hitrost zaporedne komunikacijske povezave.

Sledi ukaz za pošiljanje ASCII znaka »?«, ki je skladen s komunikacijskim protokolom, ki ga uporablja moja naprava: ser.

write(b'?'). Kot vidimo, znak »?« naprej spremenimo enobajtno število, nato pa oddamo. Sledi kratek čas čakanja na odgovor naprave (0,1 sekunda), ki ga izvedemo z ukazom time.sleep(0.1):

```
if ser.is_open:
    print(f«Connected to {ser.port} at {ser.baudrate} baud.»)
    # Send the '?' character
    ser.write(b'?')
    print(»Sent: ?«)
    # Wait briefly for the device
    to process and respond
    time.sleep(0.1)
```

Tretji del programa z ukazom ser.read.all() prebere vse v času 0,1 sekunde čakanja sprejete znake in jih shrani v spremenljivko, ki jo je umetna inteligenca poimenovala response. Odgovor je lahko tudi prazen, kar preverimo s pogojnim stavkom (if), ki sledi. Če odgovor ni prazen, ga ukaz print izpiše kot besedilo. Nastavljeni način zapisa UTF-8 je skladen z ASCII.

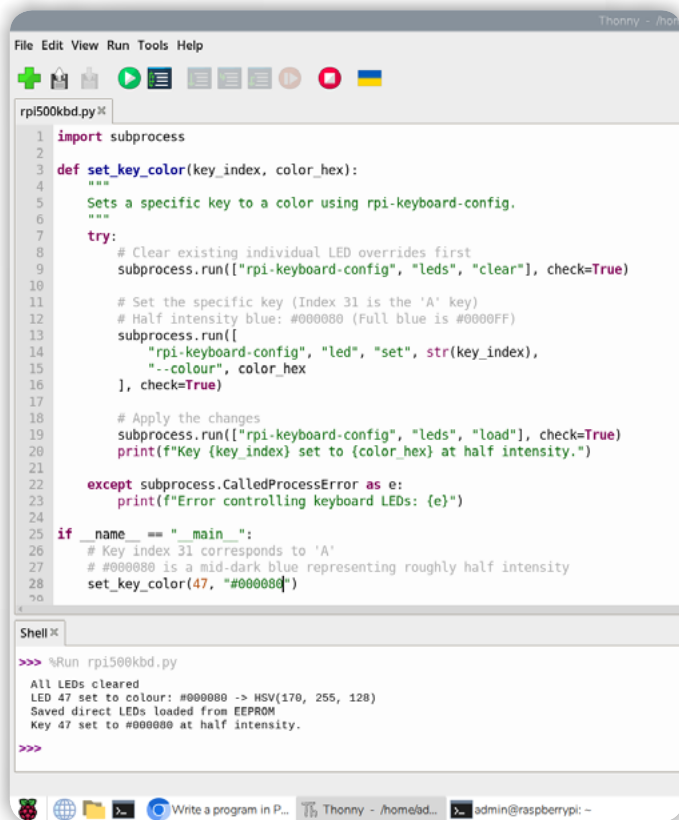
```
# Read the response
response = ser.read_all()
if response:
    print(f«Received:
{response.decode('utf-8',
errors='replace')}«)
else:
    print(»No response
received.«)
```

V četrtem delu programa Google AI poskrbi tudi za lovljenje morebitnih nepričakovanih napak in morebitne uporabniške prekinitve delovanja s pritiskom na kombinacijo tipk za prekinitve delovanja programa (npr. »Ctrl« + »z«). Opazimo tudi, da je program napisan kot funkcija z imenom main. Lahko bi jo poimenovali tudi drugače.

```
except serial.SerialException as e:
    print(f«Error opening serial port:
{e}«)
except KeyboardInterrupt:
    print(»\nScript stopped by user.«)

if __name__ == »__main__«:
    main()
```

Ko smo program dejansko preizkusili, je deloval povsem pravilno in izpisal status z Raspberry Pi 5 povezane naprave.



Slika 1: Program za nastavljanje osvetlitve tipkovnice Raspberry 500+

Igranje z osvetlitvijo tipkovnice Raspberry Pi 500+

Osvetljena tipkovnica na klik daje Raspberry Pi 500+ poseben čar, vendar le malo kdo ve, da jo lahko upravljamo tudi programsko in ne le prek funkcijskih tipk. Tako lahko s poljubnima barvo in svetlostjo osvetlimo skoraj katerokoli tipko, razen tiste za vklop, ki med delovanjem vedno sveti zeleno.

Vendar moramo pred tem namestiti programsko orodje rpi-keyboard-config, s katerim lahko upravljamo osvetlitev in ostale funkcije tipkovnice tudi prek ukaznega okna. To v ukaznem oknu storimo z ukazoma `sudo apt update` in `sudo apt install rpi-keyboard-config`.

Google AI na zahtevo, naj ustvari program v Pythonu 3, ki na Raspberry Pi 500+ z Raspberry Pi OS Trixie modro osvetli črko A s polovično intenziteto, generira programsko kodo z drobnima napakama, zaradi katerih osvetli napačno tipko, obenem pa se osvetlitev obdrži le za hip, nakar se samodejno povrne morebiti shranjeno stanje (če tega ni, osvetlitev v celoti ugasne). Poglejmo popravljen programsko kodo, v kateri je nepotreben ukaz zakomentiran, napačna koda tipke pa je zamenjana s pravilno:

```

import subprocess
def set_key_color(key_index, color_hex):
    try:
        subprocess.run(["rpi-keyboard-config", "leds", "clear"], check=True)
        subprocess.run([
            "rpi-keyboard-config", "led",

```

```

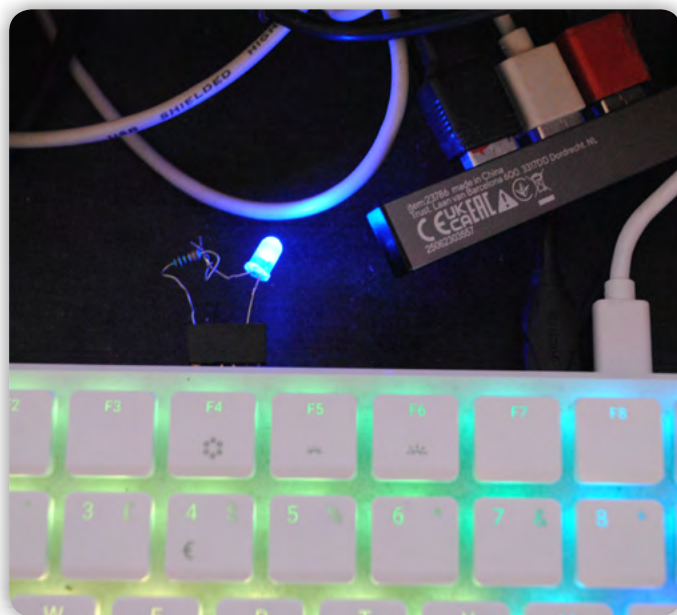
        »set«, str(key_index),
            »--colour«, color_hex
        ], check=True)
        # subprocess.run(["rpi-keyboard-config", "leds", "load"], check=True)
        print(f«Key {key_index} set to {color_hex} at half intensity.»)
    except subprocess.CalledProcessError as e:
        print(f«Error controlling keyboard LEDs: {e}«)
if __name__ == »__main__«:
    set_key_color(47, »#000080«)

```

Programček na začetku naloži standardno python programsko knjižnico subprocess, ki mu omogoča klice drugih programov na enak način, kot če bi jih klicali iz ukaznega okna. Z enostavno predelavo, da lahko spremenimo v orodje, ki lahko na enak način kot iz ukazne vrstice pokliče katerikoli program.

