

SE
330

REVIJA ZA ELEKTRONIKO, AVTOMATIKO, RAČUNALNIŠTVO IN TELEKOMUNIKACIJE

svet ELEKTRONIKE

ISSN 1318-4679



9 771 318 467 014

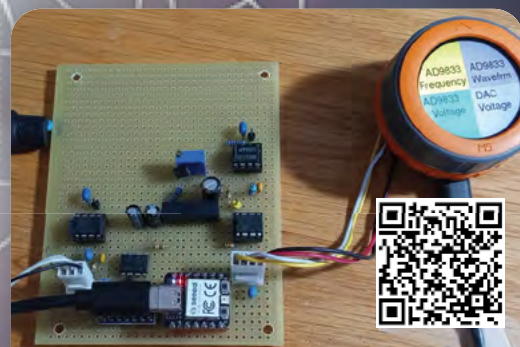


letnik XXXI
junij 2024
številka 330
cena:

5,00 €



Embedded World 2024



**M5Dial – naredite
generator signalov**



TS4871 NF stereo ojačevalnik

Platforma Tech Master Event

**Manjša in zmogljivejša
raztegljiva elektronika**

ADC zaznava zvok lomljenja stekla

**Izboljšanje življenja
z elektrokemičnim zaznavanjem**

Z našo ponudbo izdelkov prispevamo k višji kakovosti življenja

Predstavljajte si slušni aparat, ki otroku omogoči, da prvič v življenju sliši glas svojih staršev.

Izdelki, ki jih DigiKey prodaja, podjetjem pomagajo, da inovativne in izjemne zamisli preoblikujejo v praktične rešitve, ki spreminjajo življenja.

Poiščite svoj izdelek na digikey.si



DigiKey

we get technical

UVODNIK

- 4 In spet je tukaj poletje!
Jurij Mikeln

NOVICE

- 5 Platforma Tech Master Event
<https://www.tme.eu>
- 5 Izboljšanje življenja in znanosti z elektrokemičnim zaznavanjem
<https://www.onsemi.com>
- 7 Mariborski robotski izziv 2024: 23. Državno tekmovanje dijakov in učencev robocupjunior
<https://feri.um.si>
- 9 Manjša in zmogljivejša raztegljiva elektronika za nosljive naprave in vsadke
<https://earth.stanford.edu>
- 10 ADC zaznava zvok lomljenja stekla
<https://www.akm.com/eu/en>
- 11 NFC čitalnik podjetja STMicroelectronics prinaša izjemno razmerje med zmogljivostjo in ceno
<https://www.st.com>
- 12 TU Delft in VDL ETG T&D raziskujeta brezkontaktno ravnanje z rezinami za boljšo proizvodnjo čipov
[TUdelfthttps://www.tudelft.nl](https://www.tudelft.nl)

PREDSTAVLJAMO

- 14 Razvoj izdelkov za neto ničelno trajnost
Avtor: Rolf Horn
<https://www.digikey.com>
- 18 Tehnologija TMR odpira vznemirljive možnosti za številne načine uporabe
Avtorja: Maria Alejandra Salazar Martinez in Thomas Block
<https://www.rutronik.com>
- 22 Intervju z g. Kurylekom iz podjetja DigiKey
Avtor: Jurij Mikeln
<https://svet-el.si>
- 24 Embedded World 2024
Avtor: Jurij Mikeln
<https://svet-el.si>
- 32 Naslednja generacija visoko energetskega učinkovitega procesorja AI RZ/V2H za avtonomne robote
Avtor: Shingo Kojima
<https://www.renesas.com>

PROGRAMIRANJE

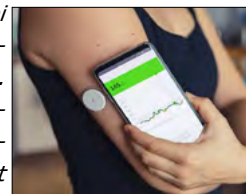
- 35 Shield-B, razvojna ploščica za Arduino Uno (1)
Avtorja: mag. Vladimir Mitrović in Robert Sedak
<https://svet-el.si>

SAMOGRADNJA

- 40 M5Dial uvod – 2. del
Avtor: Brian Millier
<https://svet-el.si>
- 48 TS4871 NF stereo ojačevalnik
Avtor: Jurij Mikeln
<https://svet-el.si>

Manjša in zmogljivejša raztegljiva elektronika

V današnji napredni tehnološki dobi se razširjenost in pomen elektrokemičnih senzorjev hitro povečujeta. Določanje količine kemikalij izboljšuje varnost, učinkovitost in ozaveščenost na različnih področjih, kot so medicinske in okoljske vede ter industrijska predelava materialov in hrane. Če to sposobnost zaznavanja združite z analogno vhodno...

**Stran:5****Embedded World 2024**

Od 9. do 11. aprila se je mednarodna skupnost ugnезdenih sistemov sestala na razstavišču v Nürnbergu. Na razstavi in konferenci Embedded world je svoje izdelke, rešitve in inovacije predstavilo več kot 1.100 razstavljalcev iz skoraj 50 držav. Kot vsako leto že zadnjih 10 let, smo se tudi letos udeležili največjega dogodka ugnезdenih sistemov v Evropi...

**Stran:24****M5Dial – naredite generator signalov**

Kot je navedeno v prvem delu članka, ima M5Dial dva Grove priključka: enega za zunanje I2C naprave in drugega za UART vrata (serijska). V mnogih primerih to zadostuje, saj obstaja veliko perifernih čipov, ki uporabljajo I2C vmesnik. Druga možnost je, da povežete ločen MCU prek UART ali I2C in ga uporabite kot podrejeni procesor. Ta podrejeni MCU...

**Stran:40****TS4871 NF stereo ojačevalnik**

Velikokrat smo že napisali, da živimo v času, ko so na voljo izjemne elektronske komponente po izjemno nizkih cenah. Tako je gradnja elektronskih vezij precej poenostavljena in tudi poceni. Tokrat vam predstavljamo NF stereo ojačevalnik v izjemno majhnem ohišju, ki je primeren za res miniatura naprave in za reprodukcijo na majhnih zvočnikih...

**Stran:48**<https://www.renesas.com>



Jurij Mikeln

REVIJA ZA ELEKTRONIKO,
AVTOMATIKO,
RACUNALNIŠTVO
IN TELEKOMUNIKACIJE

Ustanovljena leta 1994, izhaja mesečno, 11 števk 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 5,00 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.

Izid publikacije je finančno podprla Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS iz sredstev državnega proračuna iz naslova razpisa za sofinanciranje domačih poljudnoznanstvenih periodičnih publikacij.

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 lažno uporabo, prepoveduje pa se kakršnakoli reprodukcija projektov ali posameznih delov revije brez pisnega soglasja uredništva.

In spet je tukaj poletje!

In kako hitro je prišlo poletje kajne? Komaj smo dobro skočili v novo leto, že je tukaj junij in kmalu se bodo pričeli dopustniški časi ter šolske počitnice.

Letošnja pomlad je bila obarvana s sejmi. Nekatere sejme smo zgolj obiskali, na drugih smo bili udeleženi tudi aktivno kot razstavljalci. Hvala vsem, ki ste nas obiskali, da smo poklepetali o tem in onem.

Kot je bilo obljubljeno v pretekli številki revije Svet elektronike, smo vam v tokratni številki pripravili reportažo z obiska sejma/konference Embedded World (EW). Kot veste, mi je EW bolj pri srcu, kot pa sejem electronica v Münchnu. EW je fizično manjši in se ga da »obvladati« oziroma tudi ogledati v dveh dneh. Za sejem electronica bi za ogled potrebovali vse 4 dni, tako ogromen je. In še vedno ne bi videli vsega.

Poleg tega mi je EW bolj pri srcu tudi zato, ker na EW lahko dobim ustrezne tehnično podkovane sogovornike, kar je na electronici težje.

Tudi tokratna številka je malce bolj tehnična. V njej boste našli nekaj zanimivih člankov, kot je recimo uporaba M5Dial, ki smo ga že predstavili v predhodni številki. Tokrat je avtor članka Brian pripravil praktične napotke, kako skupaj z M5Dial narediti enostaven DDS generator kvadratnega, sinusnega in trikotnega signala. Gotovo vam bo prišel prav v vaši delavnici. Seveda pa M5Dial omogoča še marsikaj, recimo branje RFID kartic, povezavo s Home Assistant aplikacijo in še marsikaj drugega. Nekaj tega pripravljamo tudi za bodoče številke revije Svet elektronike.

Izmed novic se pa skorajda ne morem odločiti katero naj izpostavim, saj so vse zelo zanimive. Zanimivo je recimo to, kako bodo stroji rokovali s silicijevimi rezinami brez fizičnega stika. Prav ste prebrali – brez fizičnega stika bodo premikali silicijeve rezine. Zakaj je to sploh potrebno in kako bodo to naredili, si preberite v tokratni številki.

Zanimiva je tudi novica o senzorju, ki zazna zvok razbitja stekla. To je predvsem pomembno na področju varovanja objektov.

Jaz sem ravno dobro prišel iz prve mednarodne konference Seenergy v Celju, kjer so udeleženci razpravljali o sodobnih energetskih vprašanjih. Reportažo lahko pričakujete v naslednji številki. Če pa ste lastniki fotovoltaične elektrarne, si pa le rezervirajte 19. junij za udeležbo na Fotovoltaični konferenci v Ljubljani na Fakulteti za elektrotehniko.

Želim vam lepo poletje brez hudih neurij!

Lep pozdrav!
Jure



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,...

Platforma Tech Master Event

Transfer Multisort Elektronik Sp. z o.o.

Imate projekte, ki bi jih želeli pokazati svetu? Iščete inovativno in kreativno platformo, ki vam bo to omogočila? Spletišče Tech Master Event je zadetek v črno. Je idealen za ljubiteljice in ljubitelje tehnologij, ki radi eksperimentirajo in ustvarjajo.

Naša ekipa stalno razvija vedno zanimivejšo možnost za prijavo projektov, pred kratkim pa smo ustvarili letošnji tehnični natečaj Tech Master Event Tournament '24.

To je odlična priložnost za vse, ki želijo postati mojstri v različnih kategorijah (npr. Mojster izobraževanja, Mojster Arduino Cloud ali Mojster obnove).

Svoje projekte na natečaj prijavljajo ljudje s celega sveta: iz Evrope, Afrike, Azije in drugih celin. Ni pomembno, če ste začetnik ali pa že imate nekaj izkušenj. Šteje ustvarjalnost. Avtorjev najboljših idej ne čakajo samo denarne nagrade ampak tudi ugled in priznanje. Dovolite svetu, da odkrije vaš genij. Čas je za vaših pet minut!

T.M.E TECH
MASTER
EVENT

Tech Master Event je projekt poljske družbe Transfer Multisort Elektronik, ki je eden največjih na svetu distributerjev električnih in elektronskih komponent, opreme za servise in industrijske avtomatike.

Ste se pripravljani soočiti z izzivom? Obiščite [techmasterevent.com](https://www.techmasterevent.com) in pustite domišljiji prosto pot; čakajo vas mojstrski naslovi!

<https://www.tme.eu/si/sl/about-us/tech-master-event/>



<https://www.tme.eu>

onsemi

Izboljšanje življenja in znanosti z elektrokemičnim zaznavanjem

ONSEMI

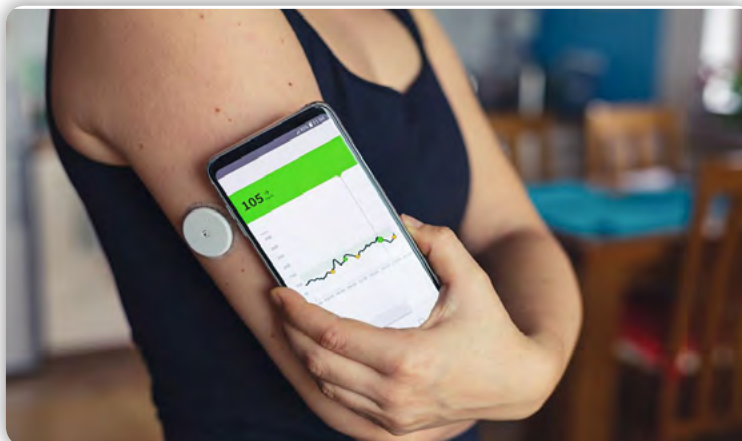
V današnji napredni tehnološki dobi se razširjenost in pomen elektrokemičnih senzorjev hitro povečujeta.

Določanje količine kemikalij izboljšuje varnost, učinkovitost in ozaveščenost na različnih področjih, kot so medicinske in okoljske vede ter industrijska predelava materialov in hrane. Če to sposobnost zaznavanja združite z analogno vhodno napravo (AFE) z nizko porabo energije in tehnologijo Bluetooth® Low Energy, lahko še povečate učinkovitost teh rešitev.

Povezani elektrokemični senzori lahko prispevajo k napredku znanstvenega razumevanja in izboljšajo kakovost našega življenja. Rešitve, kot so nosljive naprave za spremljanje ravni glukoze pri osebah s sladkorno boleznijo, detektorji plinov, ki se uporabljajo za ocenjevanje onesnaževalcev okolja, histaminski senzori za izboljšanje varnosti hrane ali industrijski potenciostatski ali korozijski senzori, imajo pomembno vlogo v sodobnem svetu.

Notranjost elektrokemičnega sensorja

Tipična postavitev elektrokemičnega sensorja v elektroniki vključuje sistem s tremi elektrodami (slika 2).



Jedro sensorja sestavljajo trije glavni deli (slika 2). Na delovni elektrodi (WE) poteka elektrokemična reakcija, ki povzroči pretok elektronov in proizvodnjo električnega toka. Protielektroda (CE) uravnava redoks reakcijo na WE za natančno zaznavanje, medtem ko referenčna elektroda (RE) meri potencial WE in zagotavlja povratno informacijo za napetost CE.

Na koncu se tok, ki ga proizvede WE, pretvori v napetost. Z dodatno digitalno obdelavo in brezžično komunikacijo je mogoče zgraditi zmogljive povezane rešitve, ki lahko omogočajo vpogled v okolje okoli nas in v naše telo.

Elektrokemične merilne aplikacije

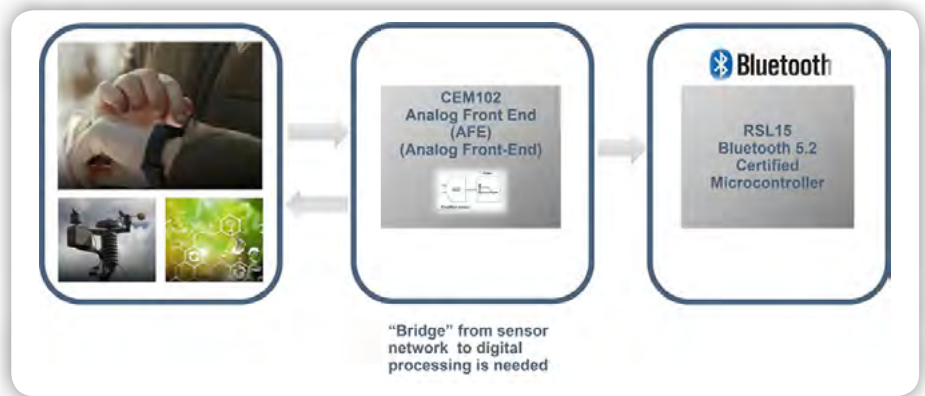
Elektrokemični senzori so bistvenega pomena za številne aplikacije za spremljanje bolnikov na daljavo, kot je neprekinjeno spremljanje glukoze (CGM), ki je ključni element pri zdravljenju sladkorne bolezni, kronične bolezni, ki prizadene vsakega enajstega človeka na svetu [1]. Trg naprav CGM naj bi med letoma 2023 in 2032 rasel po 9-odstotni letni stopnji rasti (CAGR) [2].

V okoljskih razmerah, vključno z merjenjem onesnaženosti/kakovosti zraka, se elektrokemični senzori uporabljajo za zaznavanje plinov, vključno z ogljikovim monoksidom, vodikovim sulfidom ter dušikovimi in žveplovimi oksidi. V proizvodnji hrane se uporabljajo ročne prenosne naprave in večje avtomatizirane rešitve za elektrokemično zaznavanje, ki zagotavljajo okus in odsotnost alergenov ali nevarnih kemikalij.

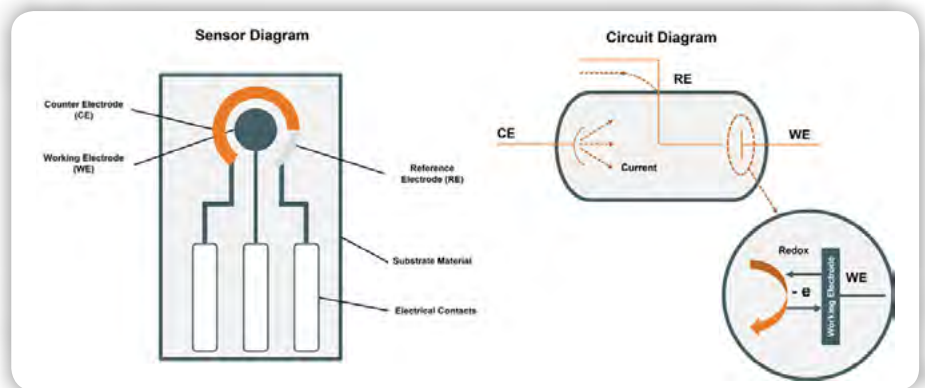
Natančne meritve, ki jih omogoča naprava AFE v kombinaciji z elektrokemičnim senzorjem, niso ključnega pomena le za zdravstveno oskrbo in industrijske procese, temveč nam pomagajo tudi pri razvoju znanstvenega znanja. Nosljive ali prenosne medicinske naprave na primer omogočajo neprekinjeno spremljanje ravni glukoze na daljavo, kar raziskovalcem omogoča vpogled brez primere, ki lahko pospeši inovacije in koristi svetovnemu prebivalstvu.

Rešitve za elektrokemične meritve podjetja onsemi

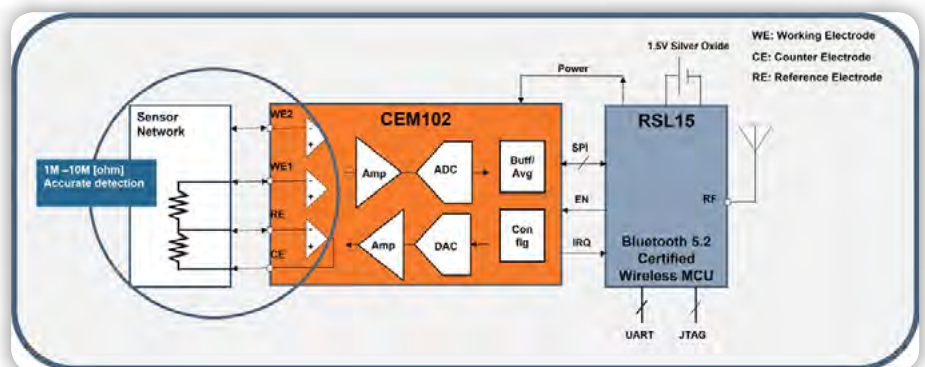
Podjetje onsemi je pred kratkim objavilo, da je na voljo CEM102 - najsodobnejši miniaturni AFE, zasnovan za natančno merjenje elektrokemičnih in amperometričnih tokov. CEM102 je zasnovan tako, da se poveže z brezžičnim mikrokontrolerjem RSL15 s certifikatom Bluetooth 5.2, ki zagotavlja varno Bluetooth Low Energy tehnologijo z najnižjo porabo v industriji. Ta rešitev razvijalcem omogoča, da razvijejo izjemno natančne, nizkoenergijske in kompaktne aplikacije za zaznavanje.



Slika 1: Onsemijeva platforma CEM102 + RSL15 prinaša elektrokemično zaznavanje v pametne medicinske in okoljske vede (Vir: onsemi)



Slika 2: Slika na levi prikazuje tipičen elektrokemični senzor, (ki je na voljo na trgu), na desni pa je prikazana redoks reakcija (Vir: onsemi)



Slika 3: kombinirana rešitev podjetja onsemi CEM102 AFE + RSL15 zagotavlja natančne elektrokemične meritve in brezžično komunikacijo (Vir: onsemi)

Rešitev CEM102 + RSL15 podjetja onsemi ponuja izboljšano natančnost, manj šuma in manjšo porabo energije v primerjavi s posameznimi rešitvami. Omogoča poenostavljen seznam materialov (BoM) in zagotavlja večjo prilagodljivost pri konfiguraciji, kar na koncu sprosti razvojne vire. Pomembno je, da je zaradi te prilagodljivosti rešitev primerna ne le za senzore na elektrokemijski osnovi, temveč za številne vrste senzorjev, pri katerih je treba natančno izmeriti majhen tok.

Platforma CEM102 + RSL15 podpira dve možnosti izbire baterije: 1,3-1,65 V in 2,375-3,6 V, pri čemer naprava porabi le 3,5

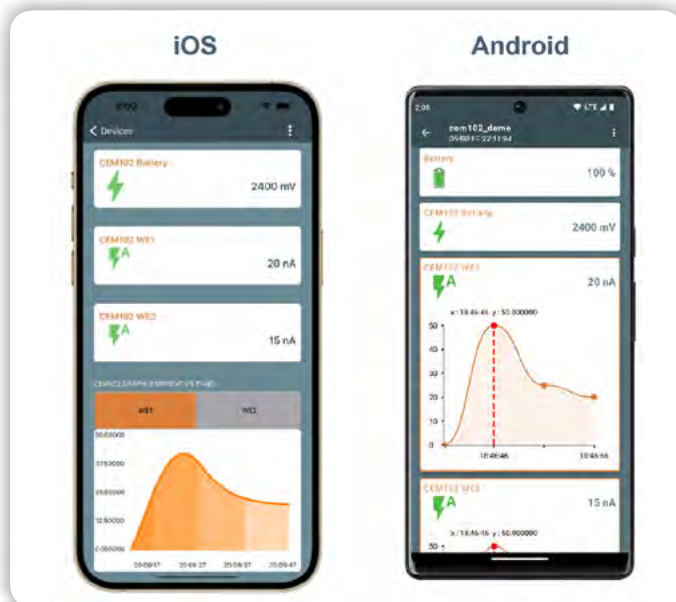
uA v aktivnem načinu merjenja z 18-bitnim ADC, ki neprekinjeno pretvarja analogno v digitalno vrednost.

To pomeni 14 dni delovanja s samo 3 mAh baterijo, kar je najboljše na trgu. S svojim kompaktnim ohišjem velikosti 1,884 x 1,848 mm in možnostjo delovanja z eno do štirimi elektrodami lahko pomaga ustvariti manjše in učinkovitejše nosljive zdravstvene rešitve ter izboljša uporabniško izkušnjo.

Za poenostavitev razvoja ponudba CEM102 + RSL15 z vrhunsko strojno opremo, obsežno razvojno podporo, ugnedeno programsko opremo in demo aplikacijami IOSAndroid™ omogoča stalno zaznavanje večjega števila senzorjev (slika 4).

Natančno zaznavanje in merjenje različnih kemijskih tokov odpira vrata novim znanstvenim dosežkom. S svojo majhno obliko in najnižjo porabo energije v panogi omogoča nadaljnjo miniaturizacijo in daljšo življenjsko dobo baterije za vse končne aplikacije. Rešitve, ki jih omogočata platformi CEM102 in RSL15, pomagajo inženirjem pri ustvarjanju kompaktnih, odpornih in cenovno dostopnih povezanih izdelkov, kot so tisti, ki se uporabljajo v zdravstvu in izboljšujejo uravnavanje glukoze, zmanjšujejo tveganja, povezana z diabetesom, ter se bolje vključujejo v naše življenje.

Elektrokemični senzori se pogosto uporabljajo v zdravstvu, pri spremljanju okolja in industrijski varnosti ter imajo ključno vlogo pri oblikovanju družbe. Vsestranskost te tehnologije daleč presega trenutno uporabo, vrhunske platforme, kot je onsemijeva, pa so bistvene tudi za nadaljnje znanstvene raziskave in odkrivanje novih aplikacij.



Slika 4: Demonstracijska aplikacija podjetja onsemi je zasnovana za delovanje z razvojno ploščo CEM102 (Vir: onsemi).

Viri:

- [1] <https://www.diabetes.co.uk/diabetes-prevalence.html>
- [2] <https://www.precedenceresearch.com/continuous-glucose-monitoring-device-market>

Povzeto po:

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

<https://www.onsemi.com>



Mariborski robotski izziv 2024: 23. Državno tekmovanje dijakov in učencev robocupjunior

UM FERI

V torek, 14. maja 2024, je na Fakulteti za elektrotehniko, računalništvo in informatiko potekal dogodek „Mariborski robotski izziv“, v sklopu katere je potekalo tudi tradicionalno 23. državno tekmovanje dijakov in učencev RoboCupJunior 2024.

RoboCupJunior je mednarodno robotsko tekmovanje, ki spodbuja inovativnost in znanost med mladimi na podlagi projektno zasnovanega učenja. Tekmovanje ponuja različne discipline, kjer je poudarek na timskem delu, reševanju problemov in doseganju ciljev.

Na državnem tekmovanju se je pomerilo 130 mladih talentov iz

celotne Slovenije, ki jih spremlja okrog 30 mentorjev. 47 ekip, ki je tekmovalo v različnih kategorijah.

Rezultati so bili naslednji:

KATEGORIJA RCJ REŠEVANJE ČRTA OŠ:

1. mesto: Ekipa HRAST3, OŠ narodnega heroja Rajka Hrastnik
2. mesto: Ekipa RoboKras OŠ Antona Šibelja - Stjenka Komen

3. mesto: Ekipa HRAST2, OŠ narodnega heroja Rajka Hrastnik

KATEGORIJA RCJ REŠEVANJE ČRTA SŠ:

1. mesto: Ekipa Speedwagon ŠC Celje, Gimnazija Lava
2. mesto: Ekipa INITIUM ŠC Celje, Gimnazija Lava
3. mesto: Ekipa KarstsMasters ŠC Nova Gorica, OŠ Antona Šibelja - Stjenka Komen

KATEGORIJA RCJ NOGOMET SŠ:

1. mesto: Ekipa TSC FootBot TŠC, Srednja strojna šola

KATEGORIJA RCJ REŠEVANJE LABIRINT

1. mesto: Ekipa SERŠ TEAM MAZE, SERŠ
2. mesto: Ekipa HOSE ŠTRUKL, SERŠ
3. mesto: Ekipa LEGO NINJAGO, SERŠ

KATEGORIJA RCJ SIMULACIJA

1. mesto: Ekipa SERS TEAM EREBUS, SERŠ
2. mesto: Ekipa Kinder Pingvin, SERŠ
3. mesto: Ekipa Spoži, SERŠ

Vsem tekmovalcem še enkrat čestitamo za izjemne dosežke! S svojim delom so dokazali, da so kreativni, inovativni in sposobni reševati kompleksne probleme. Prepričano smo, da bodo v prihodnosti dosegli še veliko uspehov.

<https://feri.um.si>



Manjša in zmogljivejša raztegljiva elektronika za nosljive naprave in vsadke

Stanford University

Raziskovalci na Stanfordu so razvili mehka integrirana vezja, ki so dovolj zmogljiva, da lahko poganjajo zaslon z mikro LED-icami, in dovolj majhna, da lahko na enem kvadratnem centimetru preberejo na tisoče senzorjev.

Majhna nosljiva ali vsadljiva elektronika bi lahko pomagala spremljati naše zdravje, diagnosticirati bolezni in omogočila izboljšano, samostojno zdravljenje. Da pa bi to dosegli brez poslabšanja ali poškodovanja celic, ki jih obkrožajo, se bo morala ta elektronika med gibanjem ne le upogibati in raztezati skupaj z našimi tkivi, temveč bo morala biti tudi dovolj mehka, da ne bo opraskala in poškodovala tkiv.

Notranje raztegljivi tranzistorji in integrirana vezja, ki se po sprostitvi s podporne podlage močno deformirajo. (vir: Donglai Zhong, Jiancheng Lai in Yuya Nishio iz skupine Bao na Univerzi Stanford)

Raziskovalci na Stanfordu se že več kot desetletje ukvarjajo z raztegljivimi elektronskimi napravami, ki so podobne koži. V članku, objavljenem v reviji Nature, so predstavili novo zasnovo in postopek izdelave koži podobnih integriranih vezij, ki so petkrat manjša in delujejo pri tisočkrat višjih hitrostih kot prejšnje različice. Raziskovalci so pokazali, da so njihova mehka integrirana vezja zdaj sposobna poganjati zaslon z mikro LED-icami in zaznati Braillovo pisavo s senzorjem, ki je občutljivejši od konic človeških prstov.

