

SE
331

REVIJA ZA ELEKTRONIKO, AVTOMATIKO, RAČUNALNIŠTVO IN TELEKOMUNIKACIJE

ELEKTRONIKI

svet

ISSN 1318-4679



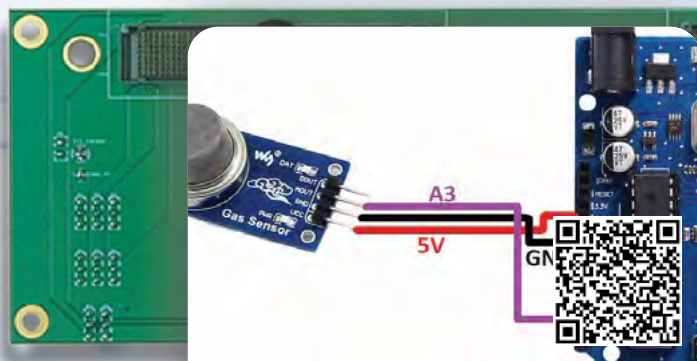
9 771 318 467 014



letnik XXXI
julij/avgust 2024
številka 331
cena:
5,00 €



Elektretni kondenzatorski mikrofoni



Zaznavanje senzorja plina MQ2 z Arduinoom



Kitarski ojačevalnik na elektronke 25W

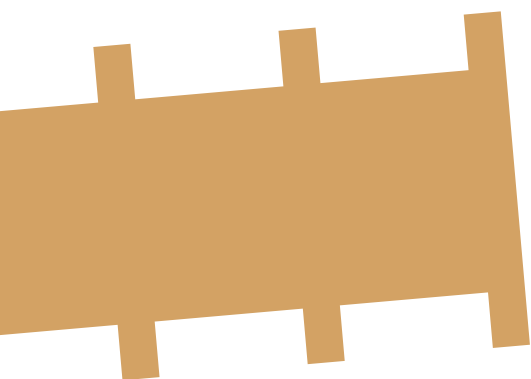
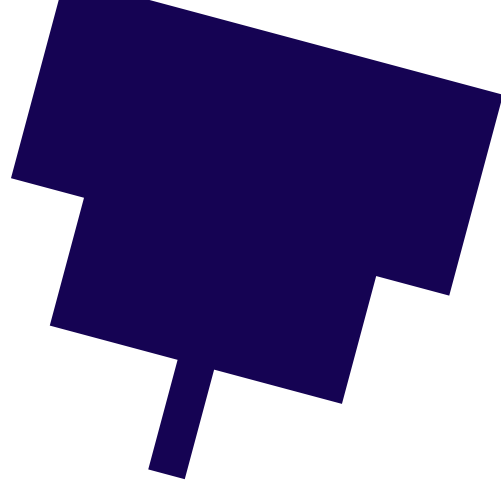
LED-ica s tremi priključki

Manjše TVS diode za boljšo zaščito

Memristorji in bionske taktilne naprave

Reportaža Ideen Expo in RoboCup Junior

M5Dial - brezžične komunikacije



Za inovativnost je potrebna izbira

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

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

DigiKey

we get technical

UVODNIK

- 4 Končno dopusti
Jurij Mikeln

NOVICE

- 5 Podaljšane temperaturne vrednosti omogočajo daljšo življenjsko dobo zmogljivih relejev v kompaktnem ohišju
<https://omron.eu>
- 6 Infineon predstavlja MOSFET-e CoolSiC™ 400 V, ki na novo opredeljujejo gostoto in učinkovitost napajanja za strežnike umetne inteligence
<https://www.infineon.com>
- 7 LED-ica s tremi priključki povečuje hitrost in funkcije v optoelektronskih čipih
<https://en.ustc.edu.cn>

PREDSTAVLJAMO

- 10 Elektretni kondenzatorski mikrofoni: ne samo za govor in petje
Avtor: Jochen Neller
<https://www.rutronik.com>
- 12 Manjše TVS diode za boljšo zaščito
Avtor: Rolf Horn
<https://www.digikey.com>
- 14 Tudi na MOS 2024 Stišiče znanosti in gospodarstva
MNZ
<https://www.gov.si>
- 15 Simfonija elektrotehnike+
Avtor: Fakulteta za elektrotehniko
<https://fe.uni-lj.si>
- 17 Memristorji in bionske taktilne naprave
Avtor: Janez Škrlec, inženir mehatronike
- 18 Razstava in konferenca InnoElectro je bila 2x večja!
www.innoelectro.com
- 21 Prehod na SiC pri elektrifikaciji
Avtor: Andreas von Hofen
<https://www.microchip.com>
- 24 Reportaža Ideen Expo in RoboCup Junior, Hannover Nemčija 11.6.2024 - 17.6.2024
<https://svet-el.si>

PROGRAMIRANJE

- 28 Shield-B, razvojna ploščica za Arduino Uno (2) - DC motor
Avtorja: Mag. Vladimir Mitrović, Robert Sedak
- 34 M5Dial - brezžične komunikacije
Avtor: dr. Simon Vavpotič
<https://pcusbprojects.com>
- 39 Zaznavanje senzorja plina MQ2 z Arduinoom
<https://www.electrovigyan.com>

SAMOGRAĐNJA

- 41 Senzorji plinov
Avtor: Jurij Mikeln
- 46 Kitarski ojačevalnik na elektronke 25W
Avtor: Ivo Hribovšek, S50IH
<https://pulsar-tech.si>

Elektretni kondenzatorski mikrofoni

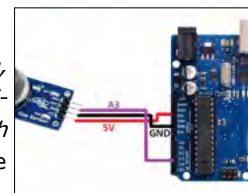
Ko govorimo o možnostih uporabe mikrofонов, večina ljudi najprej pomisli na govor in petje, zmorejo pa še veliko več. Zlasti elektretni kondenzatorski mikrofoni imajo prednosti na številnih področjih uporabe. Občutljivi vodotesni mikrofoni omogočajo na primer zaznavanje ...

**Stran:10****Manjše TVS diode za boljšo zaščito**

Elektrostatična razelektritev (ESD) ali električni udari lahko poškodujejo ali pokvarijo elektronske izdelke med proizvodnjo ali končno uporabo. ESD po ocenah povzroči od enomestnih števil do tretjine vseh okvar komponent, kar se še poveča zaradi večje gostote vezij in višjih zahtev ...

**Stran:12****Zaznavanje senzorja plina MQ2 z Arduinoom**

Senzor plina je elektronska naprava, ki se uporablja za zaznavanje prisotnosti in koncentracije določenih plinov v zraku. Najpogostejše vrste plinov, ki jih zaznavajo ti senzorji, so ogljikov monoksid (CO), vodik (H₂), metan (CH₄) in propan (C₃H₈). Senzorji plina delujejo tako, da merijo spremembe električne upornosti, prevodnosti ...

**Stran:39****Kitarski ojačevalnik na elektronke 25W**

Na željo svojega starejšega sina, ki je kitarist in glasbenik sem se lotil tega ojačevalnika, ki je zanimiv iz stališča gradnje. Sheme res niso zahtevne, je pa zelo pomembna sama postavitve in konstrukcija. Ozemljitve oziroma skupna točka ali masa pa je poglavje samo zase ...

**Stran:46**<https://www.renesas.com>



Jurij Mikeln

REVIJA ZA ELEKTRONIKO,
AVTOMATIKO,
RACUNALNIŠTVO
IN TELEKOMUNIKACIJE

Ustanovljena leta 1994, izhaja mesečno, 11 številk 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.

Končno dopusti

Drage bralke in dragi bralci, končno je prišel tisti čas leta, ko si lahko malce oddahnemo od vsakodnevnega dela in vzamemo v roke kakšno knjigo, se odpravimo na izlet, se posvetimo svoji družini ali celo hobiju. Gotovo si vsak od vas naredi načrte za dopust, tudi jaz jih imam. Nekaj bo morja, nekaj izletov – tudi z družino, nekaj pa tudi elektronike oziroma radioamaterstva. Kot nekateri veste, sem tudi radioamater in združujem prijetno s koristnim - elektroniko in radioamaterstvo, ne nujno v tem vrstnem redu.

Seveda je poletje tudi čas, ko si vzamemo malce več časa za tiskane medije – naj bodo to razne revije, knjige in podobno.

Zato smo vam za poletje pripravili revijo z zanimivimi članki, ki bodo tudi pri vas obudili željo po spajkanju, ali mogoče programiranju – ali pa celo oboje.

Če ste vsaj malce avdiofila – torej ljubitelja dobrega zvoka in ste malce glasbenika, potem je samogradnja NF ojačevalnika za kitaro pravi članek za vas. Težko bi zapisal, kaj je takega v NF ojačevalnikih, narejenih z elektronicami. Gotovo ste že srečali kakšnega avdiofila ali kitarista, ki prisega na »lampaše«, kot popularno imenujemo ojačevalnike z elektronicami. Na fakulteti so nam omenjali, da tranzistorski ojačevalniki v svojem izhodnem signalu, poleg ojačenega zelenega signala, generirajo lihe harmonike, medtem ko ojačevalniki na elektronicke generirajo sode harmonike. Zvok z lihimi harmoniki je nekako trd, medtem ko je zvok s sodimi harmoniki mehkejši – če se lahko tako izrazim. Gotovo bi slišali razliko med enim in drugim ojačevalnikom, tudi jaz sem jo slišal, ko smo pri kolegu preizkušali različne NF ojačevalnike. Tukaj se bom ustavil, saj ne bom zahajal na področje »zlatih« kablov za zvočnike, ki je po mojem trdnem prepričanju zgolj odličen vir zaslужka na kupcih.

Programerji boste krmili motor v Arduino in Bascom-AVR okolju. Včasih je pri motorju dovolj, da se vrtil samo v eno smer. Se pa seveda dogodi, da se mora motor vrteti tudi v obratni smeri, včasih pa ga moramo tudi na hitro ustaviti prav z ustrezno elektroiniko in programom, ki elektronicke krmili.

Če pa vas skrbi okolje in plini v okolju, potem si preberite članek o senzorjih plina in kako enega od senzorjev priključiti na mikrokontroler.

Vse to in še cel kup zanimivih novic boste našli v tokratni reviji.

Želim vam prijetno poletje z veliko lepimi doživetji in dobrimi projekti. Mi se pa vidimo v septembru, morda celo na sejmu MOS v Celju, kjer bomo tudi mi. Vljudno vabljeni, da nas obiščete.

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

Kode:
5ELU0056, 5ELU0059,...

<https://svet-el.si>





Podaljšane temperaturne vrednosti omogočajo daljšo življenjsko dobo zmogljivih relejev v kompaktnem ohišju

Omron Corporation

Omron Electronic Components Europe se je odzval na potrebo po večjemu številu vgrajenih relejev. Tako so predstavili releje, primerne za višje temperature, ki zagotavljajo izolacijo tuljave razreda F.

Tip G5NB-1A4-EL-HA, ki razširja tip G5NB-1A4-EL-HA-CF iz razreda B v razred F, zagotavlja 5A preklapljanje od -40 °C do 105 °C v popolnoma zaprtem močnostnem releju. Novi releji omogočajo večjo gostoto delov, saj delujejo pri višjih temperaturah kot njihovi predhodniki.

Popolnoma zatesnjeni releji tipa G5NB-1A4-EL-HA-CF zagotavljajo daljšo življenjsko dobo v okoljih do 85 °C.

Lahko pa zagotovijo enako življenjsko dobo kot obstoječi releji G5NB-E tudi v okoljih s precej višjimi temperaturami.

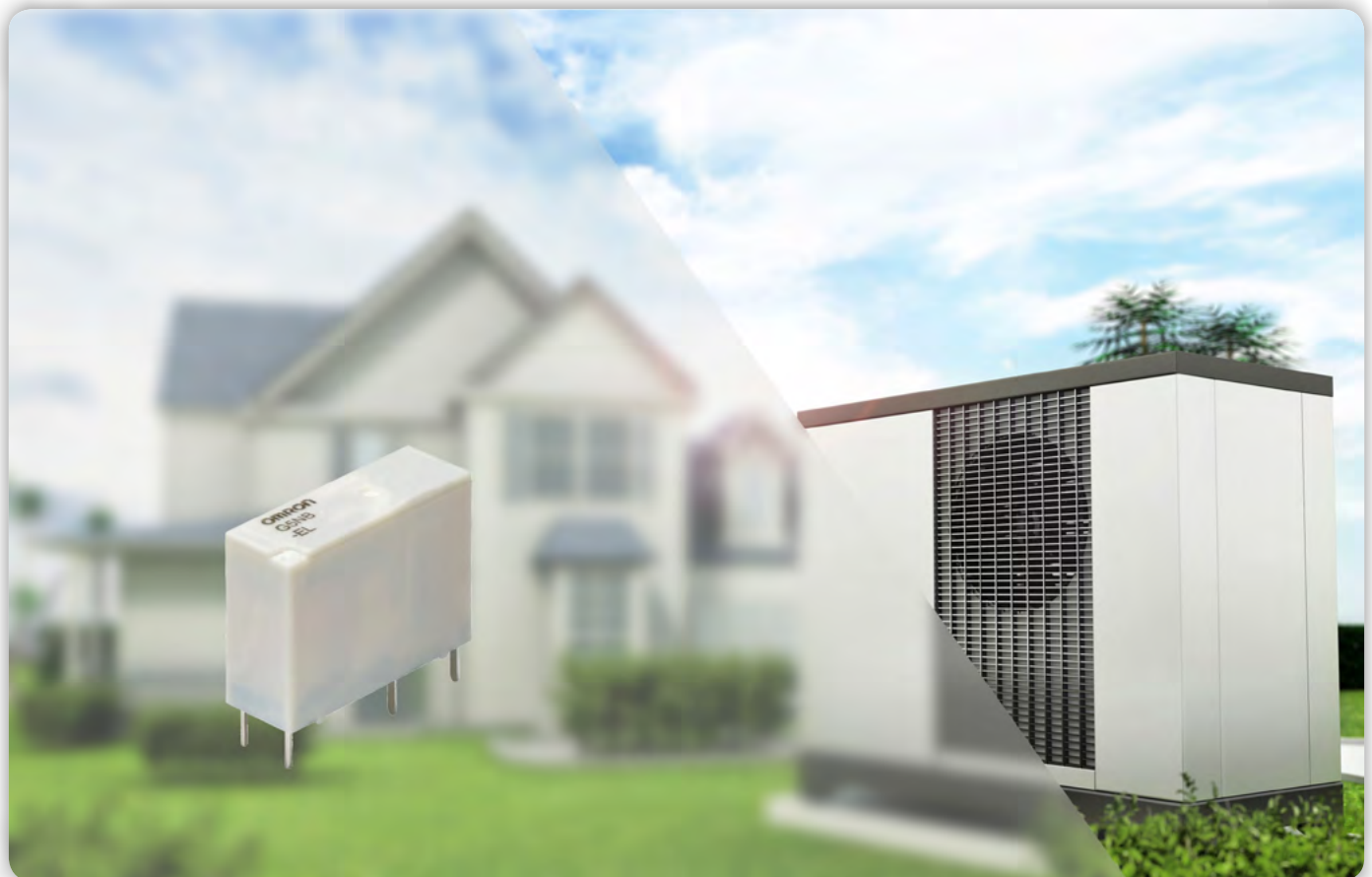
Standardi odobritve VDE ocenjujejo rele razreda F do 50.000 preklopov pri 105 °C in do 100.000 preklopov pri 85 °C.