Program definira funkcijo `set_key_color`, ki sprejme 2 parametra: kodo tipke A ter kodo barve, ki vsebuje tudi svetlost. Koda tipke je v originalnem programu napačno zapisana kot 31, pravilno je 47, kot je prikazano v že popravljenem programu. Komentar v rešitvi Google AI sicer poudari, da je koda verjetno 31, a ni. Koda barve je določena z intenzitetami kanalov R,G in B (R = rdeča, G = zelena, B = modra). Vsak kanal lahko krmlimo z 256 vrednostmi, ki določajo svetlost barvnega kanala. V našem primeru smo od Google AI zahtevali polovično svetlost modre barve, kar je enako vrednosti 128 modrega (B) kanala, medtem ko sta vrednosti rdečega in zelenega kanala 0.

Program za klic programa rpi-keyboard-config uporablja funkcijo `subprocess.run`, ki izbrani aplikaciji posreduje tudi vhodne parametre. V našem primeru najprej pokliče rpi-keyboard



Slika 2: Preizkušanje programov v Pythonu 3, za upravljanje osvetlitve tipkovnice ter prižiganje in ugašanje LED na 40-polnen razširitvenem priključku

vhodni parameter, s katerim izberemo priključek, ki ga želimo krmiliti kot izhod. Povratna vrednost je objekt, s katerim lahko upravljamo izbrani priključek. V našem primeru smo definirali objekt pin, ki omogoča upravljanje priključka, za kar uporabljamo funkciji on in off.

Ko namestimo LED in zaženemo program, se ta najprej zasveti in nato po dveh sekundah ugasne. Program se zaradi klika funkcije pause zaključi šele, ko pritisnemo kombinacijo tipk »Ctrl« + »c«.

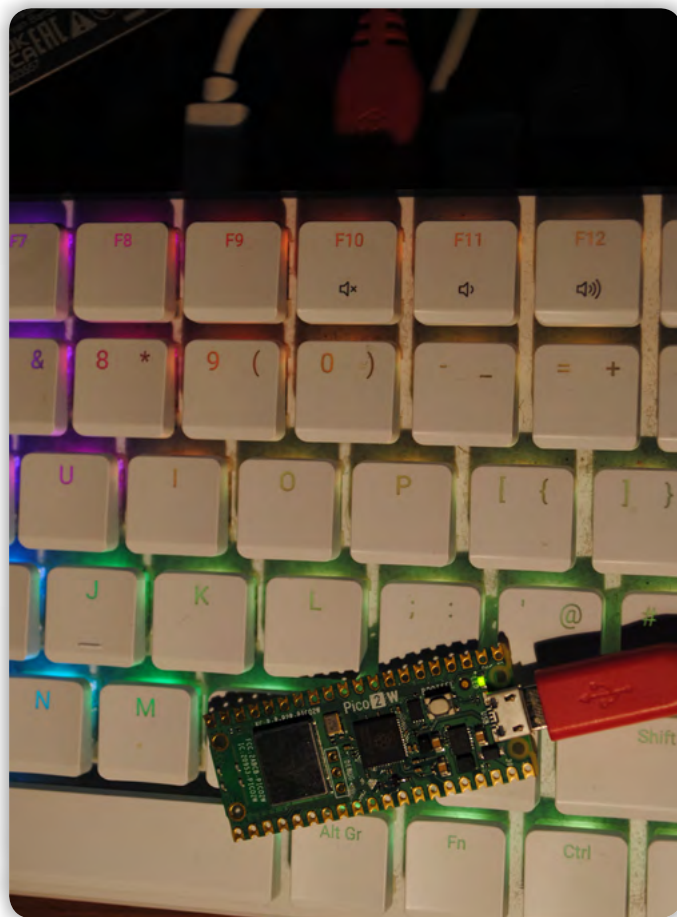
Krmiljenje GPIO z MycroPythonom

Raspberry Pi Pico (2) je še malenkost manjši od Raspberry Pi Zero (2), GPIO priključke pa ima na obeh daljših robovih. Čeprav MicroPython vseeno uporablja druge programske knjižnice od Pythona 3, je programska koda vseeno zelo podobna. Kljub temu pa ni čisto vseeno, ali uporabljamo Raspberry Pi Pico (2) z brezžičnim komunikacijskim modulom ali brez njega. Pri osnovnem testiranju pogosto uporabljamo vgrajeno LED, vendar je ta pri Picih brez brezžičnega modula povezana na GPIO25, pri tistih z brezžičnim modulom pa je slednji uporabljen za komunikacijo z njim. Zato je LED povezana s priključkom WL_GPIO0 na brezžičnem modulu. Zato bo pravilno delovala le, če naložimo različico ustreznega MicroPythona: za Raspberry Pi W ali Raspberry Pi 2W, odvisno od tega katero ploščico uporabljamo. Denimo MicroPython za Raspberry Pi 2 bo sicer deloval tudi na Raspberry Pi 2W, vendar ne bomo mogli uporabljati brezžičnega modula niti uporabniške LED.

Ali lahko preverimo, ali je v Raspberry Pi Pico (2)(W) naložen prava podrazličica MicroPythona? Seveda! V razvojnem okolju Thonny lahko v konzolo neposredno vnesemo ukaz machine.Pin(»LED«, machine.Pin.OUT). Če vrne vrednost 25, je nameščena različica MicroPythona za Raspberry Pi Pico 2 (brez W). Poglejmo še program s katerim prižigamo in ugašamo LED v enakomernem ritmu:

```
import machine
import time
# Use »LED« or »WL_GPIO0« for Pico 2W
led = machine.Pin(»LED«, machine.Pin.OUT)
while True:
    led.on()
    time.sleep(0.5)
    led.off()
    time.sleep(0.5)
```

GPIO priključke Raspberry Pi Pico (2)(W) krmilimo s pomočjo programske knjižnice machine, ki določa strojno arhitekturo. Uporabljamo tudi prek omenjeno knjižnico time. Zelena uporabniška LED, ki je prispajkana na miniaturno tiskanino ob priključku mikro USB, utripa že, ko naložimo binarno datoteko s podporo za MicroPython. Za njeno uporabo v programu, moramo najprej pridobiti njen objekt, kar storimo s klicem funkcije machine.Pin z dvema vhodnima podatkom, oznako ali številko GPIO priključka in način delovanja le tega. V našem primeru želimo priključek uporabljati kot digitalni izhod, zato smo izbrali način machine.Pin.OUT. Za konstantno utripanje LED potrebujemo še neskončno programsko zanko,



Slika 5: Miniaturni Raspberry Pi Pico 2W smo programirali v MicroPythonu prek Raspberry Pi 500+, s katerim smo ga povezali z USB kablom.

v kateri LED najprej z ukazom led.on prižgemo, nato z ukazom time.sleep(0.5) počakamo pol sekunde, z ukazom led.off LED ugasnemo in pred ponovitvijo zanke z ukazom time.sleep(0.5) počakamo še pol sekunde. Tako LED vsako sekundo enkrat utripne.