„Naredili smo velik korak naprej. Prvič se je zgodilo, da so raztegljiva integrirana vezja zdaj dovolj majhna in hitra za številne aplikacije,“ je dejal Zhenan Bao, profesor kemijskega inženirstva K. K. Lee na Stanfordu in glavni avtor članka. „Upamo, da bodo tako nosljivi senzori ter vsadljive nevronske in črevesne sonde postali bolj občutljivi, da bo delovalo več senzorjev in da bodo potencialno porabili manj energije.“

Tranzistorsko polje visoke gostote, pritrjeno na eno samo belo sezamovo seme s 1 000 tranzistorji na površini 1 mm² na konici prsta. (vir: Donglai Zhong in Jiancheng Lai iz skupine Bao na Univerzi Stanford)

Prilagodljivo, raztegljivo in funkcionalno

Jedro vezij so raztegljivi tranzistorji, izdelani iz polprevodniških ogljikovih nanocevk in mehkih elastičnih elektronskih materialov, razvitih v Baovem laboratoriju. Za razliko od silicija, ki je trd in krhek, imajo ogljikove nanocevke, vstavljene med elastične materiale, mrežasto strukturo, ki jim omogoča, da delujejo tudi, ko se raztezajo in deformirajo. Tranzistorji in



vezja so skupaj z raztegljivim polprevodniškim, prevodnim in dielektričnim materialom nanizani na raztegljivo podlago.

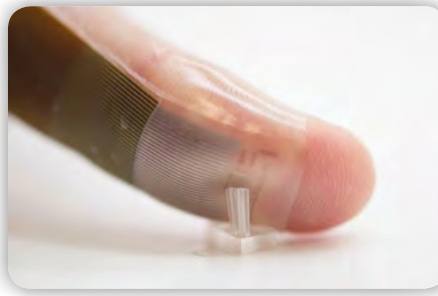
„To je večletni razvoj materialov in inženiringa,“ je dejal Bao. „Ne samo, da smo morali razviti nove materiale, ampak smo morali razviti tudi zasnovo vezja in postopek za izdelavo vezij. Veliko plasti je zloženih skupaj in če ena plast ne deluje, moramo vse skupaj začeti znova od začetka.“

Pri eni od predstavitev nove raztegljive elektronske zasnove so raziskovalci na kvadratni centimeter lahko namestili več kot 2.500 senzorjev in tranzistorjev ter tako ustvarili taktilno matriko z aktivno matriko, ki je več kot desetkrat bolj občutljiva kot človeški prsti. Raziskovalci so pokazali, da lahko senzorska matrika zazna lokacije in usmerjenost drobnih oblik ali prepozna cele besede v Braillovi pisavi.

„Pri Braillovi pisavi običajno zaznavamo po eno črko naenkrat,“ je povedal Donglai Zhong, podoktorski raziskovalec v Baovem laboratoriju in soavtor članka. „S tako visoko ločljivostjo bi lahko z enim samim dotikom zaznali celotno besedo ali morda celoten stavek.“

Raziskovalci so s svojimi raztegljivimi vezji poganjali tudi zaslon z mikro LED-icami s frekvenco osveževanja 60 Hz, kar je tipična frekvenca osveževanja računalniškega ali televizijskega zaslona. Prejšnje različice raztegljivih vezij pri majhnih velikostih niso bile dovolj hitre, da bi ustvarjale dovolj toka za to nalogo

„Zelo smo navdušeni nad temi izboljšavami zmogljivosti, saj nam omogočajo veliko novih stvari,“ je povedal Can Wu, podoktorski raziskovalec v Baovem laboratoriju in soavtor članka. „Preliminarni rezultati kažejo, da je mogoče naš tranzistor uporabiti za krmiljenje komercialnih zaslonov, ki se običajno uporabljajo na primer v računalniških monitorjih. Pri biomedicinskih aplikacijah pa bi lahko z visoko gostoto, mehko in prilagodljivo matriko zaznavali signale človeškega telesa, na primer iz možganov in mišic, v velikem obsegu in s fino ločljivostjo. To bi lahko privedlo do naslednje generacije vmesnikov med možgani in strojem, ki bi bili visoko zmogljivi in biokompatibilni.“



Senzorski niz z aktivno matriko, pritrjen na človeški prst. (vir: Donglai Zhong in Can Wu iz skupine Bao na Univerzi Stanford)

Mehka elektronika za prihodnost

Raziskovalci so namenoma razvili materiale in postopke, ki bi lahko delovali z obstoječimi orodji za izdelavo, da bi vezja lažje prešla v komercialno proizvodnjo. Njihov postopek temelji na tehnikah izdelave, podobnih tistim, ki se trenutno uporabljajo za izdelavo zaslonov, čeprav so uporabljeni materiali povsem drugačni. Proizvajalci teh vezij ne bi mogli izdelati brez dodatnih prilagoditev, vendar so orodja že na voljo, je dejal Bao. Seveda je še več ovir, preden bodo ta raztegljiva in mehka in-

tegrirana vezja pripravljena za komercializacijo. Gibanje telesa in tkiv lahko še vedno povzroči določena odstopanja v električnih lastnostih vezij - Bao in njeni sodelavci delajo na novih zasnovah, ki bi lahko zmanjšale te učinke - in naprave bodo potrebovale nekakšno mehko zaščito pred vlago, preden jih bo mogoče začeti uporabljati.

„Prihodnost te tehnologije je še vedno polna izzivov, vendar ta ne-

davni razvoj odpira nekaj zelo zanimivih biomedicinskih aplikacij za nosljivo in vsadljivo elektroniko,“ je dejal Bao. „Uporablja se tudi v mehki robotiki, saj robotom omogoča zaznavanje, ki se približuje človeškemu, zaradi česar je delo z njimi varnejše za ljudi.“

Povzeto po:

- <https://news.stanford.edu/stories/2024/03/advancing-toward-weara>

<https://earth.stanford.edu>



AsahiKASEI
MICRODEVICES

ADC zaznava zvok lomljenja stekla

AKM

Podjetje Asahi Kasei Microdevices Corporation (AKM) je razvilo AK5707, monofonski 16-bitni A/D pretvornik (ADC) z nizko porabo, ki je opremljen s posebno funkcijo zaznavanja zvoka Acoustic Activity Analyzer (AAA).

Ko zazna pričakovani zvok s prilagodljivimi nastavitvami parametrov, AAA odda prekinitveni signal za aktiviranje vgrajenega ADC ali zunanega SoC, ki deluje pri le 34 μ A. S tem se sistem preklopi v stanje mirovanja, kar znatno zmanjša porabo energije opreme v stanju pripravljenosti. Poleg tega lahko SoC s takojšnjim shranjevanjem podatkov, ki jih je zabeležil ADC, v notranji predpomnilnik povzema zvočne podatke za nazaj, preden se zbudi iz spanja.

Glede na aplikacije, kot so baterijsko napajani pametni varnostni senzorji, so razvili edinstven algoritem za zaznavanje zvokov razbitja stekla in izboljšali zmogljivost ignoriranja zvokov, ki niso zvoki razbitja stekla, s čimer so prihranili energijo.

ADC deluje s porabo samo 200 μ A, kar je 70 % manj, kot pri njihovih običajnih izdelkih, hkrati pa ohranja dinamični razpon 95 dB pri frekvenci vzorčenja 16 kHz.



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

Funkcija akustične analize, ki deluje s porabo 34 μ A, je več kot le zaznavanje ravni glasnosti; je zelo prilagodljiva z več akustičnimi parametri, ki jih je mogoče nastaviti.

Z zamenjavo algoritma je mogoče izvesti različne akustične analize, kot so zaznavanje vzorčnih zvokov, vključno z razbijanjem stekla, alarmom in glasom, ter razvrščanje zvočne vsebine glede na nizko ali visoko frekvenco ter kratko ali dolgo trajanje.

Monauralni ADC ima 16-bitno ločljivostjo in z vzorčenjem do 48 kHz ter dinamičnim razponom 96 dB.

Poraba toka ADC je le 200 μ A pri vzorčenju 16 kHz, kar se lahko uporablja v sistemu, kjer ADC stalno deluje z opremo, ki jo napaja baterija.

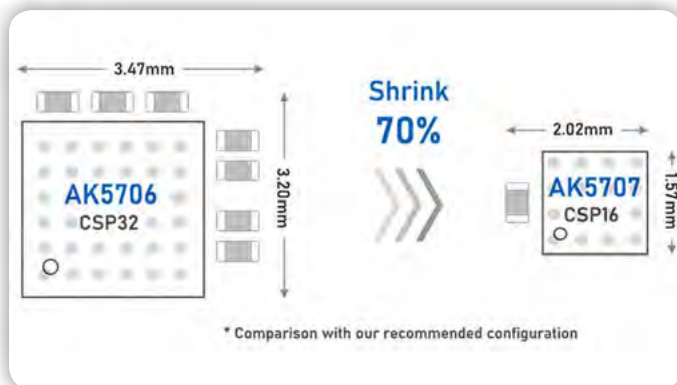
Za analogne vhode niso potrebni zunanji AC sklopni kondenzatorji, delovanje z enim samim 1,8V napajalnikom pa omogoča izdelavo sistemov z manjšim številom zunanjih komponent.

Lastnosti:

- Prilagodljive nastavitve akustičnih parametrov omogočajo zaznavanje različnih zvočnih vzorcev
- ADC deluje pri samo 200 μ A, S/N 95 dB in ima zadostno zmogljivost
- Montažna površina je v primerjavi z običajnim izdelkom podjetja AKH zmanjšana za 70 %.

Področja uporabe:

- Pametni senzorji



Slika: Primerjava velikosti čipa (vir: <https://www.akm.com/>)

- Varnostne kamere
- Varnostni javljalniki
- Pametne oznake
- Pametne ure

Trenutno so na voljo vzorci, serijska proizvodnja pa naj bi se začela septembra 2024.

Povzeto po:

- <https://www.akm.com/eu/en/about-us/news/2024/20240207-ak5707/>

<https://www.akm.com/eu/en>



NFC čitalnik podjetja STMicroelectronics prinaša izjemno razmerje med zmogljivostjo in ceno

STMicroelectronics

Novi NFC čitalnik je primeren za velikoserijske širokopotrošne in industrijske naprave.

ST25R100 novi NFC čitalnik podjetja STMicroelectronics za komunikacijo v bližnjem polju (NFC) zagotavlja edinstveno kombinacijo naprednih funkcij, zanesljive komunikacije in cenovne dostopnosti, kar povečuje vrednost brezstične interakcije v velikih količinah širokopotrošnih in industrijskih izdelkov.

ST25R100 z dimenzijami 4 mm x 4 mm združuje visoko zmogljivost in zanesljivost z nizko porabo energije ter podpira zmogljive primere brezstične uporabe. Majhna oblika poenostavlja

vgradnjo v izdelke, kot so tiskalniki, električna orodja, igralni terminali, gospodinjski aparati, medicinski pripomočki in naprave za nadzor dostopa.

„Brezstično povezovanje je odličen način za interakcijo vseh vrst izdelkov za namene, kot so prepoznavanje originalne dodatne opreme, naročanje potrošnega materiala in spremljanje uporabe,“ je povedal Sylvain Fidelis, vodja poslovne linije za več trgov pri družbi STMicroelectronics. „ST25R100 prinaša izjemno razmerje med zmogljivostjo in ceno ter dodatno pred-

nost hitrega razvoja z uporabo našega ekosistema programske opreme, zato našim strankam ponuja cenovno dostopno in enostavno ugnezdjeno rešitev.”

ST25R100 z naprednim nadzorom kakovosti signala in upravljanja energije zagotavlja močne in zanesljive brezžične povezave tudi v napravah z omejenim prostorom, ki omogočajo le majhno anteno. Poleg tega ima ST25R100 novo in izboljšano zaznavanje kartic z nizko porabo energije (LPCD). To v primerjavi z najsodobnejšimi napravami močno razširi območje zaznavanja in tako zagotavlja uporabniku prijazno izkušnjo.

ST25R100 vključuje napredni analogni vhodni del (AFE) in sistem za uokvirjanje podatkov, ki podpira standardne specifikacije NFC, NFC-A/B (ISO 14443A/B, do 106 kb/s) in NFC-V (ISO 15693, do 53 kb/s) za branje kartic.

Čitalnik ima širok razpon napajalne in periferne I/O napetosti od 2,7 V do 5,5 V. Številni načini delovanja pomagajo pri upravljanju porabe energije, saj omogočajo, da se tok naprave zmanjša na samo 1 μA za daljši čas delovanja v aplikacijah z baterijskim napajanjem. Na voljo je tudi način ponastavitve, ki porabi le 0,1 μA .



ST25R100 je zdaj na voljo v kompaktnem 24-pinskem TQFN ohišju velikosti 4 mm x 4 mm, ki omogoča, da majhne naprave zagotavljajo izkušnje z brezžičnimi karticami. Cene se začnejo pri 1,82 USD za naročilo 1000 kosov.

Povzeto po:

- <https://newsroom.st.com/media-center/press-item.html/n4623.html>

<https://www.st.com>



TU Delft in VDL ETG T&D raziskujeta brezkontaktno ravnanje z rezinami za boljšo proizvodnjo čipov

TUdelft

Vsakič, ko robotska roka pobere rezino in jo namesti v stroj za proizvodnjo čipov, se tvorijo zelo majhni delci, ki so škodljivi za postopek proizvodnje čipov.

Na Fakulteti za strojništvo TU Delft se ukvarjajo z novo generacijo manipulatorjev za rezine, ki lahko obdelujejo rezine brez nastajanja delcev. Eden od novih vidikov teh manipulatorjev je metoda, ki prenaša rezine brez mehanskega stika. Cilj novega sodelovanja med TU Delft in VDL ETG T&D je nadaljnji razvoj te tehnike, da bi bil postopek proizvodnje čipov učinkovitejši.



Slika silicijeve rezine (vir: <https://www.tudelft.nl/>)



Ekipa, ki razvija lebdeče rezine (vir: <https://www.tudelft.nl/>)

Svetovno povpraševanje po mikročipih je veliko, zato se iščejo načini za izboljšanje proizvodnega procesa. Raziskovalna skupina izrednega profesorja Rona van Ostayena se pri tem osredotoča na rezine. „Lahko si jih predstavljamo kot osnovo za čipe.“

Takšna rezina gre 80- do 100-krat skozi litografski stroj, ki plast za plastjo oblikuje čipe,“ pojasnjuje Van Ostayen. „Če nam bo uspelo skrajšati čas prehoda rezin, se bo predvidoma povečala proizvodna zmogljivost.“

Lebdeče rezine

Rezine, pogosto izdelane iz silicijevega kristala, se s strojem VDL ETG prenesejo v litografske stroje, kot so tisti, ki jih izdeluje podjetje ASML. To se zdaj izvaja z robotsko roko, ki fizično pobere rezino. „Temu mehanskemu stiku se želimo izogniti,“ pravi Van Ostayen. To dosežejo z uporabo inovativnega koncepta. Ta omogoča brezkontaktno ravnanje z rezino, kar pomeni, da rezina dejansko lebdi skozi stroj. Van Ostayenova skupina se že dolgo ukvarja s tehnikami, s katerimi bi to uresničili. Ker lahko zdaj uporabljajo strokovno znanje podjetja VDL ETG T&D, upajo, da se bo ta tehnika uveljavila v vsakdanji praksi.

Brezkontaktno premikanje rezin ni vedno mogoče ali zaželeno. Zato je v središču tega projekta še eno vprašanje: kako narediti mehanski stik čim bolj prijazen? Zato raziskovalci preučujejo nove modele in tehnologije materialov. Profesor Just Herder

z Oddelka za precizno in mikrosistemsko inženirstvo raziskuje možnost uporabe mehanizmov, ki se prilagajajo.

V skladu s tem docent Sid Kumar z Oddelka za znanost in inženirstvo materialov išče najprimernejši material za te mehanizme. Ker mora material izpolnjevati številne zahteve, to ni tako enostavno. Kumar se posebej ukvarja s pametnimi metamateriali. „Nitinol je zlitina z oblikovnim spominom, ki jo včasih imenujemo pametna kovina. Gre za zlitino, ki si zapomni svojo prvotno obliko in se po segrevanju vedno vrne v to obliko. Z združitvijo nitinola s ciljno usmerjeno strukturno zasnovano želimo ustvariti inovativne pametne metamaterialne, ki izkoriščajo lastnosti, ki presegajo lastnosti, značilne za sam nitinol.“

Ta projekt pomeni začetek novega sodelovanja med TU Delft in VDL ETG T&D. „V prihodnosti nameravamo skupaj začeti še več projektov,“ pravi Van Ostayen. „Veliko se lahko naučimo iz njihovega strokovnega znanja na področju natančnih proizvodnih procesov in metod načrtovanja visokotehnoloških sistemov. Poleg tega so dragocen partner za študentske projekte.“

Povzeto po:

- <https://www.tudelft.nl/en/2024/me/news/tu-delft-and-vdl-etg-td-research-contactless-wafer-handling-for-better-chip-production>



<https://www.tudelft.nl>

Razvoj izdelkov za neto ničelno trajnost

Digi-Key Electronics

Avtor: Rolf Horn

Velesile se usklajujejo, da bi zagotovile pomembne poslovne zahteve glede trajnosti v naslednjih desetletjih. Po vsem svetu se vlade, podjetja in ljudje združujejo v podporo cilju neto ničelnih emisij ogljika do leta 2050.

Za razvijalce izdelkov bi bilo pametno, da neto ničelno trajnost vključijo v svoje načrte za prihodnje izdelke. V nasprotnem primeru tvegajo izgubo posla zaradi konkurentov, ki se bolje odzivajo na intenzivne pritiske trga.

Nacionalno združenje proizvajalcev (NAM) je konec leta 2022 poročalo, da 58 % anketiranih vodij proizvajalcev meni, da je trajnost bistvenega pomena za prihodnjo konkurenčnost, kar je bistveno več kot v podobni raziskavi leta 2019.¹ Trajnost se v primeru proizvajalcev in proizvodnje nanaša na zmožnost nadaljevanja procesov in praks dalj časa brez izčrpanja virov, kot so elektrika, materiali in voda, od katerih so odvisni.

Izraz neto ničla je bil prepoznan leta 2015 pod okriljem Združenih narodov, ko je 196 držav sprejelo Pariški sporazum, mednarodno pravno zavezujočo pogodbo.² Nato je leta 2017 mednarodni odbor ZN leto 2050 določil kot ciljno za doseganje neto ničelnih ciljev za emisije ogljikovega dioksida (CO²) in znatno zmanjšanje emisij, ki ne vključujejo CO². Kljub pomanjkanju kakršnega koli splošnega mandata za izvajanje, vlade in podjetja vse pogosteje sprejemajo neto ničelne cilje:

Trideset držav, vključno z ZDA, se je zavezalo, da bodo do leta 2050 dosegle neto ničelni cilj za svoje vladne operacije in do leta 2030 zmanjšale emisije za 65 %.

Polovica od 2000 svetovnih podjetij, ki kotirajo na borzi, si je zastavila neto ničelne cilje, kar predstavlja 66 % letnega prihodka za to kategorijo najboljših 2000.³

45 % anketirancev NAM pravi, da so si njihova podjetja zadala uradne neto ničelne cilje, 30 % pa jih namerava to doseči do leta 2030.⁴

Komercialne posledice neto ničle

Poslovne posledice neto ničelne trajnosti so ogromne.

Agencije za obrambo ZDA so leta 2022 za izdelke porabile približno 210 milijard dolarjev, medtem ko so civilne agencije porabile 49 milijard dolarjev.⁵ Evropska komisija pri predlogu proizvodnega ekosistema proizvodov z neto ničelno tehnologijo predvideva, da bo svetovni trg množično proizvedenih neto ničelnih tehnologij do leta 2030 znašal 600 milijard evrov letno.⁶

Proizvajalci naj bi med drugim izdelovali izdelke za električna vozila in infrastrukturo, posodobljena električna omrežja, krmilnike za stavbe in toplotne črpalke. Poleg tega bodo naložbe v tehnologijo zajemanja ogljika prinesle potrebo po novih zasnovah izdelkov in rešitvah za nadgradnjo obstoječih proizvodnih obratov.

Prehod na neto ničlo bo zahteval obsežno prerazporeditev kapitala, ki bo do leta 2050 verjetno znašal stotine bilijonov ameriških dolarjev in drugih enakovrednih valut. To bo zahtevalo obsežno preobrazbo tega, kako poslujejo v proizvodnem sektorju, od tega, kako napajajo svoje obrate in orodja, do uporabe lažjih in močnejših materialov.

To bo vplivalo na celotne dobavne verige v proizvodnji. Proizvajalci, ki merijo svoj napredek do neto ničle, bodo morali izračunati svoj skupni ogljični odtis, vključno z napredkom glede neto ničle svojih dobaviteljev. Podjetja, ki želijo izkoristiti poslovne priložnosti neto ničle, bodo morala dokazati, da si prizadevajo doseči neto ničelne cilje.

Podjetja bodo morala izračunati vpliv ogljika v celotnem življenjskem ciklu izdelka, od nabave materialov do upravljanja ob koncu življenjske dobe. Oblikovalci se morajo naučiti novih veščin, prilagoditi ali zamenjati obstoječe procese in prenoviti delovanje, da bi trajnost postala temeljni koncept oblikovanja. Ključna področja najboljših praks vključujejo:

- Sprejemanje praks krožnega gospodarstva, ki zmanjšujejo porabo materialov in ponovno zajemajo odpadne proizvode za uporabo v proizvodnji novih materialov ter izdelkov.
- Optimizacija procesov za dekarbonizacijo razvoja izdelkov, vključno z zmanjšanjem porabe materialov in virov pri proizvodnji izdelkov.
- Inovacije v novih konceptih oblikovanja in vlaganje v nova orodja ter tehnologije za doseganje energetsko učinkovitejših izdelkov in procesov.
- Spodbujanje neto ničelne miselnosti z osredotočanjem na vprašanja upravljanja sprememb, vključno s podporo zagovornikom trajnosti v organizaciji, obravnavanjem strahov in odpora delavcev ter ponovnim usposabljanjem in uvajanjem novih veščin, potrebnih za doseganje neto ničelnih ciljev.
- Razširitev uporabnosti mehanskih sistemov z digitaliziranimi storitvami, ki po potrebi zagotavljajo nove lastnosti in funkcije.

Izkoriščanje predplačil dobaviteljev

Analog Devices, Inc. (ADI) je 12 milijard dolarjev vreden (FY2023) vodilni svetovni proizvajalec polprevodnikov, ki združuje analogne, digitalne in programske tehnologije za povezovanje fizičnega ter digitalnega sveta. Njegovi izdelki pomagajo spodbujati napredek v digitaliziranih tovarnah, avtomatizaciji zgradb, mobilnosti in digitalnem zdravstvu. Zavezani so doseganju neto ničle do leta 2050 ali prej, zmanjšanju emisij ogljika obsega 1 in 2 za 50 % do leta 2030 in preusmeritvi 100 % odpadkov iz proizvodnih obratov podjetja ADI do leta 2030.

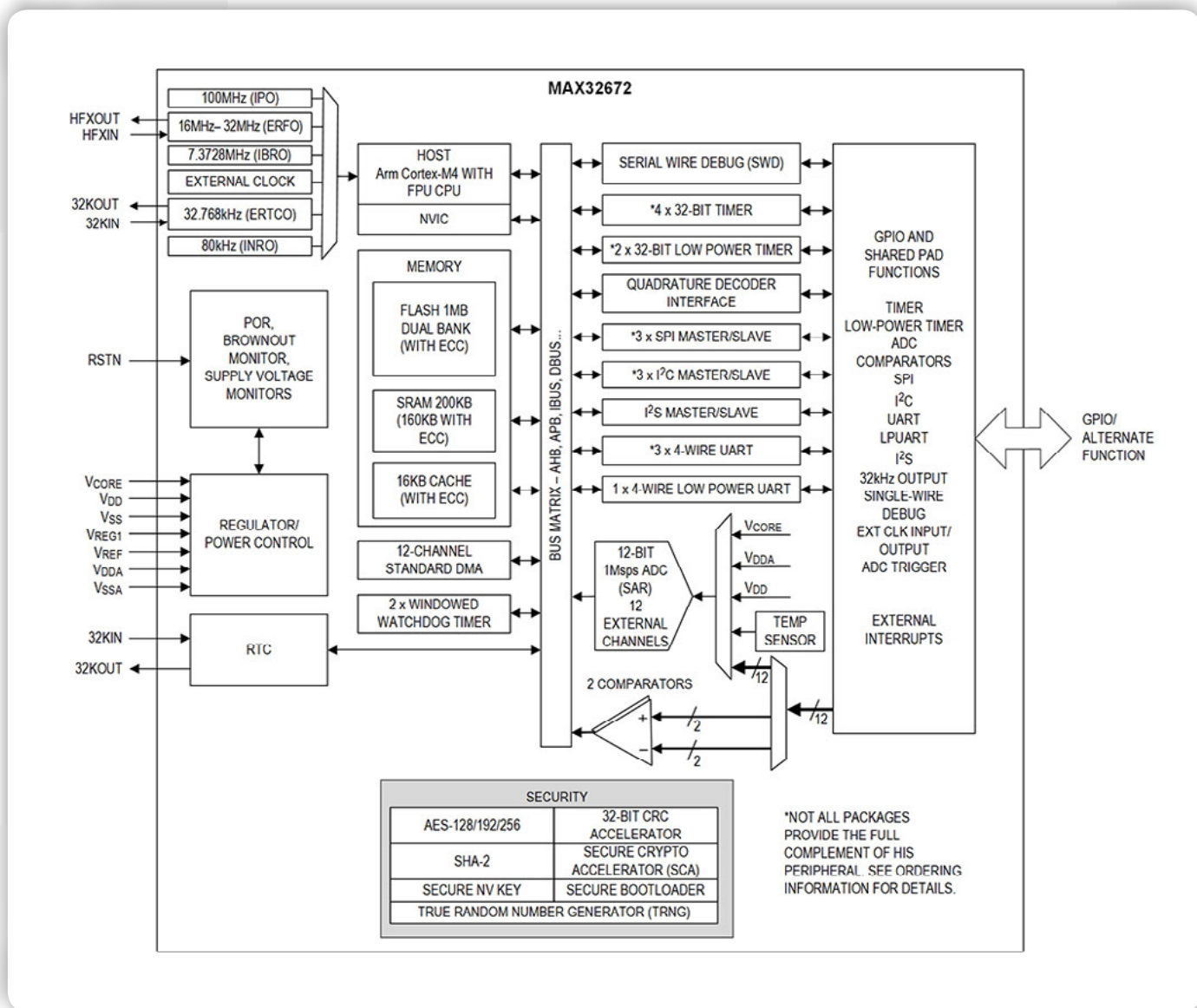
Podjetje ADI želi zmanjšati porabo energije, podaljšati življenjsko dobo sredstev in zmanjšati porabo surovin z energijsko učinkovitim nadzorom gibanja, natančnim nadzorom stanja sredstev z nizko porabo energije in prilagodljivim inteligentnim zaznavanjem, aktiviranjem ter krmiljenjem.

Z obsežnim portfeljem ADI oblikovalcem izdelkov ponuja širok nabor komponent, namenjenih izboljšanju energetske

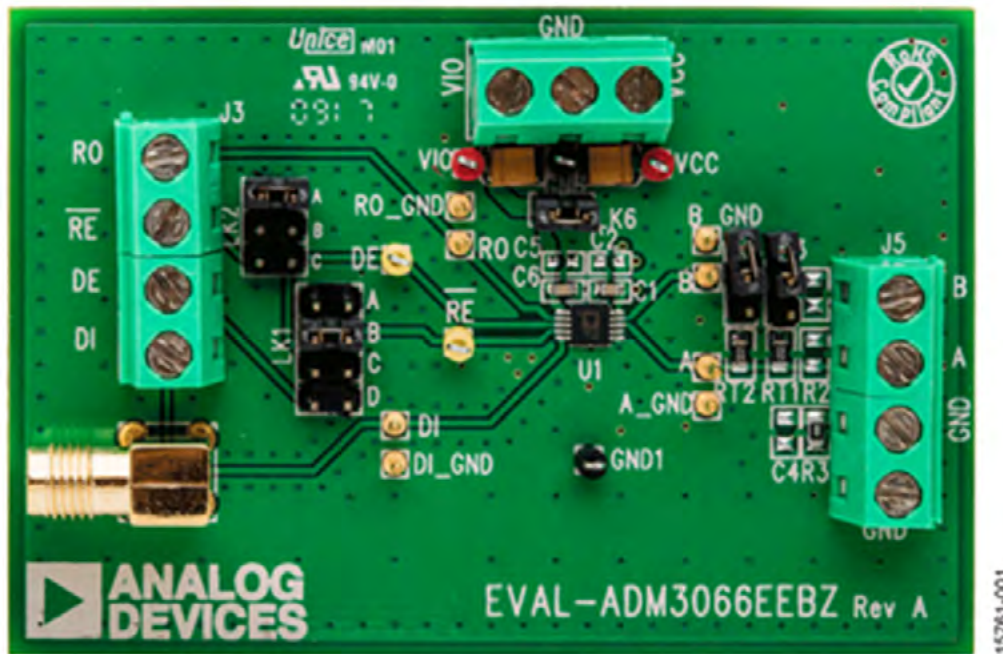
učinkovitosti v industrijski avtomatizaciji in aplikacijah za pametne stavbe:

Pogoni s spremenljivo hitrostjo: Ocenjuje se, da električni motorji predstavljajo približno 65 % porabe električne energije v industriji.⁷ Zgodovinsko gledano ima večina teh motorjev fiksno rotacijo in če bi vse opremili s pogoni s spremenljivo hitrostjo, bi lahko zmanjšali globalno porabo energije do 10 %.⁸ Rešitve podjetja ADI s pogoni s spremenljivo hitrostjo vključujejo visokozmogljivo zaznavanje toka in napetosti, močno izolacijo, upravljanje porabe z visoko gostoto ter brezhibno povezljivost.