Uporaba sega od HVAC in toplotnih črpalk prek gospodinjske opreme za kuhanje, pralnih strojev in hladilnikov do industrijskih naprav, kot so PLC, I/O terminali in regulatorji temperature.

Novi releji G5NB-EL-CF so zdaj na voljo pri pooblaščenih distributerjih in prodajalcih v Združenem kraljestvu in Evropi.

O podjetju OMRON Electronic Components Europe

Podjetje OMRON Corporation je 1. aprila 2022 objavilo, da se je njegov oddelek za elektromehanske komponente (EMC) preimenoval v OMRON Device and Module Solutions (DMS) v skladu z globalno dolgoročno vizijo „Shaping the Future 2030“.



OMRON Electronic Components Europe je evropska podružnica oddelka Device and Module Solutions.

Spremenjeno ime oddelka odraža novo osredotočenost na zagotavljanje rešitev strankam po vsem svetu in v Evropi. Podjetje OMRON se sooča z novimi družbenimi in okoljskimi spremembami, ki se jih zaveda in se nanje odziva. Podjetje želi svojim strankam ponuditi rešitve, ki jim pomagajo pri spopadanju s temi univerzalnimi izzivi. V skladu z dolgoročno strategijo

namerava OMRON še naprej prispevati k uvajanju novih virov energije in hitrih komunikacij, tako da bo omogočil izdelavo trdnjših, naprednejših in učinkovitejših naprav. Te naprave bodo ljudem olajšale in izboljšale življenje, zlasti z doseganjem ogljične nevtralnosti, uresničevanjem digitalne družbe in podaljševanjem povprečne življenjske dobe.

<https://omron.eu>



Infineon predstavlja MOSFET-e CoolSiC™ 400 V, ki na novo opredeljujejo gostoto in učinkovitost napajanja za strežnike umetne inteligence

Infineon Technologies AG

Zaradi vse večjih zahtev po napajanju procesorjev umetne inteligence morajo napajalniki za strežnike zagotavljati vedno več energije, ne da bi presegli določene dimenzije strežniških regalov.

To je posledica povečanih potreb po energiji visokonivojskih grafičnih procesorjev, ki bi lahko do konca desetletja porabili 2 kW in več na čip. Te potrebe ter pojav vse zahtevnejših aplikacij in s tem povezanih posebnih zahtev strank so podjetje Infineon Technologies AG (FSE: IFX / OTCQX: IFNNY) spodbudili k razširitvi razvoja SiC MOSFET na napetosti pod 650 V.

Podjetje zdaj predstavlja novo družino 400 V MOSFET CoolSiC™, ki temelji na drugi generaciji (G2) tehnologije CoolSiC, predstavljeni v začetku leta. Novi MOSFET portfelj je bil posebej razvit za uporabo v AC/DC strežnikih umetne inteligence in dopolnjuje Infineonov nedavno objavljeni načrt PSU. Naprave so idealne tudi za sončne sisteme in sisteme za shranjevanje energije (ESS), krmiljenje motorjev inverterjev, industrijske in pomožne napajalnike (SMPS) ter polprevodniške odklopnike za stanovanjske stavbe.



Slika: CoolSiC MOSFET (vir: <https://www.infineon.com/>)

“Infineon ponuja obsežen portfelj visokozmogljivih MOSFET in GaN tranzistorjev, ki izpolnjujejo zahtevne oblikovne in prostorske zahteve napajalnikov za strežnike umetne inteligence,” je povedal Richard Kuncic, vodja poslovne enote za napajalne sisteme pri Infineonu. “Zavezani smo podpirati naše stranke z naprednimi izdelki, kot so CoolSiC MOSFET 400 V G2, ki zagotavljajo najvišjo energetsko učinkovitost v naprednih aplikacijah umetne inteligence.”

Novo družino odlikujejo izjemno nizke prevodne in stikalne izgube v primerjavi z obstoječimi 650-voltnimi SiC in Si MOSFET-i. V večstopenjskem PFC lahko stopnja AC/DC napajalnika AI Server PSU doseže gostoto moči več kot 100 W/in³ in dokazano doseže 99,5-odstotni izkoristek. To je za 0,3 odstotne točke boljši izkoristek kot pri rešitvah z 650-voltnimi SiC MOSFET-i. Poleg tega je sistemska rešitev za napajalnik AI Server PSU dopolnjena z implementacijo CoolGaN™ tranzistorjev v DC/DC stopnji. S to kombinacijo visokozmogljivih MOSFET-ov in tranzistorjev lahko napajalnik zagotavlja več kot 8 kW, pri čemer se gostota moči v primerjavi s trenutnimi rešitvami poveča za več kot 3-krat.

Novi portfelj MOSFET obsega skupno 10 izdelkov: pet RDS(on) od 11 do 45 mΩ v ohišjih TOLL in D²PAK-7 s kelvinskim virom in tehnologijo povezovanja ohišij .XT. Zaradi prebojne napetosti vir-ponor, ki znaša 400 V pri T_{vj} = 25 °C so idealni za uporabo v 2- in 3-stopenjskih pretvornikih ter za sinhrono usmerjanje. Komponente zagotavljajo visoko robustnost v težkih stikalnih pogojih in so 100-odstotno lavinsko testirane. Zelo robustna CoolSiC tehnologija v kombinaciji z .XT tehnologijo povezovanja omogoča napravam, da se spopadajo z močnostnimi konicami in prehodnimi pojavi, ki jih povzročajo nenadne spremembe v zahtevah po moči procesorja umetne inteligence. Tako tehnolo-

RAČUNALNIŠKE NOVICE

bralcem revije
SVET ELEKTRONIKE
ponujajo POSEBNO
PONUDBO!

12 ŠTEVILK revije
RAČUNALNIŠKE NOVICE

plačate samo stroške pošiljanja
9,70 € za vseh 12 števil, brez vezave.

Navedete geslo
SVET ELEKTRONIKE.



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

gija povezav kot tudi nizek in pozitiven temperaturni koeficient RDS(on) omogočajo odlično delovanje v pogojih delovanja z višjimi temperaturami na spoju polprevodnika.

Dobavljivost

Inženirski vzorci portfelja 400 V CoolSiC MOSFET so zdaj na voljo, serijska proizvodnja pa bo stekla oktobra 2024. Najnovjša generacija Infineonovih procesorjev CoolSiC MOSFET je bila predstavljena na Infineonovi stojnici na sejmu PCIM Europe 2024. Več informacij je na voljo na spletni strani www.infineon.com/cool-sic-gen2. Dodatne informacije o Infineonovih rešitvah SiC, GaN in Si za napajanje napajalnikov umetne inteligence so na voljo na spletnem naslovu www.infineon.com/AI-PSU.

<https://www.infineon.com>



LED-ica s tremi priključki povečuje hitrost in funkcije v optoelektronskih čipih

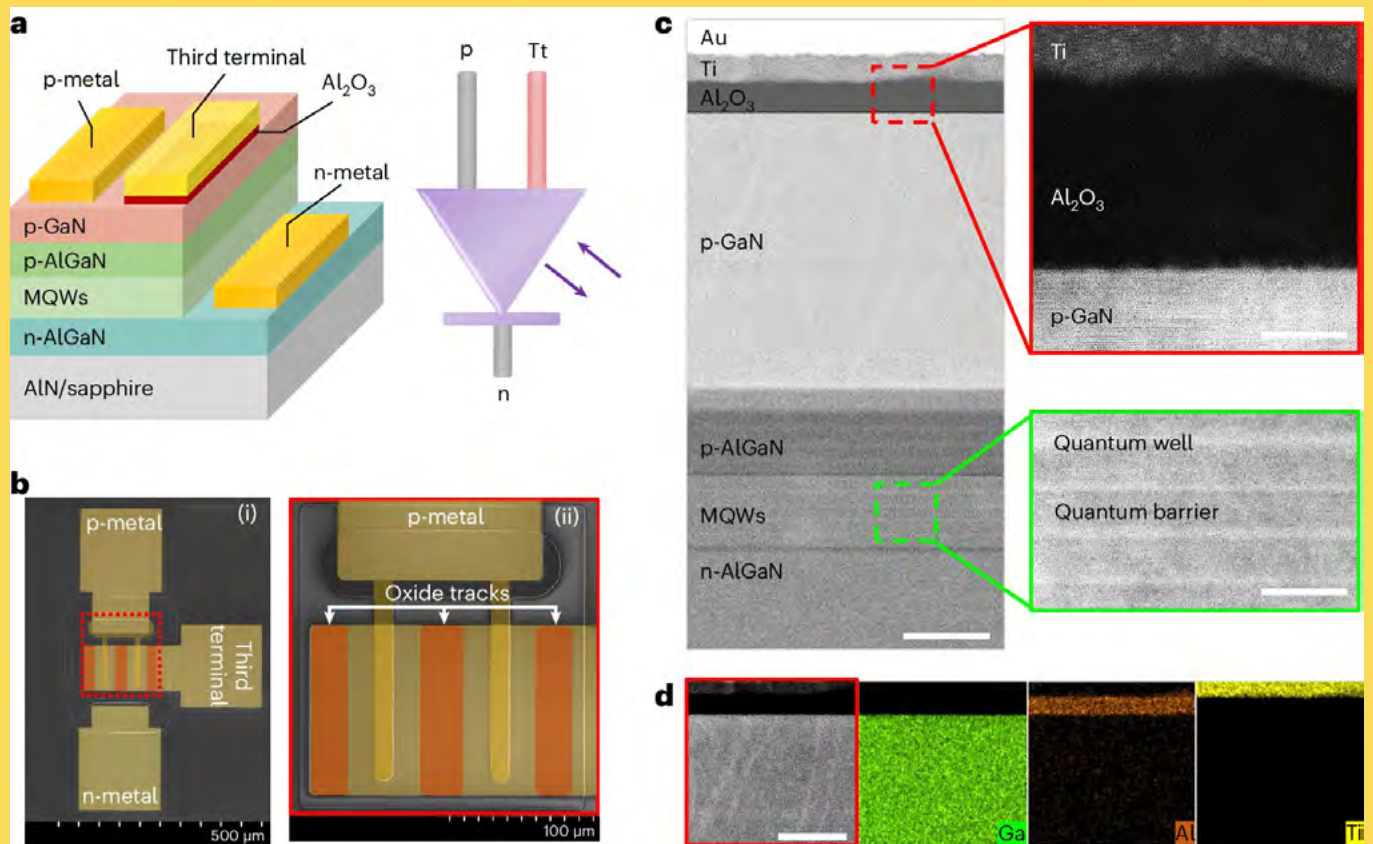
University of Science and Technology of China

Naraščajoče povpraševanje po polprevodniških čipih, ki ga spodbujata pojav umetne inteligence in poglobljena digitalna preobrazba, poudarja potrebo po napredku na področju hitrega prenosa podatkov in računalništva.

Na tem področju so se optični elektronski čipi, ki kot nosilce informacij uporabljajo fotone, izkazali za obetavno pot za premagovanje obstoječih omejitev elektronskih sistemov. Osrednji del tega napredka so fotodiode, temeljne komponente, ki se uporabljajo v različnih aplikacijah, kot so LED svetila in detektorji. Vendar pa tradicionalni pristop, pri katerem se poleg fo-

todiod uporabljajo zunanja krmilna vezja, ovira hitrost prenosa signala, pasovno širino in integracijo sistema, kar predstavlja velik izziv za napredek optoelektronske tehnologije.