Izvajanje programa v Raspberry Pi Pico (2)(W) lahko v razvojnem okolju Thonny prekinemo s pritiskom na rdečo tipko s kvadratom. Dodajmo še, da v MicroPythonu sprogramiran Raspberry Pi Pico (2)(W) seveda shrani tudi zadnji program, ki smo ga v njem poganjali. Slednji oživi takoj, ko ta miniaturni računalnik povežemo z napajanjem, pri čemer ne potrebuje gostiteljskega računalnika. Slednji je potreben le pri programiranju.

Prihodnjič

Tokrat smo videli, da lahko s Pythonom 3 in MicroPythonom učinkovito upravljamo GPIO priključke in drugo strojno opremo. Uporabili smo tudi zaporedno komunikacijo.

Prihodnjič se lotimo zahtevnejšega programiranja, pri katerem bomo uporabili brezžične komunikacije, vzpostavili komunikacijski strežnik in krmilili dron, kot obljubljeni. Zanimala nas bo tudi neposredna komunikacija s tipali, kot je BMP280, ki meri temperaturo in zračni tlak.

<https://pcusbprojects.com>

LARCSet CW/SSB transiver za eno frekvenčno področje 2. del

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

BiTX, ki je bil razvit leta 2003, je bil enostaven za izdelavo SSB postaj, ki ga je bilo mogoče sestaviti iz splošnih komponent za deset dolarjev. V tem delu objavljamo navodilo za gradnjo.

Sestavljanje LARCSet

Orodja, ki jih boste potrebovali:

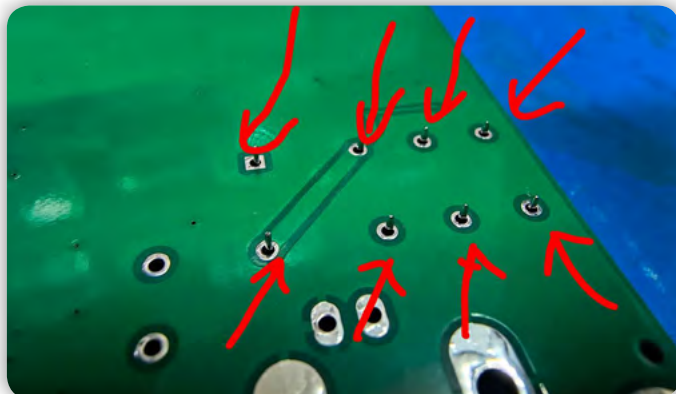
- 1. Običajni univerzalni multimeter za merjenje napetosti in toka.
- 2. 12-voltni enosmerni napajalnik, ki lahko zagotovi najmanj 1,5 A toka.
- 3. Majhne klešče z dolgimi konicami.
- 4. Majhne klešče za rezanje žice.
- 5. Nož za odstranjevanje izolacije.
- 6. Klešče za odstranjevanje izolacije.
- 7. 25-vatni spajkalnik.

Kot splošni pristop bomo postajo sestavljali v več fazah.

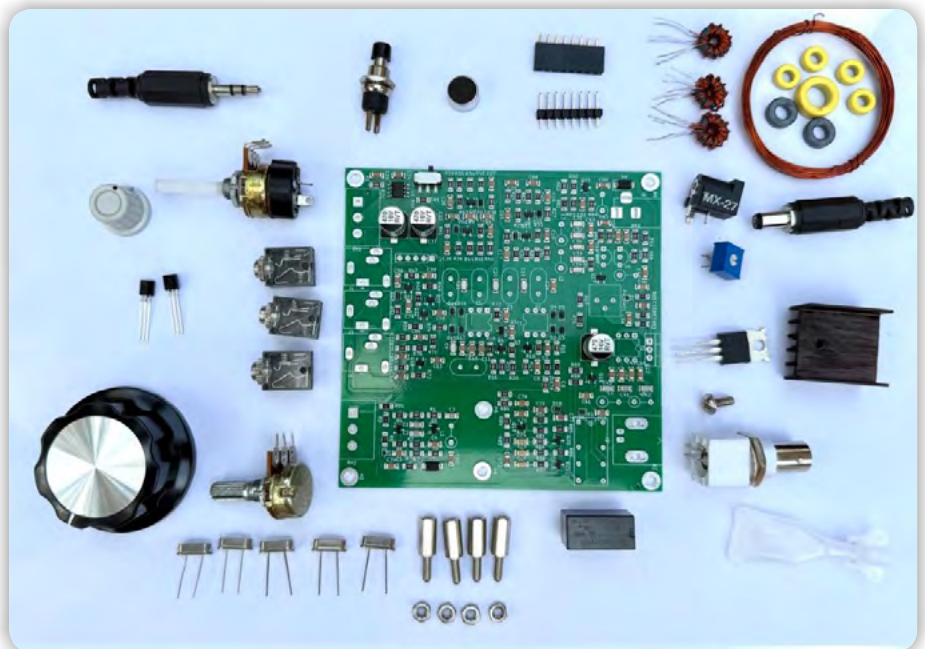
1. Namestite DC komponente

1.1 Prispajkajte DC vtičnico na TIV. Da bi to naredili pravilno, vstavite DC konektor v TIV, obrnite TIV na glavo in pritisnite nanj, tako da so vsi trije vodniki DC vtičnice popolnoma znotraj TIV, nato pa jih spajkajte. Okoli teh priključkov nanesite dovolj spajke, saj bodo dovolj dober stik.

1.2 Prispajkajte rele K1 na tiskano vezje. Vstavite rele previdno in preverite, ali so vsi priključki releja vstavljeni (slika 8). Pogosto se zgodi, da se priključek releja po nesreči upogne, tako da se namesto da bi se vstavil v montažno luknjo, upogne stran. Ko je prispajkan, je rele težko spet odspajkati. Zato bodite previdni in pred spajkanjem releja dvakrat preverite, ali so



Slika 8: Namestitev releja



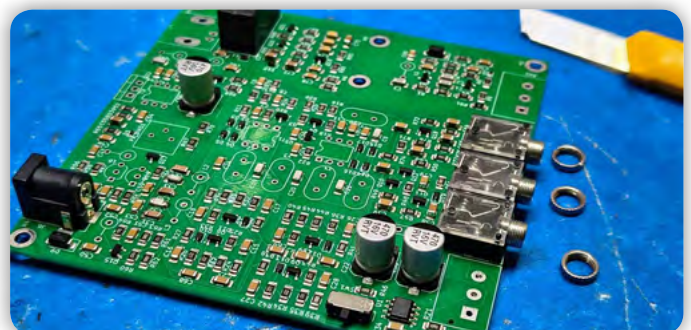
vs priključki releja vidni na strani spajkanja.