Visokonapetostni ojačevalniki za zaznavanje toka s široko pasovno širino, kot sta AD8410A in AD8411A, izvajajo dvosmerne meritve toka prek soupora, da zagotovijo povratne informacije, ki lahko izboljšajo zmogljivost pogona in določijo pasovno širino ter odzivni čas motorjev, s čimer zagotovijo, da motor deluje z največjo učinkovitostjo. Upravljanje porabe energije v manjših okoljih je ključni dejavnik pri zasnovi. ADI ponuja integrirana vezja povratnega preklopnega regulatorja, kot je MAX17692,



Slika 1: Poenostavljen blokni diagram mikrokontrolerja MAX32672. (Vir slike: Analog Devices, Inc.)



Slika 2: Razvojna plošča podjetja ADI EVAL-ADM3066EEBZ ima odtis za poldupleksni oddajnik-sprejemnik RS-485 ADM3066EBRMZ v ohišju MSOP-10. (Vir slike: Analog Devices, Inc.)

ki zaznavajo izolirano izhodno napetost neposredno iz povratne valovne oblike na primarni strani med prevajanjem usmernika na sekundarni strani. Brez potrebe po ojačevalniku na sekundarni strani in optičnem spojniku lahko načrtovalci prihranijo do 20 % prostora na plošči tiskanega vezja (PCB) v primerjavi s tradicionalnim povratnim pretvornikom.⁹

Kodirniki položaja: Izjemno učinkoviti servo-motorji z natančnim nadzorom položaja in navora lahko optimizirajo porabo energije z omogočanjem hitrejšje obdelave kompleksnih komponent. Tehnologija natančnega prilagajanja in pretvorbe signala podjetja ADI natančno meri signale manjše jakosti v hrupnih industrijskih okoljih. Podjetje ADI ponuja pomoč pri razvoju visokozmogljivih rešitev za kodirnik položaja, ki zagotavljajo napredno delovanje krmilne zanke, učinkovitost in izjemno integrirano tehnologijo za upravljanje porabe energije, ki lahko zmanjša porabo energije, potrebno v procesu obdelave, in poveča zmogljivost tovarne.

Tehnologije podjetja ADI lahko pomagajo pospešiti čas do prihoda na trg z zagotavljanjem izjemno zmogljivih rešitev za kodirnik položaja. Podjetje ponuja portfelj visoko integriranih optičnih, magnetnih in predpomnilniških komponent kodirnika položaja v faktorjih manjših oblik. Linearni regulator z nizkim padcem napetosti (LDO) s trojnim izhodom ADP320 ima nizek mirovni tok, nizek padec napetosti in širok razpon vhodne napetosti za napajanje vseh komponent v signalnih verigah optičnega in magnetnega kodirnika.

Poenostavljen blokovni diagram MAX32672 podjetja ADI je prikazan na sliki 1. Je majhen, izjemno nizkoenergijski, visoko integriran in zanesljiv 32-bitni mikrokontroler, ki omogoča zasnovane s kompleksno obdelavo senzorjev brez ogrožanja življenjske dobe baterije in lahko zagotovi enostavno, stroškovno optimalno pot starih modelov 8- ali 16-bitnih mikrokontrolerjev.

Razvijalci, ki v motorje vgrajujejo kodirnike za podporo naprednih proizvodnih zmogljivosti, bodo imeli koristi zmanjšanih faktorjev oblik kodirnikov.

Integrirano upravljanje porabe energije: Podjetje ADI zagotavlja kakovostne integrirane rešitve za upravljanje mikroenergije v kompaktnih integriranih vezjih, vključno z nizkošumnimi regulatorji, kot je LT3029, za aplikacije, kot so linearni regulatorji za splošno uporabo, sistemi z baterijskim napajanjem in napajalniki z mikroprocesorskim jedrom/logični napajalniki, kot tudi LT3024, ki je primeren za mobilne telefone, brezžične modeme in frekvenčne sintetizatorje.

Zanesljiva povezljivost: Podjetje ADI ponuja delne in celotne dvojne oddajnike-sprejemnike RS-485 za zanesljiv prenos podatkov pri visokih hitrostih prenosa podatkov. Na primer ADM3066E in ADM3067E zagotavljata visoko hitrostno dvo-smerno podatkovno komunikacijo 50 Mb/s na večtočkovnih vodilnih prenosnih linijah in imata vhodno impedanco 1/4 enote obremenitve, ki omogoča do 128 oddajnikov-sprejemnikov na vodilu. Razvijalci lahko izkoristijo več razvojnih plošč, kot je EVAL-ADM3066EEBZ (slika 2), za pomoč pri oceni in prikazu zmogljivosti teh oddajnikov-sprejemnikov.

Krmilniki za stavbe: Da bi nove in obstoječe zgradbe naredili bolj trajnostne, so potrebne tehnologije merjenja, povezljivosti in obdelave za nadzor HVAC ter razsvetljave, zaznavanje zasedenosti in spremljanje okoljskih razmer. To bo spodbudilo povpraševanje po pametnih robnih napravah, ki bodo omogočile digitalizacijo sistemov stavb.

Sistemi za avtomatizacijo stavb običajno vključujejo več krmilnikov in različnih vozlišč, od katerih vsako zahteva zanesljivo povezljivost. ADIN1110 je oddajnik-sprejemnik z nizko porabo energije z enimi vrati z integriranim vmesnikom za nadzor

dostopa do medijev (MAC), ki zahteva nižjo skupno porabo energije na sistemski ravni in ima integrirano vezje za nadzor napajanja ter ponastavitve ob vklopu za izboljšanje odpornosti na ravni sistema.

Pametne stavbe potrebujejo učinkovito upravljanje energije na robu. LTC4296-1 podjetja ADI omogoča napajanje z enim napajanjem prek Ethernet (SPoE) za krmilnike in stikala 10Base-T1L s prenosom do 52 W moči ter podatkov prek enega kabla UTP. LTC9111 je krmilnik napajalne naprave SPoE, skladen s standardom IEEE 802.3cg, posebej primeren za sisteme, ki temeljijo na klasifikaciji in avtomatizaciji zgradb in tovarn.

Zaključek

Naraščajoče povpraševanje po neto ničelni trajnosti do leta 2050 predstavlja ogromno priložnost za izdelke, ki podpirajo proizvodne inovacije, preoblikovanje orodij in napredovanje novih tehnologij. Čeprav se leto 2050 morda zdi daleč, podatki, navedeni v tem članku, poudarjajo, da vladni, poslovni in družbeni pritiski že vplivajo na to, da številna podjetja v svoje trenutne strategije vključijo neto ničelne cilje do leta 2050 in ogljčno nevtralnost do leta 2030. Vsak dobavitelj bo na koncu verjetno moral prikazati napredek pri doseganju teh ciljev. Oblikovalci izdelkov, ki proaktivno vključujejo te cilje v svoje načrtovanje, postopke in dobavo komponent, bodo imeli prednosti enega največjih industrijskih preoblikovanj doslej.

Viri:

- 1 <https://nam.org/sustainability-is-a-top-manufacturer-priority-survey-shows-19992/?stream=business-operations>
- 2 <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement>
- 3 <https://zerotracker.net/analysis/new-analysis-half-of-worlds-largest-companies-are-committed-to-net-zero>
- 4 <https://nam.org/sustainability-is-a-top-manufacturer-priority-survey-shows-19992/?stream=business-operations>
- 5 https://gaoinnovations.gov/Federal_Government_Contracting/
- 6 https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/IP_23_1665
- 7 <https://iea.blob.core.windows.net/assets/98909c1b-aabc-4797-9926-35307b418cdb/WEO2019-free.pdf>
- 8 <https://new.abb.com/news/detail/75020/abb-urges-greater-adoption-of-high-efficiency-motors-and-drives-to-combat-climate-change-global-electricity-consumption-to-be-reduced-by-10>
- 9 <https://www.analog.com/media/en/technical-documentation/data-sheets/max17692a-max17692b.pdf>

<https://www.digikey.com>



Tehniška založba Slovenije
www.tzs.si | narocila@tzs.si
Lepi pot 6, 1000 Ljubljana
 080 17 90



7 €

168 strani
REDNA CENA: 29,99 €



92 strani
REDNA CENA: 9,99 €



20 €

256 strani
REDNA CENA: 35,99 €

Nasveti in opravila so uporabni v vseh vrstah vrtov, od majhnih dvorišč do vrtičkov in pravih zelenjavnih vrtov.



Tehnologija TMR odpira vznemirljive možnosti za številne načine uporabe

RUTRONIK GmbH

Avtorja: Maria Alejandra Salazar Martinez, vodja analognih izdelkov in tipal pri podjetju Rutronik in Thomas Block, vodja izdelkov pri podjetju Bosch Sensortec

Številnih načinov uporabe si brez magnetometrov sploh ne moremo predstavljati. Drugi lahko z njimi delujejo bolje ali imajo nove funkcije. Nova tehnologija tunelske magnetoupornosti zdaj odpira še več možnosti.

Magnetometri merijo magnetno polje ali magnetni dipolni moment. Tipičen magnetometer je kompas. Meri smer okoliškega magnetnega polja, v tem primeru zemeljskega. Različne vrste tipal magnetnega polja zaznavajo smer, jakost ali relativno spreminjanje magnetnega polja na določenem mestu.

Magnetometri se že desetletja uporabljajo v avtomobilih in industriji, v elektroniki za široko rabo pa jih običajno najdemo v pametnih telefonih, nosljivih napravah, očalih za dopolnjeno/navidezno resničnost (AR/VR), dronih, robotih, napravah za pametni dom ter IoT napravah. Prihajajo pa tudi vznemirljivi novi načini uporabe, kot so določanje usmerjenosti glave za 3D-zvok, izboljšana navigacija v zaprtih prostorih, določanje položaja in zaznavanje hitrosti. Ena od vrst magnetnih tipal so Hallova tipala.

Hallova tipala imajo velik tržni delež

Hallovo tipalo deluje z zaznavanjem Hallovega učinka oziroma Hallove napetosti. Hallova tipala se imenujejo po Edwinu Hallu, ki je leta 1879 ugotovil, da tipalo, ki je nameščeno navpično glede na vodnik, po katerem teče tok, elektrone v vodniku vleče na eno stran in s tem povzroči razliko potenciala (napetost). Hallov učinek torej kaže jakost magnetnega polja v bližini vodnika. Uporablja se v tipalih, ki na podlagi ugotovljene Hallove napetosti kažejo prisotnost, odsotnost ali jakost magnetnega polja. Sodobna Hallova tipala z visoko stopnjo integracije vključujejo različne funkcije za obdelavo signala tipala, kot so diferencialno razporejeni Hallovi elementi, instrumentacijski ojačevalniki, A/D-pretvorniki in celo mikrokontrolerji (odvisno od različice). Čeprav Hallova tipala delujejo tako, da zaznavajo magnetno polje, jih je mogoče uporabiti za merjenje številnih fizikalnih količin, kot so položaj, temperatura, tok in tlak.

Zaradi izpopolnjene in stroškovno učinkovite proizvodnje imajo Hallova tipala že dolgo velik tržni delež. V glavnem jih sestavlja tanek kos pravokotnega polprevodnika p-tipa, kot je galijev arzenid (GaAs), indijev antimonid (InSb) ali indijev arzenid (InAs), skozi katerega neprekinjeno teče tok. Če je tipalo v magnetnem polju, magnetno polje učinkuje na nosilce naboja (elektrone in vrzeli) v polprevodniku in jih s tem odklanja na obe strani polprevodniške ploščice. To premikanje nosilcev na-

boja povzroča magnetna sila, ki so ji izpostavljeni, ko potujejo skozi polprevodnik. Izhodno napetost Hallovega senzorja imenujemo Hallova napetost (UH) in je sorazmerna gostoti magnetnega polja v polprevodniškem materialu (izhod $\propto B$). Takšna silicijeva Hallova tipala pa imajo omejeno izhodno moč, nizko točnost in velike odmike.

Tipala AMR z omejenimi področji uporabe

Alternativa Hallovim tipalom so tipala na anizotropno magnetoupornost (angl. Anisotropic Magnetoresistance – AMR). Magnetoupornost (angl. Magnetoresistance – MR) je sprememba električne upornosti vodnika, ki jo povzroči magnetno polje. Če se električna upornost zaradi magnetnega polja zmanjša, pravimo temu negativna magnetoupornost.

Na splošno se uporabljata dve opredelitvi relativne spremembe upornosti zaradi magnetnega polja: Vrednost MR_0 je opredeljena kot razlika med upornostjo z magnetnim poljem in upornostjo brez polja, deljena z upornostjo brez polja.

$$MR_0 = \frac{R_H - R_{0T}}{R_{0T}} \cdot 100$$

Vrednost MR_p je opredeljena kot razlika med upornostjo z magnetnim poljem in upornostjo v nasičenem polju, deljena z upornostjo v nasičenem polju. Maksimalna vrednost je lahko poljubna.

$$MR_p = \frac{R_{(\uparrow\uparrow)} - R_{(\uparrow\downarrow)}}{R_{(\uparrow\uparrow)}} \cdot 100$$

Učinek AMR je bil odkrit leta 1856 in je bil leta 1971 prvič uporabljen v pretvornikih za branje magnetnih trakov. Podjetje Honeywell je razvilo magnetni pomnilnik z naključnim dostopom (angl. Magnetic Random Access Memory – MRAM), ki temelji na učinku AMR.

Tipala AMR je mogoče uporabljati tudi kot kompas za merjenje zemeljskega magnetnega polja. Razen tega je njihova uporaba omejena. Čeprav več proizvajalcev polprevodnikov ponuja vrsto tipal AMR, je njihova magnetoupornost običajno manjša od pet odstotkov. Tradicionalna tipala AMR poleg tega zahtevajo dodatne tokokroge ali trajne magnetne za obnovitev namagnetena tanke plasti po uporabi. To oteži vgradnjo v ohišje in povzroči višje stroške.

Tipala GMR za številne načine uporabe

Poznamo tudi učinek ogromne magnetoupornosti (angl. Giant Magnetoresistance – GMR), ki sta ga Peter Grünberg in Albert Fert neodvisno opazila leta 1986 kot nenavadno magnetoelektronsko obnašanje na plasteh Fe/Cr/Fe. Za to sta leta 2007 prejela Nobelovo nagrado za fiziko.

Če sta dve plasti železa feromagnetno sklopljeni z nemagnetno plastjo kroma, je upornost nizka, saj lahko elektroni potujejo v drugo plast železa, ne da bi spremenili spin. Razmerje MR v kovinski zgradbi spinskega ventila običajno znaša okoli deset odstotkov.

Podjetje IBM je tipala GMR kmalu začelo uporabljati kot magnetne bralne glave v trdih diskih in s tem doseglo večje pomnilniške zmogljivosti. Od takrat se tipala GMR uporabljajo tudi za številne druge namene.

Tehnologija TMR spodbuja inovacije v tehnologiji tipal in računalniški industriji

To pa še ne pomeni, da je razvoj magnetometrov končan; tehnologija, ki izkorišča pojav tunelske magnetoupornosti (angl. Tunnel Magnetoresistance – TMR) se je ves čas izpopolnjevala. Je točnejša, ima manj šuma in porabi manj energije kot prejšnje tehnologije magnetometrov. Zaradi vseh teh lastnosti lahko domnevamo, da bo postopoma vse bolj nadomeščala Hallova tipala.

Odkritje učinka TMR je odprlo tudi nove možnosti za uporabo magnetoelektronskih pojavov v računalniški industriji, kot so neizgubni pomnilniki na podlagi učinka MR v večplastnih sistemih. Tehnični razvoj teh pomnilnikov MRAM se je začel v podjetju IBM. Prvi izdelki so prišli na trg pred približno 20 leti. Danes vsi sodobni trdi diski uporabljajo bralno/zapisovalne glave TMR. Pomnilniki MRAM združujejo prednosti polprevodniških pomnilnikov (hiter dostop) in magnetnih materialov (visoka gostota). Poleg tega so ti neizgubni pomnilniki robustni, energijsko samozadostni in odporni proti sevanju ter imajo nedestruktiven proces branja. Pomnilniki MRAM lahko hranijo podatke tudi brez napajalne napetosti.

Trenutno še vedno prevladuje shranjevanje podatkov v dinamičnih pomnilnikih z ključnim dostopom (DRAM). Ti pa imajo slabost, da se podatki ob izpadu električne energije izgubijo.

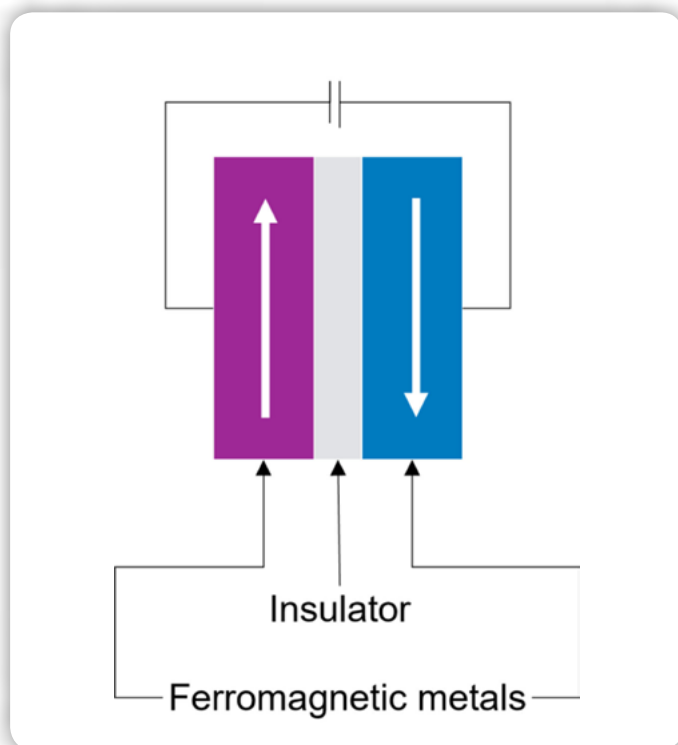
Poleg tega potrebujejo pomnilniški sistemi redne osvežitve, ki preprečujejo izgubo podatkov. Čeprav se je zdelo, da bo silicijeve polprevodnike v pomnilnikih DRAM postopoma nadomestila tehnologija TMR, se pomnilniki MRAM še vedno uporabljajo le za niše in še niso dočakali svojega komercialnega preboja. V zadnjih letih pa je njihov tržni delež na avtomobilskem, potrošniškem in industrijskem trgu v primerjavi z drugimi tehnologijami, kot so Hall, AMR ali GMR, nesorazmerno zrasel.

Učinek TMR

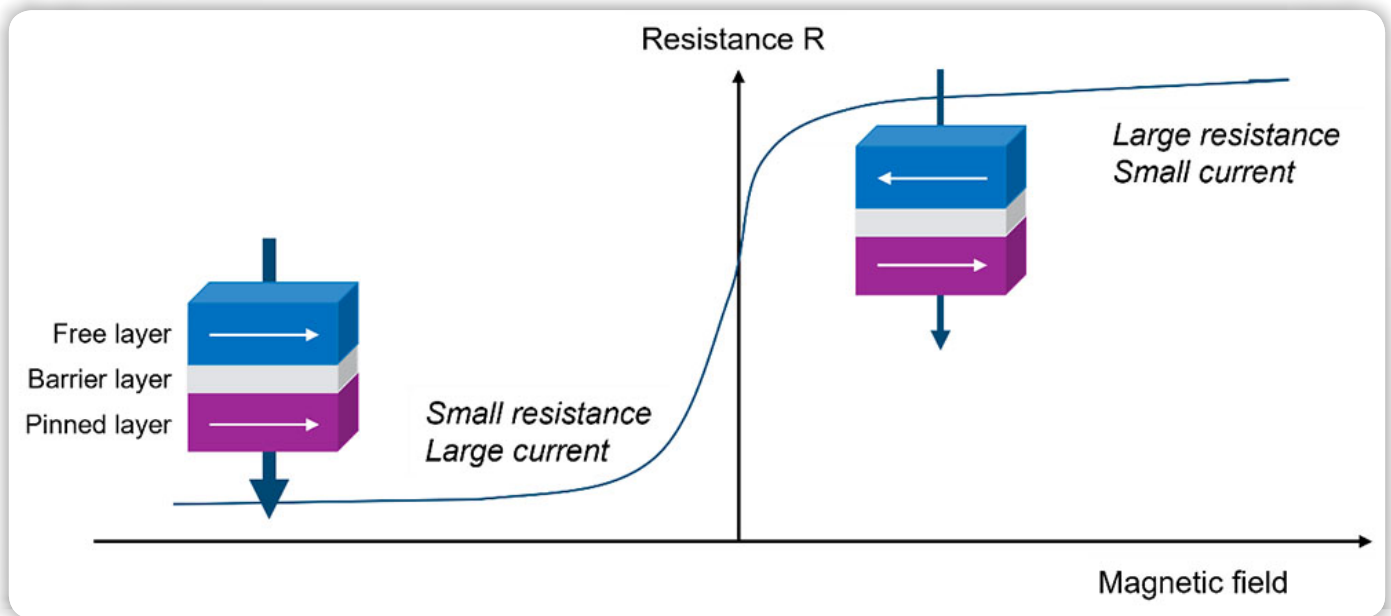
Učinek TMR temelji na razporeditvi, ki je podobna kot pri učinku GMR. Michel Jullière ga je prvič odkril leta 1975 na spojih Fe/Ge-O/Co pri 4,2 K. Relativna sprememba upornosti je znašala približno 14 odstotkov in ni pritegnila veliko pozornosti. Leta 1991 je Terunobu Miyazaki opazil 2,7-odstotno spremembo pri sobni temperaturi. Čez tri leta je Miyazaki opazil 18-odstotno spremembo v železovih spojinah, ločenih z izolatorjem iz amorfne aluminijevega oksida. Jagadeesh Moodera je izmeril 11,8-odstotno spremembo na spojih elektrod iz CoFe in Co.

Za razliko od GMR z nemagnetno plastjo je pri TMR neprevodna plast vstavljena med dve magnetni plasti. To tvori magnetni tunelski spoj, sestavljen iz dveh feromagnetov, ki sta ločena s tankim izolatorjem.

Če je izolacijska plast dovolj tanka (običajno nekaj nanometrov), lahko elektroni skozi tunelsko pregrado prehajajo iz ene feromagnetne plasti v drugo. Verjetnost za to je odvisna tudi od spina, kar povzroča visoke razlike MR pri vzporednih in protivzporednih namagnetjenih plasti magnetnega tunelskega spoja. Največje učinke je pričakovati pri materialih s popolnoma spinsko polariziranimi elektroni.



Slika 1: Shema zgradbe TMR z dvema feromagnetnima plastema in izolacijsko vmesno plastjo (slika: Bosch Sensortec)



Slika 2: Učinek TMR: Če sta prosta (angl. free) in vezana (angl. pinned) plast namagneteni vzporedno, je upornost majhna in teče velik tok (levo). Če sta namagneteni v nasprotnih smereh, je upornost velika in teče majhen tok (desno). (Slika: Bosch Sensortec)

Ker proces tuneliranja v klasični fiziki ni mogoč, je TMR kvantnomehanski pojav. Smer namagnetjenja feromagnetnih plasti je mogoče spremeniti z zunanjim magnetnim poljem. Če sta plasti namagneteni vzporedno, je tuneliranje elektronov skozi izolacijsko plast bolj verjetno kot pri protivzporednem namagnetjenju. To pomeni, da je možno preklapljati med dvema električnima upornostma, nizko in visoko.

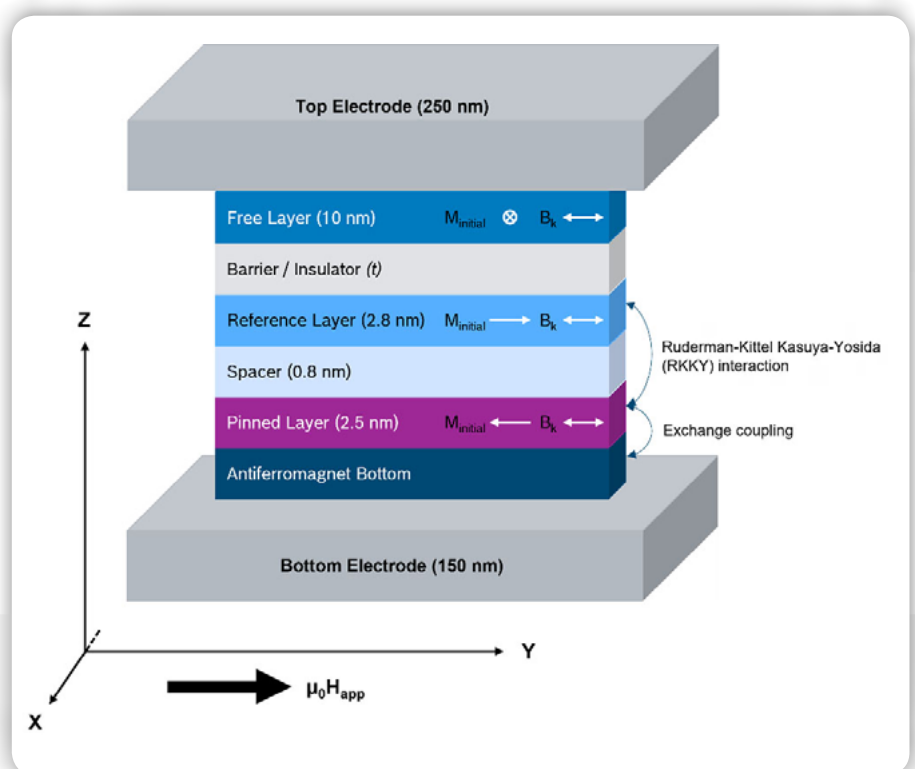
sintetično antiferomagnetno (SAF) zgradbo namesto enega samega feromagneta (FM). Zgradba SAF je sestavljena iz dveh ali več FM-plasti, ločenih s tankimi plastmi rutenija in sklopljenih z interakcijo RKKY. Za fiksno namagnetenje vezane plasti v eno smer se uporablja izmenjevalna sklopitev med plastjo FM in AFM. Namagnetenje vezane plasti lahko obrnejo samo magnetna polja nad izmenjevalnim poljem. Puščice na sliki 3 kažejo smer namagnetjenja in prisotno magnetno polje.

Zgradba tankoplastnega sklopa

Učinek TMR je primeren za številne načine uporabe, zahteva pa izdelavo tankoplastnega sklopa. Trik je v tem, da imamo samo eno prosto feromagnetno plast.

Magnetni tunelski spoj (angl. Magnetic Tunnel Junction – MTJ) na sliki 3 uporablja t. i. izmenjevalno sklopitev. Ta zgradba TMR je večplastni MTJ med dvema elektrodama v geometriji, kjer tok teče pravokotno na ravnino. Kompleksni sklop je sestavljen iz dvojnih izmenjevalnih elektrod, ki jih sestavljajo spodnja elektroda, spodnji antiferomagnet (AFM), vezana plast (angl. Pinned Layer – PL), vmesna plast, referenčna plast (angl. Reference Layer – RL), tunelska pregrada, zaznavalna plast (angl. Sensor Layer – SL) in zgornja elektroda.

Za povečanje izmenjevalnega polja in boljšo toplotno stabilnost MTJ je mogoče za vezano plast, ki meji na AFM, uporabiti



Slika 3: Shema tankoplastnega sklopa MTJ in usmerjenost vhodnih vektorjev simulacije glede na koordinatne osi (slika: Bosch Sensortec)

Hitrost spremembe upornosti večplastnega sklopa se izrazi kot razmerje MR. Vrednosti MR običajnih elementov AMR in GMR so okoli pet oziroma deset odstotkov. Pri veliko bolj občutljivem elementu TMR znašajo 100 odstotkov ali več.

Zakaj je torej element TMR tako občutljiv? Kot smo opisali, je element GMR sestavljen iz nemagnetne kovine (npr. bakra) med dvema feromagnetnima plastema. Prenos elektronov se tu dogaja zaradi električne prevodnosti kovine. V elementu TMR pa se prenos elektronov dogaja zaradi kvantnomehanskega tunelskega učinka. Če sta torej vezana in prosta plast namagneteni protivzporredno, ima element TMR vznemirljivo lastnost, da blokira prenos elektronov in ne morejo preskočiti tunelske pregrade. Element GMR je drugačen, saj elektroni težko preskočijo nekovinsko pregrado. Posledica tega je, da ima element TMR izjemno visoko razmerje MR in oddaja zelo jasne signale, ki jih lahko interpretiramo kot »Da/Ne« ali »1/0« ter so odvisni od spinske polarizacije uporabljenih kovin.