Kot odgovor na te izzive je laboratorij iGaN profesorja SUN Hai-dinga na Univerzi za znanost in tehnologijo na Kitajskem (USTC)



v sodelovanju z ekipo akademika LIU Shenga z Univerze Wuhan dosegel pionirski preboj. S tem povezani rezultati raziskav so bili objavljeni na spletu v mednarodni reviji Nature Electronics.

Slika prikazuje izdelavo TTD. Shematska struktura TTD in simbol, ki predstavlja emitor in detektor. b, SEM-slika izdelane naprave c, STEM-slika epitaksialne strukture s plastmi Au/Ti/Al₂O₃/p-GaN in območjem AlGa_{0.5}In_{0.5}N MQW. d, Izbrano območje z rdečim kvadratom STEM-slike in ustrezne slike kartiranja elementov EDS za Ga (zeleno), Al (rjava) in Ti (rumeno). (Vir: Nature Electronics (2024). DOI: 10.1038/s41928-024-01142-y)

Inovacija prinaša večnamensko diodo s tremi priključki, kar je prvi mednarodni primer integracije tretjega priključka neposredno na p-n diodo na osnovi galijevega nitrida. Ta inovativni pristop omogoča modulacijo nosilcev z zunanjim električnim poljem in s tem učinkovit nadzor nad optoelektronskimi lastnostmi diode. Integracija tradicionalnih fotodiod s strukturo kovinski oksid-polprevodnik (MOS) v kompaktno napravo na čipu odpira nove možnosti za uporabo zunanjih električnih polj za nadzor prenosa nosilcev med procesi oddajanja ali zaznavanja svetlobe.

Ta raziskava prikazuje potencial diode s tremi priključki kot

revolucijo v tehnologiji optoelektronskih integriranih čipov. Poleg tega, da bo omogočila nastavljivo oddajanje svetlobe in večnamensko optoelektronsko zaznavanje, ta inovacija obljublja, da bo bistveno izboljšala zmogljivost in vsestranskost optičnih komunikacijskih sistemov. Z zmanjšanjem odvisnosti od zunanjih krmilnih vezij dioda s tremi priključki omogoča večjo pasovno širino in miniaturizacijo ter tako utira pot učinkovitejšim in kompaktnjšim optičnim komunikacijskim rešitvam. Poleg tega je njena uporaba razširjena na rekonfigurabilna optoelektronska logična vrata, kar omogoča razvoj hitrih čipov, ki se lahko prilagodijo različnim operativnim zahtevam brez potrebe po strukturnih spremembah.

Ta preobrazbeni napredek pomeni pomemben korak naprej v prizadevanjih za optoelektronske čipe naslednje generacije in ponuja neprimerljiv potencial za inovacije in napredek na tem področju.

Povzeto po:

- <https://en.ustc.edu.cn/info/1007/4851.htm>
- Fotografije: <https://techxplore.com>

<https://en.ustc.edu.cn>



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

Elektretni kondenzatorski mikrofoni: ne samo za govor in petje

RUTRONIK GmbH

Avtor: Jochen Neller, tehnični strokovnjak za induktivne komponente pri podjetju Rutronik

Ko govorimo o možnostih uporabe mikrofonov, večina ljudi najprej pomisli na govor in petje, zmorejo pa še veliko več. Zlasti elektretni kondenzatorski mikrofoni imajo prednosti na številnih področjih uporabe.

Občutljivi vodotesni mikrofoni omogočajo na primer zaznavanje puščanja vode. Zaznajo tudi najmanjše zvoke puščanja v vodi, kar omogoča ugotavljanje mesta puščanja tudi pri nizkih nivojih zvoka. Prav tako omogočajo merjenje pretokov ali spremljanje pretakanja vode skozi različne prostore.

Z mikrofoni lahko ujamejo tudi zvoke narave in življenjskih okolij živali, na primer za pridobivanje informacij za varstvo okolja ali trajnost. Snemalna mesta v naravnih rezervatih so na primer način ugotavljanja populacije in vzorcev selitev. Poleg tega so zvoki narave, kot je šelestenje listja ali nežno šumenje dežja, po rahli elektronski obdelavi zelo priljubljeni kot pomoč pri sprostitvi ali spanju.

Zelo občutljivi mikrofoni lahko včasih dopolnijo in v nekaterih primerih celo nadomestijo nadzorne kamere, saj omogočajo zaznavanje hrupa, ki nakazuje varnostne kršitve. Zaznavanje razbitja okna ali strela na primer omogoča takojšnje alarmiranje javnih organov ali varnostnih služb in s tem njihov hitrejši odziv.

Mikrofoni so na voljo v različnih oblikah in z različnimi funkcijami. Zlasti novejši mikrofoni z mikroelektromehanskimi sistemi (MEMS) ponujajo številne prednosti, med drugimi manjšo potrebno površino na tiskanem vezju, saj imajo že vgrajeno analogno ali digitalno elektroniko za obdelavo signalov, natančno usklajene komponente in preprosto obdelavo s procesom pretaljevanja (reflow).

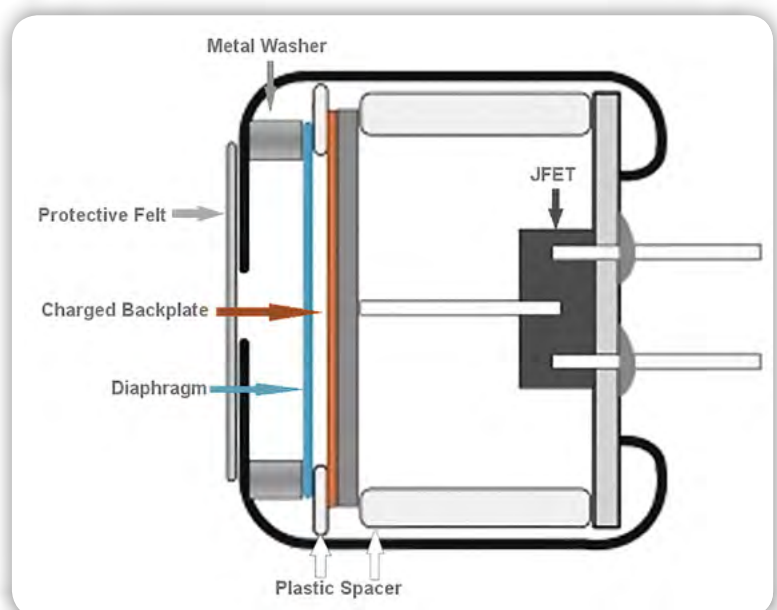
Zgradba in delovanje elektretnih kondenzatorskih mikrofonov

Za opisane načine uporabe pa so zaradi široke ponudbe primerni že dolgo uveljavljeni elektretni kondenzatorski mikrofoni (ECM). Za razliko od MEMS mikrofonov imajo prednost, da so na voljo z različnimi karakteristikami usmerjenosti. S tem lahko izbirate, iz katerih smeri želite pri svojem načinu uporabe upoštevati zvok. Elektretni kondenzatorski mikrofoni so poleg tega na voljo v različnih oblikah in s prilagodljivimi možnostmi za priključitev.



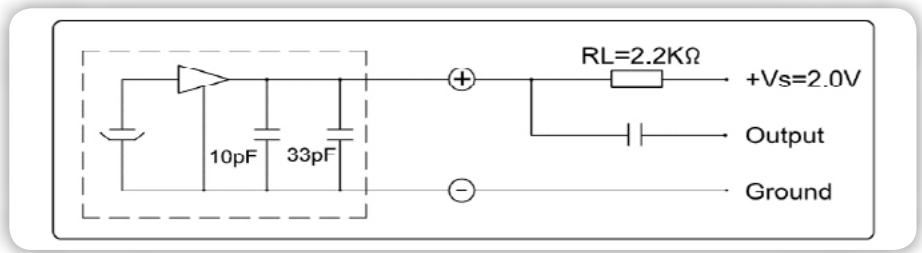
Slika 1: Mikrofoni pretvorijo zvok, ki se po zraku prenaša v obliki izmeničnih nihanj zvočnega tlaka, v ustrezne spremembe električne napetosti kot signal mikrofona. (Slika: PUI Audio)

Njihovo delovanje je videti takole: ko zvok vstopi v mikrofonsko membrano, postane bodisi elektretna membrana bodisi hrbtna plošča električno nabita (polarizirana). Valovi zvočnega tlaka, ki premikajo membrano, povzročijo spremembo kapacitivnosti, ki ustreza spremembi razdalje med membrano in hrbtno ploščo. S tem se spremeni tudi napetost na kondenzatorju. V ohišju mikrofona je JFET tranzistor, ki deluje kot predojačevalnik. Spremembo kapacitivnosti ojači in s tem poveča velikost signala na uporabno vrednost za nadaljnjo obdelavo v ojačevalniku.



Slika 2: Shema elektretnega kondenzatorskega mikrofona (slika: PUI Audio)

Večina elektretnih mikrofona ima zelo majhno ohišje, tako da jih je lažje integrirati. Imajo visoko ločljivost in zelo širok frekvenčni odziv. Sodobni elektretni mikrofoni imajo tanko in lahko membrano. Zaradi tega so bolj občutljivi kot dinamični mikrofoni. Vendar pa v primerjavi z dinamičnimi mikrofoni manjša tanka membrana elektretnega mikrofona praviloma pomeni tudi nižjo točko akustične preobremenitve (AOP). Pri šibkem govornem signalu lahko to pomeni večje motnje zaradi drugih zvokov.



Slika 3: Ojačevalno vezje elektretnega kondenzatorskega mikrofona (slika: PUI Audio)

Pot do optimalnega elektretnega mikrofona za vsako aplikacijo

Elektretni mikrofoni zagotavljajo čist zvok, dokler se specifikacije ujemajo z načinom uporabe. Najpomembnejša merila za izbiro so občutljivost, usmerjenost in robustnost mikrofona.

Občutljivost mikrofona določa, kako dobro prestreže zvok iz okolja. Če na primer kdo govori neposredno v mikrofona, za snemanje ne potrebuje zelo občutljivega mikrofona. Situacija je drugačna, če so poleg zvokov, ki jih je treba posneti (npr. ptičje petje), prisotni tudi zvoki iz okolice. Takrat potrebujemo občutljiv mikrofona, ki lahko poleg ostalih prestreže in posname tudi zeleni zvok.

Drug pomemben dejavnik je položaj zvoka, ki ga želimo posneti, glede na komponente mikrofona. Obstajajo tri osnovne karakteristike usmerjenosti.

Običajni enosmerni mikrofoni (usmerjeni mikrofoni z ledvičasto karakteristiko) prestrežejo zvok iz ene glavne smeri, običajno od spredaj. Imajo odprtine za zajemanje zvoka na čelni in hrbtni strani kapsule. Znotraj kapsule ima zvok, ki prihaja od spredaj, prednost pred tistim, ki prihaja od zadaj. To delno izniči zvok, ki prihaja od zadaj, kar povzroči enosmerno karakteristiko usmerjenosti. Enosmerni mikrofoni so na primer primerni za glasovno upravljanje pri načinih uporabe v avtomobilih.

Dvosmerni mikrofoni (za odpravljanje šuma – Noise Cancelling) prestrežejo zvoke iz dveh smeri v krožnem ali kroglastem prostoru okoli mikrofona. Odprtine za zajemanje zvoka na čelni in hrbtni strani kapsule mikrofona prestrežejo zvok iz teh smeri, zvok s strani pa dušijo. Dvosmerne mikrofone je mogoče uporabiti za odpravljanje nižjih frekvenc iz daljave (npr. šum vetra) ali za snemanje dveh različnih zvočnih virov hkrati.

Neusmerjeni mikrofoni enako prestrežejo zvoke iz vseh smeri. To pomeni, da njihova karakteristika usmerjenosti pokriva največji prostor od vseh mikrofona. Enako dobro in ne glede na razdaljo prestrežejo tudi nizke frekvence, tako da ne prevladujejo nad drugimi frekvencami. Neusmerjeni mikrofona je posebno primeren za načine uporabe, kjer smer vira zvoka ni znana vnaprej ali kjer želimo prestreči vse zvoke v določenem okolju.

Elektretni mikrofoni ne marajo vročine

Poleg izbire optimalnega mikrofona za določen način uporabe je za njegovo optimalno delovanje ključnega pomena tudi skrbna obdelava. Lahko jih namreč poškodujejo vročina in/ali elektrostatični naboji. Zato jih je treba obdelovati v elektrostatično zaščitenem okolju in strogo upoštevati predpisane čase ter temperature spajkanja.

Sicer lahko poškodujemo notranji JFET tranzistor, membrano mikrofona in notranje ohišje iz umetne mase, ki so vsi občutljivi na vročino. Poškodbe lahko povzročijo mehansko utrujenost in s tem spremembe občutljivosti, povečana popačenja zvoka ali celo popoln izpad zaznavanja zvoka.

Velika izbira pri podjetju PUI Audio

Proizvajalec PUI Audio ponuja široko paleto elektretnih kondenzatorskih mikrofona za različne načine uporabe. Najpogostejše občutljivosti so na voljo za premere 4–10 mm in višine 1,2–7 mm. Nekateri modeli imajo notranje kondenzatorje 10 in/ali 33 pF za dušenje povratne vezave. Pri priključitvi lahko izbiramo med priključki za spajkanje (pozor: ne SMD), žičnimi priključki ali različnimi konfiguracijami kablov s konektorjem ali brez.