2. Namestite sprednjo ploščo

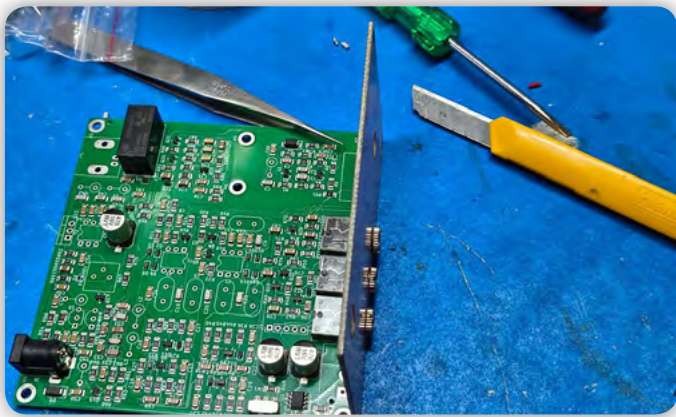
Ploščo držijo prednji konektorji.

2.1 Namestite avdio vtičnice.

- Pred vstavljanjem v tiskano vezje odstranite pritrdilne matice iz avdio vtičnic. Matice shranite na varno, saj jih boste kasneje potrebovali za pritrditev sprednje plošče.
- Vstavite tri avdio vtičnice. Preverite vsak vodnik vseh treh priključkov in se dvakrat prepričajte, da so pravilno vstavljeni. Avdio konektorje je enostavno pritisniti na tiskano vezje, vendar namesto da bi vstavili njihove priključke, jih lahko upognete proti tiskanemu vezju. Na sliki 9 si oglejte, kako morajo izgledati pred spajkanjem.
- Ko se prepričate, da so vsi vodniki treh avdio vtičnic pravilno nameščeni, pritisnite konektorje, da se pravilno namestijo na tiskano vezje.
- Spajkajte tri avdio vtičnice.



Slika 9: Namestitev avdio vtičnic



Slika 10: Namestitev sprednje plošče

2.2 Vstavite sprednjo ploščo v luknje treh avdio vtičnic, ki držijo sprednjo ploščo. Priključite pritrtilne maticevtičnic, tako da je sprednja plošča trdno fiksirana na avdio vtičnice. Upoštevajte, da je na sliki 10 prikazana prototipna sprednja plošča. Sprednja plošča, ki je priložena kompletu, bo običajno tiskano vezje.

2.3 Vstavite in pritrдите potenciometer za nastavljanje na sprednjo ploščo in ga pritrдите s priloženo pritrtilno matico. Zaenkrat matico samo ročno privijte, da potenciometer trdno drži na mestu.

2.4 Vstavite in pritrдите potenciometer za nastavitev glasnosti na sprednjo ploščo, tako da so njegovi priključki obrnjeni navzgor proti sprednji plošči. Zaenkrat matico samo ročno privijte, da potenciometer trdno drži na mestu.

2.5 Pritrdite gumb za nastavljanje na gred potenciometra za nastavljanje. Ko je gumb popolnoma obrnjen v smeri urinega kazalca, mora kazalec biti v položaju 6 ur (začenši s položajem 8 ur). Podobno prilagodite dolžino gredi za nastavljanje glasnosti, da se prilega gumbu za nastavljanje glasnosti.

2.6 Uporabite tri žice različnih barv, da spajkate potenciometer na njegove priključke na tiskanem vezju.

2.7 Dodajte dve žici iz J8 (stikalo za vklop) na stikalo za vklop/izklop na zadnji strani potenciometra za glasnost. Tukaj polariteta stikala ni pomembna.

Na sliki 11 si oglejte, kako naj bi izgledala zadnja stran sprednje plošče. Pazljivo si oglejte, kam gre vsaka od žic.



Slika 11: Namestitev in vezava potenciometrov

3. Testiranje DC napajalnih napetosti in avdio ojačevalnika

3.1 Pripravite enosmerni napajalnik s +12 V na srednjem kontaktu in ozemljitvijo na zunanjem plašču.

3.2 Izklopite napajanje tako, da gumb za nastavitev glasnosti zavrtite v nasprotni smeri urinega kazalca, dokler ne zasliši rahlega klik.

3.3 Vstavi enosmerni napajalnik v vtičnico.

3.4 Vključite napajanje z vrtenjem potenciometra v smeri urinega kazalca. V tem trenutku naj bi postaja porabila med 40 mA in 70 mA. Če porabi več, takoj izklopite napajanje in preverite, ali ni prišlo do kratkega stika. Če postaja ne troši nobenega toka, preverite stikalo za vklop/izklop in spoje priključka za napajanje.

3.5 Vstavite konektor slušalk v levi avdio priključek. Šum postaje naj bi se enakomerno povečeval in zmanjševal, ko vrtite gumb za nastavitev glasnosti. Če se gumb za nastavitev glasnosti obnaša nasprotno, zamenjajte žici, ki povezujeta obe stranski sponki potenciometra za nastavitev glasnosti. Do sedaj ste zaključili najpomembnejši del vaše postaje.

4. Nastavitev VFO

Tradicionalno so postaje za nastavljanje uporabljale VFO-je. Ti zagotavljajo najboljše fazni šum v svojem razredu. Za zagon VFO-ja je potrebno storiti sledeče:

4.1 Najprej izklopite postajo. Spajkanje vedno opravljajte z odklopljenim napajalnim priključkom.

4.2 Poiščite večji rumeni toroid. To je toroid Micrometal T50-6. Na njega moramo naviti 30 ovojev lakirane žice.

4.3 Odrežite 60 cm lakirane žice in jo navijte na toroid.

4.4 Vsako prehod žice skozi obroč toroida šteje kot en ovj. Med navijanjem z ene strani žico napnite (slika 12). Pazite, da se ovoji ne prekrivajo.

4.5 Zaključite s 30 ovoji na jedru T50-6. Odrežite konce žice,



Slika 12: VFO toroid z začetnimi 4 ovoji. Upoštevajte, da so ovoji blizu drug drugega, se ne prekrivajo in so tesno naviti.



Slika 13: Toroid za VFO

tako da na obeh straneh ostane le 1,5 cm žice. Odstranite lak z žice, dokler se baker ne pokaže na vseh straneh žice. Glejte sliko 13.

4.6 Spajkajte oba konca toroida na TIV na mesto L1.

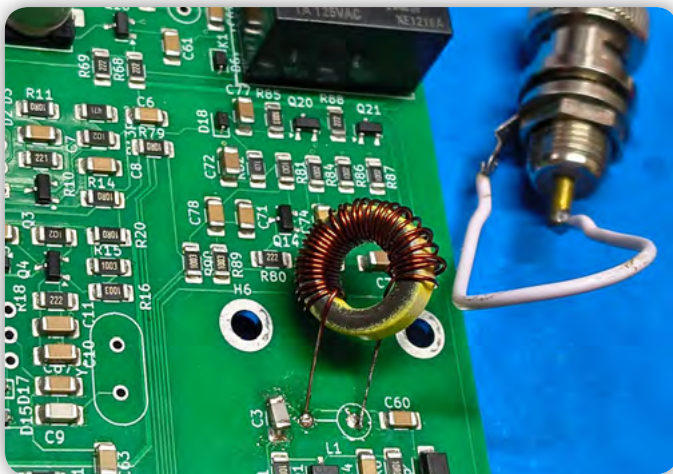
4.7 Priključite majhno zanko na bližnji sprejemnik.