Nov magnetometer s tehnologijo TMR

Na tehnologiji TMR temelji novi 3-osni magnetometer BMM350 podjetja Bosch Sensortec. Njegova bistveno višja občutljivost v primerjavi s standardnimi tipali Hall, AMR ali GMR omogoča bistveno večjo točnost merjenja. Tipala TMR imajo tudi boljše temperaturno stabilnost in hitrejši odzivni čas.

Z elementom BMM350 je zato mogoče realizirati in izboljšati nosljive ter zvočne naprave, pametne telefone, tablične računalnike, naprave AR in VR ter aplikacije za vozila. Magnetometer je zaradi svoje male velikosti skoraj neviden: Ohišje Wafer Level Chip Scale Package (WLCSPP) meri samo 1,28 mm x 1,28 mm x 0,5 mm.

V primerjavi s prejšnjo generacijo BMM150 zagotavlja element BMM350 bistveno večjo zmogljivost. Njegova povprečna poraba je le 200 μ A pri hitrosti osveževanja 100 Hz, kar je dvajsetkrat manj kot pri predhodniku. Šum na osi x/y je trikrat manjši, občutljivost meritev pa štirikrat večja kot pri elementu BMM150. Zaradi funkcije za obnovitev po sunkih magnetnega polja je element BMM350 zelo odporen proti zunanjim magnetnim poljem in vedno zagotavlja visoko točnost.

Tipala TMR, kot je BMM350, imajo zelo dolg seznam možnih načinov uporabe. Kot tipala položaja (eno-, dvo- ali triosna) lahko merijo vrtenje ali linearne premike ali kot kompas tudi zemeljsko magnetno polje.

V zvočnih napravah BMM350 izboljša zaznavanje in določanje



Slika 4: Visoka občutljivost 3-osnega magnetometra BMM350 proizvajalca Bosch Sensortec zagotavlja zelo točne rezultate meritev. (Slika: Bosch Sensortec)

usmerjenosti glave za načine uporabe s 3D-zvokom. Kombinacija vztrajnostnih tipal in pametne programske opreme za združevanje odčitkov tukaj odpravlja vedno prisotno lezenje hitrosti vrtenja. Pri komercialno dostopnih slušalkah za sisteme AR in VR je pomembno, da je magnetometer kombiniran z merilnikom pospeška in tipalom hitrosti vrtenja, da je mogoče zmanjšati zakasnitev slikovnih točk. To izboljša uporabniško izkušnjo in prepreči slabost.

Za navigacijo v zaprtih prostorih, kjer signal GPS ni na voljo, lahko element BMM350 deluje kot digitalni iskalnik poti in poveča točnost določanja položaja.

Njegova zmožnost merjenja hitrosti ni zanimiva le za uporabo v avtomobilih – z magneti ali magnetnimi kodirniki lahko tipalo TMR meri tudi hitrost koles na e-kolesih.

Merjenje toka je še en zanimiv način uporabe tipal TMR. Kot neinvazivni merilniki toka so idealni za številne načine uporabe, npr. v distribuciji električne energije, močnostni elektroniki in pogonski tehniki, saj zagotavljajo večjo občutljivost ter linearnost kot tipala Hall, AMR in GMR.

Pri tem so stabilni, majhni, omogočajo visoko stopnjo integracije, porabijo malo energije in na splošno zagotavljajo večjo pasovno širino.

Zaključek

Tehnologija TMR, kot je uporabljena v elementu BMM350 podjetja Bosch Sensortec, omogoča boljše uporabniško izkušnjo za številne načine uporabe, pri tem pa prinaša tudi vznemirljive, povsem nove načine uporabe, ki z drugimi tehnologijami niso izvedljivi.

<https://www.rutronik.com>



Intervju z g. Kurylekom iz podjetja DigiKey

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

Adrian Kurylek je vodja razvoja poslovanja in je pri podjetju DigiKey zadolžen za vzhodno Evropo.

Imeli smo priložnost, da se pogovorimo z njim o težavah pri dobavi komponent in kako lahko pri tem DigiKey pomaga svojim kupcem.

Svet elektronike: G. Kurylek, zakaj je dobro delati z distributerjem, predvsem s podjetjem, kot je DigiKey?

Adrian Kurylek (AK): Kot pooblaščen distributer se DigiKey osredotoča na zagotavljanje največjega nabora elektronskih komponent za stranke, da zagotovi oživitve njihovih idej. Poleg tega imamo odlične nabor orodij in storitev z dodano vrednostjo, ki strankam pomagajo pri hitrejšem prenosu idej in izdelkov na trg.

Odlikuje nas kombinacija podpore strank v zvezi s tehničnimi potrebami, zaloge pravih izdelkov, pravih odnosov in izkušenj pri reševanju težav, ki lahko zaustavijo oblikovanje. Našim dobaviteljskim partnerjem ponujamo številne nove možnosti, ki jim omogočajo lažje poslovno rast.

SE: Ali so težave iz preteklih let v zvezi z dobavo odpravljene?

AK: V letu 2023 se je dobavna veriga še naprej srečevala s številnimi izzivi, ki so bili zaznamovani s pandemijo zadnjih nekaj let, vključno z izjemno visokim povpraševanjem v povezavi s proizvodnimi izzivi in visokimi stroški.

Na področju polprevodnikov in elektromehanike, mi in naše stranke še vedno ne moremo dobiti dovolj nekaterih komponent in izdelkov, ki imajo dolge dobavne roke. To se ne bo rešilo v naslednjih nekaj četrtletjih, vendar smo na splošno v precej dobrem položaju in na bolj stabilnem trgu, kot smo bili v prejšnjih nekaj letih.

Globalni makro trendi, vključno s selitvijo proizvodnje, vladnimi politikami in programi, kot je zakon CHIPS v ZDA, geopolitičnimi konflikti, pomanjkanjem delovne sile in novimi trajnostnimi predpisi, ki jih je treba upoštevati, so lahko stresni in moteči tudi za organizacije, ki poskušajo ohraniti dosledne postopke in dejavnosti naročanja.

SE: Kateri »temelji« so pomagali podjetju DigiKey pri premagovanju situacije?

AK: Čeprav so izzivi v dobavni verigi od pandemije naprej prisotni v celotni industriji, DigiKey vedno pozorno spremlja globalne dejavnosti oblikovanja v inženirski skupnosti. Zaradi nedavnega povečanja števila uvedb novih izdelkov in začetkov novih razvojev je naša ekipa za nabavo povečala nabavo. Tesno sodelujemo s svojimi zaupanja vrednimi dobavitelji po



vsem svetu, da zagotovimo razpoložljivost zalog v času velikega povpraševanja, tudi takrat, ko tradicionalni distributerji težko zagotavljajo zaloge.

Našim dobaviteljem gre zahvala za njihovo neutrudno delo v zadnjih nekaj letih. Skupnost dobaviteljev je preseгла vse meje in našla nove, inovativne načine za povečanje dobave in zagotavljanje potrebnih delov strankam, hkrati pa je ohranila odprte komunikacijske linije, da smo lahko strankam posredovali posodobitve in informacije o dobavi.

DigiKey s ponosom sodeluje z dobavitelji, ki resnično razumejo pomen podpore inženirjem in izdelovalcem po vsem svetu z izdelki, da lahko vsak dan ustvarjajo inovativne dizajne in projekte. Še naprej nameravamo biti distributer, ki podpira dizajne prihodnosti.

SE: Kako vidite prihodnje mesece/leto v zvezi z dobavo?

AK: Zelo smo optimistični glede prihodnosti distribucije. Opažamo pozitivno aktivnost na novih razvojih in uravnavanju zalog, saj število naših strank z leti narašča. Pričakujemo, da se bodo te številke med letom postopoma izboljševale, letos pa pričakujemo srednjo do visoko enomestno rast. DigiKey za letos pričakuje izjemno količino inovacij. Vemo, da bo to veliko leto za lansiranje novih izdelkov in veseli smo, da lahko pomagamo s podporo tega skoka.

Opažamo tudi pozitivne ekonomske kazalnike, ki kažejo, da se bodo morda začeli skrajševati dobavni roki komponent, ponudba pa se bo v nadaljevanju leta še naprej povečevala. Razlog za to, vsaj delno, je priljubljenost elektrifikacije. Verjamemo, da je elektrifikacija več kot le vroča tema – trenutno je pomembna gonilna sila na področju elektronskih komponent, saj vse več podjetij in potrošnikov prehaja z drugih virov energije in potrebuje komponente za svoje projekte na električni pogon.

Na žalost se časi dobave polprevodnikov še niso skrajšali, da bi lahko sledili temu povečanemu povpraševanju. Rezultati prizadevanj za povečanje proizvodnje polprevodnikov v ZDA, kot je zakon CHIPS, bodo morda vidni šele leta 2025, vendar gre industrija v pravo smer.

V zadnjih nekaj zahtevnih letih smo vsi dobili težke lekcije, ekipe za nabavo pa se želijo zavarovati pred morebitnimi motnjami v dobavni verigi v prihodnjih letih.

SE: Ali je videti poudarek na izdelkih/tehnologijah, ki so v vzponu?

AK: Kot najbolj obetavne in rastoče tehnologije v tem letu in



pozneje na skoraj vseh končnih trgih vidimo brezžične tehnologije, internet stvari in senzorje. Z veseljem pomagamo inženirjem, razvijalcem in ustvarjalcem pospešiti napredek na teh področjih.

Veliko več prototipov se izdeluje s tehnologijami, ki so jih ljudje prej povezovali z izdelovalci in veliko več teh orodij se uporablja na trgu kot orodja za izdelavo prototipov in ne le kot ljubiteljska orodja. Obstajajo načrti za rast, da bi ta orodja prevzeli in jih uporabili kot pripravljena orodja za pospešitev cikla dizajna. Ta orodja za izdelavo prototipov so vedno bolj izpopolnjena in letos bo to izjemna priložnost.

V Evropi smo še naprej priča dobrim rezultatom na področju čiste avtomatizacije in nadzora, energetike, avtomobilizma in transporta, elektrifikacije ter letalske in vesoljske industrije. Dolgoročno smo zelo optimistični, da se bosta elektronsko poslovanje in industrija kot celota še naprej širila na področjih, ki jim v preteklosti nismo bili priča.

SE: Kako je DigiKey pripravljen na to?

AK: Naj poudarimo, kako pomembna sta Slovenija in evropska regija za DigiKey, saj gre za področje, ki vedno spodbuja inovacije in povpraševanje. V letu 2024 smo izjemno osredotočeni na vrhunsko izvedbo in uporabniško izkušnjo za naše slovenske in evropske stranke.

Lani smo precej povečali globino inventarja, da industriji ponudimo najširšo razpoložljivost izdelkov za takojšnjo odpremo, in navdušeni smo nad odzivom strank. Zelo smo zadovoljni, da je bila rast strank v regiji EMEA v 1. četrtletju boljša od načrtovane in je podvojila pretekle četrtletne trende.

Februarja smo na Finskem, Švedskem, v Španiji in Združenem kraljestvu zabeležili rekordno število novih strank. V drugih

avtomatizacijo v skladišču DigiKey in vse to koristi strankam, saj jim omogoča preprosto in učinkovito iskanje, nakupovanje in dostavo.

SE: Ali imate še kakšno sporočilo za bralce revije Svet elektronike?

AK: DigiKey še naprej vlagava v svojo infrastrukturo, sisteme in inventar, da bo lahko v naslednjih vznemirljivih letih v naši industriji podprl vse naše slovenske in evropske stranke. Naš namen v Sloveniji je pospešiti napredek inženirjev, razvijalcev in kupcev ter poskrbeti za preprosto in učinkovito interakcijo s podjetjem DigiKey.

Našim slovenskim strankam ponujamo največjo izbiro elektronskih komponent na svetu, ki so na zalogi in na voljo za takojšnjo odpremo, izdelke pa lahko kupcem v Evropi dostavimo že v 48 urah.

<https://svet-el.si>



Embedded World 2024

AX elektronika d.o.o.

Avtor: Jurij Mikeln

E-pošta: stik@svet-el.si

Fotografije: Jurij Mikeln, NürnbergMesse

Od 9. do 11. aprila se je mednarodna skupnost ugnezenih sistemov sestala na razstavišču v Nürnbergu.



Slika 1: Prvo jutro na vhodu v Embedded World (vir: NürnbergMesse / Thomas Geiger)

Na razstavi in konferenci Embedded world je svoje izdelke, rešitve in inovacije predstavilo več kot 1.100 razstavljalcev iz skoraj 50 držav.

Kot vsako leto že zadnjih 10 let, smo se tudi letos udeležili največjega dogodka ugnezenih sistemov v Evropi v Nürnbergu. Tudi letos nas EW ni pustil hladnih, čeprav se je 1. dan sejma začel nekako hladno. Ne samo zaradi vremena, ki nas je iz poletnih kratkih rokavov prestavil v zgodnjo pomlad z bundami. Pač pa tudi zaradi bledega obiska prav na odprtju sejma. Navajeni smo bili, da so vrste obiskovalcev stale pred vhodi na sejmišče, česar letos ni bilo videti. Se je pa obisk tekom prvega in drugega dneva precej povečal.

“Odmevni odziv več kot 32.000 obiskovalcev iz več kot 80 držav poudarja pomen sejma Embedded World kot ključnega zbirnega mesta za ugnezeno skupnost. Zato z veseljem prenašam visoke pohvale

naših strank na svojo predano ekipo, ki se je, kot vedno, trudila zagotoviti, da je vse potekalo gladko,” je dejal Benedict Weyerer, izvršni direktor prireditve.



Vrhunska predavanja na dveh vzporednih konferencah so na sejmišče v Nürnbergu privabila 1.871 udeležencev in predavateljev iz 45 držav.

Prof. Dr. Axel Sikora, predsednik konference o ugnezenem svetu, je bil navdušen nad "še eno uspešno konferenco s skupno 81 sejami in 17 predavanji, ki so pokrivala vse pomembne teme. Videli smo veliko zelo dobro napolnjenih dvoran, zanimivih in aktualnih predstavitev ter intenzivnih razprav." Program sta dopolnili dve ključni predavanji podjetij AMD in Analog Devices, ki sta se osredotočili na mega temo "ugnezdena umetna inteligenca", ter šest različnih vrhunskih panelnih razprav."

In res je bilo na sejemskem delu EW skoraj na vsakem koraku videti »sledi« umetne inteligence oziroma AI. Posebej se to vidi v tehnologijah prepoznavanja predmetov iz fotografij in video posnetkov. Vsa ta silna obdelava podatkov pa zahteva tudi silno zmogljive procesorje, ki se pri obdelavi podatkov lahko tudi močno segrevajo, o čemer bo tekla beseda malce kasneje.

Drugi hiter pogled na EW nam pokaže, da so kitajska podjetja povečala svoje razstavne prostore. Če smo pred leti bili vajeni malih kitajskih razstavnih prostorov (nekateri so jih poimenovali kokošnjaki), smo letos na več mestih videli zgledno urejene in predvsem večje razstavne prostore. In ne samo to - tajvanska gospodarska zbornica je organizirala predavanje večjega števila podjetij, ki so se predstavila na EW. Predstavitev tajvanske gospodarske zbornice je bilo zanimivo tudi zaradi »marketinskih prijemov«, ki so bili po svoje inovativni, po svoje pa tudi provokativni.

Tako smo na tajvanski gospodarski zbornici videli predstavitev podjetja, ki izdeluje velike zaslone s tehnologijo »e-paper«. Naši bralci večinoma poznate to tehnologijo, ki se ponaša z izjemno majhno porabo energije. Tajvansko podjetje eink je predstavilo e-papir v barvah in tako napovedalo revolucijo v velikih oglaševalskih zaslonih.



Veliki LED zaslone namreč porabijo veliko električne energije, medtem, ko je e-papir ne porabi praktično nič in je kot tak zelo primeren prav za oglaševalske panoje.



Slika 2: E-papir se bo uporabljal tudi v trgovinah



Slika 3: Rutronik na EW2024

Drugi primer uporabe e-papirja so oznake s cenami proizvodov. Vse oznake se lahko ažurirajo brezžično, prikaz z e-papir tehnologijo pa poskrbi, da je poraba električne energije za takšne oznake zelo majhna. Seveda je pa od nekega inovativnega izdelka do velikoserijske uporabe potrebnega nekaj časa, da se cene za končne kupce tudi ustrezno znižajo.

Kot običajno, sem tudi letos obiskal nekaj podjetij, s katerimi sem se vnaprej dogovoril za obisk in si tako zagotovil strokovnjaka, ki mi je predstavil proizvode in storitve.

Tako sem se najprej ustavil pri podjetju **Rutronik**, ki je med drugim predstavilo orodja in razvojne plošče, s katerimi kupci

lahko začnejo delati svoje prve razvoje. Predstavili so procesor RDK2, ki je predvsem primeren za industrijski IoT in IoT za široko potrošnjo. RDK3 je predviden za komunikacijo in BLE aplikacije. RDK4 je predviden za uporabo v avtomobilski industriji.

Razvojna orodja imajo Arduino vmesnik in pa več možnosti vgrajenih senzorjev. Tako ponujajo plošče s senzori za npr. za vlago, tlak, CO2 itd. različnih proizvajalcev – na isti plošči. Tako lahko razvojniki testirajo en ali drugi senzor pod enakimi pogoji in se odločijo, kateri senzor bodo uporabili v svoji napravi.

Predstavili so tudi »text2speech« razvojno ploščo, v katero pošljemo ASCII kodo teksta, iz plošče pa dobimo sintetični glasovni izhod. Po besedah predstavnika podjetja je kvaliteta zvoka/govora zelo dobra. Plošča je na voljo za 12 jezikov, seveda slovenščine med njimi ni.

Podjetje **Renesas** je na EW predstavilo večje število novosti. Predstavili so rešitve umetne inteligence za vid in analitiko v realnem času – prvič predstavljene na sejmu. Renesas je predstavil svoj vrhunski RZ/V2H MPU z novo tehnologijo umetne inteligence in tako pokazal velik korak naprej pri obdelavi podatkov z umetno inteligenco.

Ena najbolj odmevnih novosti je gotovo njihov procesor, ki za faktor 8x pohitri obdelavo podatkov, ki jih sodobne AI naprave obdelujejo. Pri tem je pomembno, da se procesor tudi manj greje, kar je zelo pomembno pri porabi energije in segrevanju ohišja.

Na sliki 7 vidite, kako procesor v realnem času obdeluje zajet video s kamere.



Slika 4: Pogled na razvojna orodja, ki jih je predstavil Rutronik



Slika 5: Podjetje Renesas

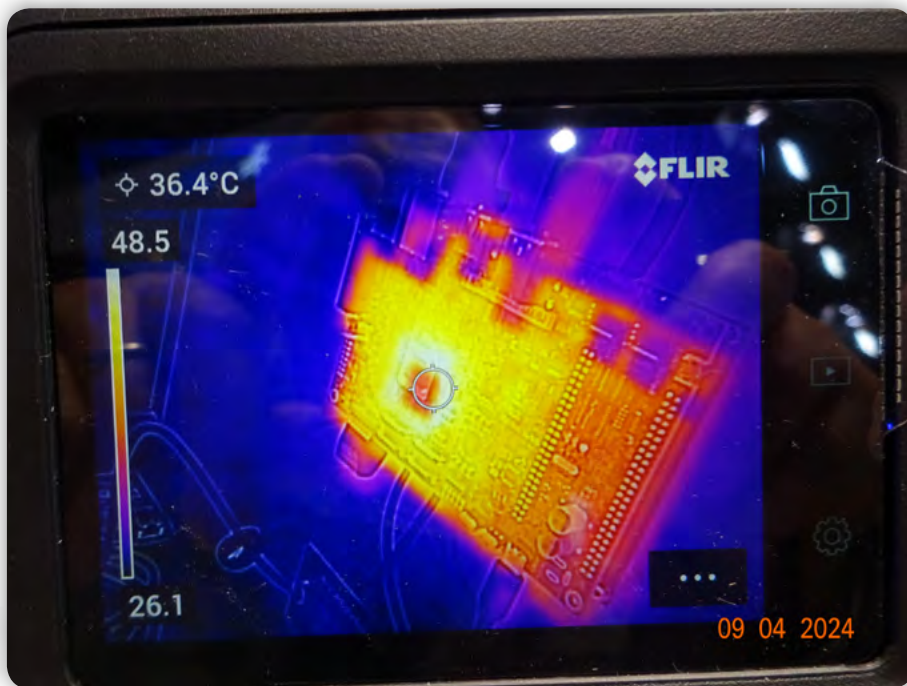
Seveda pa AI ni vsemogočna. Tega se v podjetju Renesas tudi zavedajo in omogočajo AI tam, kjer to ima smisel. Pri pisanju programov je potrebno biti izredno previden, saj lahko napačno napisan program uporabnika poškoduje ali celo ubije.

AI bo sicer pomagala pri konfiguraciji programa ali pri navodilih za programiranje, ampak končni program pa bo napisal človek.

Na sejmu so prikazali, kako z razvojnim orodjem Quick Connect Studio, ki ima vgrajen AI, napišejo nek delujoč primer programa v nekaj minutah. V spletnem programskem orodju imajo vgrajen tudi t.i. Real Time Code Customization. Temu so dodali tudi razhroščevanje programa. Vse skupaj poteka kot storitev v oblaku.

Renesas je na EW prvič predstavil svojo vrhunsko RZ/V2H družino MPU z novo tehnologijo umetne inteligence in s tem dokazal velik korak naprej na področju obdelave podatkov s pomočjo umetne inteligence. RZ/V2H vključuje štiri procesorska jedra Arm® Cortex®-A55 z najvišjo delovno frekvenco 1,8 GHz za obdelavo Linux aplikacij, dve jedri Cortex-R8 s frekvenco 800 MHz za visoko zmogljivo obdelavo v realnem času in eno Cortex-M33 kot pomožno jedro.

Naprava je opremljena z novo generacijo Renesasovega lastniškega pospeševalnika umetne inteligence DRP (dinamično rekonfiguriran procesor) -AI3, ki zagotavlja energetska učinkovitost 10 TOPS/W (TOPS = Tera Operations Per Second), kar je impresivna 10-kratna izboljšava v primerjavi s prejšnjimi



Slika 6: Segrevanje procesorja pri polni obdelavi video pretoka

modeli. Konkurenčna podjetja imajo proizvode z dosegom 2 TOPS/W. Poleg tega tehnologija krčenja čakalnih zank, uporabljena v pospeševalniku DRP-AI3, znatno izboljša učinkovitost računanja AI in poveča učinkovitost sklepanja AI do 80 TOPS. In vse to dosegajo brez hladilnega telesa na procesorju, kar je prikazano na sliki 7.



Slika 7: Obdelovanje zajetega videa



Slika 8: Komplet za brezžično komunikacijo

Po besedah predstavnika podjetja Renesas bi najbolj ustrezna uporaba teh MCU bila v področju robotike za vrhunsko obdelavo video posnetkov tako predmetov kot tudi okolice. Primeren je tudi za uporabo na ostalih področjih ugnezdene AI.

Zanimiv je tudi primer uporabe v športu, kjer bi s pomočjo video posnetkov analizirali pravilno gibanje športnikov – recimo pri udarcu golf žogice.

Nadalje so predstavili MCK-RX26T, ki je razvojni komplet za enostavno testiranje krmiljenja motorjev s sinhronskimi motorji s trajnimi magneti (brezkrtačni enosmerni motorji). Vgrajeno ima tudi CAN komunikacijo, ki služi poveztljivosti znotraj vozila pa tudi nadgradnji programske opreme.

Predstavili so tudi RA8T1 Group. To je 32-bitni mikrokontroler (MCU), ki temelji na jedru Arm Cortex-M85, ki deluje na frekvenci do 480 MHz s tehnologijo Helium in TrustZone ter ponuja periferne funkcije, optimizirane za krmiljenje motorjev ali pretvornikov. RA8T1 Group vključuje do 2 MB velik Flash pomnilnik, 1 MB SRAM, vključno s TCM, PWM časovniki, analognimi funkcijami, številnimi funkcijami poveztljivosti, podpira pa tudi napredne varnostne funkcije.

PREDSTAVLJAMO



Slika 9: Podjetje Panasonic Industry

RAT8T1 je uporaben v industriji, kot je industrijska avtomatizacija (AC pogoni, AC servo, AGV/AMR), v avtomatizaciji stavb (HVAC, kompresorji, solarni inverterji), pametnih domovih (klimatske naprave, pralni/sušilni stroji, hladilniki, sesalniki), in v raznih električnih orodjih (vrtalniki, kosilnice) ipd.

Pri podjetju Renesas smo tudi videli družino Bluetooth® Low Energy SmartBond™ DA1469x rešitev, ki predstavlja vrsto večjedrnih mikrokontrolerskih enot za brezžično povezljivost, bogatih s funkcijami. Tako so predstavili odklepanje/zaklepanje z NFC tehnologijo.

Prikazali so tudi integracijo različnih proizvodov, kot so Apple, Google in Alexa, v en ekosistem.

Podjetje **Panasonic Industries** je predstavilo termični senzor z vgrajenim poljem 8x8, ki šteje ljudi v prostoru. Seveda lahko današnja sodobna tehnologija šteje ljudi brez večjih problemov tako, da uporabi navadno kameri in ustrezno AI okolje, ki zazna človeka. Zadeva se zakomplicira, ko je zaradi zaščite uporabnikov potrebno uporabiti tehnologijo, ki ne prepozna človeka. Za ta namen je termični senzor idealen – kar se vidi na sliki 10.



Slika 10: Termični senzor v aplikaciji štetja ljudi v prostoru



Slika 11: Litijeve primarne celice podjetja Panasonic Industries v primeru merilnika porabe vode

Predstavili so tudi svoje Bluetooth module, ki so razviti v Nemčiji, proizvodnja modulov pa teče na Slovaškem.

Panasonic Industries je predstavil tudi svoje nove litijeve primarne celice, ki so primerne za uporabo v IoT okolju za čas 10 do 15 let brez menjave celice. Nekatere celice zmorejo delovati do 18 let pri napajanju Bluetooth ali LoRa naprav. Ena takšnih naprav, kjer bi uporabili njihove celice, bi bil ultrazvočni merilnik porabe vode, kar je vidno na sliki 11.

Ključno pri njihovih baterijah je to, da so razvili svojo tehnologijo – oziroma recept za kemikalije, ki so tako učinkovite, da baterije zmorejo tako dolgo napajati naprave.

Njihove baterije se zaradi načina, kako kovinsko telo baterije zaprejo, odlikujejo z dejstvom, da po določenem času ne puščajo elektrolita, kot se to dogodi pri nekaterih drugih baterijah.

Podjetje **Mikroelektronika** je na EW2024 predstavilo Necto Studio IDE, ki je že 6. verzija. Razlika med verzijo 5 od lanskega leta in verzijo 6 je v izboljšavah in dodatkih v verziji 6.



Slika 12: Podjetje Mikroelektronika je predstavilo nabor svojih Click™ plošč.



Slika 13: Predstavnica podjetja ADI ga. Solveig Loesch prejema priznanje za najbolj inovativen proizvod iz področja SoC/IP/IC Design (vir: NürnbergMesse / Thomas Geiger)

Tako so zdaj dodali Microchipov prevajalnik MPLAB XC za 8-, 16- in 32-bitne MCU-je. To pomeni, da lahko razvijalci oblikujejo zapleteno ugnezdjeno programsko opremo in optimizirajo ustvarjanje kode na široki platformi izdelkov Microchip.

NECTO Studio 6.1 zagotavlja tudi 50-odstotno povečanje hitrosti programiranja prek omrežja Wi-Fi zaradi izboljšav v CODEGRIP - prvem in edinem ugnezdenem programerskem razhroščevalniku prek Wi-Fi omrežja na svetu - ki so bile vključene tudi v NECTO IDE. CODEGRIP lahko uporabljate

tudi kot žično povezavo prek priključka USB-C.

NECTO Studio 6.1 zdaj podpira tudi 272 dodatnih MCU-jev STM in Microchip, celotno razvojno okolje pa je bilo prenovljeno, da postane bolj intuitivno in izboljša uporabniško izkušnjo.

Podjetje **Analog Devices (ADI)** je na EW2024 predstavilo marsikaj zanimivega. Naj na prvem mestu omenimo, da so prejeli nagrado za najbolj inovativen proizvod iz področja SoC/IP/IC Design, za kar jim v uredništvu čestitamo. Nagrado so osvojili za svoj nov proizvod MAX40109, ki je sistem senzorjev tlaka s kalibracijo enega pretoka.

Sicer pa so na razstavnem prostoru predstavili v sodelovanju s podjetjem Lattice Semiconductor primer krmiljenja motorja z FPGA in spremljanje parametrov motorja v primeru, ko se obremenitev motorja z umetnim bremenom spreminja.

Verjetno bi se tudi vi vprašali, zakaj je za (relativno enostavno) krmiljenje motorja potrebno uporabiti zmogljivo FPGA z vezje? Tom Sharkey je povedal, da je FPGA v tem vezju potreben zaradi intenzivnega preračunavanja pri krmiljenju motorja.