Slika 4: Podjetje PUI Audio ponuja elektretne kondenzatorske mikrofona s priključki za spajkanje, žičnimi priključki ali kablom s konektorjem ali brez. (Slika: PUI Audio)

Poleg standardnih izvedb ponuja proizvajalec tudi mikrofona z gumijasto podlago in voododorno prevleko iz klobučevine. Ti mikrofoni imajo razred zaščite IP57 in so vodotesni. Na voljo so tudi posebne različice za načine uporabe z visokimi temperaturami. Vse komponente imajo preverjeno kakovost, da bodo brez težav prenesle dodatne obremenitve zaradi vlage in temperature brez poslabšanja kakovosti zvoka.

<https://www.rutronik.com>



Manjše TVS diode za boljšo zaščito

DigiKey
Avtor: Rolf Horn

Elektrostatična razelektritev (ESD) ali električni udari lahko poškodujejo ali pokvarijo elektronske izdelke med proizvodnjo ali končno uporabo.

ESD po ocenah povzroči od enomestnih števil do tretjine vseh okvar komponent, kar se še poveča zaradi večje gostote vezij in višjih zahtev glede zmogljivosti.

Prehodni napetostni pojavi, kot je ESD, so tveganja, ki lahko vplivajo tako na potrošniške naprave, kot tudi na drago industrijsko opremo. Zaradi vse večje odvisnosti od mikroprocesorjev, ki so dovzetni za takšne dogodke in jih najdemo v širokem spektru izdelkov, je treba izbrati ustrezen rešitev za ESD, da bi zagotovili zadovoljstvo strank in poslovni uspeh.

Ko se elektroni prerazporedijo na površini nekega materiala, ustvarijo neravnovesje naboja. Ko je posledično električno polje dovolj močno, statična napetost išče ravnovesje in povzroči elektrostatično razelektritev. To je lahko katastrofalno za elektronske naprave, ki temelji na mikroelektroniki, kar lahko pripelje do okvare, zamud izdelka, izgube prihodkov, včasih pa tudi do izgube ugleda blagovne znamke.

Tudi v čistem proizvodnem okolju integriranih vezij so lahko komponente med obdelavo, sestavljanjem, testiranjem in pakiranjem izpostavljene razelektritvam električnega naboja. Model človeškega telesa (HBM) je najbolj razširjen testni standard, ki zagotavlja, da integrirana vezja prenesajo vpliv nabitega človeškega telesa (tipični generator ESD-ja), ko se dotakne integriranega vezja in ustvari razelektritev naboja.

IEC 61000-4-2 je mednarodni standard za preizkušanje ESD-ja z uporabo modela človeškega telesa na pomembnejšem primerjalnem testu strojne opreme na ravni sistema za zagotavljanje, da naprava lahko prestopi prehodne pojave, vključno z zaščito proti strelam, ko je v rokah končnega uporabnika.

Dušenje prehodnih pojavov

Zaradi vse manjših geometrij integriranih vezij tradicionalni parametri za ESD ne zadostujejo več za razreševanje tveganj na sistemski ravni. Za zaščito napajalnih in zelo hitrih podatkovnih vezij morajo razvijalci izkoristiti napredek v tehnologiji dušenja prehodnih pojavov (TVS), ki presega HBM in zaščito ESD na napravi.

TVS postaja vedno pomembnejša tehnologija za zaščito proti ESD-ju na pogosto uporabljenih podatkovnih linijah za naprave z vmesniki HDMI, Thunderbolt, USB 2, USB 3, USB tipa C, antenami in drugimi standardnimi vmesniki. Potrebni so zanesljivi zaščitni ukrepi, da se izognemo škodi ESD-jev na končnem izdelku, vse od nosljivih izdelkov in tipkovnic do pametnih telefonov in kamer interneta stvari.

TVS diode se lahko namesti na napajalni ali podatkovni vod, s čimer se ustvari zaščita proti prehodnim pojavom tako, da se preusmeri dvig napetosti iz tokokroga v zaščito. Med prehodnim pojavom se napetost na ščitnem vodu hitro dvigne in se lahko vzpne vse do več deset tisoč voltov. V normalnih pogojih delovanja se TVS dioda obnaša kot odprte sponke, vendar lahko v manj kot nanosekundi zaustavi najvišjo vrednost ESD-ja na ravni sistema in preusmeri visoke tokove.

Nekatere ključne lastnosti pri izbiranju rešitev za TVS so:

- kapacitivnost (C) – lastna sposobnost shranjevanja električnega naboja;
- povratna varnostna napetost (V_{RWM}) – največja napetost, s katero lahko vezje deluje, ne da bi se aktivirala dioda TVS;
- zaporna napetost (V_c) – stopnja napetosti, ko TVS začne s preusmerjanjem odvečnega toka iz zaščitnega tokokroga (nižji od V_{RWM});
- povratna prebojna napetost (V_bR) – napetost, pri kateri TVS preide v način nizke impedance;
- največji pulzni tok (I_{pp}) – največji tok, ki ga TVS lahko prenese, preden se poškoduje;
- največja pulzna moč (P_{pp}) – trenutna moč, ki jo TVS troši med dogodkom.

Ohišja TVS tehnologije

Postavitev diod vpliva na njihovo delovanje, pri čemer bližina vstopne točke ESD zagotavlja boljšo zaščito. Ohišje polprevodnika ima ključno vlogo tudi pri zaščiti občutljive elektronike v sodobnih sistemih pred nevarnostmi ESD.

Razvijalci bi se pri izbiri diod TVS za svoje izdelke morali osredotočiti na zeleno stopnjo prenapetostne zaščite, število linij, ki jih je treba zaščititi, in velikost ohišja, ki ustreza razpoložljivemu prostoru na plošči.

Za TVS diode se pogosto uporabljajo THT ohišja, saj jih je mogoče enostavno namestiti na plošče s tiskanim vezjem (TIV), zaradi česar so stroškovno učinkoviti, poleg tega pa dobro odvajajo toploto. Po drugi strani pa lahko zaradi svoje velikosti zasedejo več prostora na TIV-u ter imajo parazitski učinek, kar negativno vpliva na delovanje.

Na srečo DFN (Dual Flat No-Lead) ohišja zagotavljajo kompaktno dimenzije in vsestranskost, ki so lahko primernejši za zaščito pred ESD udarci. DFN ohišja nimajo dolgih priključkov, njihove priključne točke se nahajajo pod komponento in ne

vzdolž nje, s čimer se v primerjavi s SMD (surface-mount device) ohišji prihrani prostor.

DFN ohišja zagotavljajo izjemno odvajanje toplote, saj imajo na spodnji strani izpostavljeno toplotno točko, ki se lahko brezhibno poveže s tiskanim vezjem in deluje kot integriran toplotni odvodnik. Prav tako imajo manj parazitnih elementov v primerjavi s SMD ohišjem, kar pripomore k ohranjanju celovitosti signala v hitrih aplikacijah.

Vendar pa DFN ohišja omogočajo omejeno vidljivost spajkanih spojev na tiskanih vezjih, zaradi česar je med postopkom montaže preveriti pravilno spajanje.

Premostitev izzivov DFN ohišij

Podjetje Semtech je rešilo izziv spajkanja TVS diod v DFN ohišjih z flip-chip ohišjem in stransko omočljivimi robovi (slika 1).

Flip-chip ohišje za povezavo s podlago namesto žičnih povezav uporabljajo spajkane kroglice. Stransko močljivi robovi zagotavljajo, da se spajka razširi z dna ohišja, poteka po strani stene in tvori vidno spajkano povezavo.

S to tehniko lahko sistemi za avtomatiziran vizualni pregled (AVI) z vizualnim pregledom spajkanih kroglic med navpično stranjo stranice in spajkano ploščico potrdijo pravilno spajkanje tiskanega vezja, kar zagotavlja zanesljive povezave.

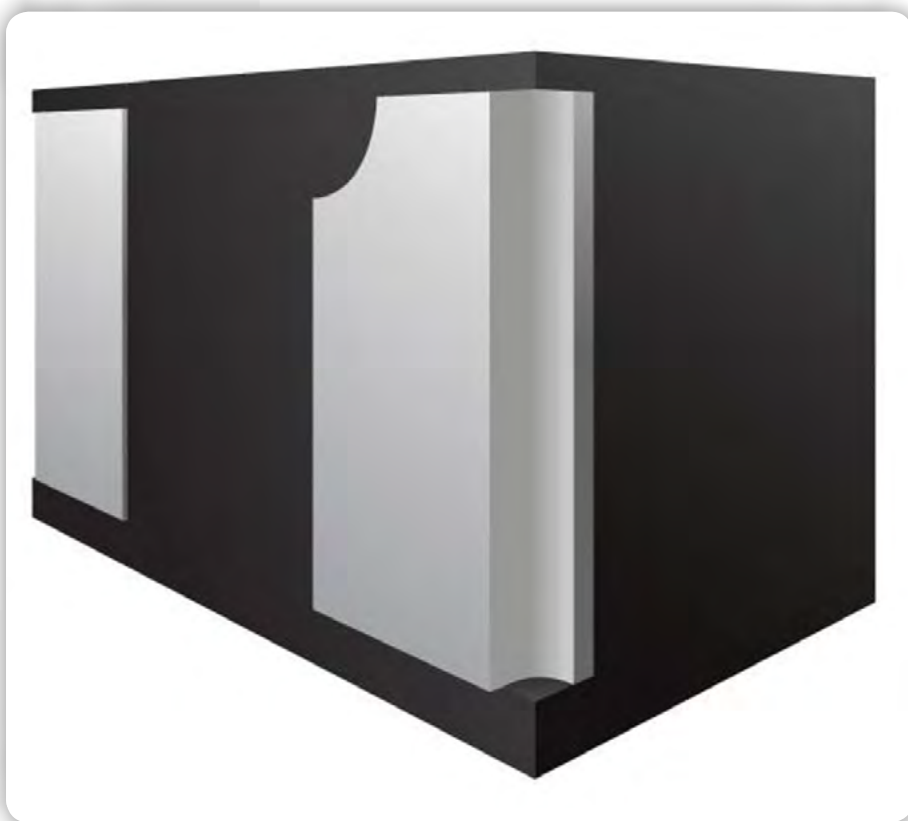
Uporaba stransko močljivih robov izboljša zanesljivost, donos in zagotavlja odpornost na vibracije in tresenje, kar bi sicer lahko pripeljalo do odstopanja. Bakrene spoji so prevlečeni s kositrno prevleko, ki varuje baker pred oksidacijo v daljšem časovnem obdobju.

Podjetje Semtech je z uporabo flip-chip ohišja s stransko močljivimi robovi predstavilo vrsto enojnih TVS diod, pakiranih v DFN ohišju velikosti 0402 (1,0 mm x 0,6 mm x 0,55 mm), ki so prilagojene za industrijske aplikacije, ki niso namenjene avtomobilski industriji.

Komponente 0402 DFN TVS so namenjene zaščiti pred ESD-ji v RF antenah, krmilnikih zaslona na dotik, 12 VDC linijah, stranskih tipkah in tipkovnicah, zvočnih priključkih, napravah interneta stvari, prenosnih instrumentih, vhodno-izhodnih linijah za splošne namene (GPIO) in industrijski opremi.

Semtechove naprave nudijo zaščito pred ESD-ji za:

- Thunderbolt 3;
- USB 3.0/3.2;
- priključke USB tipa C na zelo hitrih signalnih linijah;



Slika 1: Reprezentativna slika Semtechovega DFN ohišja s stransko močljivimi robovi, ki se uporablja za TVS diode. (Vir slike: Semtech)

- konfiguracijski kanal (CC) in linije za uporabo stranskega pasu (SBU), ki se uporabljajo za močnostni prenos, podatkih in nadomestnih načinov, povezani s kablom USB tipa C;
- linije VBus;
- podatkovne linije D+/D-, ki prenašajo diferencialne signale za USB in druge starejše protokole.

Semtechove enojne, podatkovne in VBUS ESD-zaščitne rešitve s stransko močljivim ohišjem so na voljo v zaščitnih napravah RClamp in μ Clamp ESD. Zagotavljajo zaščito na ravni plošče z nizko delovno in zaporno napetostjo, hitrim odzivnim časom in brez degradacije naprave.

Izdelki RClamp (RailClamp) vsebujejo:

- RCLAMP01811PW.C: razvijalcem omogoča prilagodljivost pri zaščiti posameznih linij v aplikacijah z omejenim prostotom, kot so pametni telefoni, prenosni računalniki in dodatna oprema. Vzdrži lahko napetost ± 30 kV (kontakt) in ± 30 kV (Air) na IEC 61000-4-2 z nizko kapacitivnostjo 1,2 pF (največ). Zaščiti posamezno linijo z 1,8-voltno delovno napetostjo in nizkim povratnim slepim tokom 100 nA (največ) pri $V_r = 1,8$ V.
- RCLAMP04041PW.C: za zaščito posameznih linij v aplikacijah, kjer uporaba večjega števila komponent ni praktična, kot so prenosne aplikacije z USB 2.0, MIPI/MDDI, MHL in nosljive naprave. Z delovno napetostjo 4,0 V in nizko kapacitivnostjo 0,65 pF (največ) zagotavlja zaščito pred ESD-ji za hitre linije po IEC 61000-4-2 +/-30 kV (kontakt in brezžično) in IEC 61000-4-5 (strela) 20 A ($t_p = 8/20 \mu s$).
- RCLAMP2261PW.C: 22-voltna delovna napetost, enosmerni TVS z udarnim tokom 18 A ($t_p = 8/20 \mu s$) po IEC 61000-4-5

in odpornostjo +/-25 kV (stik) in +/-30 kV (zrak) po IEC 61000-4-2. Tipične aplikacije vključujejo USB tipa C, linije za komunikacijo v bližnjem polju (NFC), RF antene ter naprave za internet stvari.