4.8 Vključite LARCSet, nastavite potenciometer za nastavljanje na skrajno desno in nastavite sprejemnik na 80-metrski pas. Morali bi najti močan nosilni signal VFO. Zapišite si frekvenco VFO.

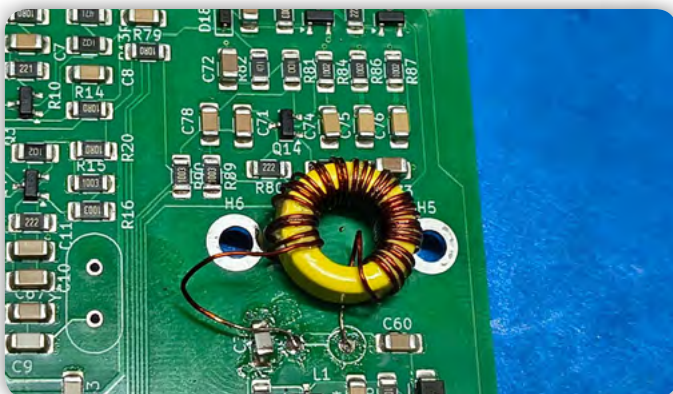
4.9 Upoštevajte, da se frekvenca VFO z vrtenjem potenciometra za nastavljanje v desno zmanjšuje.

4.10 Želimo, da je spodnji konec frekvence (nastavitev popolnoma v desno) med 3,85 MHz in 3,9 MHz. Če je frekvenca nižja od 3,65 MHz, boste morda morali odstraniti eno ovojo s toroida VFO-ja. Razširite ovoje, da povečate frekvenco, in jih stisnite, da jo zmanjšate.

4.11 Na tej točki se bo zdelo, da se frekvenca VFO premika. To je pričakovano, saj toroid visi v zraku, medtem ko se okoli njega izvaja spajkanje. Spodaj si oglejte, kako se VFO spajka med nastavljanjem. Upoštevajte sklopno zanko, priključeno na bližnji sprejemnik, nastavljen na 3,8 MHz.



Slika 14: Namestitev toroida v VFO-ju



Slika 15: Tako izgleda končan VFO

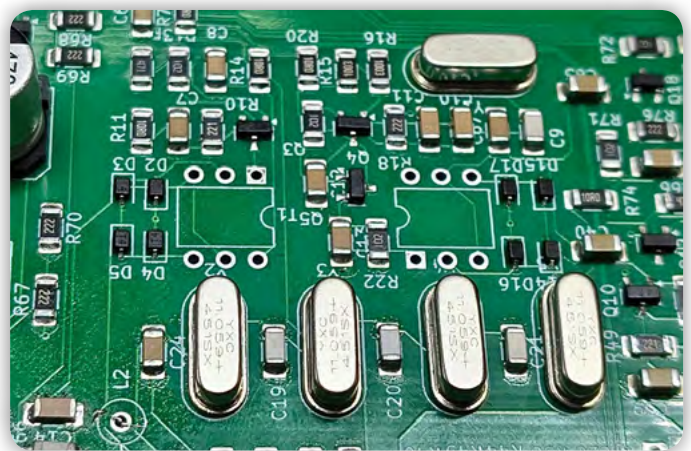
4.12 Ko je VFO v območju, ga morate nastaviti v območju od 4,059 do vsaj 3,9 MHz.

4.13 Ko ste zadovoljni z območjem VFO, dodajte nekaj kapljic super lepila ali raztaljenega čebeljega voska na toroid, tako da se razlije po njem, ga nežno pritisnite na ploščo in ga tam pridržite minuto, da se strdi.

Poglejte si xo VFO toroida, prilepljenega na ploščo na sliki

5. Kristalni filter in BFO

Preprosto vstavite in spajkajte pet priloženih kristalov. Priporočljivo je, da jih spajkate po enega, pri čemer pred nadaljevanjem s naslednjim kristalom odrežete preostale priključke vsakega kristala. Kristal mora biti montiran vsaj 1 mm nad TIV (slika 16), da ne pride do stika med ohišjem kristala in TIV.



Slika 16: Spajkanje kvarčnih kristalov

6. Spajkanje trifilarnega transformatorja

Spajkanje trifilarnih transformatorjev zahteva zelo previdno delo. Najbolje je, da ga opravite, ko ste sveži in spočiti. Ne poskušajte tega pozno ponoči!

Razlog je preprost. »Tri« v trifilar transformatorju se nanaša na prisotnost treh navitij v transformatorju. Vsaka žica navitja ima dva konca. Zato iz trifilarno navitega transformatorja izhaja šest vodnikov.

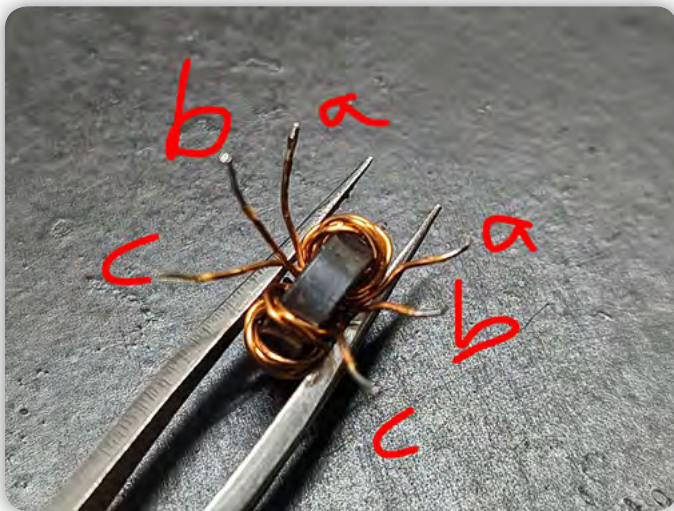
Vsak konec morate previdno ločiti, preizkusiti njihovo prevodnost z merilnim instrumentom, preden jih vstavite in spajkate.

6.1 Transformator je sestavljen iz treh žic, ki so tesno zvite skupaj in navite v toroid.

6.2 Prepoznajte oba konca zvite žice in ločite vsako žico na obeh straneh.

6.3 Trifilarne transformatorske žice imajo že pospajkane priključke.

6.4 S pomočjo univerzalnega merilnega instrumenta ločite tri navitja transformatorja, kot je prikazano na sliki 17.

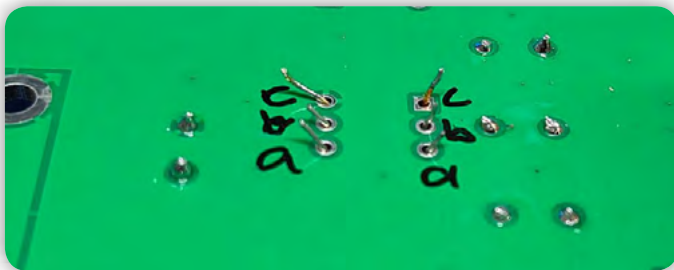


Slika 17: Spajkanje trifilarno navitega transformatorja

Upoštevajte, da morate žice ločiti tako, da:

- Obstaja stik med a-a, b-b in c-c
- Ni stika med a-b, b-c, c-a.