Anders Frederiksen je predstavil GMSL Sensor Fusion napredek pri obdelavi podatkov. Največji problem pri senzorjih je latenca

PREDSTAVLJAMO



Slika 14: Varno povezano krmiljenje pogonov



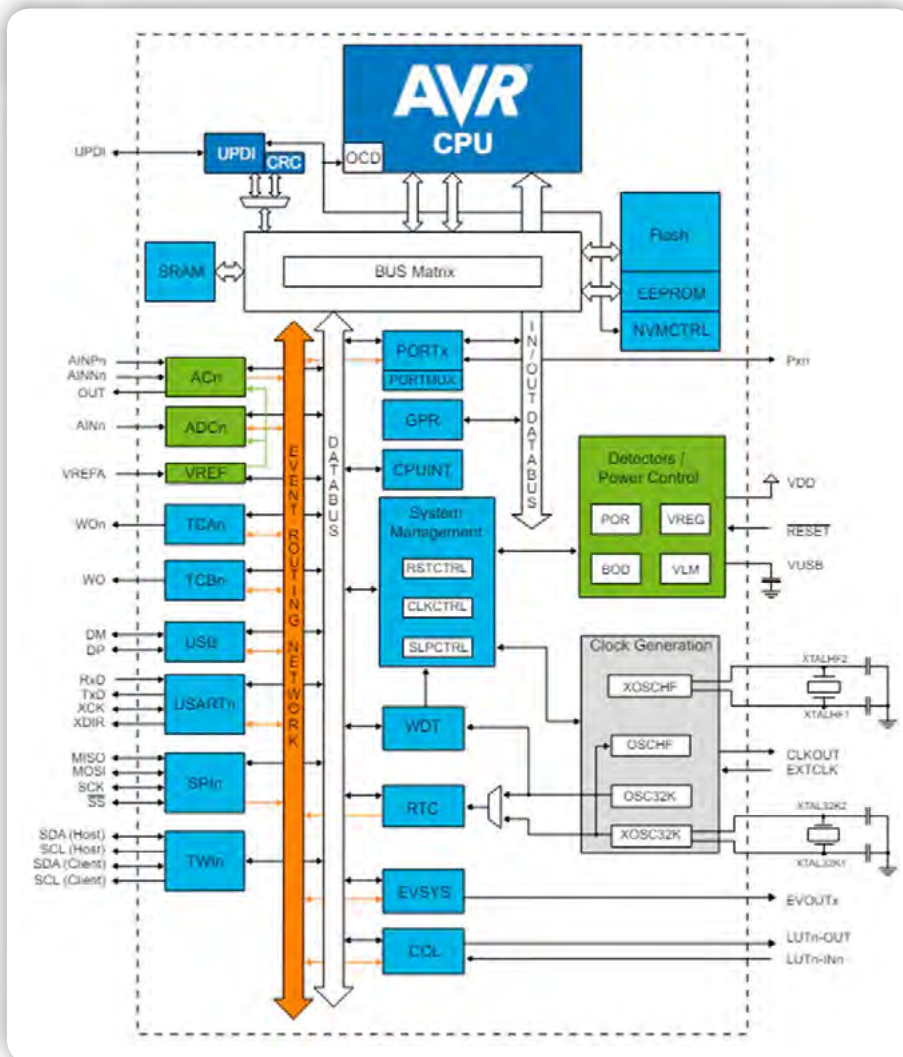
Slika 15: GMSL obdelava podatkov



Slika 16: Podjetje Microchip se je predstavilo na EW2024

do omrežja. Pri kamerah, ki imajo 30-50 slik/sek latenca znaša 50-100 ms zaradi sinhronizacije in zmožnosti procesiranja. Zaradi nizke latence GMSL lahko dosežejo 10-15 μ s.

Zdaj ponujajo več jeder in do 8 kanalov, preko kateri procesirajo podatke. To jim omogoča, da imajo 8 kanalov, preko katerih prenašajo sinhronizirane podatke iz osmih kamer.



Slika 17: Blok diagram novega AVR DU

Podjetje **Microchip** je predstavilo novo družino USB mikrokontrolerjev poimenovano AVR DU. S tem želijo modernizirati arhitekturo družine MCU-jev. Novega pri tej družini je PDID (angl. Program Debug Interface Disabled). Ta funkcija onemogoči priklopljanje programatorja na MCU v primeru poizkusa nepooblaščenega dostopa. Kakšna pa je razlika med Lock biti in PDID? V tem primeru lahko priključimo programator na MCU, zbrisemo program v njemu in sprogramiramo svoj program, ki bo naredil škodo sistemu. S funkcijo PDID to ni več možno, saj bi za programiranje potrebovali Bootloader, v katerem uporabnik nastavi nivo varnosti.

Poleg tega je v razdelku Boot Code ločen pomnilniški prostor, ki je dostopen samo kodi in v katerem so lahko shranjeni vsi podatki, namenjeni dostopu samo iz razdelka Boot Code. Primer tega je kriptografski ključ, ki se uporablja za potrjevanje podatkov, ki se pošljejo v zagonski program za posodobitev uporabniške programske opreme v napravi.

Naslednja nova funkcija je »Read-Write-Write« Flash pomnilnik. S to funkcijo Microchip uporabnikom omogoča, da preprogramirajo MCU med delovanjem oziroma izvajanjem programa.

Do sedaj to ni bilo možno, saj je bilo potrebno za preprogramiranje MCU postaviti v režim programiranja, zaradi česar se je izvajanje programa ustavilo.

Še eno novost so predstavili pri tej družini, poimenovali so jo »clock recovery«. Ker pri uporabi asinhronnega načina ni skupnega taktnega signala, vsaka komunicirajoča naprava ustvarja ločene taktne signale. Ti taktni signali morajo biti konfigurirani tako, da potekajo pri enakih prenosnih hitrostih, da komunikacija lahko poteka nemoteno. Naprave torej delujejo z enako hitrostjo, vendar je njihov časovni potek med seboj zamaknjen. Da bi se temu prilagodil, ima USART strojno enoto za obnovitev ure, ki sinhronizira vhodne asinhronne zaporedne okvirje s hitrostjo prenosa in z interno ustvarjeno uro dokler je naprava priključena na USB. Ko se USB povezava prekine bo naprava delovala normalno naprej in se spet sinhronizirala na USB signale, ko bo priključena nazaj na USB.

Omenili so tudi, da periferne naprave v MCU-ju lahko komunicirajo med sabo neodvisno od jedra mikrokontrolerja in s tem razbremenijo jedro.

Zanimivo pri podjetju Microchip je tudi to, da imajo shranjene silicijeve rezine za določene proizvode in tako lahko relativno hitro proizvedejo te komponente. Seveda se za 20 kosov tega ne bodo šli, pač pa se količina bliža 200.000 kosom.



Slika 18: Podjetje DigiKey na EW2024

Tudi podjetje **DigiKey** se je predstavilo na EW2024. Ker je DigiKey globalni distributer, sem jih vprašal, ali se je dobava polprevodnikov kaj izboljšala od lani. DigiKey tega zmanjšanja sicer ne vidi, pač pa oni s svojo organizacijo poslovanja zagotavljajo zalogo svojim kupcem. Pogovarjal sem se z g. Brian Metelak-om, ki mi na vprašanje o novih IoT proizvodih, ki prihajajo na trg povedal sledeče:

»Na področju interneta stvari je opaziti popoln "razcvet" izdelkov. Kupci želijo zaznati več in zbrati več podatkov iz vsega z virtualnim povezovanjem. Letošnje leto bo eno najbolj aktivnih v naši zgodovini na področju brezžične tehnologije, kaj šele zaradi edinstvenih inovacij, ki jih lahko vsak dobavitelj ponudi po nekaj letih relativnega zatišja pri uvajanju novih izdelkov. Posebna področja zaznavanja, obdelave, povezalnosti in AI/ML so bolj zrela; na vsakem od teh sektorjev je opaziti veliko inovacij izdelkov, ki omogočajo boljše načrtovalske izkušnje in podporo za združevanje teh tehnologij na načine, ki pri prejšnjih generacijah izdelkov nikoli niso bili realnost. Imamo veliko razlogov, da smo zelo navdušeni nad prihodnjim letom in nadaljnjim obdobjem.«

Izmed novih proizvodov je izpostavil sledeče:

NXP MCX MCU - NXP je združil najboljše funkcije, periferne naprave in zmogljivosti LPC in Kinetis ter ustvaril popolnoma nov, namensko oblikovan portfelj, pri čemer so mu kot vodilo služila desetletja strokovnega znanja na področju MCU.

Infineonovi MOSFETi CoolSiC 2. generacije (G2) v primerjavi s prejšnjo generacijo izboljšajo ključne podatke o zmogljivosti MOSFETov, kot so shranjene energije in naboj, za do 20 odstotkov.

Analog Devices MAX78000 - MAX78000 je nova vrsta mikrokontrolerjev za umetno inteligenco, zasnovanih za izvajanje nevronske omrežij z izjemno nizko porabo energije, ki delujejo na robu interneta stvari.

STMicroelectronics TSC1641 Digital Power Monitor - to je zelo natančen čip za spremljanje temperature, toka, napetosti in moči do 60 voltov z vgrajenim 16-bitnim analogno-digitalnim pretvornikom z vmesnikoma I2C in I3C.

Moduli Laird Connectivity Sera NX040 - še naprej opažamo rast

večprotokolnih radijskih rešitev, kot je ta modul, ki združuje NXP SR040 Ultra-Wide Band in Nordic nRF52833 Bluetooth LE (Low Energy) z vgrajenimi antenami.

Triad Semiconductor TS4631 je infrardeči front-end svetlobno-digitalni pretvornik, namenjen razvoju navidezne in razširjene resničnosti. Gre za pretvornik mešanih signalov (analogni in digitalni), ki inženirjem pomaga pri oblikovanju dodatkov za sisteme, kot sta SteamVR ali HTC Vive.

Podjetje **Quectel** je na EW24 predstavil svoje RF module in antene. Hkrati so povedali, da v Evropi RedCap še ni zaživel, ker ponudniki GSM storitev še niso ugotovili, kako monetizirati RedCap. Pri Quectelu vidijo veliko interesa na tem področju v Evropi, ampak zaenkrat brez realnih potreb. Quectel proizvaja različne platforme. Imajo naprave, ki temeljijo na Qualcomm čipih, druga platforma pa bazira na Mediatek SOC rešitvi, ki je narejena na 4 nm tehnologiji. Ker so narejeni na 4 nm tehnologiji, naj bi čipi porabili 50% manj energije kot Qualcomm RedCap rešitve, hkrati pa naj bi tudi končna cena bila nižja za 30%. V planu imajo tudi naprave s kitajskimi čipi, kar bo še nadalje pocenilo naprave.

Quectel se pogovarja z vsemi operaterji v EU, da bi to zadrego odpravili. Elektromobilnost še ni v realni fazi uvajanja. Pri uvajanju je pomembno, da neko veliko podjetje naredi nek izdelek, ki uporablja 5G in potem tudi pričakuje od operaterjev, da te funkcije omogočijo. Tak primer je npr. Apple Watch, ki uporablja Mediatek T300 čipe. Podobno se je zgodilo pri NarrowBand IoT, ko so vsi proizvajalci govorili, kako super tehnologija to je, operaterji pa niso videli potenciala. Trenutno pri Quectelu dajejo v proizvodnjo Release 17 in začenjajo z razvojem naslednjega Release 18, ki je predpriprava za 6G.

Quectel je predstavil tudi module, ki bazirajo na Qualcomm Snapdragon čipovju, ki ima namenski nevroprocesor, ki skrbi za delovanje AI aplikacij. V podjetju vidijo, da se AI premika iz oblaka na rob, kar pomeni, da bodo za to potrebni ustrezno zmogljivi moduli, ki jih imenujejo Edge Computing Devices. MPU znotraj modula zmore do 48 TOPS, zato lahko izvajajo več AI aplikacij sočasno. Med aplikacije sodi prepoznavanje obraza, prepoznavanje teksta, identifikacija objekta...

Zaključek

Na sejmu smo videli tudi zanimiv RFID tag, ki je lahko meril različne veličine, kot npr. temperaturo, onesnaženje okolja, pH vrednosti tekočin in drugo. Zanimivost tega RFID tag-a je prav v tem, da energijo za meritve pridobiva iz okolice.

Generalno gledano pa je bilo na EW2024 veliko raznih aplikacij, programov in tudi naprav, ki so uporabljale AI. Očitno bo razvoj šel v to smer, upamo lahko samo, da to ni neko slepo črevo v razvoju, saj utegnejo programi napisani zgolj z AI povzročiti marsikatero nevspešnost. Bomo videli, kaj bo prinesla prihodnost. Naslednji Embedded World se bo odvijal od 11. do 13. marca, kjer bomo gotovo dobili odgovore na marsikatero vprašanje glede AI.

Naslednja razstava in konferenca Embedded World Exhibition&Conference bo potekala od 11. do 13. marca 2025 na razstavišču v Nürnbergu.

<https://svet-el.si>



Naslednja generacija visoko energetsko učinkovitega procesorja AI RZ/V2H za avtonomne robote

Renesas Electronics Corporation

Avtor: Shingo Kojima, glavni inženir za ugnezdjeno obdelavo, Renesas Electronics

Članek predstavlja MPU RZ/V2H, ki omogoča umetno inteligenco vida in nadzor v realnem času.

Ker se število delovno aktivnega prebivalstva zmanjšuje zaradi upadanja rodnosti in vse večjega deleža starejšega prebivalstva, bo napredna obdelava umetne inteligence, kot so prepoznavanje okolice, odločanje o ukrepih in nadzor gibanja, potrebna v različnih vidikih družbe, vključno s tovarnami, logistiko, zdravstveno oskrbo, servisnimi roboti v mestu in varnostnimi kamerami. Sistemi bodo morali v različnih vrstah programov v realnem času obdelovati podatke z napredno umetno inteligenco (AI).

RZ/V2H se lahko odzove na nadaljnji razvoj umetne inteligence in kompleksne zahteve teh aplikacij. Ta članek predstavlja, kako RZ/V2H rešuje izzive, povezane s segrevanjem čipa, omogoča visoko hitrost obdelave v realnem času ter uresničuje večjo zmogljivost in manjšo porabo energije za izdelke, opremljene z umetno inteligenco.

Za izpolnitev teh potreb trga je Renesas razvil DRP-AI3 (dinamično rekonfiguriran procesor za AI3) kot pospeševalnik umetne inteligence za zelo hitro obdelavo rezultatov umetne inteligence, ki združuje nizko porabo energije in prilagodljivost, ki jo zahtevajo naprave na robu. Ta več let gojena tehnologija rekonfigurabilnega procesorskega AI pospeševalnika je vgrajena v serijo MPU-jev RZ/V, namenjenih AI aplikacijam.

RZ/V2H je nov vrhunski izdelek serije RZ/V, ki dosega približno 10-krat višjo energijsko učinkovitost kot prejšnji izdelki. RZ/V2H se lahko odzove na nadaljnji razvoj umetne inteligence in kompleksne zahteve aplikacij, kot so roboti. Ta članek predstavlja, kako RZ/V2H rešuje izzive, povezane s segrevanjem čipa, omogoča visoko hitrost obdelave v realnem času ter uresničuje večjo zmogljivost in manjšo porabo energije za izdelke, opremljene z umetno inteligenco.

Pospeševalnik DRP-AI3, ki učinkovito obdeluje modele umetne inteligence

Kot tipična tehnologija za izboljšanje učinkovitosti obdelave umetne inteligence je na voljo prerezovanje (pruning), ki omogoča izpuščanje izračunov, ki ne vplivajo bistveno na natančnost prepoznavanja. Vendar je običajno, da so izračuni, ki ne vplivajo na natančnost prepoznavanja, naključno prisotni v

modelih umetne inteligence. To povzroča razliko med vzporednostjo strojne obdelave in naključnostjo prerezovanja, zaradi česar je obdelava neučinkovita.

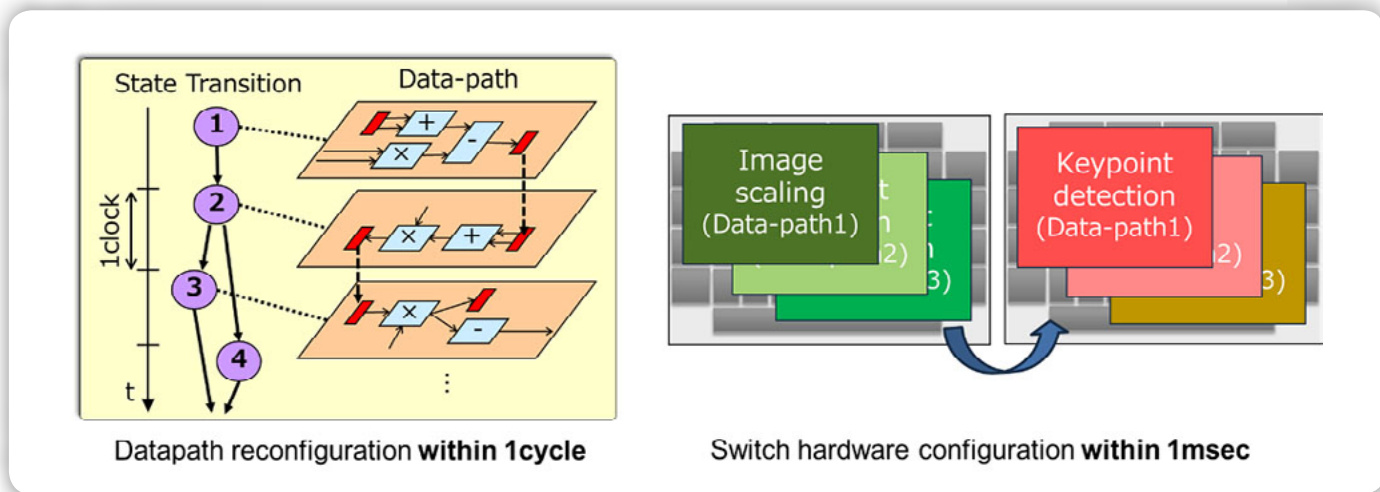
Za rešitev tega problema je Renesas optimiziral svoj edinstveni pospeševalnik umetne inteligence na osnovi DRP (DRP-AI) za prerezovanje. Z analizo, kako so značilnosti vzorca prerezovanja in metoda prerezovanja povezane s točnostjo prepoznavanja v tipičnih AI modelih za prepoznavanje slik (modeli CNN), so določili strojno strukturo AI pospeševalnika, ki lahko doseže visoko točnost prepoznavanja in učinkovito stopnjo prerezovanja, ter jo uporabili pri DRP-AI3 zasnovi. Poleg tega je bila razvita programska oprema za zmanjšanje teže modelov umetne inteligence, optimiziranih za ta DRP-AI3. Ta programska oprema pretvori konfiguracijo modela naključnega prerezovanja v zelo učinkovito vzporedno računanje, kar omogoča hitrejšo obdelavo UI. Zlasti Renesasova zelo prilagodljiva podpora tehnologija prerezovanja (prilagodljiva tehnologija prerezovanja N:M), ki lahko dinamično spreminja število ciklov kot odziv na spremembe lokalne stopnje prerezovanja v UI modelih, omogoča natančen nadzor stopnje prerezovanja glede na porabo energije, hitrost delovanja in natančnost prepoznavanja, ki jo zahtevajo uporabniki.

Značilnosti heterogene arhitekture, v kateri DRP-AI3, DRP in procesorji delujejo skupaj:

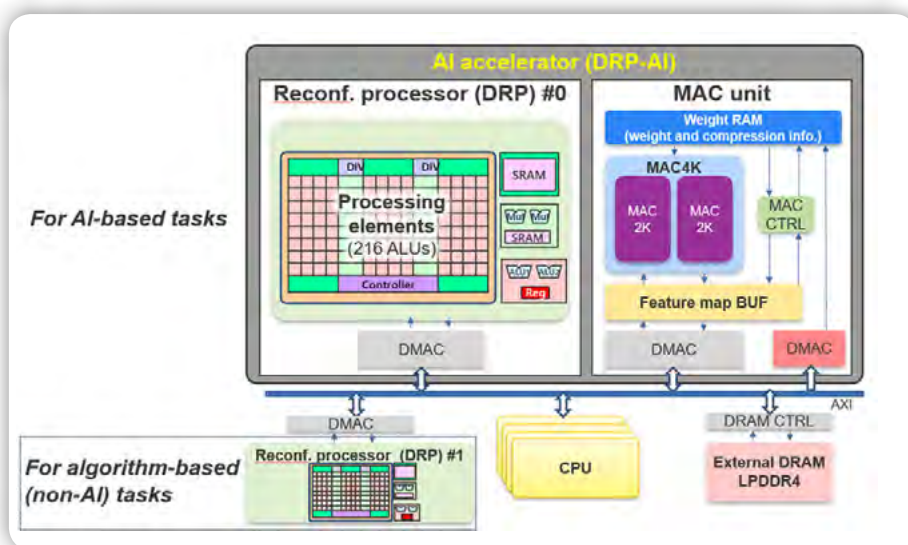
- *Večnitna in zaporedna obdelava s pospeševalnikom umetne inteligence (DRP-AI3), DRP in procesorji*
- *Aplikacije za robote z nizkim tresenjem in visoko hitrostjo z DRP (dinamično rekonfigurabilna ožičena logična strojna oprema)*

Storitveni roboti na primer potrebujejo napredno obdelavo umetne inteligence za prepoznavanje okolice. Po drugi strani pa je za odločanje in nadzor robotovega obnašanja potrebna tudi obdelava na podlagi algoritmov, ki ne uporabljajo umetne inteligence. Vendar trenutni ugnezdjeni procesorji (CPU) nimajo dovolj virov za izvajanje teh različnih vrst obdelave v realnem času. Podjetje Renesas je to težavo rešilo z razvojem tehnologije heterogene arhitekture, ki omogoča skupno delovanje dinamično rekonfiguriranega procesorja (DRP), pospeševalnika umetne inteligence (DRP-AI3) in centralnega procesorja.

Kot je prikazano na sliki 1, lahko dinamično rekonfigurabilen



Slika 1: Funkcije prilagodljivega dinamično rekonfiguriranega procesorja (DRP)



Slika 2: Konfiguracija heterogene arhitekture na podlagi DRP-AI 3

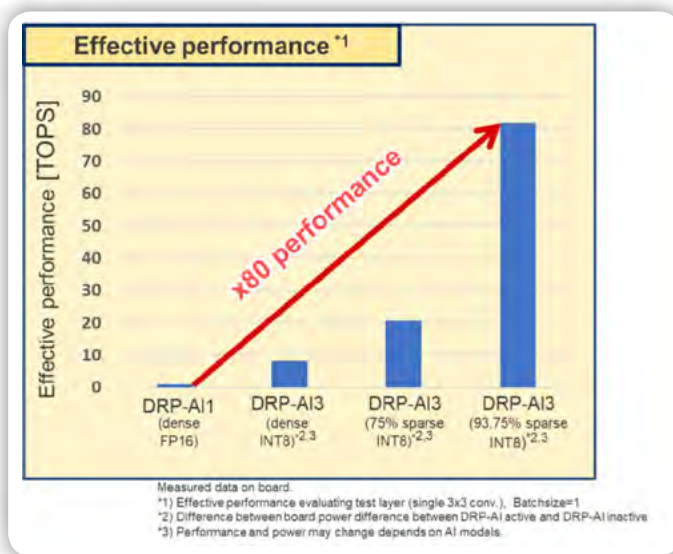
procesor (DRP) izvaja aplikacije, medtem ko dinamično preklaplja konfiguracijo povezave vezja aritmetičnih enot na čipu pri vsakem delovnem taktu glede na vsebino, ki jo je treba obdelati. Ker se uporabljajo le potrebna aritmetična vezja, DRP porabi manj energije kot pri obdelavi s procesorjem in lahko doseže večjo hitrost. Poleg tega lahko DRP v primerjavi s procesorji, pri katerih pogosti zunanji dostopi do pomnilnika zaradi izpustov predpomnilnika in drugih vzrokov poslabšajo zmogljivost, vnaprej zgradi potrebne podatkovne poti v strojni opremitvi, kar povzroči manjše poslabšanje zmogljivosti in manjše nihanje hitrosti delovanja (tresljaje) zaradi dostopov do pomnilnika.

DRP ima tudi funkcijo dinamične rekonfiguracije, ki ob vsaki spremembi algoritma preklopi informacije o povezavi vezja, kar omogoča obdelavo z omejenimi strojnimi viri, tudi v robotskih aplikacijah, ki zahtevajo obdelavo večjega števila algoritmov.

DRP je še posebej učinkovit pri obdelavi pretočnih podatkov, na primer pri prepoznavanju slik, kjer vzporedna in zaporedna obdelava neposredno izboljšata zmogljivost. Po drugi strani pa programi, kot sta odločanje o obnašanju in nadzoru

robova, zahtevajo obdelavo ob spremeni njanju pogojev in obdelavo podrobnosti kot odziv na spremembe v okolici. Za to je lahko primernejša programska obdelava s procesorjem kot strojna obdelava, kot je na primer v DRP. Pomembno je, da se obdelava razporedi na prava mesta in da deluje usklajeno. Renesasova tehnologija heterogene arhitekture omogoča, da DRP in CPU delujeta skupaj.

Pregled MPU arhitekture in pospeševalnika umetne inteligence (DRP-AI3) je prikazan na sliki 2. Robotske aplikacije uporabljajo prefinjeno kombinacijo prepoznavanja slik na podlagi umetne inteligence ter algoritmov za odločanje in krmiljenje, ki ne temeljijo na umetni inteligenci. Zato bo konfiguracija z DRP za AI obdelavo (DRP-AI3) in DRP za ne-AI algoritme, znatno povečala prepustnost za robotske aplikacije.



Slika 3: Primerjava izmerjene največje zmogljivosti DRP-AI3

Rezultati preverjanja

(1) Preverjanje procesne zmogljivosti modelov umetne inteligence

RZ/V2H, opremljen s to tehnologijo, je dosegel največ 8 TOPS (8 bilijonov operacij vsote produktov na sekundo) za zmogljivost obdelave pospeševalnika umetne inteligence. Poleg tega se lahko pri modelih umetne inteligence, ki so bili prirezani, število operacijskih ciklov zmanjša sorazmerno s količino prirezovanja, s čimer se doseže zmogljivost obdelave modelov umetne inteligence, ki je enaka največ 80 TOPS v primerjavi z modeli pred prirezovanjem. To je približno 80-krat več od zmogljivosti obdelave prejšnjih izdelkov RZ/V, kar pomeni znatno izboljšanje zmogljivosti, ki lahko v zadostni meri sledi hitremu razvoju umetne inteligence (slika 3).

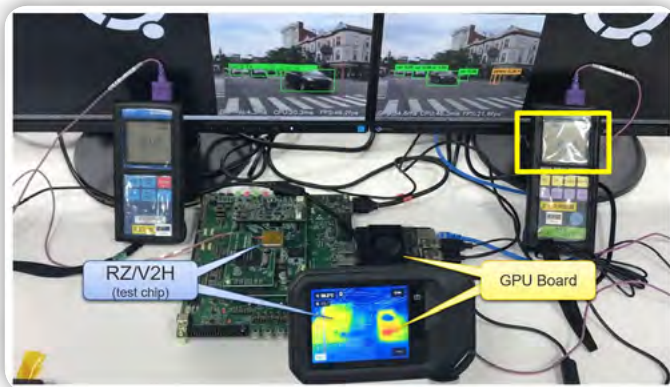
Po eni strani s pospeševanjem obdelave z umetno inteligenco postaja čas obdelave za algoritemsko obdelavo slik brez umetne inteligence, kot sta obdelava pred in po umetni inteligenci, relativno ozko grlo. V procesorjih z umetno inteligenco se del programa za obdelavo slik prenese na DRP, kar prispeva k izboljšanju celotnega časa obdelave sistema. (Slika 4)

Kar zadeva energetska učinkovitost, je ocena učinkovitosti pospeševalnika umetne inteligence pokazala najvišjo energetska učinkovitost na svetu (približno 10 TOPS na vat) pri izvajanju glavnih modelov umetne inteligence. (Slika 5)

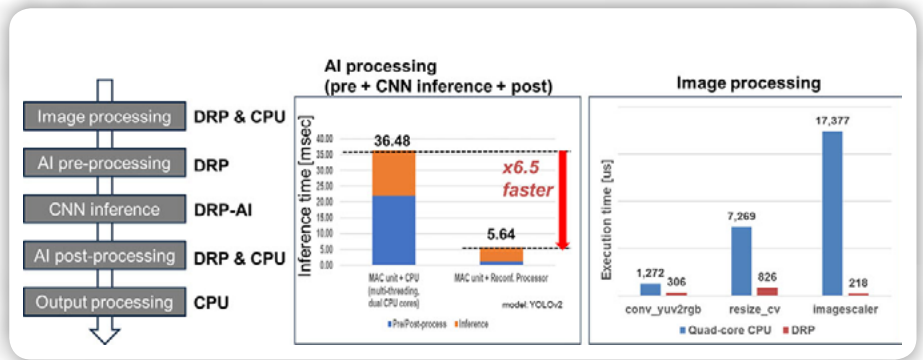
Pokazali smo tudi, da je mogoče enako obdelavo umetne inteligence v realnem času izvajati na razvojni plošči, opremljeni z RZ/V2H, brez ventilatorja pri temperaturah, primerljivih s konkurenčnimi izdelki, opremljenimi z ventilatorji. (Slika 6)

(2) Primeri aplikacij z uporabo robotov

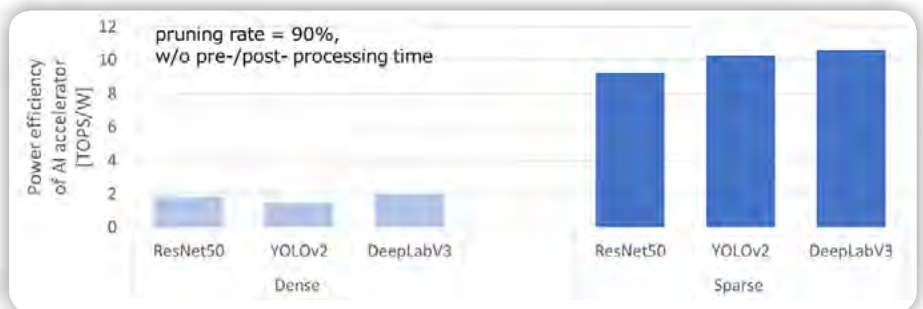
SLAM (Simultaneously Localization And Mapping), ena od



Slika 6: Primerjava nastajanja toplote med ploščo RZ/V2H brez ventilatorja in grafičnim procesorjem z ventilatorjem



Slika 4: Heterogena arhitektura pospešuje obdelavo prepoznavanja slik (merjeno s testnim čipom)



Slika 5: Energetska učinkovitost resničnih modelov umetne inteligence (izmerjeno s testnim čipom)

tipičnih robotskih aplikacij, ima na primer zapleteno konfiguracijo, ki zahteva več programskih procesov za prepoznavanje položaja robota vzporedno s prepoznavanjem okolja z obdelavo umetne inteligence. Renesasov DRP robotu omogoča takojšnje preklapljanje programov, vzporedno delovanje z AI pospeševalnikom in procesorjem pa se je izkazalo za približno 17-krat hitrejšo od delovanja samo procesorja in za zmanjšanje porabe energije na 1/12 ravni delovanja samo procesorja.