Linija ultra majhnih izdelkov μ Clamp (MicroClamp) vključuje:

- UCLAMP5031PW.C: 5-voltna delovna napetost, enosmerni TVS z odpornostjo +/-30 kV (stik) in +/-30 kV (zrak) po IEC 61000-4-2. Razvijalci ga lahko uporabljajo za industrijsko opremo, prenosne instrumente, prenosne računalnike, slušalke, tipkovnice in zvočne priključke.
- UCLAMP1291PW.C: 12-voltna delovna napetost, enosmerni TVS z nizko tipično dinamično upornostjo, nizko najvišjo zaporno napetostjo ESD-ja in visoko odpornostjo na ESD +/-30 kV (kontakt in brezžično) po IEC 61000-4-2. Primerne aplikacije vključujejo mobilne telefone in dodatno opremo, prenosne računalnike in ročne naprave ter prenosne instrumente.
- UCLAMP2011PW.C: Enojni 20-voltni TVS z visoko zmogljivostjo prenapetostne zaščite strele 3 A ($t_p = 8/20 \mu s$) po

IEC 61000-4-5. Tipične aplikacije vključujejo periferne naprave, prenosne naprave in instrumente.

- UCLAMP2411PW.C: 24-voltni enosmerni TVS, primeren za široko paleto aplikacij, vključno s 24-voltnimi enosmernimi napajalnimi vodili, podatkovnimi linijami Chip-on-Glass, perifernimi napravami in prenosnimi napravami. Ima prenapetostni tok 3 A ($t_p = 8/20 \mu s$) po IEC 61000-4-5.

Zaključek

Vse večja gostota vezij in večja zmogljivost elektronskih izdelkov zahtevata nove pristope za zaščito pred elektrostatičnimi razelektritvami in drugimi prenapetostnimi dogodki. Semtechova nova ohišja omogočajo izdelavo manjših diod za dušenje prehodnih pojavov, ki razvijalcem izdelkov zagotavljajo večjo prilagodljivost, visoko zmogljivost prenapetostnega toka in nizke zaporne napetosti, zaradi česar so idealna za varovanje občutljive elektronike.

<https://www.digikey.com>



REPUBLIKA SLOVENIJA
MINISTRSTVO ZA VISOKO ŠOLSTVO,
ZNANOST IN INOVACIJE

Tudi na MOS 2024 Stičišče znanosti in gospodarstva

Služba za odnose z javnostmi
Ministrstvo za visoko šolstvo znanost in inovacije

V okviru 56. Mednarodnega sejma obrti in podjetništva v Celju, ki bo od 18 do 22. septembra 2024, bo tudi letos na ogled »Stičišče znanosti in gospodarstva«, kot projekt Ministrstva za visoko šolstvo, znanost in inovacije.

Tam bodo na enem mestu predstavljene vrhunske tehnologije, inovacije in izdelki z različnih področij, kot so mehatronika, avtomatika, robotika, profesionalna elektronika, energetika, informacijska tehnologija, bionika, nanotehnologija, vesoljske tehnologije in drugo. Vsako leto je stičišče deležno velikega zanimanja obiskovalcev, predvsem študentov in dijakov. Stičišče je bilo doslej uspešno organizirano od leta 2016 dalje.

Predstavitve v okviru Ministrstva za visoko šolstvo, znanost in inovacije vodi že nekaj let, Janez Škrlec. Stičišče znanosti in gospodarstva bo zajemalo predstavitve novih tehnologij, novih tehnoloških procesov, visokotehnoloških inovacij ter novodobnih poklicev in



Stičišče znanosti in gospodarstva 2023 – arhivski posnetek MVZI

sodobnih izobraževalnih programov. Usmerjeno bo predvsem na področje mikro, bio in nanotehnologij, bionike, ter vesoljskih tehnologij. Svoje delo in znanstvena dognanja bodo predstavile poglavitne slovenske raziskovalne in izobraževalne institucije in visokotehnološka podjetja.

Stičišče znanosti in gospodarstva je priložnost za promocijo dosežkov slovenske znanosti in za intenzivnejše sodelovanje med znanstveno in gospodarsko sfero, na ogled pa ponuja tudi primere dobre prakse dosedanjega sodelovanja. Stičišče pomeni tudi večjo spodbudo na trgu konkurenčnosti. Predstavitev bo letos fokusirana tudi v smeri digitalizacije, digitalne transformacije, novih poslovnih modelov in Industrije 4.0, prihajajoče Industrije 5.0 in Družbe 5.0. Letos prvič bosta v okviru

te predstavitve sodelovala še ARIS - Javna agencija za znanstvenoraziskovalno in inovacijsko dejavnost Republike Slovenije in IZUM - Inštitut informacijskih znanosti Maribor. IZUM bo predstavil COBISS, SICRIS, dajali pa bodo tudi informacije o HPC Vegi, kot enem najbolj priljubljenih računalniških sistemov v Evropi. Izjemno pomembna bo predstavitev mednarodnega projekta Hybrid Neuro, ki ga vodi Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko Univerze v Mariboru pod vodstvom prof. dr. Aleša Holobarja, in sicer bodo predstavili nadgradnjo integracije bionskih sistemov v 3D modelu človeka. Predstavljena bo tudi nadgrajena bionska glava kot tehnološka platforma.

<https://www.gov.si>



Simfonija elektrotehnike+

Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko
Avtor: Fakulteta za elektrotehniko

Povezovanje akademske sfere in gospodarstva na osrednjem letnem dogodku Fakultete za elektrotehniko UL.



24. maja 2024 je v Linhartovi dvorani Cankarjevega doma potekal osrednji letni dogodek Fakultete za elektrotehniko Univerze v Ljubljani (UL FE), ki so ga poimenovali Simfonija elektrotehnike+. Na prireditvi, ki jo je povezoval Jurij Drevenšek, so se zbrali najvidnejši predstavniki podjetij, strokovnih združenj in raziskovalne sfere povezanih z elektrotehniko, ki so poudarili vsestranski pomen in prispevek inženirstva v sodobni družbi. Osrednja tema dogodka so bili izzivi, priložnosti in prihodnost uporabe umetne inteligence v izobraževanju, raziskavah, razvoju in industriji.

Uvodoma je prisotne nagovoril dekan UL FE prof. dr. Marko Topič, ki je z uglednimi gospodarstveniki spregovoril o tem, kako doživljajo pomen inženirstva na splošno in znotraj njega širino elektrotehnike, ki jo zajema ta strateško pomembna veda. V

diskusiji na temo Elektrotehnike+ so sodelovali Marjan Batagelj, Blaž Brodnjak, dr. Jure Knez in Aleša Mižigoj. Sogovorniki so izpostavili, da moramo zanimanje za tehniške poklice vzbuditi že pri otrocih v osnovnih in srednjih šolah, saj bodo te veščine in inženirski pristop k izzivom nujno potrebni za uspešen in konkurenčen razvoj Slovenije v prihodnje.

Sedanost in prihodnost življenja z umetno inteligenco

Strokovni del dogodka se je začel s predavanjem prof. dr. Vitoimirja Štruca z UL FE, ki je opredelil pojem umetne inteligence, predstavil njen razvoj skozi čas ter vpetost fakultete od samih



začetkov v šestdesetih letih dalje in osvetlil sodobne algoritme strojnega učenja in njihovo uporabo v računalniškem vidu, biometriji, analizi besedil, energetiki, pa tudi v robotiki. Sledila je okrogla miza, na kateri so svoja mnenja o uporabi in izzivih umetne inteligence v industriji soočili strokovnjaki dr. Tadej Justin iz podjetja Medius, Maja Škrjanc iz podjetja Qlector in z Inštituta Jožef Štefan, ter prof. dr. Andrej Kos in prof. dr. Žiga Špiclin z UL FE.

Uporabna vrednost UI na številnih področjih

Po besedah Maje Škrjanc največje priložnosti UI predstavlja na področju medicinske diagnostike, finančnem sektorju in obvladovanju velikih sistemov kot so energetska omrežja, promet in industrijska proizvodnja. Dr. Tadej Justin je dodal, da v podjetju Medius razvijajo rešitve za naročnike s področja energetike in zavarovalništva ter poudaril pomen kakovostnih podatkov, brez katerih UI ne more obstajati. Z orodji, ki temeljijo na UI, si lahko pomagamo tudi pri profiliranju napadalcev kibernetičnih napadov, s čimer se ukvarja prof. dr. Andrej Kos. Prof. dr. Žiga Špiclin pa je predstavil, kako s pomočjo UI analizirajo medicinske slike bolnikov z multiplo sklerozo, za kar bi radiologi potrebovali veliko več časa. Na področju medicine upravljamo veliko količino podatkov, ki jih lahko s pomočjo UI analiziramo hitro in na podlagi rezultatov predvidimo nadaljnji potek bolezni.

Prihodnost izobraževanja z umetno inteligenco

UI ima nedvomno velik vpliv na različne vidike izobraževanja, kar zahteva kontinuirano izobraževanje kadrov, tako starejših kot tudi mlajših. Učenci osnovnih in srednjih šol ter študenti



že uporabljajo orodje ChatGPT za reševanje nalog, laboratorijskih vaj in izpitov, zaradi česar je nujna prilagoditev na strani profesorjev in predavateljev. »Vsebine, ki jih zdaj pripravljamo in podajamo profesorji, bodo pripravljene z UI in dostopne na spletu, zaradi česar se bo spremenila vloga profesorjev. Postati bomo morali spodbujevalci kreativnosti, multidisciplinarnosti in kritičnega mišljenja,« je dejal prof. dr. Kos. Prof. dr. Špiclin spodbuja uporabo UI v izobraževanju in jezikovne modele, kot je na primer ChatGPT, vidi predvsem kot dodatno orodje, s katerim si lahko pomagamo, podobno kot smo si v preteklosti s kalkulatorji. Pri tem je Maja Škrjanc opozorila na paradigmo, da so mladi sicer bolj vešč uporabe digitalnih orodij, a bodo za uspešno evalvacijo rezultatov UI morali sodelovati s starejšimi, ki lahko ponudijo znanje, dolgoletne izkušnje in kritično presojo. Govorci so se strinjali, da je na področju izobraževanja in raziskovanja izjemno pomembno vlagati v vrhunsko opremo, ki omogoča laboratorijsko in eksperimentalno delo.

Vpliv regulacije UI na poslovanje in inovacije

Na okrogli mizi je bilo govora tudi o pravnem okviru komercialnih rešitev, ki temeljijo na UI. Evropska unija je nedavno izglasovala akt o umetni inteligenci, ki vzpostavlja sistem tveganj in nekatere aplikacije v celoti prepoveduje. Mnenja o regulaciji so deljena, saj gre po eni strani za družbeno odgovorno urejanje, ki naj bi preprečilo zlorabe, po drugi strani pa lahko omejuje gospodarsko svobodo. »Evropska unija trenutno išče ravnotežje med zagotavljanjem varstva podatkov in ohranjanjem konkurenčnosti, pri čemer zasledujejo dobre prakse, je povedala dr. Škrjanc in poudarila pomen multidisciplinarnega sodelovanja pri vzpostavljanju regulative.

Podelitev nagrad Elektra+

Uradni del prireditve Simfonija elektrotehnike+ se je zaključil s podelitvijo nagrad poslovnim partnerjem, ki intenzivno sodelujejo s fakulteto in pomembno prispevajo k razvoju elektrotehnike. Nagrade Elektra+ za celovito in uspešno sodelovanje je prejemnikom izročil dekan UL FE prof. dr. Marko Topič, prejeli pa so jih podjetje Telekom Slovenije, Elektroinštitut Milan Vidmar in agencija IPPR.

Fakulteta za elektrotehniko UL s spodbujanjem inovacij in sodelovanja med akademsko sfero in gospodarstvom postavlja trdne temelje za nadaljnji razvoj in implementacijo naprednih tehnologij v Sloveniji. Z jasnim fokusom na izzive in priložnosti, ki jih prinaša umetna inteligenca, ostajajo predani svoji misiji izobraževanja, raziskovanja in sodelovanja, kar je bilo na dogodku večkrat izpostavljeno kot ključni dejavnik za prihodnost tehnološkega napredka in trajnostnega razvoja Slovenije.

Prireditve Simfonija elektrotehnike+ je z glasbeno-vizualnimi nastopi popestril Janez Dovč, ki se v svojih točkah poklonil velikim izumiteljem Nikoli Tesli in Albertu Einsteinu. Sledilo je sproščeno druženje, na katerem so udeleženci dogodka v prijetnem vzdušju nadaljevali izmenjavo idej.