6.5 Transformatorjetreba vstaviti tako, da so žice a, b, c na konicah med seboj prekržane. Lažje je, če so vodniki odrezani na 1,5 cm. Glejte sliko 18.

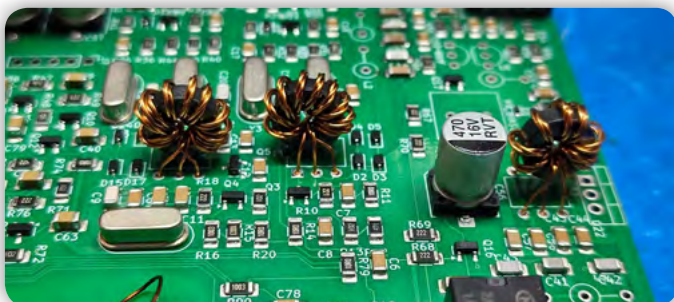


Slika 18: Spajkanje trifilarnega transformatorja na TIV

6.6 Pazljivo vstavite navitja a-a, b-b in c-c v luknje, kot je prikazano na sliki 18. Za vstavljanje posameznih žic v luknje lahko uporabite pinceto.

6.7 Preverite, da je na drugi strani le pospajkan del vodnikov. Pogosta napaka je spajkanje nad lakiranim (izoliranim) delom žice. Izgleda, kot da je spajkano, vendar v resnici lak ohranja TIV izoliran od vodnikov transformatorja.

6.8 Zaključite spajkanje transformatorjev T1, T2 in T3. Sedaj mora plošča izgledati tako, kot vidite na sliki 19:



Slika 19: Tako so trifilarni transformatorji pravilno prispajkani

7. RF pasovni filtri

Na manjše rumene toroide T30-6 moramo naviti dva L2 in L3. Vsaka induktivnost potrebuje 19 ovojev.

7.1 Za vsakega (L2 in L3) odrežite 30 cm dolgo lakirano žico. Navijte jo podobno kot ste navili L1. Ti so veliko lažji za navijanje, ker je dolžina žice manjša.

7.2 Pazite, da se ovoji ne prekrivajo, in jih tesno in gosto namestite drugega ob drugega. Ko bodo ovoji končani, bodo zavzeli skoraj celotno površino toroida.

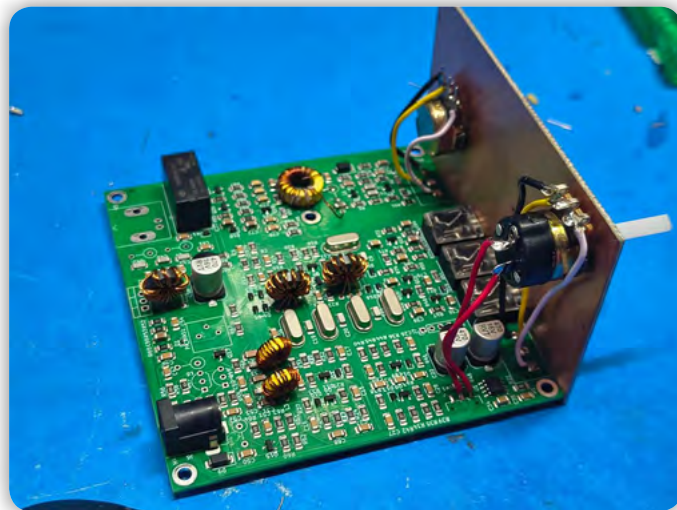
7.3 Ko ste prevlekli vodnike s spajko, s univerzalnim merilnim instrumentom preverite, ali je med vodniki ustrežna prevodnost.

Na sliki 20 vidite izgled obeh tuljav, ko bosta pripravljena za vgradnjo.



Slika 20: Izgled navitih tuljav za izhodni filter

Ko sta nameščeni L2, L3, bo transiver izgledal tako, kot vidite na sliki 21



Slika 21: Izgled transiverja

8. Namestite BNC konektor

Naša postaja je skoraj končana. Preden lahko vklopimo postajo, moramo samo še prispajkati BNC konektor! BNC konektor je enostaven za namestitev. Kot običajno pazite, da se priključki konektorja ne upognejo.

9. Testiranje sprejemnika

Sedaj smo pripravljena za testiranje sprejemnika. Priključite anteno na BNC konektor in vklopite postajo. Poraba toka naj

bi bila okoli 80 mA. Ko nastavljate frekvenco, lahko ugotovite aktivnost frekvenčnega pasu, če so na voljo aktivne postaje! Če se sprejemnik zdi neuporaben, previdno ponovno pregledjte in ponovno spajkajte komponente. Najpogosteje je problem v slabem spajkanju okoli lakirane žice tuljav ali transformatorskih žic. Lahko potipate okoli vezja, da preverite, ali je kje slab stik.

10. Oddajna stopnja

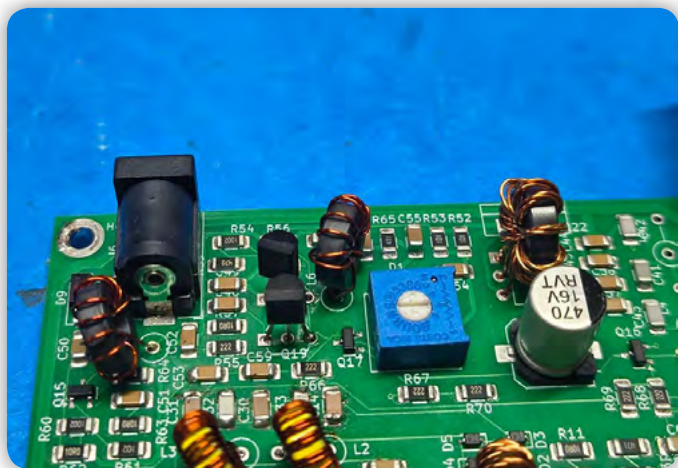
10.1 Odrežite dva 16 cm dolga kosa lakirane žice in navijte L6 in L7 po 10 zavojev na črni toroid FT37-43. Odstranite lak s koncev žice in jih pospajkajte.

10.2 Spajkajte L6 in L7.

10.3 Spajkajte Q19, Q13, PN2222A (alternativno je lahko bil skupaj z vašim kompletom priložen tudi 2N3905) skozi luknjo tranzistorjev. Njihova ravna stran je obrnjena stran od zadnjega roba plošče.

10.4 Spajkajte modri PA BIAS trimer. Ga zavrtite v smeri urinega kazalca.

Po namestitvi teh komponent bo del plošče, ki upravlja z napajanjem, izgledal tako, kot vidite na sliki 22.



Slika 22: Izgled napajalne dušilke na TIV-u

11. Močnostni ojačevalnik

V stopnji močnostnega ojačevalnika morate namestiti IRF510 z hladilnikom in tuljavami izhodnega filtra oddajnika.