Zaključek

Renasas je razvil RZ/V2H, edinstven procesor umetne inteligence, ki združuje nizko porabo energije in prilagodljivost, ki jo zahtevajo končne točke, z zmogljivostmi obdelave za prirezovanje modelov umetne inteligence ter je 10-krat bolj energetsko učinkovit (10 TOPS/W) kot prejšnji izdelki.

Podjetje Renesas bo pravočasno izdalo izdelke, ki se odzivajo na razvoj umetne inteligence, ki bo po pričakovanjih postajala vse bolj izpopolnjena, in prispevalo k uvajanju sistemov, ki se pametno in v realnem času odzivajo na izdelke na končnih točkah.

Viri:

- RZ/V2H: <https://www.renesas.com/rzv2h>
- DRP-AI: Renesasov lastniški pospeševalnik umetne inteligence, ki združuje visoko zmogljivost sklepanja umetne inteligence z nizko porabo energije

<https://www.renesas.com>



Shield-B, razvojna ploščica za Arduino Uno (1)

Avtorja: mag. Vladimir Mitrović in Robert Sedak
E-pošta: vmitrovic12@gmail.com

V reviji Svet elektronike št. 288-301 smo predstavili razvojni sistem in učilo za programiranje mikrokontrolerjev z imenom Shield-A.

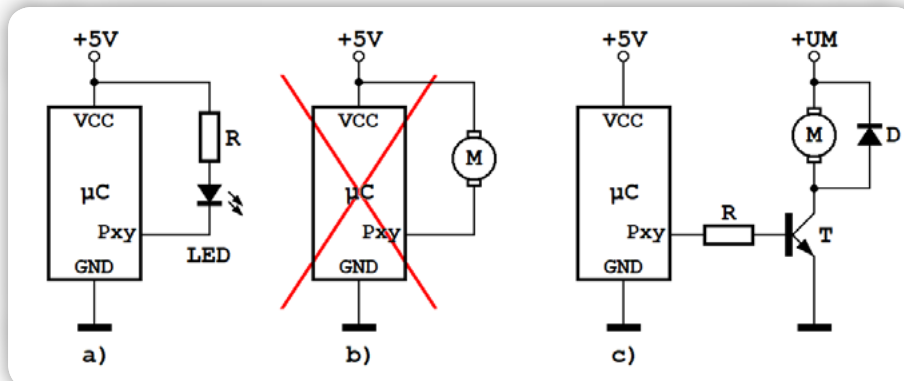
Shield-A je oblika Arduino Uno ploščice in vsebuje različne komponente - nize enobarvnih in tribarvnih (RGB) LED-ic, piskač, tipke, potenciometer, in tudi priključke za alfanumerični displej ter za I2C komunikacijo. Ko jo postavimo na Arduino Uno ali kompatibilno ploščico, se komponente s Shielda-A povežejo z mikrokontrolerjem ATmega328P in nam omogočajo, da vizualiziramo delo programa, ki smo ga napisali. S tem, ko smo si zadali enostavne in vse bolj zahtevne programske naloge, smo postopoma vstopali v svet programiranja mikrokontrolerjev. Programe smo pisali v programskih jezikih Bascom-AVR in Arduino, da bi učilo lahko približalo uporabnikom obeh platform.

Sedaj, ko smo se naučili osnove, je prišel čas za korak naprej: pokazali bomo, kako s pomočjo mikrokontrolerja krmiliti različne vrste elektromotorjev! Za začetek vzemimo "običajen" mali enosmerni (DC) elektromotor, kot tisti, ki ga robotiki uporabljajo v svojih konstrukcijah. Najenostavneje rečeno, vsak, ki se je naučil kako sprogramirati mikrokontroler, da bi z njegovo pomočjo lahko vklopil ali izklopil svetlečo (LE) diodo, bo znal zagnati in zaustaviti elektromotor. No, ali je vse res tako enostavno?

Slika 1a prikazuje običajen način vezave LED-ice in mikrokontrolerja:

- ko priključek Pxy mikrokontrolerja, na katerega je vezana LED-ica (na sliki 1a) postavimo v stanje logične ničle (= 0 V), bo skozi diodo stekel tok in LED-ica bo zasvetila,
- ko isti priključek mikrokontrolerja postavimo v stanje logične enice (= 5 V), bo dioda ugasnila, ker skozi njo več ne teče tok.

Ker LED-ice "delujejo" na nižjih napetostih od tistih, ki se običajno uporabljajo za napajanje mikrokontrolerja (na Arduino Uno ploščici ta napetost znaša 5 V), potrebujemo tudi upor R, ki bo omejil tok skozi LED-ico na ustrezno vrednost. Predpostavimo, da imamo enosmerni elektromotor predviden za 5V napetost in ga vežemo na mikrokontroler namesto LED-ice, prav tako, kakor je prikazano na sliki 1b. Vezje je še enostavnejše, ker je delovna napetost elektromotorja ravno 5



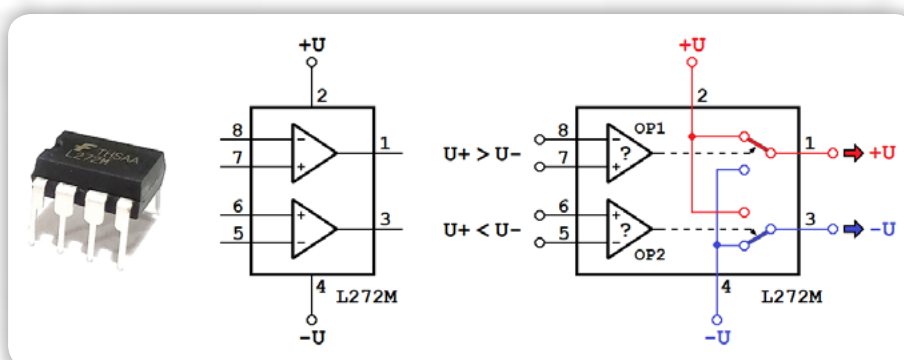
Slika 1: Kako vezati elektromotor na mikrokontroler

V, zato upora R več ne potrebujemo... Vendar pa slika sugerira, da s tem vezjem še vedno nekaj ni v redu; pojasnimo zakaj!

Elektromotorji, tudi tako majhni, potrebujejo za svoje delo precej večji tok od tistega, ki teče skozi LED-ico: tipično gre za tokove večje od 100 mA. Z druge strani, priključke mikrokontrolerja ne smemo obremeniti s tokovi, ki so večji od 40 mA: če bi elektromotor vezali kot na sliki 1b in ga vklopili s postavljanjem priključka Pxy v stanje logične ničle, bi skozi njega stekel tok, ki bi preobremenil ta priključek, mogoče celo uničil celoten mikrokontroler.

Problem rešujemo z uvajanjem ustreznega elektronskega stikala: stikalo mora biti dovolj zmogljivo, da lahko sigurno vklaplja in izklaplja elektromotor, in dovolj "občutljivo" da ga lahko krmilimo iz mikrokontrolerja. Najenostavnejše elektronsko stikalo je tranzistor v vezju kot na sliki 1c:

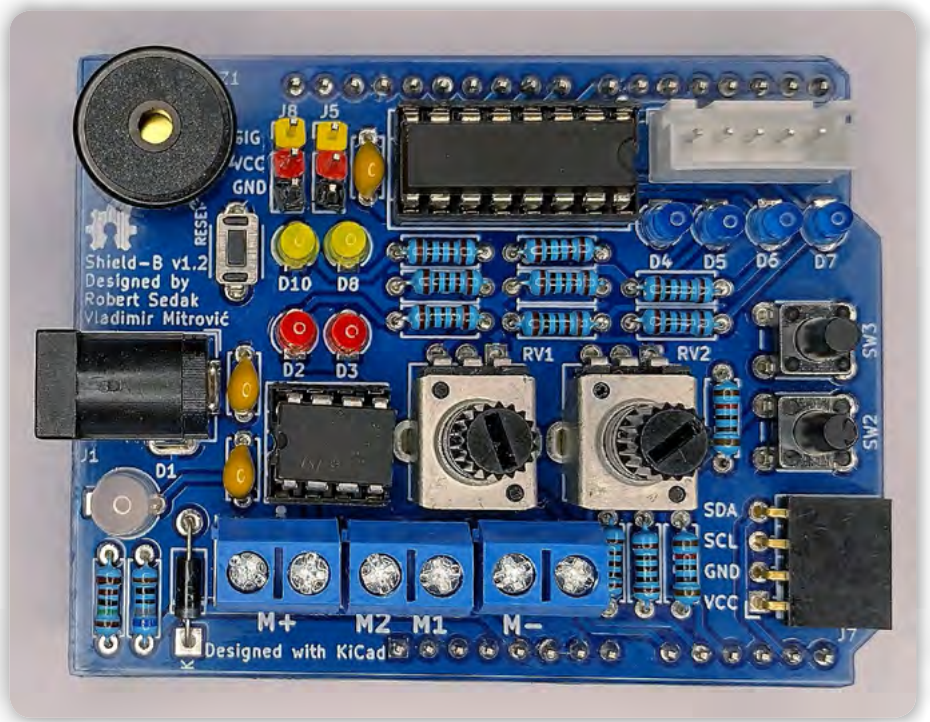
- ko je priključek Pxy v stanju logične ničle, tranzistor T ne prevaja toka ("stikalo" je odprto) in elektromotor je izklopljen;



Slika 2: L272M kot elektronsko stikalo

- ko je priključek Pxy v stanju logične enice, preko upora R bo proti bazi tranzistorja T stekel tok in tranzistor bo pričel prevajati ("stikalo" je sklenjeno) in elektromotor se bo zavrte.

Ker tok elektromotorja teče skozi tranzistor in ne skozi mikrokontroler, lahko na opisani način vklaplamo tudi močnejše elektromotorje - koliko močnejše je odvisno samo od zmožnosti tranzistorskega stikala. Zaradi velikega tokovnega ojačenja tranzistorja so za krmiljenje takega stikala dovoljšnji bazni tokovi velikosti nekaj mA, katere lahko mikrokontroler enostavno "daje". Opazili bomo, da v vezju na sliki 1c elektromotor vklaplamo s postavljanjem priključka Pxy v stanje logične enice, medtem, ko smo LED-ico, vezano kot na sliki 1a, vklapljali z logično ničlo; to v bistvu ničesar ne menja, vendar je to potrebno upoštevati pri pisanju programa.



Slika 3: Shield-B

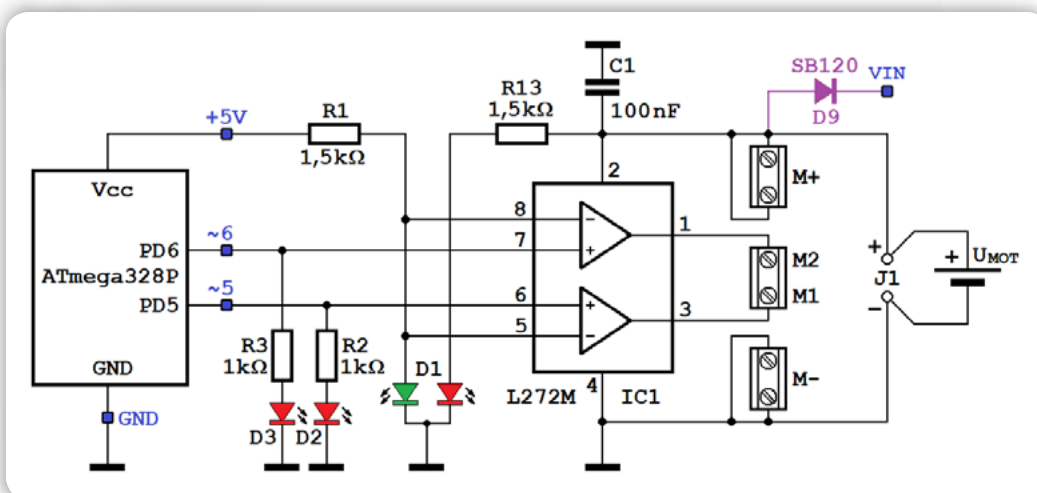
Vezje s tranzistorjem ima še eno veliko prednost: napetost napajanja elektromotorja je lahko različna od napajalne napetosti mikrokontrolerja; npr., na takšen način lahko krmilimo elektromotor z delovno napetostjo 3, 6 ali morda 12 V. Dioda D ščiti vezje od prenapetosti; brez nje bi na kolektorju tranzistorja v trenutku, ko tranzistor izklopi elektromotor, nastala zelo visoka napetost, ki bi lahko uničila sam tranzistor.

Razen "običajnega" NPN tranzistorja na sliki 1c, lahko kot elektronsko stikalo uporabimo tudi MOSFET tranzistorje, njihove karakteristike so še bližje idealnemu stikalu. Če v nekem projektu potrebujemo več elektronskih stikal, je bolj primereno uporabiti specialno integrirano vezje kot L272M na sliki 2. LM272 vsebuje dva operacijska ojačevalnika, OP1 in OP2, in dve dvo-položajni stikali narejeni z močnimi tranzistorji. Operacijski ojačevalniki primerjajo napetosti na svojih + in - vhodih (delajo kot komparatorji) in odvisno od njihove trenutne vrednosti, preklopijo stikalo tako, da povežejo izhodni

priključek proti + ali proti - polu napajalne napetosti. Bolje bomo to pojasnili s pomočjo risbe na sliki 2 desno:

- ko je napetost + vhoda operacijskega ojačevalnika višja od napetosti njegovega - vhoda, bo stikalo preklopilo izhodni priključek na + pol napajalne napetosti (zgornje stikalo na izhodu je +U);
- ko je napetost + vhoda operacijskega ojačevalnika nižja od napetosti njegovega - vhoda, bo stikalo preklopilo izhodni priključek na - pol napajalne napetosti (spodnje stikalo na izhodu je -U).

Tranzistorska stikala znotraj integriranega vezja L272M lahko preklaplajo tokove do 1 A pri napetostih do 28 V – kar je idealno za delo z malimi enosmernimi elektromotorji. (Tukaj vseeno moramo opomniti, da tranzistorska stikala znotraj integriranega vezja L272M niso idealna, ker na njih v stanju prevajanja obstaja padec napetosti okoli 1 V; to je mora upoštevati med projektiranjem vezja in izbire optimalne delovne napetosti!)



Slika 4: Shema vezja za krmiljenje enosmernega elektromotorja

Druge izvedbe elektromotorjev, kot koračni ali servo motorji, zahtevajo drugačna krmilna vezja (drivere). Ugotavljamo, da bi bilo koristno imeti ploščico, na kateri se že nahajajo ustrezna vezja za krmiljenje različnih vrst elektromotorjev, in še kakšno tipko ali potenciometer, s katerima bi jih lahko krmilili. Prav takšna ploščica je naš Shield-B modul, čigar možnosti bomo raziskovali v nekaj naslednjih številkah revije Svet elektronike!

Tipki SW2 in SW3 se nahajata na plošči Shield-B in z njima bomo krmiliti elektromotorja. Sedaj nam je poznano elektronsko vezje in je čas, da postavimo našo prvo programsko nalogo!

1. programska naloga: Motor A se mora vrteti dokler držimo pritisnjeno tipko SW3. Motor B se mora vrteti dokler držimo pritisnjeno tipko SW2.

Bascom-AVR rešitev (program Shield-B_1.bas)

Spomnimo se, da vsak Bascom-AVR program pričnemo z nekaj konfiguracijskimi ukazi, ki se napajajo na uporabljen mikrokontroler in pogoje, v katerih dela:

```
$regfile = "m328pdef.dat"
$crystal = 16000000
$hwstack = 64
$swstack = 32
$framesize = 64

Config Clockdiv = 1
```

Iz teh ukazov bo Bascom-AVR prevajalnik zaznal, da pišemo program za Atmega328P, ki dela s taktom frekvence 16 MHz, in koliko spomina sme porabiti za različne systemske potrebe. Tako napisani konfiguracijski ukazi bodo ustrezali za vse programe, ki jih bomo analizirali v tej seriji, zato jih bomo samo prekopirali na začetek vsakega novega programa.

Sedaj pristopimo rešitvi naše programske naloge. Najprej moramo konfigurirati priključka PD5 in PD6 kot izhoda

```
Config PORTD.5 = Output
Config PORTD.6 = Output
```

medtem ko bomo priključka PC2 in PC3 konfigurirali kot vhodna:

```
Config PORTC.2 = Input
Config PORTC.3 = Input
```

Da bi lahko brali stanja tipk, moramo na vhodnih priključkih vključiti pull-up upora:

```
PORTC.2 = 1
PORTC.3 = 1
```

Zaradi njiju bo vhodni priključek v stanju "0" dokler je pridužena tipka pritisnjena, in se bo vrnil v stanje "1" ko tipko spustimo. Sedaj vstopamo v neskončno Do-Loop zanko, znotraj katere program večkrat preverja logična stanja na vhodnih priključkih PC2 in PC3. Če ugotovi, da je tipka SW3 pritisnjena, bo postavil izhodni priključek PD5 v stanje "1" in tako zagnal motor A:

```
Do
If PINC.3 = 0 Then
```

```
PORTD.5 = 1 ,vklopi A
Else
PORTD.5 = 0 ,izklopi A
End If
```

Isto proceduro bomo ponovili s tipko SW2 in motorjem B, samo tega vklopimo s postavljanjem priključka PD6 v stanje "0":

```
If PINC.2 = 0 Then
PORTD.6 = 0 ,vklopi B
Else
PORTD.6 = 1 ,izklopi B
End If
Loop
```

Če ugotovimo, da je pri elektromotorju B logično stanje izhodnega priključka enako, pri elektromotorju A pa nasprotno logičnemu stanju vhodnega priključka, lahko to programsko nalogo rešimo tudi precej enostavneje:

```
Do
PORTD.5 = Not PINC.3
PORTD.6 = PINC.2
Loop
```

Arduino rešitev (program Shield-B_1.ino)

V funkciji setup() konfiguriramo priključka 5 (PD5) in 6 (PD6) kot izhodna, priključka A2 (PC2) in A3 (PC3) kot vhodna z vključenima pull-up uporoma:

```
void setup() {
pinMode(5, OUTPUT);
pinMode(6, OUTPUT);
pinMode(A2, INPUT_PULLUP);
pinMode(A3, INPUT_PULLUP);
}
```

V funkciji loop() uporabimo isto programsko logiko, kot v Bascom-AVR primeru. Za branje stanja tipk uporabimo ukaz digitalRead(), za postavljanje stanja priključkov 5 in 6 uporabimo ukaz digitalWrite().

RAČUNALNIŠKE NOVICE
bralcem revije
SVET ELEKTRONIKE
ponujajo POSEBNO
PONUDBO!

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

Navedete geslo
SVET ELEKTRONIKE.



12 števk
BREZPLAČNO

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

```

void loop() {
  if (digitalRead(A2) == 0) {
    digitalWrite(5, HIGH);
  } else {
    digitalWrite(5, LOW);
  }
  if (digitalRead(A3) == 0) {
    digitalWrite(6, LOW);
  } else {
    digitalWrite(6, HIGH);
  }
}

```

Funkcijo loop() lahko tako poenostavimo:

```

void loop() {
  digitalWrite(5, !digitalRead(A2));
  digitalWrite(6, digitalRead(A3));
}

```

V trenutku, ko prenesete program v mikrokontroler, boste opazili, da se motor B vrti okoli tri sekunde in se nato zaustavi. Isto se bo dogodilo, če pritisnete tipko RESET na Shield-B ploščici.

To se dogaja zato, ker je pri zagonu mikrokontrolerja potrebnih do tri sekunde za branje bootloaderja in zagon programa vpisanega v flash spominu. Za čas branja bootloaderja in do zagona

programa so vsi priključki postavljeni v stanje logične ničle. Ker je motor B vezan na priključke M2 in M+, dokler je priključek 6 v stanju logične ničle (in posledično M2 je vezan z - polom napetosti UMOT), se bo motor vrтел.

Konektorji na razvojnem sistemu Shield-B omogočajo sočasno vezavo dveh DC elektromotorjev. Oba motorja sta lahko vezana kot motorja A ali kot motorja B ali na "mešan" način prikazan na sliki 5.

Niti en od teh načinov vezave ni boljši ali slabši od drugega in, katero koli kombinacijo bi izbrali, bomo lahko neodvisno krmiti vsakega od motorjev. Smer vrtenja motorjev je določena z načinom, kako smo njegove priključke povezali na priključke Shielda-B in se lahko spremeni, če tem priključkom zamenjamo mesta. Da bi iz programa spremenili smer vrtenja in kako elektromotor upočasniti ali pohitrili, bomo pokazali v naslednjem nadaljevanju!

Opombe: Shemo razvojnega sistema Shield-B, popis komponent in proizvodne datoteke ploščice si lahko prenesete s povezave <https://github.com/rsedak/Shield-B>. Programa Shield-B_1.bas in Shield-B_1.ino lahko brezplačno dobite od uredništva revije Svet elektronike!

<https://svet-el.si>



Celjski sejem

56. MOS

Največja poslovno-sejemska prireditel v regiji

18.–22. SEPTEMBER 2024

MOS DOM

MOS TURIZEM

MOS TEHNIKA
ENERGETIKA &
DIGITALIZACIJA

MOS B2B &
FESTIVAL POKLICEV

MOS PLUS

M5Dial uvod – 2. del

Avtor: Brian Millier

E-pošta: bmillier1@gmail.com

Kot je navedeno v prvem delu članka, ima M5Dial dva Grove priključka: enega za zunanje I2C naprave in drugega za UART vrata (serijska). V mnogih primerih to zadostuje, saj obstaja veliko perifernih čipov, ki uporabljajo I2C vmesnik.

Povezave na zunanja vezja

Druga možnost je, da povežete ločen MCU prek UART ali I2C in ga uporabite kot podrejeni procesor. Ta podrejeni MCU bi lahko upravljal različne vhodno-izhodne naprave, ki uporabljajo kaj drugega kot I2C vrata. Če potrebujete le več digitalnih vhodno-izhodnih priključkov, lahko uporabite razširitveni I2C čip, kot je NXP PCF8574 (8 linij) ali Microchip MCP23016 (16 linij).

Kot sem omenil na koncu 1. dela, sem želel na M5Dial priključiti več čipov z SPI vmesnikom. Zlasti me je zanimal AD9833 programabilni generator signalov podjetja Analog Devices, MCP41010 digitalni potenciometer podjetja Microchip in MCP4821, 12-bitni SPI DAC podjetja Microchip. AD9833 lahko proizvaja sinusne, trikotne in kvadratne signale z ločljivostjo 0,1 Hz, kar močno presega zvočno območje. MCP41010 je digitalno krmiljen uporovni potenciometer z 8-bitno ločljivostjo. Ugotoviti sem moral, kako uporabiti I2C ali UART vrata M5Dial za povezavo z nekakšno „premostitveno“ napravo, ki vsebuje nadrejena (master) SPI vrata. Zdelo se je, da je to pogosto zahtevana premostitvena naprava, in pričakoval sem, da bo na voljo veliko takšnih naprav. Izkazalo se je, da sem našel le eno takšno napravo.

NXP izdeluje čip SC18IS602B, ki vsebuje podrejena I2C vrata in nadrejena SPI vrata (s 4 pripadajočimi linijami za izbiro čipa). To bi bila idealna naprava za to nalogo, le da je na voljo le v 16-pinskem TSSOP ohišju, ki ga je težko spajkati na tiskano vezje. Na voljo so razširitveni moduli, ki pa niso na voljo, če pa so, niso poceni.

8-bitne MCU-je redko uporabljam, vendar imam še vedno na voljo veliko različnih Atmel AVR MCU-jev. Vendar nobeden od tistih v manjših ohišjih ni imel podrejenih I2C in SPI vrat. Lahko bi uporabil Atmel ATmega328 (kot se uporablja na ploščah Arduino Uno). Toda ta je v večjem ohišju in bi potreboval priključek za ISP programiranje in kvarčni kristal.

S sedaj priljubljeno ploščo Raspberry Pi

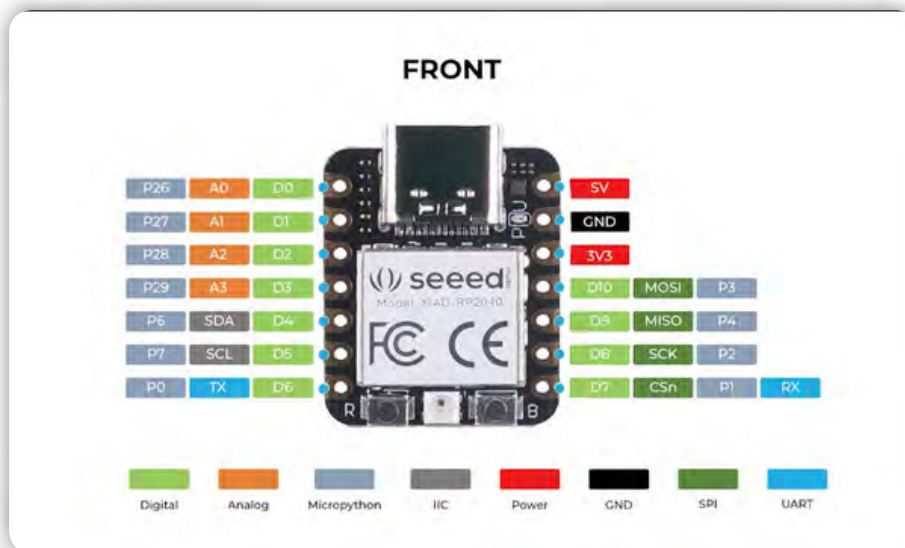


Slika 1: Seeed RP2040 Xiao modul, ki se v tem projektu uporablja kot podrejeni I2C procesor.

Pico, ki vsebuje poceni in zmogljiv MCU RP2040, še nisem naredil veliko projektov. Poleg Raspberry Pi Pico in Pico W plošč sem imel pri sebi tudi Seeed Studio RP2040 Xiao modul. To je ena od manjših plošč, ki temelji na RP2040 in je trenutno na voljo, stane pa le približno 5 USD. Vsebuje dovolj GPIO linij, da je lahko delovala kot premostitvena naprava med I2C in SPI, ki sem jo potreboval za ta projekt. Na sliki 1 je prikazan ta majhen modul - uporablja USB vrata za programiranje Flash kartice in za zaporedno razhroščevanje.

Tako M5Dial kot ta RP2040 Xiao plošča uporabljata 3,3 V logične nivoje, kar olajša medsebojno povezovanje, saj ne potrebujeta pretvornikov nivojev. Na sliki 2 je diagram razporeditve priključkov za to ploščo.