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



Memristorji in bionske taktilne naprave

Avtor: Janez Škrlec, inženir mehatronike
email: janez.skrlec@siol.net

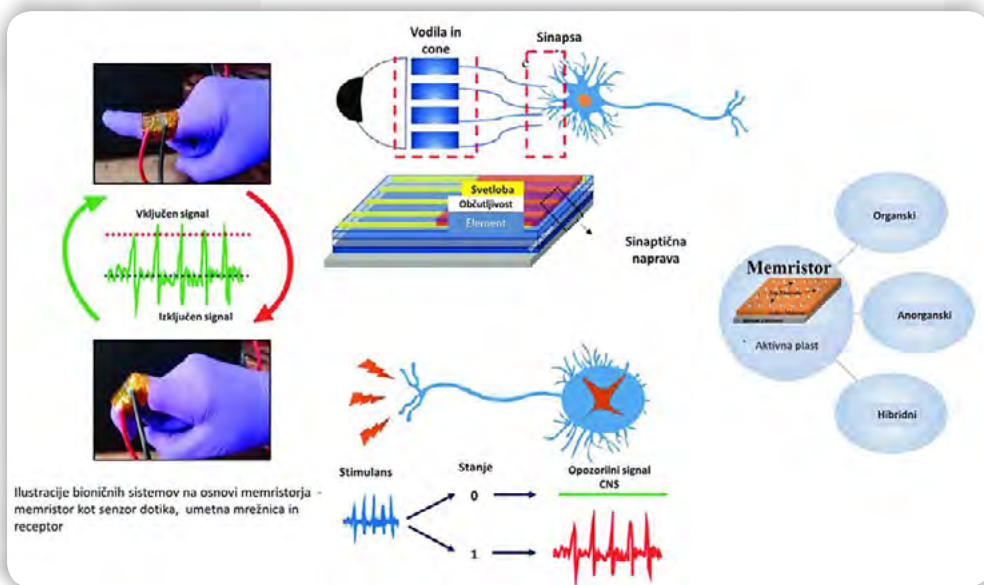
Memristor je četrti element v elektrotehnik in je bil relativno pozno odkrit. Prvotni koncept memristorja, kot ga je leta 1971 zasnoval profesor Leon Chua na kalifornijski univerzi v Berkeleyju, je bila nelinearna, pasivna električna komponenta z dvema priključkoma.

Memristor je sicer zloženka angleških besed »memory« in »resistor«. Danes ga najpogosteje naslavljamo kot upor s spominom. Ko tok teče skozi element v eni smeri, električni upor narašča in ko teče v nasprotni smeri pa pojenja. Če izključimo električno napetost na njem, ohrani zadnjo vrednost upora. Prvotno je bil razvoj memristorja usmerjen predvsem v smeri razvoja novih spominskih enot. Danes postaja tako pomemben, da ga razvijajo za povsem nove namene, kot je razvoj umetnih sinaps, umetnih nevronov, nevronskih vezji in drugo. Memristorji, gledano zgodovinsko nazaj, veljajo za podkategorijo uporovnega pomnilnika RAM. Znanstveniki v HP Labs so prvi delujoči memristor izdelali že leta 2008. Če bi lahko hierarhijo shranjevanja izravnali z zamenjavo DRAM-a in trdih diskov z memristorji, bi bilo teoretično mogoče ustvariti izjemne analogne računalnike, ki bi lahko izvajali računske funkcije kar na istih čipih, kjer se shranjujejo podatki. Seveda pa danes poznamo veliko različnih memristorjev, v osnovi pa jih delimo na anorganske, organske in hibridne in seveda tudi po namenu, oz. aplikativnosti.

Bionske taktilne naprave na osnovi memristorjev

V hitrem razvoju bionike so memristorji pomembni gradniki bioinspiriranih taktilnih naprav, ki lahko učinkovito posnemajo in reproducirajo funkcije človeškega taktilnega sistema. Integracije memristorjev z drugimi sistemi zaznavanja in krmiljenja, ponujajo celovito možnost razvoja na področju bioničnih taktilnih naprav, tudi bioničnega vida, sluha, nevrostimulacij in nevromodulacij za odklanjanje nevroloških težav.

Strokovnjake navdušujejo izjemne lastnosti memristorjev z visoko fleksibilnostjo, nizko porabo energije in široko prilagodljivostjo. Napredek vključuje umetne receptorje, umetne sinapse, prožno elektronsko kožo (e-kožo) s kategorijo bioloških sensorjev, opremljenih z zmožnostmi zaznavanja, obdelave in odzivanja na različne dražljaje, ki naj bi katalizirali revolucionarne spremembe



Memristorji v bioničnih sistemih – ilustrativno grafično ponazoritev pripravil, Janez Škrlec

v interakciji med človekom, računalnikom ter robotom. Bionične taktilne naprave na osnovi memristorjev v smislu izbire materiala, strukturne zasnove in obdelave senzorskih signalov so že danes celovito usmerjene za razvoj umetne inteligence naslednje generacije. S hitrim razvojem fiziologije, umetne inteligence, amorfnega računalništva in drugih sorodnih področij, se postavljajo višje zahteve glede računalniške moči in energetske učinkovitosti na čipu. Na mikroskopski ravni imajo memristorji dobro linearnost, vzdržljivost in prilagodljivost. Bionične naprave za zaznavanje fizioloških signalov se bodo postopoma uporabljale v aplikacijah od konca do konca, tako da bodo memristorji lahko izkoristili svoje prednosti nizke porabe energije in visoke energetske učinkovitosti. Na makroskopski ravni, s pomembnimi prednostmi v memristorskih sistemih se pričakuje, da bodo nevronske mreže, ki temeljijo na memristorjih, nova računalniška arhitektura v dobi računalništva, ki ga navdihujejo možgani in umetna inteligenca. Organski in optoelektronski, ter fotoniki memristorji simulirajo celične nevronske in sinaptične lastnosti za izgradnjo novih računalniških sistemov s kompleksnimi zmogljivostmi za obdelavo informacij. Niz memristorjev lahko obetavno ublaži ozka grla pri premikih podatkov med shranjevanjem in računskim procesom, še zlasti pa se veliko prednosti pričakuje tudi na področju razvoja možganskih vmesnikov in nevrostimulatorjev, ter nevromodulatorjev.

<https://svet-el.si>



Razstava in konferenca InnoElectro je bila 2x večja!

Avtor teksta in fotografij: InnoElectro

Dogodka, ki je za elektronsko industrijo potekal v dvorani A olimpijskega centra v Budimpešti od 23. do 25. aprila, se je udeležilo 2.497 strokovnjakov iz 29 držav, ki so zastopali več kot 600 podjetij.

To pomeni 42-odstotno povečanje v primerjavi s prejšnjim letom. 78 razstavljalcev je na 3.578 kvadratnih metrih razstavnega prostora zasedlo skupaj 1.461 kvadratnih metrov. Madžarsko nacionalno združenje za elektroniko (NESH) je organiziralo tridnevni dogodek s 54 predstavitevami in 3 panelnimi razpravami na dveh konferenčnih prizoriščih. Bogat strokovni program sta dopolnjevali študentsko tekmovanje NESH v spajkanju in tekmovanje IPC v ročnem spajkanju.

Vse to je dopolnjeval sočasni dogodek InnoElectro, IOT LIVE SHOW in tekmovanje ponudnikov rešitev, ki se je raztezalo na dodatnih 700 kvadratnih metrih z 21 razstavljalci. Razstava je obeležila tudi obletnice dveh podjetij, članov MELT: Danutek 20 let in Microsolder 30 let.

„Prepoznana inovacija!“

Podjetje MELT je na razstavi že drugič podelilo veliko nagrado

InnoElectro. Strokovna žirija, v kateri so bili Dr. Károly Kazi, predsednik NESH in generalni direktor podjetja BHE Bonn Hungary Ltd., Dr. László Ábrahám, generalni direktor podjetja SENSIRION Ltd., predsednik Zveze za prihodnost inženirjev, in Dr. László Pap, zaslužni profesor na Fakulteti za elektro-





tehniko in informatiko BME, je veliko nagrado InnoElectro leta 2024 dodelila podjetju InterElectronicHungaryLtd. Zmagovalni izdelek je bil večnamenski stroj za nameščanje sestavnih delov Europlacer ATOM ii-A2. Drugo mesto je pripadlo rešitvi SinglePairEthernet (SPE) podjetja Phoenix Contact, medtem ko je EndichBaelemente prejel tretje mesto za razvoj modularnega, obsežnega, ad-hoc ekosistema pametnega senzorskega omrežja WLAN s samostojnimi končnimi točkami, prehodi in storitvami v oblaku.

Raziskave in razvoj, izobraževanje, proizvodnja - priznani strokovnjaki na konferenci

Konferenco so obogatile tri zanimive panelne razprave. V panelni razpravi o EMS so strokovnjaki poudarili, da je največja moč madžarskih montažnih podjetij v njihovem specializiranem znanju, izkušnjah in inovativnem razmišljanju, ki lahko strankam zagotovijo pomembno dodano vrednost v maloserijski proizvodnji. Sodelovali so JózsefMedgyesi (Elektromont), ÁrpádMéhész (Silveria), GyulaUlrich (Z Elektronika) in MiklósMelchardt (DynamicCsurgó).



Udeleženci okrogle mize o strokovnih medijih (MiklósImre - Invest Marketing Publisher, TamásVéghely - EU-SOLAR Plc, MiklósCzakó - New Technology Magazine, Miklós Lambert - MELT MediaSection, Zoltán Kiss - EndrichBaelemente) so poudarili pomen strokovne literature v madžarščini.

Najzanimivejši udeleženci okrogle mize o raziskavah in razvoju so bili László Ábrahám (Sensirion), Károly Kazi (BHE-Bonn Madžarska), JánosLazányi (PCB Design) in LászlóNaszádos (thyssenkrupp). Priznani strokovnjaki madžarske elektronske industrije so posvarili pred preveč optimističnimi načrti madžarske vlade, da bi se država v prihodnjih desetletjih uvrstila med deset največjih inovatorjev. Opozorili so na





Tekmovanje v spajkanju za strokovnjake in študente

NESH je že tretjič organiziral tekmovanje v ročnem spajkanju za srednješolce, da bi mladim približal lepote elektronske industrije in poklica elektrotehnika. Na tekmovanju je sodelovalo 100 dijakov iz 25 šol. Prvo mesto je zasedel LeventeBaltás (Tehnična šola KandóKálmán, Kecskemét), drugo mesto BálintNándori (Tehnična šola Újpest, Budimpešta) in tretje mesto LeventeSzilágyi (Tehnična šola in fakulteta Beregszász, Debrecen). BálintNándori (Tehnična šola Újpest, Budimpešta), Olivér Forgó in Dávid Kovács -Kalocsa, dijaki srednje šole Bányai Júlia v Kecskemetu, so prejeli posebne nagrade. Nagrado za najboljšo ekipo je prejela Tehnična šola Bánki Donát iz mesta Nyíregyháza.



Regionalne kvalifikacije za IPC

Podjetje InnoElectro tradicionalno gosti madžarsko kvalifikacijsko tekmovanje za svetovno prvenstvo IPC v ročnem spajkanju. Najboljši trije tekmovalci so prejeli denarne nagrade, zmagovalec pa je odpotoval v München na sejem electronica, kjer je zastopal Madžarsko na svetovnem prvenstvu. Zsombok Péter iz podjetja BHE Bonn Madžarska je v tesni konkurenci ponovno zasedel prvo mesto - že tretje leto zapored. Na drugem mestu mu je sledil Tibor Hermann (BME), na tretjem pa Zoltán Vizi, zaposlen pri podjetju TI-ElectronicsLtd. Naziv najboljše ekipe je letos pripadel podjetju TI-ElectronicsLtd.



8ipc-forrasztasi-verseny-dijatado-foto-credit-polyak-attila.jpg

Na tej povezavi si lahko ogledate kratek film, posnet na razstavi:

- <https://www.youtube.com/watch?v=2kRm-Fa1QgRA>



protislovja med ambicioznimi cilji, razpoložljivimi sredstvi, vladnimi ukrepi in vse hujšim pomanjkanjem inženirjev ter poudarili pomen izobraževanja. Poudarili so tudi, da imajo številna madžarska podjetja velik inovacijski potencial in dosegajo odlične rezultate na mednarodni ravni.

InnoElectro bo od 8. do 10. aprila 2025 v Budimpešti na široko odprla vrata strokovnjakom. Ne zamudite največjega dogodka elektronske industrije na Madžarskem! Za več informacij obiščite: www.melt.hu, www.innoelectro.com

www.innoelectro.com

Prehod na SiC pri elektrifikaciji

Microchip Technology Inc.

Avtor: Andreas von Hofen, vodja trženja v skupini Microchip Technology Automotive Products Group

V avtomobilski industriji se vse več hibridnih in popolnoma električnih vozil ter avtomobilov na gorivne celice usmerja v bolj trajnostno prihodnost. Elektrifikacija kritičnih funkcij zahteva zanesljive rešitve za proizvodnjo, distribucijo in nadzor močnih sistemov.

Z večanjem količine električne energije, ki se shranjuje in uporablja v vozilu, se povečujeta tudi potreba po gostoti moči in učinkovitosti. Za učinkovito in zanesljivo delovanje električnih podsistemov sta bistvenega pomena učinkovito spremljanje in nadzor. Dobavitelji polprevodnikov, kot je Microchip, ponujajo širok nabor strojne in programske opreme, integriranih razvojnih orodij in zelo učinkovitih energetskih rešitev, ki jih omogoča silicijev karbid (SiC) z namenom da olajšajo inovacije v sistemih EV in HEV.

Razvijalci avtomobilskih podsistemov si nenehno prizadevajo razviti inovativne rešitve za podaljšanje doseganja in skrajšanje časa polnjenja električnih vozil. Pri doseganju teh ciljev so silicijeve tehnologije približevali fizičnim mejam glede velikosti, teže in energetske učinkovitosti, zato za reševanje teh izzivov prehajajo na SiC rešitve. V primerjavi s silicijem imajo SiC naprave nižjo upornost v prevodnem stanju, višje stikalne hitrosti ter sposobnost prenesti višje napetosti in tokove pri višjih temperaturah spoja. Še ena ključna prednost SiC je njegova manjša površina, ki omogoča večjo gostoto moči, kar je ključnega pomena pri številnih ključnih aplikacijah za električna vozila. Zato ni presenetljivo, da bo avtomobilski trg za SiC napajalne polprevodnike s širok vrzeljo (WBG) do leta 2030 po podatkih družbe Omdia (SiC power semiconductors by application, 2022 Mid Case report) predvidoma trinajstkrat povečal svojo sedanjno vrednost, ki znaša 1 milijardo dolarjev.