11.1 IRF510 pritrdite na hladilnik s priloženim vijakom M3. Vijak mora biti trdno privit, da se zagotovi ustrezno odvajanje toplote. Če ga privijete premočno, se lahko ohišje IRF510 poškoduje, zato bodite previdni!

11.2 IRF510 z nameščenim hladilnim telesom prispajkajte na tiskano vezje. Hladilno telo je treba namestiti na IRF510, preden ga prispajkate.

11.3 L4 in L5 imata nekoliko različne vrednosti. Namesto da navijete oba in poskušate prispajkati skupaj, je najbolje najprej naviti in prispajkati L4, nato pa L5.

11.4 Odrežite 25 cm kos lakirane žice in navijte 17 ovojev na enega od dveh rumenih toroidov T30-6. Odstranite lak in pospajkajte vodnike. Vstavite tuljavo v L5. To je tuljava pri robu plošče.

11.5 Odrežite še en 25 cm kos lakirane žice in navijte 19 ovojev na zadnji preostali rumeni toroid T30-6. Odstranite lak, pospajkajte vodnike in spajkajte v edino preostalo mesto za tuljavo na L4. (položaj stran od roba plošče).

S tem je sestavljanje postaje končano.

12. Nastavitev mirovnega toka.

12.1 Na postajo priključite umetno breme ali ustrezno 7 MHz anteno.

12.2 Na srednji avdio priključek postaje priključite mikrofona. Konica konektorja je povezana na mikrofona, obroč na PTT, ovoj pa je skupna masa.

12.3 Trimer potenciometer PA_BIAS zavrtite v smeri urinega kazalca do konca.

12.4 Pritisnite PTT na mikrofona. Ne govorite v mikrofona. Poraba toka naj bi bila okoli 170 mA.

12.5 Trimer PA_BIAS počasi zavrtite v nasprotni smeri urinega kazalca, dokler stalni tok ne naraste na 350 mA.

12.6 Govorite jasno v mikrofona, podaljšajte samoglasnike, da povečate povprečno moč oddajnika. Poraba enosmernege toka naj se poveča na 0,6 A na vrhovih.

12.7 Priključite Morse taster v desno vtičnico. Ko pritisnete taster naj bi izmerili na umetnem bremenu izmerili 45 voltov od vrha do vrha. Poraba naj bi bila med 0,8 in 1 A, ko pritisnete na taster.

13. Kalibracija gumba za nastavitev frekvence

LARCSet je analogna radijska postaja. Čeprav je enostavno dodati merilnik frekvence za odčitavanje nastavljene frekvence, je veliko enostavneje, da frekvence na številčnici označite s flomastrom. Tukaj je naš najljubši način za to.

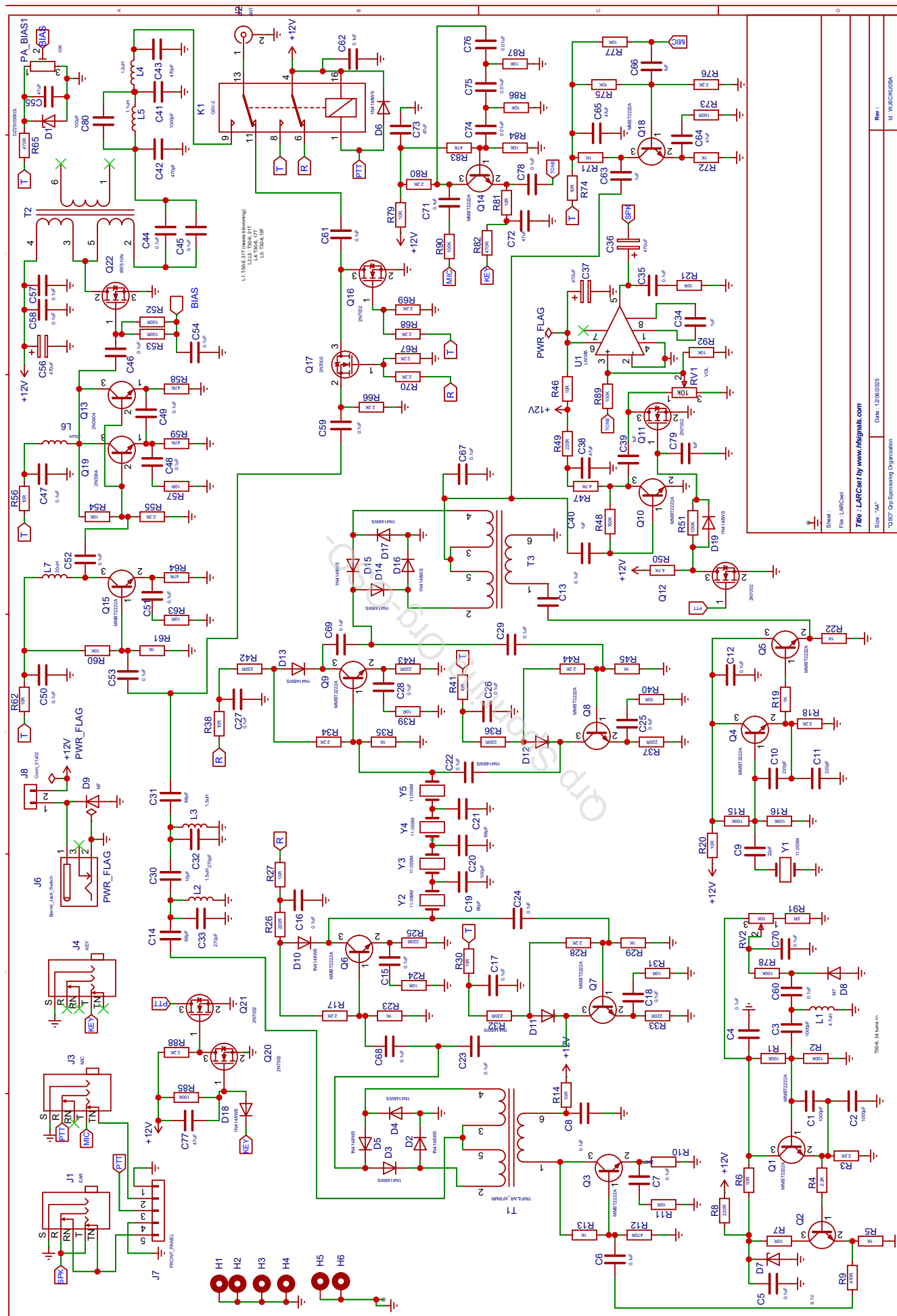
Potrebovali boste dostop do druge radijske postaje, ki lahko oddaja CW na 7 MHz.

13.1 Nastavite drugi radio tako, da:

- Priključite ga na anteno ali, še bolje, na umetno breme.
- Nastavite ga na točno 7,000 MHz, način pa nastavite na CW.

13.2 Vtaknite majhen kos žice, dolg nekaj centimetrov, v anteno LARCSet. To bo zmanjšalo moč kalibrirnege signala iz drugega radia.

13.3 Pritisnite tipko CW na drugem radiu. Nastavite signal na LARCSet. Narišite črto na sprednji plošči, kjer je kazalec gumba za nastavljanje LARCSet na „00“.