Pričakujem, da bo večina uporabnikov programirala MCU RP2040 z uporabo SDK/toolchain C/C++ (ki ga zagotavlja organizacija Raspberry Pi) ali MicroPython/ CircuitPython. Obstaja pa tudi podporni paket za ploščo Arduino RP2040, ki ga je napisal/priskrbel Earle Philhower. Ker na splošno svoje razvojno delo opravljam z uporabo okolja Arduino IDE, sem se odločil za programiranje plošče RP2040 Xiao z uporabo okolja Arduino IDE. Dodatna prednost MCU RP2040 je, da vsebuje zagonski nalagalnik UF2 USB v ROM pomnilniku. To pomeni, da



ko to ploščo priključite v USB vrata računalnika (s pritisnjnim gumbom BOOTSEL), se prikaže primerek programa File Manager, ki prikazuje ploščo kot Flash pomnilnik. Če želite prenesti kodo v napravo, morate želeno hex datoteko povleči in spustiti v to mapo upravitelja datotek. Če uporabljate Arduino IDE z RP2040 ploščo kot ciljnim MCU, vam tega sploh ni treba storiti - kliknete gumb Download in odpre se okno File Manager, v katerem je prikazan RP2040 Flash pogon. Programiranje se bo nadaljevalo samodejno. V tem primeru vam sploh ni treba pritisniti stikala BOOTSEL.

Uporabljam najnovejšo različico Arduino 2 IDE: različica 2.3.2. Za ta projekt priporočam uporabo tega Arduino IDE iz več razlogov. Nekatere od teh razlogov sem opisal v prvem delu, tukaj pa je še eden. V tem projektu je glavni krmilnik M5Dial. RP2040 Xiao deluje kot podrejeni I2C priključek in izvaja funkcijo mosta med I2C in SPI. Med razvojem sem pogosto pisal/spremil kodo za ESP32S3 M5Dial in RP2040 Xiao hkrati. To se je zgodilo med razvijanjem protokola za komunikacijo med obema MCU-jema. Odprete lahko dva primerka okolja Arduino 2.3.2 IDE in neodvisno delate na kodi za vsako od dveh različnih MCU enot. Vsaka instanca lahko priključe svoj namenski serijski terminal, povezan s ciljnim MCU, in vsaka instanca lahko neodvisno programira svoj ciljni MCU. S prejšnjimi različicami Arduino IDE v različici 1.8.x tega niste mogli storiti.

Če želite razvijati z MCU RP2040 v IDE Arduino 2.3.2, kliknite ikono Boards na levi strani zaslona in vnesite RP2040. Nato dodajte izbiro «Raspberry Pi RP2040 Boards (3.6.3 or later)».

Funkcije MCU RP2040 v tem projektu

Pri tem projektu sem želel, da RP2040 sprejema I2C ukaze in jih razčlenjuje v več funkcij:

- *AD9833 ukazi (poslani po SPI).*
- *MCP41010 ukazi za digitalni potenciometer (poslani po SPI)*
- *MCP4821 DAC ukazi (poslani po SPI)*

V primeru MCP4821 in MCP41010 jima je treba poslati le 16-bitno vrednost, ki vsebuje ukaz in podatke. Knjižnica gonilnikov ni potrebna. Vendar pa je programirljivi signalni generator AD9833 bolj zapletena naprava in ga je lažje programirati z uporabo vnaprej napisane knjižnice. Vse razpoložljive knjižnice gonilnikov AD9833 so napisane za neposredno komunikacijo s čipom z uporabo SPI. Nisem jih želel ponovno napisati za uporabo I2C vodila in SPI mosta. Zato sem se odločil, da na ploščo RP2040 Xiao naložim knjižnico gonilnika AD9833 in ji dovolim, da krmili AD9833 prek Xiaojevih SPI vrat. Izbral sem knjižnico MajicDesigns AD9833, ki jo najdete na Githubu na naslovu:

- https://github.com/MajicDesigns/MD_AD9833

M5Dial pošlje naslednje ukaze prek I2C vrat, RP2040 pa te ukaze analizira in s klicem knjižnice AD9833 posreduje ustrezen parameter AD9833:

- *AD9833 nastavi frekvenco*
- *AD9833 nastavi način (sinusni, trikotni, pravokotni, polovični pravokotni signal)*

Poleg tega sta na voljo dva ukaza za drugi dve periferni napravi:

- *MCP41010 Nastavi vrednost potenciometra (8-bitov)*
- *MCP4821 nastavi vrednost DAC (16-bitov)*

Ti 4 ukazi so ukazi višje ravni - naložijo ustrezen parameter v ciljno napravo in preklopijo linijo Chip Select za to napravo. Poleg teh štirih posebnih ukazov sem opredelil tudi nekaj splošnih ukazov, ki počnejo naslednje:

- *Pošlji 8-bit byte.*
- *Pošlji 32-bit long integer.*

Ugotavljanje/izključevanje GPIO linije, ki deluje kot dodatna izbira čipa

Zadnje tri ukaze bi lahko uporabili, če bi želeli dodati dodatne SPI periferne čipe, ki bi jih M5Dial upravljal posredno prek I2C povezave z uporabo I2C podrejenih vrat RP2040 Xiao MCU-ja. Dejanska struktura ukazov, ki sem jo uporabil, je prikazana v preglednici 1. Pošiljam kombinacijo kratkih ukazov v mnemoničnem slogu ter 8, 16 in 32-bitnih binarnih števil. Da bi bila rutina za razčlenjevanje preprosta in zanesljiva, se vsi ukazi začnejo s črko „W“, ki ji sledi unikatna črka za ta ukaz (črka, ki ni v razponu A-F, ki se uporabljajo za šestnajstiške številke). Vse tri vrste binarnih števil (8,16 in 32-bitna) se pošljejo kot šestnajstiška števila (brez predpone „0x“). S to metodo je nemogoče, da se podrejena naprava RP2040 Xiao I2C ne bi sinhronizirala s prejetimi ukazi iz M5Dial, če bi prišlo do napake pri prenosu I2C.

Opazil sem nekaj nenavadnega pri I2C prenosih naprave M5Dial. MCU ESP32S3, ki ga vsebuje M5Dial, bi moral biti sposoben izvajati I2C v standardnem (100 kHz) ali hitrem (400 kHz) načinu. Vendar pa sem ugotovil, da ko sem določil hitri način - `Wire.setClock(400000)` je dejanska frekvenca ure bila le 250 kHz. Ne vem, zakaj se to zgodi, vendar je 250 kHz hitrejša od 100 kHz, zato sem uporabil to nastavitvev. RP2040 Xiao je podrejena naprava I2C, zato ji ni treba določiti takta.

Eden od razlogov, da sem za podrejeno I2C enoto izbral MCU RP2040, je ta, da ima zmogljivost podrejene I2C enote vgrajeno v standardno knjižnico I2C `<Wire.h>`. V tem projektu podrejeni I2C samo sprejema podatke od nadrejenega - ne pošilja podatkov nazaj. Rutine podrejene I2C enote so vodene s prekinitvami in so v obliki medpomnilnika, zato je njihova uporaba precej enostavna. V delu `setup()` skice morate le opredeliti rutine za sprejemanje in pošiljanje podatkov, kot sledi:

```
Wire.onReceive(recv);  
Wire.onRequest(req);
```

Nato v funkcijah `recv` in `req` določite svoje izvajalce. Pri tem projektu sem sprejemal samo I2C podatke, zato sem vhodni tok I2C podatkov obdelal v `rec(int len)` funkciji. Čeprav prekinitvena rutina I2C podrejene naprave vrne število razpoložljivih znakov v spremenljivki „len“, je ne uporabljam. Uporabim ukaz `Wire.read()` za pridobivanje znakov, enega za drugim, in poiščem začetni znak „W“, ki je pred vsakim ukazom. Naslednji znak določa,

kakšen je ta ukaz, in z ukazom „switch“ preskočim na ustrezno rutino. Vsak ukaz vsebuje parameter določene dolžine, ki je izražen v šestnajstiškem sistemu.

Slika 3 prikazuje zajem podatkovnega paketa na osciloskopu, poslanega za ukaz AD9833 setFrequency. Ta ukaz je najdaljši, dolg 10 bajtov.

Zgornja sled je I2C SCL linija, navpične črte kazalca pa kažejo, da traja 424 μ s, kar ustreza taktu 250 kHz, ki sem ga prej omenil za hitri I2C način. Spodnja sled je SPI -CS linija AD9833. Prenos podatkov AD9833 SPI je veliko hitrejši kot I2C paket - delno zato, ker je dolžina SPI paketa podatkov le tri 16-bitni binarni bajti namesto 10 znakov, poslanih prek I2C. Poleg tega je taktna frekvenca SPI-ja 1 MHz v primerjavi s taktno frekvenco I2C, ki je 250 kHz.

Zdaj, ko sem razložil, kako lahko M5Dial krmili naprave, ki temeljijo na SPI, z uporabo RP2040 kot podrejenega I2C z SPI mostom, si podrobneje oglejmo delovanje programabilnega generatorja signalov AD9833.

AD9833 programabilen generator signalov

AD9833 je na spodnjem koncu ponudbe čipov za neposredno digitalno sintezo (DDS), ki jih izdeluje podjetje Analog Devices. Na sliki 4 je blok diagram tega čipa. Za takt DDS uporablja 25 MHz vir kvarčnega kristala veuan na MCLK. Izhod iz DDS je 12-bitna vrednost, ki krmili sinusni ROM.

Ta ROM v načinu sinusnega signala krmili 10-bitni DAC pretvornik. Pri načinu trikotnega signala je pomnilnik sinusnega signala premoščen, izhod DDS pa neposredno krmili pretvornik DAC, saj gre za linearni signal rampe, ki ga je mogoče prilagoditi za generiranje trikotnega signala. Za način kvadratnega signala in polovičnega kvadratnega signala (frekvenca /2) se uporablja bit MSB izhoda DDS. Za način FREQ/2 se vstavi dodaten flip-flop DIV by 2.

Kot smo že omenili, je AD9833 na spodnjem koncu družine DDS družbe Analog Devices. Pred petnajstimi leti, preden sem se upokojil na univerzi Dalhousie, sem uporabljal AD9858 DDS, ki je uporabljal 1 GHz takt in je lahko ustvaril natančne izhodne frekvence v območju do 100 MHz.

Mislil sem, da je bil AD9858 v tistem času precej neverjeten, čeprav drag. Če imate



Slika 3: Tipičen paket I2C ukazov, kot ga pošlje M5Dial v RP2040 Xiao.

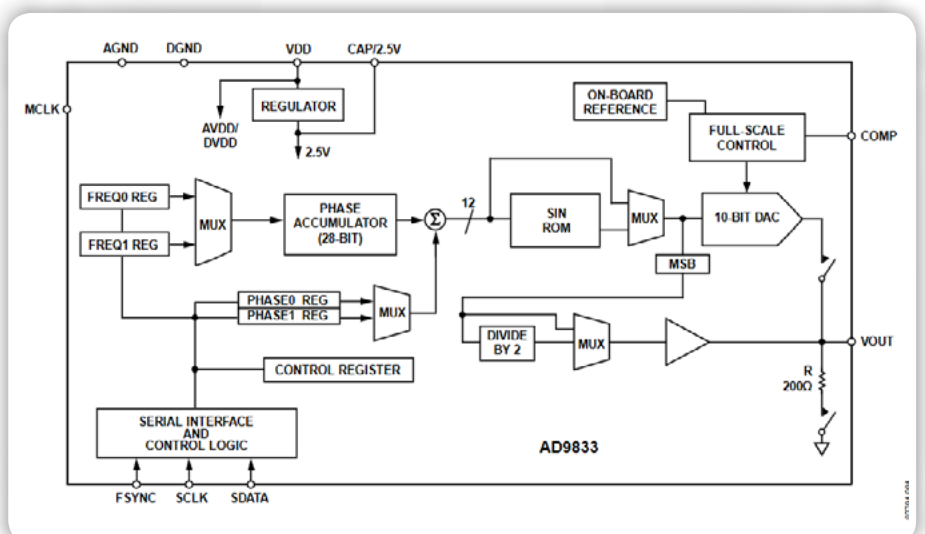
danes na voljo štiristo ameriških dolarjev, lahko kupite AD9164 DDS, ki se lahko krmili pri frekvenci do 12 GHz in uporablja 16-bitni DAC za večjo natančnost oblike signala. Te naprave so idealno primerne za najzahtevnejše hitre radijske aplikacije.

Ena stvar, ki me še vedno čudi pri številnih razvojnih ploščah, izdelanih na Kitajskem je to, kako jih je mogoče izdelati po cenah, ki so na voljo. Celo v količini 1000 kosov stane čip AD9833 pri Digkeyu 13 ameriških dolarjev. Razvojna plošča, ki vsebuje ta čip, kristalni oscilator in nekaj pasivnih komponent, stane le 2,50 USD na AliExpressu ali približno 7 USD na mestih, ki ponujajo brezplačno dostavo.

Tako kot pri vseh DDS čipih lahko izhodno frekvenco AD9833 izračunamo z naslednjo formulo:

$$\text{Izhodna frekvenca} = \text{Vrednost faznega koraka} \times \text{FClock} / 228$$

To temelji na takti frekvenci 25,0 MHz, ki se uporablja na tej plošči, in numerično krmiljenem oscilatorju (NCO) v modelu



Slika 4: Blok shema programirljivega signalnega generatorja AD9833.

AD9833, ki vsebuje 28-bitni akumulator. Pri najmanjši vrednosti faznega koraka 1 je frekvenčna ločljivost enaka:

$$25,000,000/268435456 \text{ or } 0.093132 \text{ Hz.}$$

V moji skici, ki teče na M5Dial, so frekvence določene na 1 decimalno mesto natančno. Preden se to število s fiksno vejico pošlje na RP2040 prek I2C, se pomnoži z 10, da se pretvori v dolgo celo število in se pošlje kot tako. To dolgo celo število se nato deli z 10,0 in pretvori v vrsto float, preden se pošlje na AD.setFrequency() funkcijo knjižnice.

Upoštevajte, da je v podatkovni mapi AD9833 navedena največja izhodna frekvenca 12,5 MHz, vendar to velja samo za izhodni kvadratni signal. Tako sinusni kot trikotni obliki signalov bi pri frekvenci 12,5 MHz vsebovali le 2 podatkovni točki na cikel, zato sploh ne bi bili podobni sinusnim ali trikotnim signalom. Glede na predvideno uporabo boste morda želeli vsaj 100 podatkovnih točk na cikel, da bi ustvarili razumno sinusno ali trikotno obliko signala, zato bi bila v tem primeru največja izhodna frekvenca omejena na največ 25 MHz/100 ali 250 kHz.

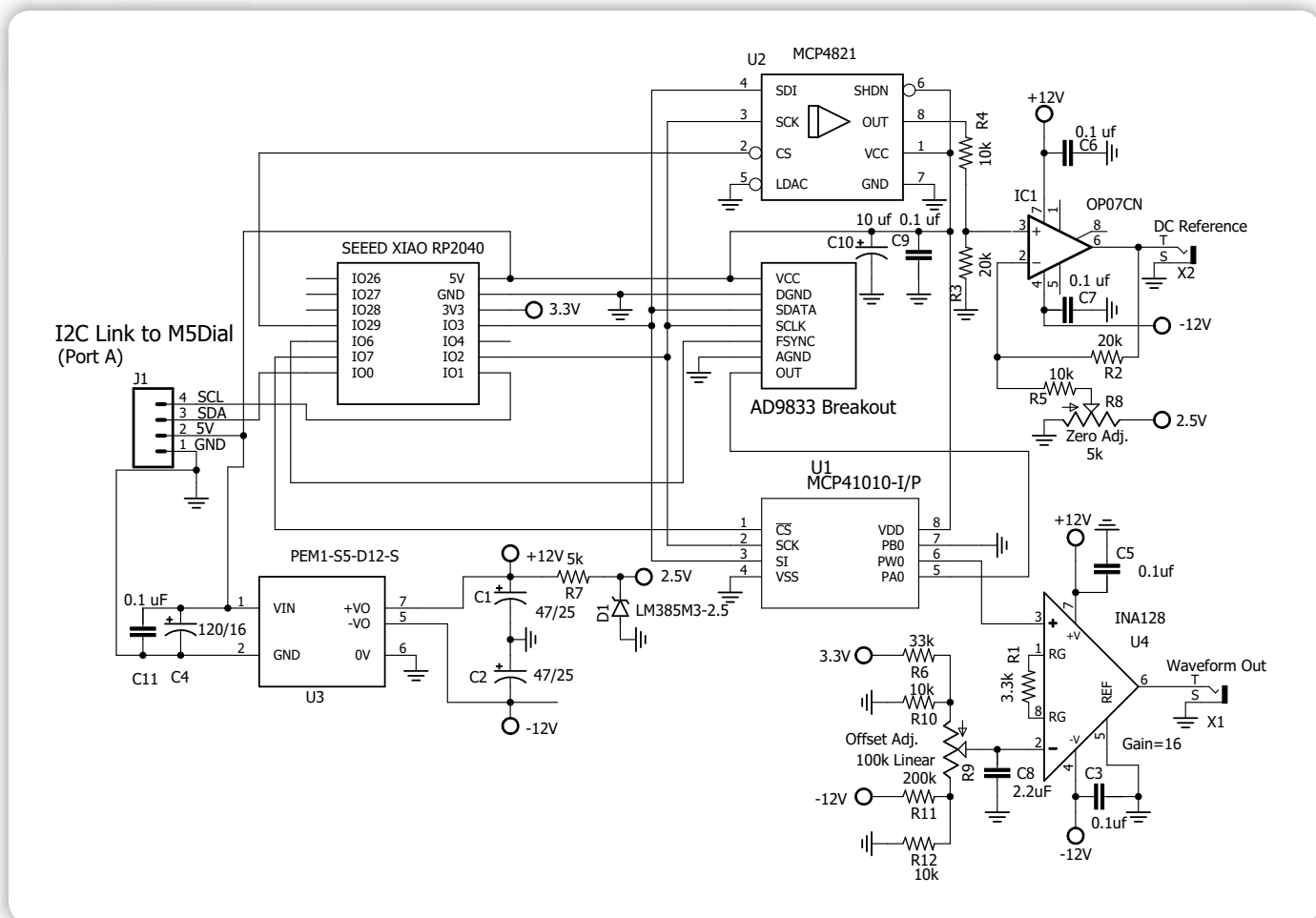
Pri sinusnih in trikotnih signalih proizvaja AD9833 600 mV izhodni signal od vrha do vrha (212 mV RMS). Ta signal se nahaja na 325 mV enosmerne prednapetosti. Z drugimi besedami, vrh negativnega cikla je 25 mV nad maso, vrh pozitivnega cikla pa 625 mV nad potencialom mase.

Ukaz	Opis
WU xxxxxxxx	Nastavi frekvenco AD9833: xxxxxxxx = (frekvenca x 10), izražena v long hex
WV xx	Nastavi obliko signala AD9833: xx = način bajt, izražen v hex
WP xx	Nastavi MCP41010 Pot: xx= 8-bit vrednost, izražena v hex
WI xxxx	Nastavi MCP4821 DAC: xxxx= 16-bit DAC ukaz, izražen v hex
WB xx	Pošlje bajt vrednost, izraženo v hex
WL xxxxxxxx	Pošlje long integer, izraženo v hex
WS	Omogoči Chip Select (drugačen, kot za 3 naprave zgoraj)
WT	Onemogoči Chip Select ("")

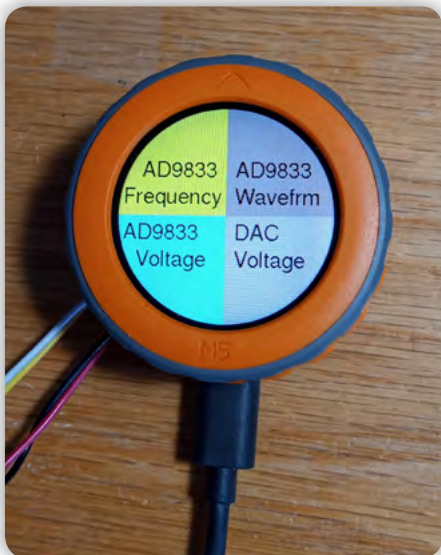
Tabela 1: Ukazi poslani na RP2040 I2C podrejeno napravo (Slave)

Kvadraten in polovičen kvadraten signal (Freq./2) imata amplitudo, ki je enaka vrednosti VDD, s katero se čip napaja. V tem projektu razvojna plošča ne vsebuje notranjega regulatorja, zato ploščo napajam s 5 V. Zato so izhodi kvadratnih signalov na ravni 5V od vrha do vrha.

AD9833 vsebuje dva frekvenčna registra in dva fazna registra. Ker čip temelji na SPI in lahko deluje z največjo taktno frekvenco SPI do 40 MHz, je mogoče dinamično naložiti ta dva frekvenčna in fazna registra ter ustvariti zelo hitro frekvenčno in/ali fazno modulacijo. Glede na naravo tega projekta se nisem ukvarjal z implementacijo funkcije drugega zgoraj frekvenčnega registra niti z nastavitvami faznega zamika.



Slika 5: Shema vezja, uporabljenega v projektu. M5Dial ni prikazan. Priključen je prek J1 in zagotavlja 5V napajanje in I2C signal.



Slika 6: M5Dial prikazuje moj glavni meni. Glede na to, da je zaslon M5Dial majhen in občutljiv na dotik, menim, da je takšna postavitev kvadrantov verjetno najboljša, če menuje izbirate z dotikom.



Slika 7: Meni za izbiro frekvence AD9833. Z enkoderjem izberete številko in se dotaknete zgornjega ali spodnjega dela zaslona, da povečate/zmanjšate vrednost.

MCP41010 8-bit digitalno krmiljen potenciometer

Zaradi razmeroma nizke amplitude sinusnega in trikotniškega signala ter velike razlike med njima in med amplitudo kvadratnega signala sem se odločil, da izhodni signal AD9833 dovedem v digitalni potenciometer MCP41010 podjetja Microchip. Ta čip vsebuje 256-delno lestvico upornosti s skupno vrednostjo 10k. Položaj srednjega priključka v tem potenciometru nadzoruje 8-bitna vrednost, ki je vanj naložena prek SPI. Uporovno vezje lahko obdeluje digitalne ali analogne signale, dokler je napetost v območju od nič do VDD (v tem projektu je VDD 5 V). Ko je izbran meni Amplituda AD9833, lahko izberete vrednost do 9,99 V. Ta uporabniška nastavitvev se pretvori v ustrezno

nastavitvev MCP41010 potenciometra, pri čemer se upošteva, da je za potenciometer instrumentalni ojačevalnik INA128 z ojačenjem 16,15.

MCP41010 je SPI naprava in dobi Chip Select signal iz linije GPIO7 RP2040.

AD9833 izhodni ojačevalnik

Sinusni in trikotni signali AD9833 imajo relativno nizko amplitudo in so unipolarni. MCP41010 bo ta signal dušil za uporabniško programirano količino, pri čemer bosta ostala nizka po amplitudi in se gibala na enosmerni premici, kot je omenjeno v prejšnjem razdelku o AD9833. Shematski prikaz tega projekta je na sliki 5.

Izhodni signal MCP41010 se vodi neposredno na pozitivni vhod instrumentacijskega ojačevalnika podjetja TI z oznako INA128. Ojačenje tega ojačevalnika je:

$$\text{Ojačenje} = 1 + 50000/R1$$

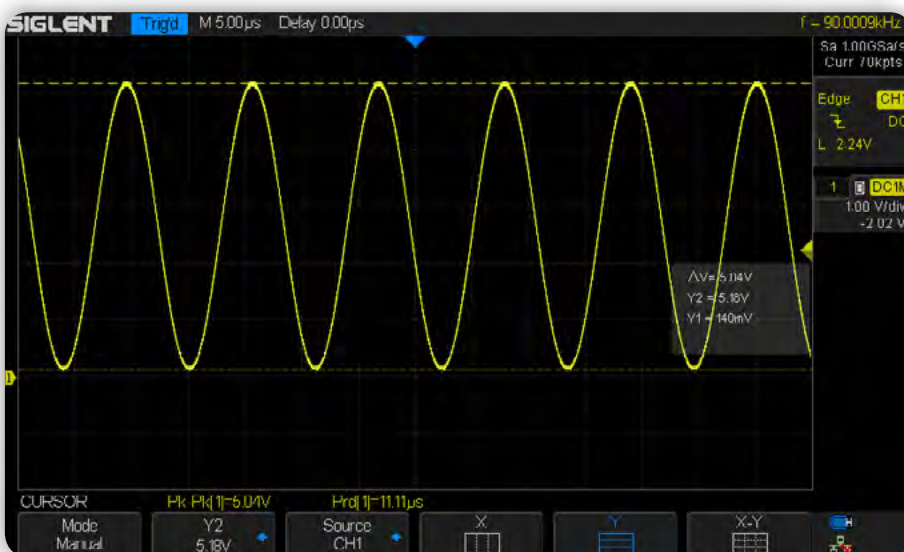
Pri $R1 = 3300 \Omega$ ojačenje znaša 16,15

Negativni vhod INA128 se napaja z običajnim mehanskim 100k linearnim potenciometrom. En konec se napaja iz 3,3V regulatorja na modulu Xiao - z uporovnim delilnikom R6 in R10 je zmanjšan na +0,77 volta. Drugi konec se napaja iz -12V napajalnika, ki ga R11 in R12 delita na -0,57 V. Razpon tega potenciometra je takšen, da lahko sinusne/trkotne signale AD9833 zamakne za približno +/- 8 voltov.

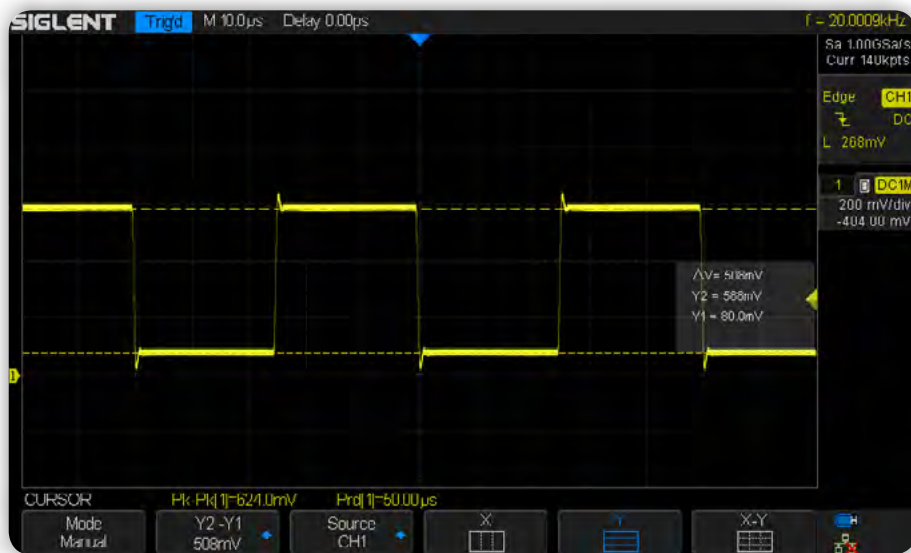
Uporabil sem instrumentalni ojačevalnik INA128, ker sem potreboval diferencialni vhodni ojačevalnik za izravnavo enosmerne prednapetosti, po kateri se gibljeta sinusni/trkotni signal AD9833, in ker je omogočal širok razpon uporabniško nastavljivega odmika. Diferencialni vhodi morajo imeti visoko impedanco, da ne obremenjujejo 10k potenciometra MCP41010. INA128 to zagotavlja v manjšem ohišju kot izvedba z diskretnimi op-ampi.

Programabilna DC referenca z uporabo MCP4821 DAC

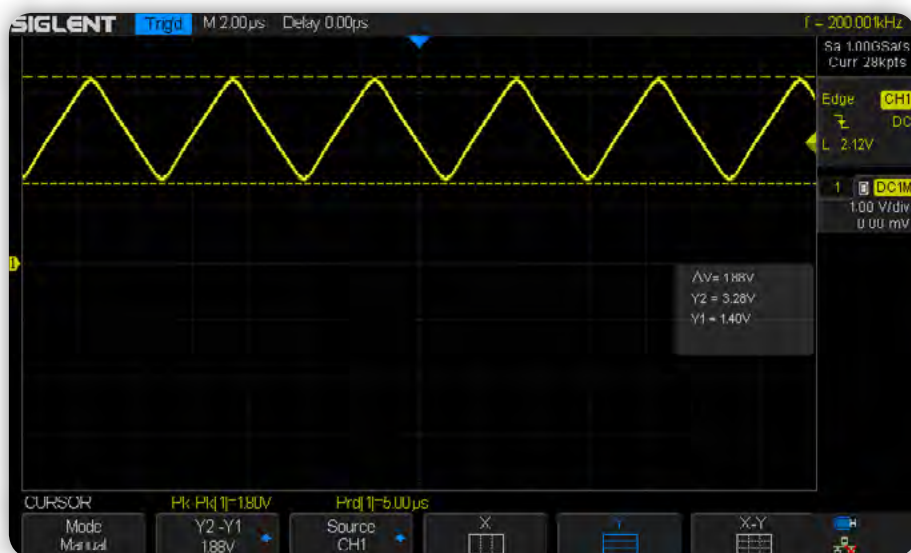
Zmožnost programabilne napetostne reference sem dodal z 12-bitnim SPI DAC



Slika 8: Prikazuje izhodni sinusni signal AD9833 pri 5 V od vrha do vrha in frekvenci 90 kHz.