Trend k višjim napetostim, kot je 800 V v električnih vozilih, spodbuja nove zasnove pogonskih pretvornikov, DC-DC pretvornikov, vgrajenih polnilnikov ter kompresorjev za toplotne črpalke in gorivne celice. Visokonapetostni MOSFET-i in SiC diode so zaradi svoje robustne zmogljivosti zelo primerni za električna vozila, zlasti v komercialnih in terenskih aplikacijah, kjer je razpoložljivost ključnega pomena.

Obstoječe omrežje 400-voltna polnilne infrastrukture za običajna vozila bo moralo biti prilagojeno tudi novejšim 800-voltnim modelom vozil. Zaradi vse večje potrebe po visokih napetostih se v vozilih razvijajo t.i. „boost“ DC-DC moduli za združevanje napetostnih vodil.

SiC tehnologija lahko deluje tudi kot stikalni element v polprevodniškem odklopniku ali E-varovalki, ki ščiti električne komponente v vozilu in diagnosticira okvare, še preden pride do težke



Slika 1: E-varovalka na osnovi SiC

okvare. Z izboljšano diagnostiko in možnostmi konfiguracije v primerjavi z mehanskimi rešitvami je mogoče prihraniti čas izpada zaradi popravil in stroške.

Hkrati obstaja povpraševanje po hitri polnilni infrastrukturi za enosmerno napetost, ki omogoča hitro polnjenje vozila. To je še posebej pomembno za komercialne aplikacije, od tovornjakov in avtobusov do rudarske in gradbene opreme, ki morajo delovati čim dlje.

Polprevodniške varovalke

Uporaba SiC za polprevodniško varovalko prinaša številne prednosti v primerjavi s tradicionalnimi rešitvami za zaščito tokokrogov. Tehnologija lahko hitro preklopi s programsko nastavljenim izklopnim profilom, npr. prek LIN vmesnika, in prekine tokokrog v mikrosekundah, kar je zaradi visokonapetostne polprevodniške zasnove od 100 do 500-krat hitreje kot pri tradicionalnih mehanskih pristopih.

E-varovalka je ponastavljiva, zato ni treba menjati fizičnih varovalk, kar zagotavlja zanesljivo in dolgoročno rešitev v primeru rednih prekinitev tokokroga. Morebitna tveganja električnega obloka pri preklapljanju visokonapetostnih enosmernih tokov z mehanskimi kontakti so z uporabo polprevodniške rešitve E-Fuse odpravljena.

Microchipova razvojna plošča tehnologije E-Fusetechology s 700V in 1200V stikali mSiC™ MOSFET združuje zaznavanje toka, ojačevalnike, LIN vmesnik in 8-bitni PIC™ mikrokontroler z neodvisnimi perifernimi enotami, kar zagotavlja

celovito in visoko integrirano rešitev. Vse komponente so na voljo s kvalifikacijo za avtomobilsko industrijo. Ta zasnova implementira krivuljo časovnih tokovnih karakteristik (TCC), ki razvijalcem pomaga pri prehodu s tradicionalnih varovalk ali kontaktorjev na polprevodniške varovalke. Hkrati pa se ponaša s kratkostičnim časom držanja do 10 μ s in nazivnim tokom do 30 A.

Hitro polnjenje

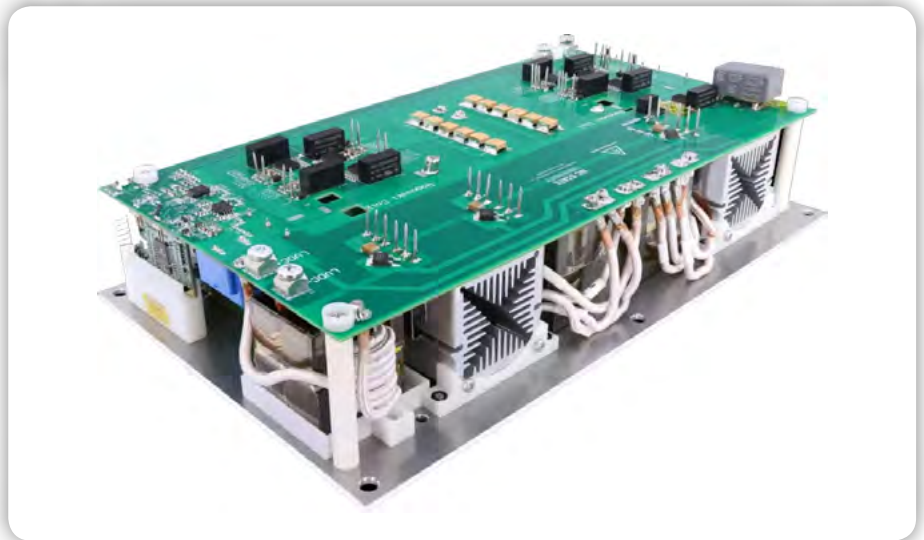
Električna, komercialna in terenska vozila potrebujejo možnost hitrega polnjenja. Medtem ko lahko avtomobil čez noč stoji na dovozu in se polni, morajo avtobusi ali gradbena oprema učinkovito delovati ves dan ali noč. Ti prehajajo na baterijske sklope z napetostjo 800 V ali celo 1000 V, ki zagotavljajo ravni moči, potrebne za večja vozila s težkimi prevozi.

Te zasnove vgrajenih polnilnikov potrebujejo večjo moč, pri čemer SiC tehnologija zagotavlja optimalno rešitev. Naprave z nazivnimi napetostmi 1200 V in celo 1700 V zagotavljajo razvijalcem več prostora za načrtovanje. To se lahko odraža v večji maksimalni zmogljivosti vozila, manjši redundanci in lažji izdelavi elementov.

Zaradi večje učinkovitosti SiC v primerjavi s silicijevimi IGBT-ji so potrebni tudi manjši hladilniki, kar zmanjša težo vozila.

Na voljo je tehnološka razvojna plošča izoliranega 30-kilovatnega DC-DC polnilnika, ki temelji na 1200-voltnih MOSFET-ih mSiC z lavinsko zaščito in 1200-voltnih dvojnih mSiC diodah. Zasnovo odlikujejo >98-odstotna največja učinkovitost, vhodna napetost 650-750 V in izhodna napetost 150-600 V pri največ 50-60 A pri preklopni frekvenci 140 kHz. Postavitev tiskanega vezja je optimizirana za varnost, tokovne in mehanske obremenitve ter odpornost na šum.

Poleg tega je na voljo trifazni 30 kW PFC (Power Factor Correction) referenčni dizajn v Vienna topologiji, ki temelji na SiC napravah. PFC naprave so običajno potrebne za pretvorbo izmenične v enosmerno napetost in ohranjanje faznega zamika izmenične vhodne napetosti v natančno določenih mejah glede na vhodno izmenično napetost,



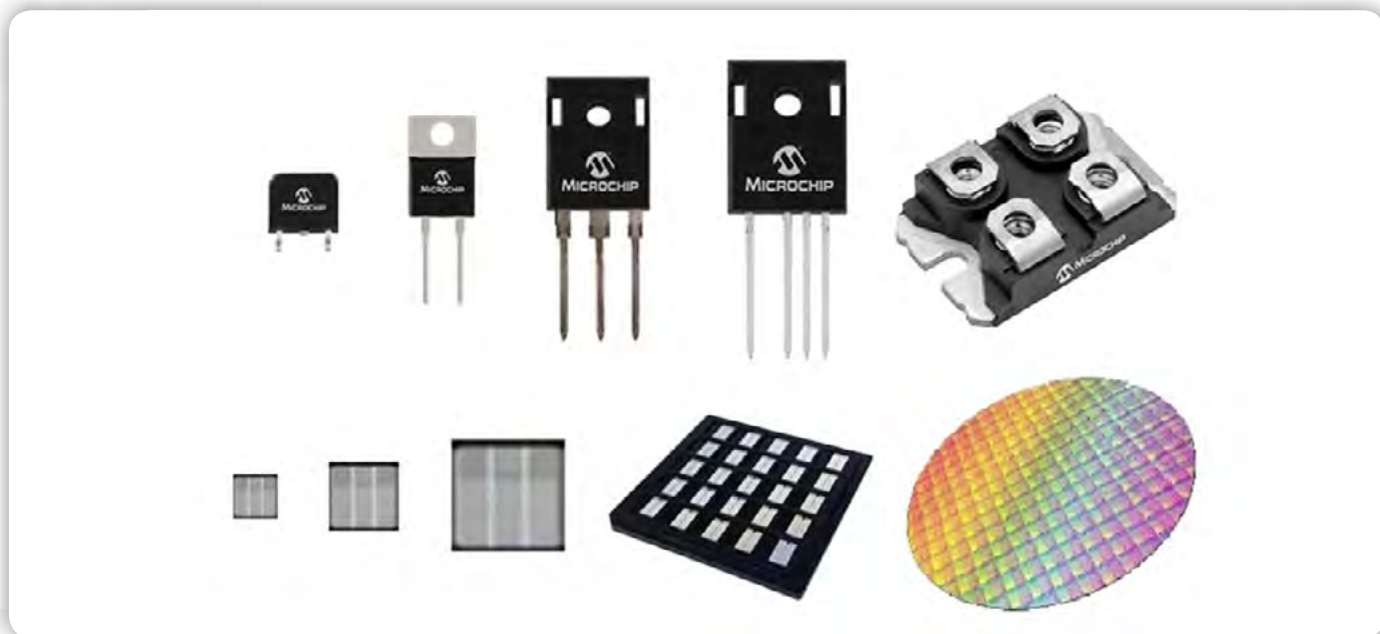
Slika 2: 30kW SiC DC-DC pretvornik



Slika 3: 30 kW Vienna PFC referenčni dizajn



Slika 4: Polnilna infrastruktura



Slika 5: Od SiC rezin, waffle-ohišij, SMD-klasičnih ohišij do celotnih močnostnih modulov

kar zagotavlja faktor moči, ki je blizu enici, in nizko skupno harmonično popačenje (THD).

V prihodnosti bo potrebno energijo iz akumulatorja vozila vračati v omrežje. To zmožnost dvosmernega polnjenja je mogoče dokazati z drugo 11-kilovatno PFC zasnovo na osnovi SiC v shemi Totem-Pole. Tako DC-DC kot PFC je mogoče modularno kombinirati.

Gradniki za infrastrukturni polnilnik do 150 kW

Silicijev karbid je ključnega pomena tudi za polnilno infrastrukturo. Enake prednosti višjih napetosti in tokov v povezavi z večjo učinkovitostjo za manjše hladilne elemente vodijo do manjših zasnov polnilnic. Medtem ko velikost polnilnika ni tako pomembna za komercialna in terenska vozila, ki so čez noč shranjena v skladišču, je pomembna za domače dvosmerne DC polnilnike, ki so vse bolj priljubljeni.

Podobno javne hitre polnilnice na enosmerno napetost tretje stopnje zaobidejo vgrajeni polnilnik (OBC) v vozilu in neposredno polnijo baterijo prek sistema za upravljanje baterije (BMS) električnega vozila. Z izogibanjem OBC je mogoče doseči bistveno višje hitrosti polnjenja z izhodno močjo polnilnika od 50 do 350 kW.

Uporaba modularne zasnove pomeni, da se za AC-DC pretvorbo uporablja sprednji del PFC, pogosto iz višjih izmeničnih napetosti, kot je 480 V, z vrsto izoliranih modulov DC-DC pretvornika, ki vzporedno zagotavljajo napajanje vozila. Ta pristop k načrtovanju omogoča, da se iz osnovnih modulov razvije vrsta polnilnic, ki izpolnjujejo različne zahteve upravljavca vozila. Z razvojem potreb vozil, ki potrebujejo večjo moč za hitrejše polnjenje, se lahko polnilna infrastruktura spreminja z uporabo SiC naprav. Ta pristop se uporablja za sisteme hitrega polnjenja do 150 kW in za še zmogljivejše sisteme.

Uporaba digitalnega upravljanja napajanja ter kombinacije SiC MOSFET-ov in diod omogoča zasnove, ki zagotavljajo visoko učinkovitost in integracijo sistema, visoko gostoto moči, napredne digitalne krmilne zanke in večjo prilagodljivost v različnih topologijah napajanja za hitre DC polnilnike. Te je mogoče povezati z analognimi napravami, napravami za upravljanje energije, brezžično in žično povezljivostjo, merjenjem energije, pomnilnikom, varnostjo in HMI (Human Machine Interface) vmesnikom, da se zaključi zasnova L3 hitrega polnjenja z enosmerno napetostjo.

Zaključek

Rešitve s široko pasovno širino, kot je SiC, so ključne za e-mobilnost, saj omogočajo večjo učinkovitost pretvorbe energije, gostoto in zanesljivost.

Microchip lahko s svojimi izdelki in rešitvami za napajanje mSiC™ pomaga razvijalcem pri enostavni, hitri in zanesljivi uporabi silicijevega karbida.

Ta portfolio vključuje SiC gole rezine, diskretne komponente in module od 700V do 3.3 kV.