Sheet: 1
 File: LARC001
 Title: LARC001 by www.hsigisrls.com
 Date: 12/06/2018
 Star: "A"
 "OSD" CapSponsoring Organization
 Rev: 1
 U: WJACR0010A

SAMOGRADNJE

13.4 Drugo postajo premaknite za 10 kHz na 7,010 MHz, pritisnite tipko CW na drugi postaji in nastavite signal na LARCSet, ponovno označite številčnico kot „10“.

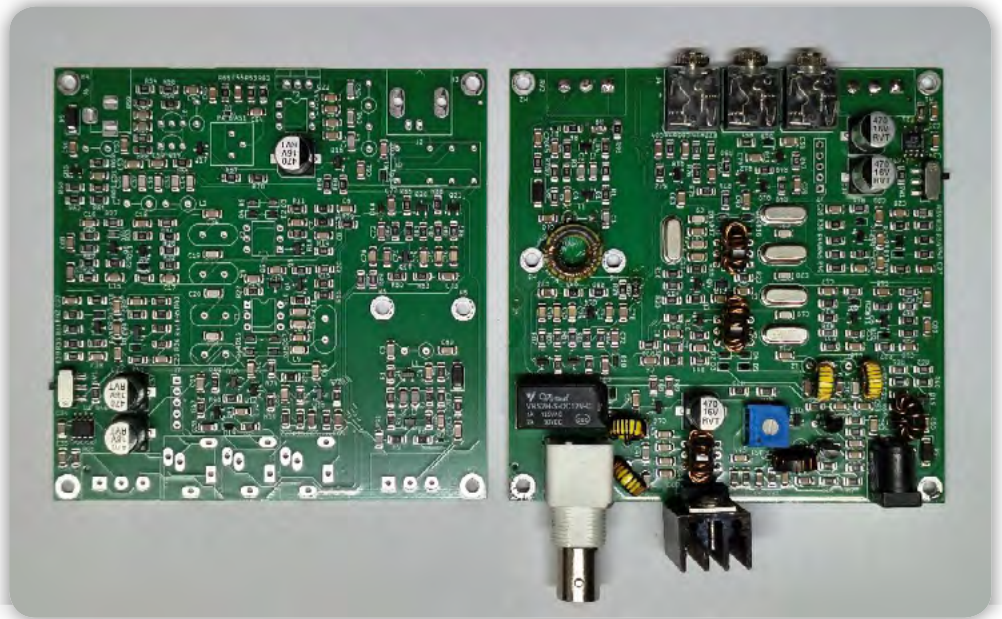
13.5 Ponovite korak za vsakih 10 kHz na pasu.

13.6 Obstaja še veliko drugih načinov kalibriranja LARCSet. Resnično pomembno je, da ste ves čas prepričani, da ste znotraj radioamaterskih pasov.

Uporaba LARCSet postaje

LARCSet je res enostaven za uporabo in preprost. Za najboljši sprejem uporabite slušalke ali zunanji 8-ohmski zvočnik:

- Uporabite ustrezno anteno. Čeprav se LARCSet ne bo pokvaril zaradi neprilagojenosti antene, bo glede na njegovo nizko RF moč vsak vat, ki pride iz antene, koristen.
- SSB: V srednjo vtičnico na sprednji plošči priključite mikrofon. Potreben je 3,5 mm stereo priključek, pri čemer je



mikrofon priključen med TIP in ohišjem, gumb PTT pa med obročem in ozemljitvijo.

- CW: Odklopite mikrofon, če je že priključen na srednjo vtičnico, priključite Morse taster na skrajno desno vtičnico, pri čemer je tipka priključena med konico in ohišjem priključka. Pritisnite za oddajanje!

Povzeto po:

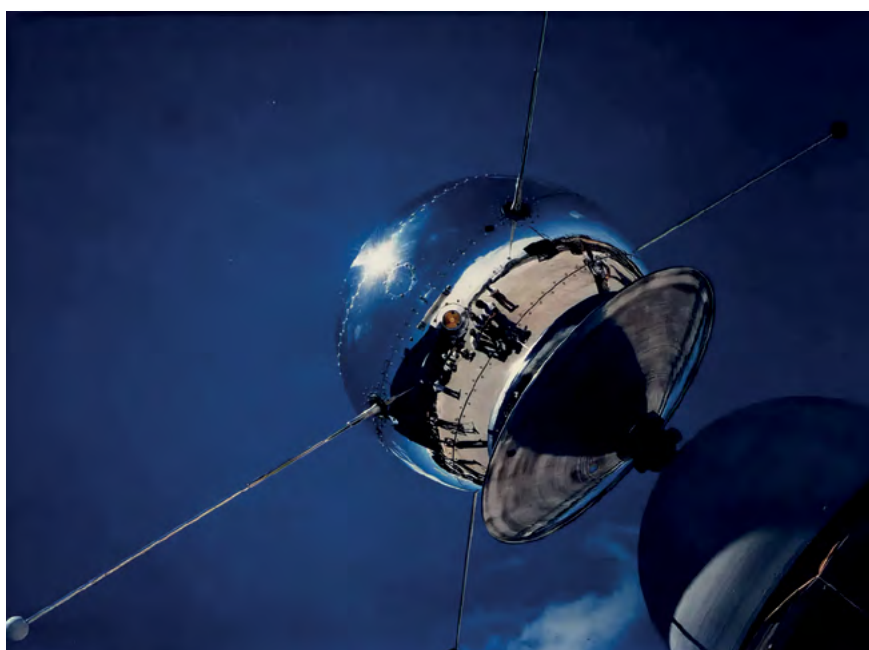
- <https://github.com/afarhan/larcset/>

Nova knjiga za PROGRAMERJE

KUPI ZDAJ!

Superračunalniki v orbiti

Več podjetij z xAI na čelu je napovedalo, da je prihodnost računskih centrov za umetno inteligenco v orbiti okoli Zemlje. Mi pa napovedujemo, da se to še lep čas ne bo zgodilo. Vsaj ne v pomembnejši meri.



KAJ PA ČE VSE TO ... NI ČISTO RES?

Microsoft bo ponovno zagnal nuklearno elektrarno Otok treh milj, Google naj bi vlagal v fuzijske elektrarne, Muskov xAI pa menda razmišlja o podatkovnih centrih v orbiti, ki bi jih poganjala sončna energija. Bodo potrebe po električni energiji v prihodnosti res tako ogromne?



MONITORPRO:

• Podatkovni centri • IT infrastruktura

Test Samsung Galaxy S26 Ultra | Test Dreame Matrix 10 Ultra | Čipi in pomanjkanje helija | Temna stran kriptna | Vse o Polymarketu | Upravljanje datotek PDF | Visoko-tehnološke igrače | Ne pustimo se slediti (v spletu)

Monitor
www.monitor.si



programming has never been easier

Smo uradni zastopnik za ELNEC v Sloveniji!

BeeProg3



70-0074



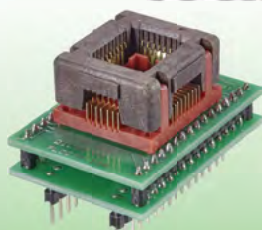
BeeProg2

BeeProg2C



BeeProg204P

70-0036



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