Slika 9: Prikazuje izhodni trikotni signal AD9833 z amplitudo 2,00 volta in frekvenco 200 kHz.



Slika 10: Prikazuje izhodni kvadratni signal AD9833 z izbiro amplitude 0,5 V in frekvenco 20 kHz.

pretvornikom Microchip MCP4821. Ta čip ima notranjo referenčno vrednost 2,048 volta in lahko zagotavlja izhodne napetosti 12-bitnega pretvornika DAC s polno vrednostjo 2,048 ali dvakratno vrednostjo (ob predpostavki, da se MCP4821 napaja s 5 V). MCP4821 napajam s 5 V in uporabljam nastavitve dvojnega ojačenja.

Izhod MCP4821 priključim na operacijski ojačevalnik OP07, ki je konfiguriran tako, da zagotavlja ojačenje 2 in vnaša odmik, tako da ima izhodna referenčna napetost območje +/- 4,096 volta.

Dvojno 12 voltno napajanje za analogna vezja

Za doseganje dvojnega napajanja v obsegu +/- 10 voltov sem

potreboval dvojno napajanje +/- 12 V. Uporabil sem izolirani pretvornik DC-DC PEM1-S5-D12-S proizvajalca CUI. Ta zagotavlja tokovno zmogljivost do 42 mA na plus in minus izhodih, kar je za to aplikacijo dovolj. Za to potrebuje največ 250 mA pri 5 V. Ta pretvornik vsebuje hitri oscilator in gonilnik za napajanje notranjega ojačevalnega transformatorja. Izhod s sredinskim izvodom zagotavlja +/- 12 voltov (neregulirano). Ker vsebuje visokofrekvenčno stikalno vezje, je pomembno, da:

- Neposredno čez njegove vhodne sponke namestite majhen keramični in večji elektrolitski kondenzator.
- Vcc in maso napeljite z ločenima žicama, ki vodita neposredno na 5 V vir napajanja, ki se uporablja za napajanje projekta.

Projekt se napaja z USBC 5V/1A adapterjem, ki se priključi na M5Dial modul. Teh 5 V je na voljo na priključku I2C Grove in se prenaša na preostalo vezje, vključno z izoliranim pretvornikom DC-DC PEM1-S5-D12-S.

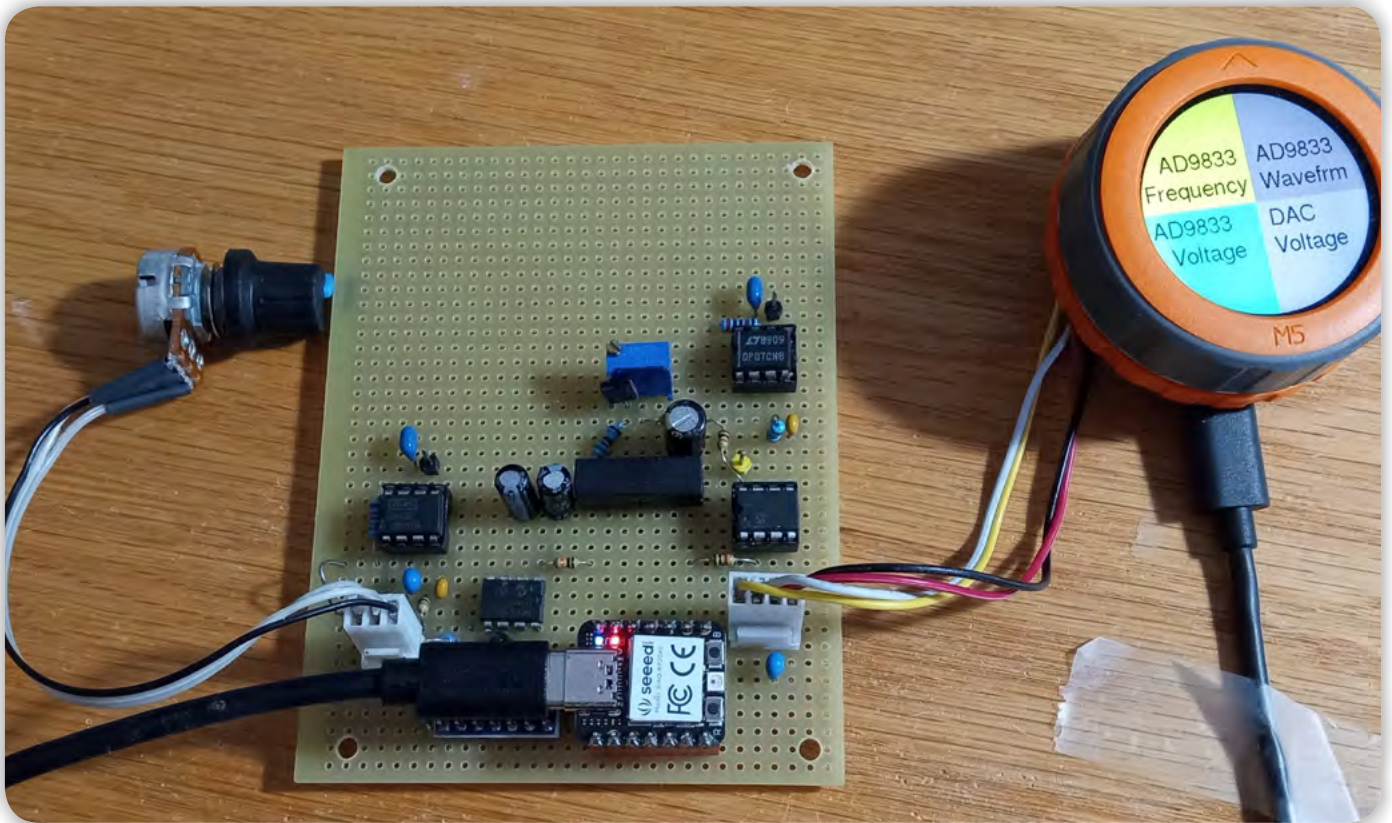
Delovanje

Ko se naprava vklopi, se prikaže glavni meni, kot je prikazano na sliki 6. Menije izberete tako, da se dotaknete zaslona v ustreznem kvadrantu. Najprej je treba nastaviti frekvenco, kot je prikazano na sliki 7. Z rotacijskim enkoderjem se izbere frekvenca. Z dotikom zaslona nad odčitano frekvenco povečate vrednost te številke, z dotikom pod njo pa jo zmanjšate. S pritiskom na logotip M5 na oranžnem okvirju zaslona se pošlje setFrequency() ukaz v AD9833. Če pritisnete logotip M5 na okvirju za 1 sekundo ali

več, se vrnete v glavni meni. Meni z obliko signala deluje na enak način. Z enkoderjem izberemo obliko signala, gumb M5 na ohišju pa pošlje setMode() ukaz v AD9833.

Menija Amplituda AD9833 in Amplituda DAC delujeta na enak način. Obliko signala iz AD9833 je treba nastaviti pred nastavitvijo amplitude, ker je izhodna amplituda AD9833 le 600 mv za izbere Sine in Triangle, za izbere kvadratnega signala pa 5 voltov. To odstopanje je treba upoštevati v meniju Amplituda.

Vključil sem nekaj posnetkov enote med delovanjem. Slika 8 prikazuje sinusni izhodni signal pri frekvenci 90 kHz in 5 voltov od vrha do vrha. V zgornjem desnem kotu lahko vidite, da je dejanska frekvenca zelo podobna navedeni frekvenci 90 kHz: 90,0009 kHz. Amplituda je blizu izbrane vrednosti 5,0 voltov, tj. 5,04 V. Slika 9 prikazuje trikoten signal pri 200 kHz. Opazite lahko rahlo zaokroževanje vrhov zaradi omejitev pasovne



Slika 11. Fotografija vezja, uporabljenega v projektu. Ploščo AD9833 prekriva USB-C kabel, ki je priključen na modul RP2040 Xiao. Ta kabel se uporablja samo za programiranje Xiao modula ali za razhroščevanje med razvojem.

prepustnosti pretvornika INA128. Slika 10 prikazuje kvadratni signal pri 20 kHz. Prisoten je majhen prenehaj (ne zaradi moje sonde - preveril sem jo, ko sem to videl).

Na sliki 11 je prikazano dokončano vezje, izdelano na plošči Chip-Quik SBB2808-1. Te plošče so mi všeč, saj vsebujejo ploščice s tremi luknjami in dve napajalni vodili, stanejo pa le 5 dolarjev.

Zaključek

Ta projekt le delno izkorišča številne funkcije M5Dial. Nisem na

primer uporabil WiFi ali Bluetooth ESP32S3. Tudi čitalnika RFID nisem takoj uporabil. Z več truda bi lahko v ESP32S3 uvedel datotečni sistem SPIFFS in prenesel nekaj slikovnih datotek, ki bi omogočile domiselni „splash screen“. Ta projekt je bil tudi dober izgovor, da sem izvedel nekaj več o MCU Raspberry Pi RP2040. Rekel bom, da mi je všeč njegov zagonski nalagalnik UF2.

Programi so na voljo v uredništvu revije Svet elektronike.

<https://svet-el.si>





ESP8266
in
ESP32
v praksi

Nova knjiga za PROGRAMERJE

KUPI ZDAJ!



NAROČITE SE NA **Monitor!**

Vsem novim naročnikom podarimo
praktično darilo:
**PRIROČNI
NAHRBTNIK**



DOBILI BOSTE **POPUST,**
NAHRBTNIK, MORDA
PA TUDI **TIPKOVNICO
LENOVO*!**



Med vsemi naročniki bomo ob zaključku akcije izžrebali
**50 prejemnikov
TIPKOVNICE
LENOVO!**



POSEBNA PONUDBA VELJA DO 27. AVGUSTA 2024.

Kako do naročnine?
Obiščite (www.monitor.si/naroci),
pišite (narocnine@monitor.si)
ali pokličite na telefon 01/230-6530.

Monitor: zabavna elektronika / računalništvo / nove tehnologije

* Popusti veljajo za fizične osebe. Cena revije Monitor v prodaji na drobno znaša 5,50 €, kar vključuje DDV. Na leto izide 11 številčk Monitorja ter dve tematski številki. Letne naročnine za fizične osebe v tej naročniški akciji znašajo:
Monitor: 13 izvodov (redna cena: 71,50 €) - 20 % popusta za fizične osebe: **57,20 €**

Tipkovnice Lenovo je prispevalo podjetje Notesniki.si.

Monitor
www.monitor.si

TS4871 NF stereo ojačevalnik

AX elektronika d.o.o.

Avtor: Jurij Mikeln

E-pošta: stik@svet-el.si

Velikokrat smo že napisali, da živimo v času, ko so na voljo izjemne elektronske komponente po izjemno nizkih cenah. Tako je gradnja elektronskih vezij precej poenostavljena in tudi poceni.

Tokrat vam predstavljamo NF stereo ojačevalnik v izjemno majhnem ohišju, ki je primeren za res miniaturne naprave in za reprodukcijo na majhnih zvočnikih. Ena takšnih aplikacij je recimo zvočnik za uSDX radijsko postajo, ki smo jo predstavili na RIS2022 konferenci in tudi v naši reviji (SE306).

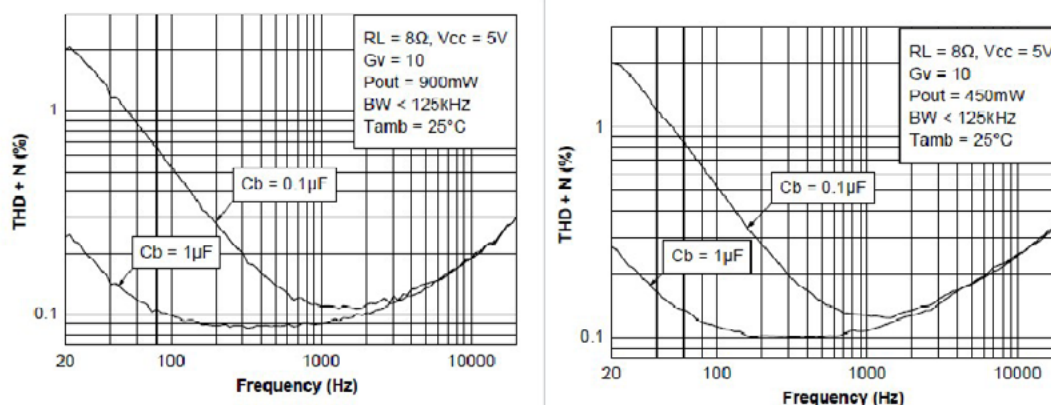
Problem v uSDX postaji je v tem, da vgrajeni zvočnik ne nudi neke normalne reprodukcije. Ali je reprodukcija sicer dobra – pa je zelo tiha. Ali pa je glasna – pa zelo popačena. Vse to zaradi vgrajenega majhnega zvočnika in morda tudi minimaliziranega načrtovanja vezja. Moramo vedeti da 32 Ohmski zvočnik krmili mikrokontroler ATmega328!

Ne glede na to je uSDX izjemna radijska postaja, saj omogoča delovanje na 5 področjih in na vseh načinih modulacije (SSB, AM, FM).

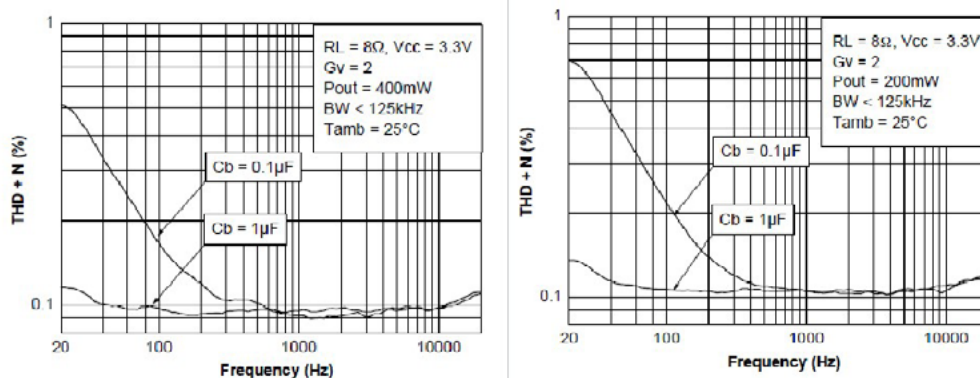
Ko sem torej želel rešiti problem slabe reprodukcije, sem pri iskanju ustreznega ojačevalnika naletel na TS4871, ki se nahaja v majhnem ohišju (Mini SO8) dimenzij 2,8x2,8 mm. Torej idealno za vgradnjo v uSDX. Za uporabo v uSDX nisem potreboval stereo ojačevalnika, zato sem uporabil mostično vezavo in z njo pridobil nekaj mW izhodne moči, pa tudi vezje se je poenostavilo. Preden pa predstavim shemo ojačevalnika, pa si najprej pogledjmo tehnične karakteristike TS4871 ojačevalnika.

Tehnične karakteristike TS4871

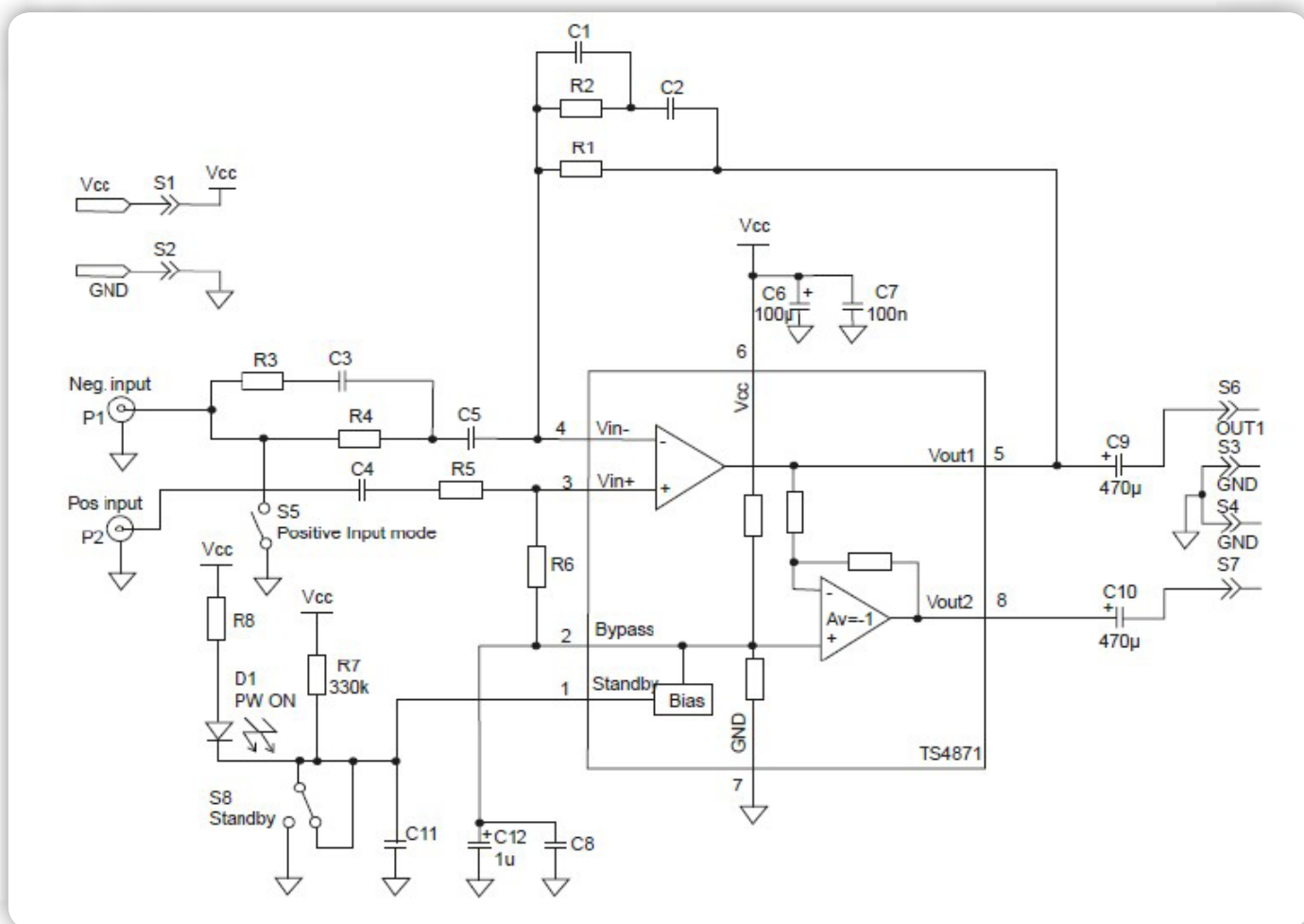
Proizvajalec TS4871 je podjetje STM, ki ga sicer bolj poznamo po mikrokontrolerjih. Seveda je STM veliko podjetje



Slika 1: Popačenje ojačevalnika pri 900 mW (levo) in 450 mW (desno) pri 5,0V napajalni napetosti



Slika 2: Popačenje ojačevalnika pri 400 mW (levo) in 200 mW (desno) pri 3,3V napajalni napetosti



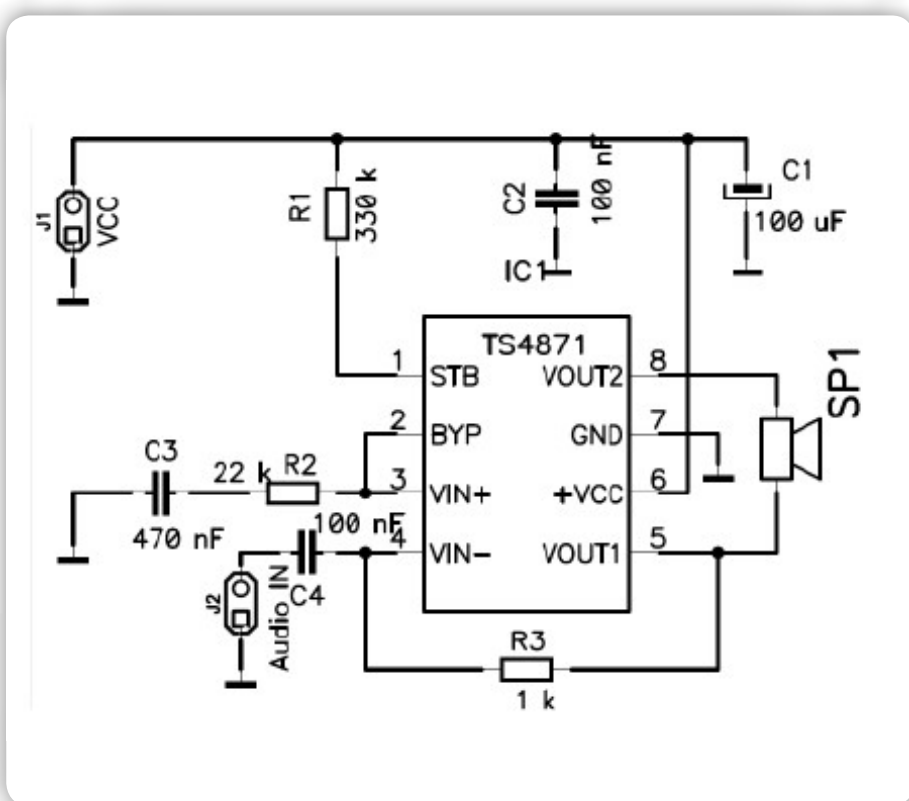
Slika 3: Tipična vezava TS4871

in proizvaja še marsikaj drugega, kot mikrokontrolerje. TS4871 je na voljo v dveh ohišjih, SO8 in MiniSO8.

Lastnosti:

- Delovna napetost $V_{CC} = 2,5\text{ V}$ do $5,5\text{ V}$
- 1 W izhodna moč @ $V_{CC} = 5\text{ V}$, $THD = 1\%$, $f = 1\text{ kHz}$, na $8\ \Omega$ bremenu
- Izjemno nizka poraba v načinu pripravljenosti (10 nA)
- 75 dB PSRR @ 217 Hz od 5 V do $2,6\text{ V}$
- Zelo nizko popačenje ($0,1\%$)

TS4871 je avdio močnostni ojačevalnik, ki lahko zagotavlja 1 W neprekinjene izhodne moči RMS v $8\ \Omega$ bremenu pri napetosti 5 V . Ta avdio ojačevalnik se ponaša z $0,1$ -odstotno stopnjo popačenja (THD) pri napajanju s 5 V za $P_{out} = 250\text{ mW RMS}$. Zunanji nadzor načina pripravljenosti zmanjša napajalni tok na manj kot 10 nA . Zagotovljena je tudi notranja zaščita pred toplotno preobremenitvijo. TS4871 je bil zasnovan za visokokakovostne zvočne aplikacije, kot so mobilni telefoni, in za zmanjšanje



Slika 4: Shema mono izvedbe

števila zunanjih komponent. Stabilni ojačevalnik je mogoče konfigurirati z zunanjimi upori za nastavitvev ojačenja.

Tipična vezava je prikazana na sliki 3.

Ker sem, kot omenjeno na začetku, potreboval samo mono izvedbo, sem se odločil, da za svojo aplikacijo uporabim malce drugačno shemo, ki jo vidite na sliki 4.

Tiskano vezje je dvostransko in ustrezno majhno glede na zahteve, da ga vgradim v uSDX ali kakšno drugo napravo.

Seveda so vse komponente v SMD ohišjih, ker želimo, da je TIV čim manjši. Nisem izbral najmanjših SMD elementov, ker ni za to nobene potrebe. Pa tudi samo spajkanje tega TIV ni prav posebej zahtevno. Seveda je potrebno uporabiti vsaj naglavno lupo, ali stereo mikroskop. Če pa vam oči služijo za gledanje od blizu, pa niti tega ne potrebujete.

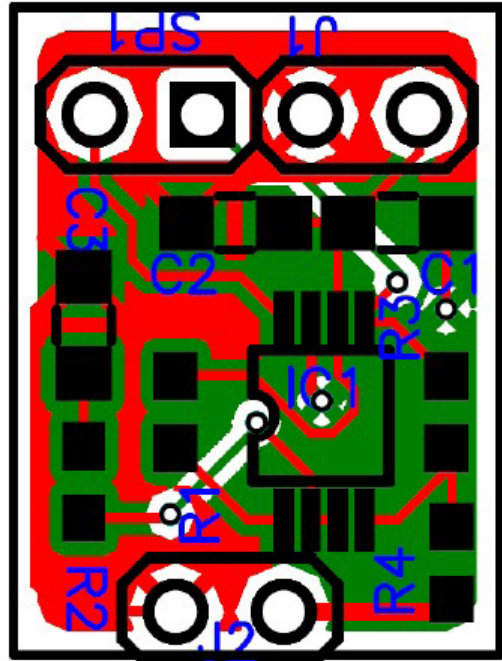
Testiranje

Izdelan ojačevalnik bo ustrezno delal takoj, brez nekaterih nastavitvev. To je bil tudi namen, da je gradnja enostavna. Izhodnih karakteristik nisem meril. Na »uho« opravljene »meritve« so pokazale, da je reprodukcija dovolj glasna in ustreza zahtevam. Ojačevalnik se ne greje pretirano, če pa ga napajamo iz baterij, bi bilo za razmisliti o tem, da ojačevalnik postavimo v režim spanja tako, da R1 odklopimo od napajanja.

Zaključek

TS4871 je zanimiv in predvsem majhen stereo NF ojačevalnik, ki vam bo prišel prav v tistih primerih, ko potrebujete do 1W izhodne moči in ko imate zelo malo prostora v napravi, kjer naj bi se nahajal NF ojačevalnik. Jaz sem to potreboval za uSDX radijsko postajo, ki ima svoje »težave« pri reprodukciji.

Ojačevalnik lepo deluje in verno ojači signal, vendar mi problema v uSDX ni rešil. Problem reprodukcije uSDX se nahaja v samem principu konstrukcije in obdelave signalov. Namreč



Slika 5: Izgled TIV

ATMega328 obdeluje vhodni signal in na svojem izhodu reproducira sprejeti NF signal, ki se na slušalkah sliši zelo spodobno. Ko pa ta signal reproduciram na NF ojačevalniku, zadeva prične »zvoniti« zaradi fizične bližine elementov (in morda še česa). Tako tega ojačevalnika nisem vgradil v svojo radijsko postajo, ga bom pa uporabil v naslednjem projektu, kjer bom potreboval NF ojačevalnik.

Tiskana vezja bodo za naše bralce na voljo v Virtualni trgovini.

<https://svet-el.si>



Najpopolnejši Arduino KIT za nadebudne programerje

Vsebuje:

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



AX elektronika d.o.o.



svet MEHATRONIKE



TEMATIKE

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

NAROČNINA

4 revije na leto
PTT strošek 6,00 €/leto



www.svet-me.si



revija@svet-me.si



01 549 14 00

TOČKA REVIEJE

Poiščite **brezplačno revijo**
v izbranih trgovinah!

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



AX ELEKTRONIKA

ZALOŽNIK

AX ELEKTRONIKA d.o.o.

Depala vas 39, 1230 Domžale

TEMATIKE

- novice
- elektronika za začetnike
- programiranje
- samogradnje

NAROČNINA

PRAVNE OSEBE: 49,50 €/leto

FIZIČNE OSEBE: 44,00 €/leto

DIJAKI IN ŠTUDENTJE: 41,25 €/leto



<https://svet-el.si>



prodaja04@svet-el.si



01 549 14 00



svet ELEKTRONIKE

PRIROČNIK za PROGRAMERJE

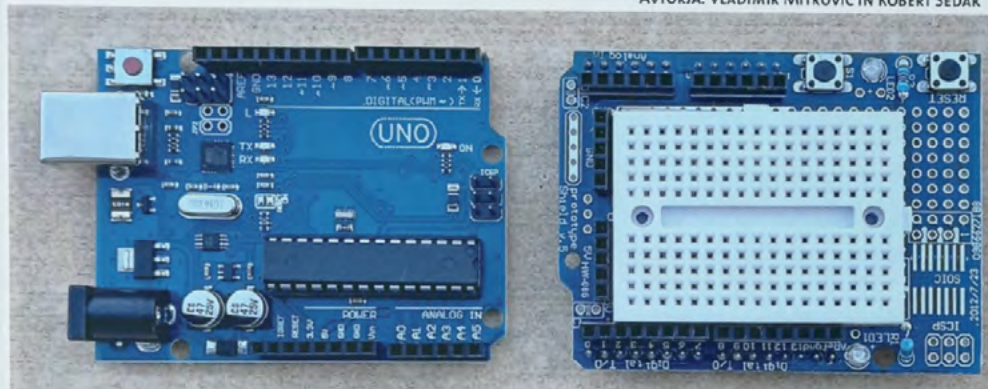


ZAČETNI KORAKI PRI PROGRAMIRANJU

GEEKCREIT

PRIROČNIK ZA PROGRAMERJE

AVTORIA: VLADIMIR MITROVIĆ IN ROBERT SEDAK



GEEKCREIT UNO R3 STARTER KIT



svet
ELEKTRONIKE