Poleg tega celoten portfelj vključuje MPU, MCU, Wi-Fi® /Bluetooth® in merilne čipe ter uporabniški vmesnik z grafičnim zaslonom na dotik za aplikacije v polnilnih poljih. Na strani vozil so to digitalni krmilniki signalov avtomobilskega razreda, omrežne komponente v vozilu in gonilniki, če omenimo le nekatere. Celovita rešitev vključuje tudi programske komplete za izboljšanje krmiljenja motorjev in algoritme stikalnih načinov napajanja ter programske komplete za avtomobile in diagnostične knjižnice za funkcionalno varnost.

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

<https://www.microchip.com>



Reportaža Ideen Expo in RoboCup Junior, Hannover Nemčija 11.6.2024 - 17.6.2024

Mehatronika, elektrotehnika, strojništvo, mobilnost, znanost in še več na enem mestu se je razprostiralo na okoli 110.000 kvadratnih metrih.

Vse to se je odvijalo od 8. junija do 16. junija 2024 v Hannovru na sejmu IdeenExpo. (<https://www.ideenexpo.de/>)

Pravtako se je poleg sejma še v teh prostorih odvijalo Evropsko tekmovanje RoboCup Junior, kjer tekmuje več kot 700 mladih iz 21 držav. Tam je tudi Slovenijo predstavljalo 6 ekip, ki so nastopale v kategoriji soccer in rescue. In sicer Osnovna šola Komen z dvema ekipama, SERŠ s tremi ekipami, Gimnazija LAVA in TŠC z eno ekipo. Skupaj so Slovenci domov prinesli 6 nagrad.

Pri kategoriji soccer igra poteka tako, da žoga oddaja infrardeč svetlobni signal, ki ga je mogoče zaznati z ustreznimi senzorji. V open ligi pa se uporablja oranžna žogica za golf, ki jo je treba zaznati s sistemi kamer. Napredne ekipe se tudi orientirajo na igrišču s kamero(-ami) namesto s senzorji kompasa in izdelajo prefinjene naprave za ravnanje z žogo in streljanje (rollerje in kickerje) ter taktike igre. Cilj je pa seveda, katera ekipa lahko doseže več golov.



Slovenski predstavniki



Testiranje robota na prizorišču



Ekipe TSC FootBot ob zmagovalstvu



PREDSTAVLJAMO

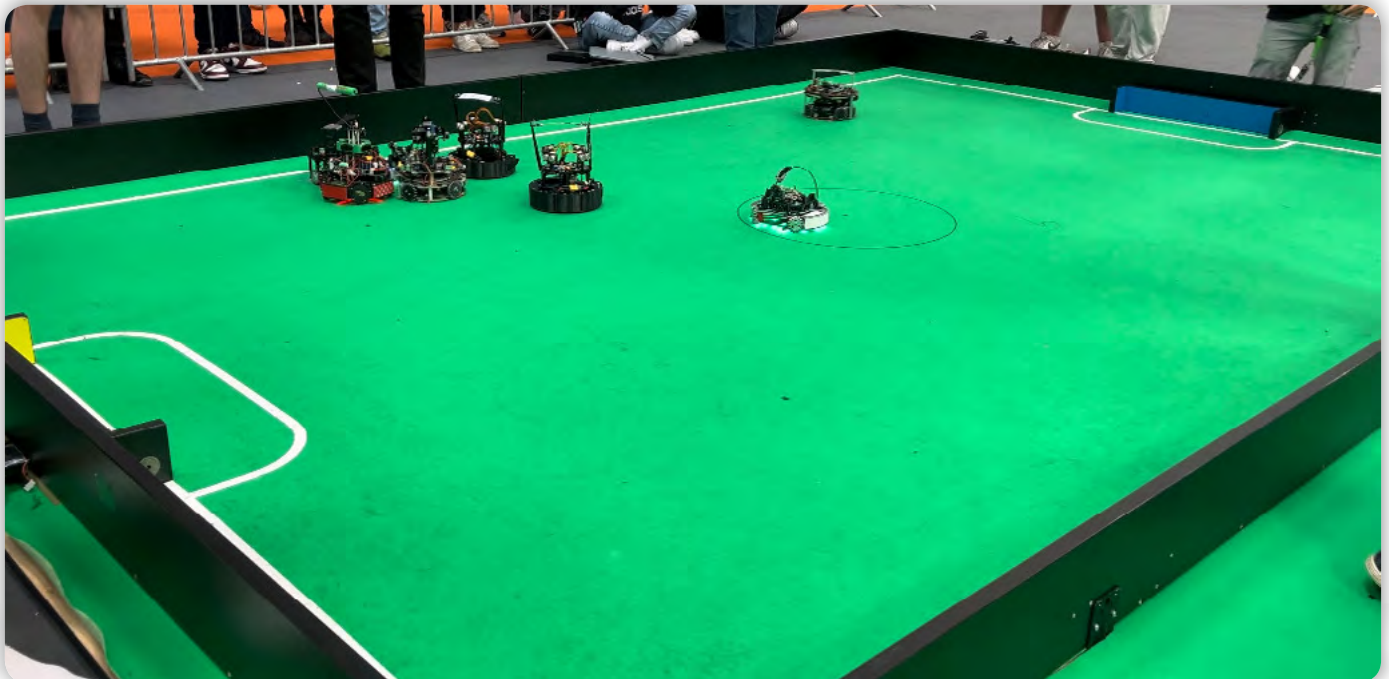
TSCFootbot pokal



Ekipa TSCFootbot



Podelitev evropskih prvakov na odru



Super-team tekma

V kategoriji soccer lightweight, kjer igrata dva robota pri eni ekipi proti ostalima dvema, je tekmovala tudi slovenska ekipa iz Tehniškega šolskega centra Maribor, ki jo sestavlja Timotej Kos, Domen Fras, Nick Kolar in Luka Kranjc pod mentorstvom mentorjev Marjan Bezjak, Iztok Milošič in Andrej Šuman. S svojim znanjem so v disciplini soccer lightweight dokazali, da tudi v večjih krajih ne poznajo konkurence. Po napeti tekmi v finalu so z odličnim rezultatom

11:8 premagali Nemce in si tako prisvojili naziv evropskih prvakov. Zraven igre v soccer lightweight so sodelovali še v SuperTeam-ih, kjer sodniki na začetku prvenstva prijavljene ekipe razdelijo v večje, super ekipe – SuperTeam-e, v katerih sodeluje več ekip in igrajo proti drugi SuperTeam ekipi. V tej kategoriji je zelo pomembno sodelovanje med ekipami, ki so v isti super ekipi. Tudi v tej kategoriji so naši blesteli in si priigrali 1. mesto.

Med samim tekmovanjem sodniki ekipam dodelijo še različne tehnične izzive, ki jih morajo rešiti v določenem času pod budnimi očesi sodnikov. Naši so pokazali vrhunsko znanje in tako prepričali sodnike, da so po znanju najboljši v evropskem merilu.

Dijaki pravijo, da je udeležba na RoboCup Junior LightWeight Soccer Competition bila za njihovo ekipo izjemna izkušnja. Imeli so priložnost uporabiti in nadgraditi znanja iz mehatronike, robotike in programiranja, obenem pa so se lahko povezali z drugimi ekipami in s strokovnjaki iz celega sveta. Videli so tudi zelo veliko novih stvari na področju tehnike. Ekipa TSCFootbot se tudi zahvaljuje donatorjem.



Zmaga v Superteam-u

Ko se vrnejo v Slovenijo, še čaka naše evropske prvake priprava na svetovno prvenstvo, ki se bo odvijalo med 17. in 21. 7. 2024 v Eindhovenu na Nizozemskem. Želimo jim obilo uspehov.

VIRI:

- <https://junior.robotcup.de/soccer/>
- <https://www.ideenexpo.de/>
- <https://youtu.be/LBfUYCK2zTA?si=2j09JwWAr9v3Bp44>



Celjski sejem
56. MOS

18.-22.
SEPTEMBER 2024

**MOS DOM, MOS TURIZEM, MOS B2B,
MOS TEHNIKA & DIGITALIZACIJA, MOS PLUS**

Shield-B, razvojna ploščica za Arduino Uno (2) - DC motor

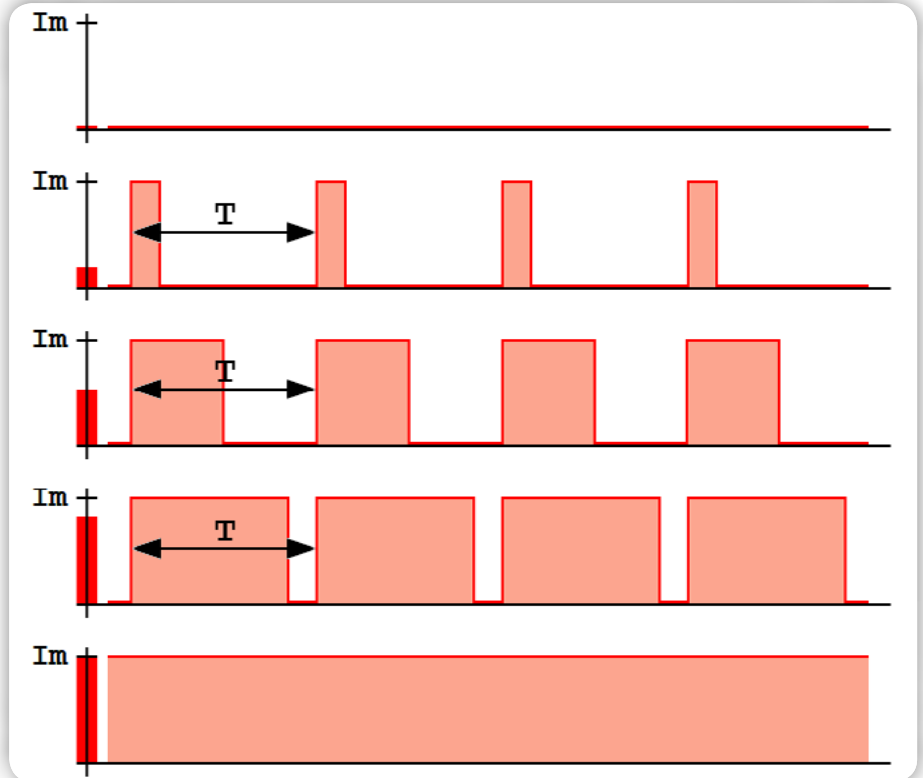
Avtorja: Mag. Vladimir Mitrović, Robert Sedak
E-pošta: vmitrovic12@gmail.com

V tem nadaljevanju se bomo naučili kako lahko s programom vplivamo na hitrost in smer vrtenja enosmernega (DC) elektromotorja.

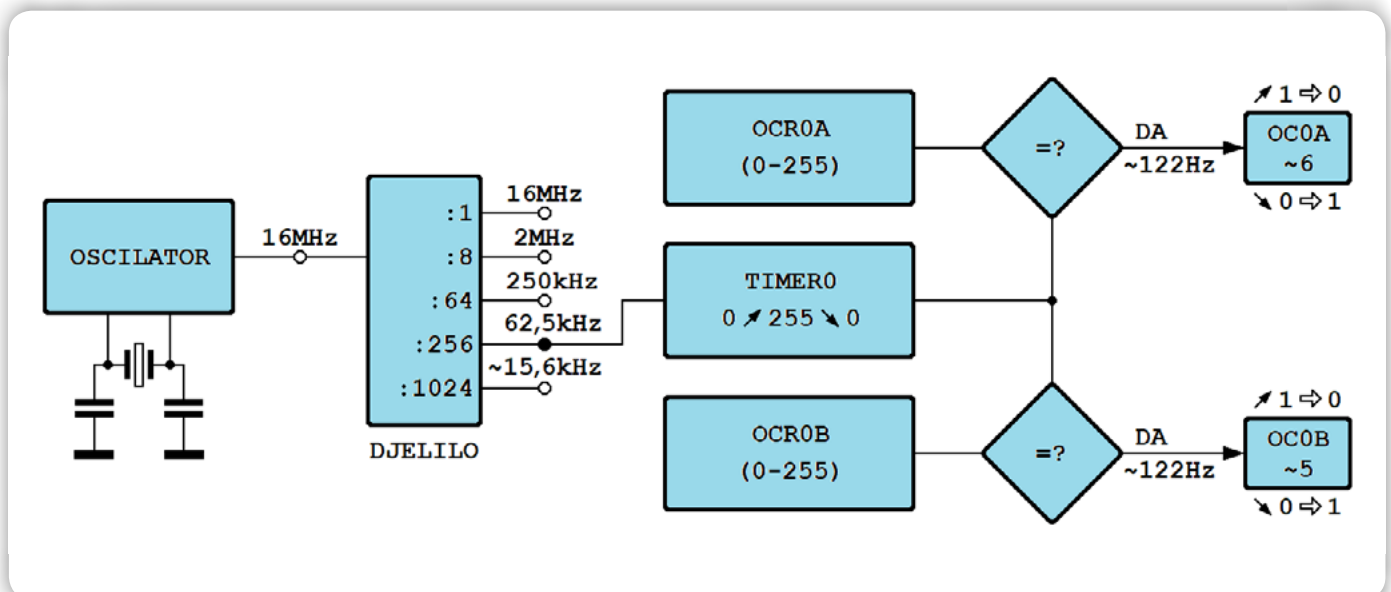
Programne bomo napisali v programskih jezikih Bascom-AVR in Arduino IDE in jih nato s pomočjo razvojnega sistema Shield-B preverili, ali vse dela tako, kakor smo si zamislili.

Elektromotor lahko upočasnimo, če mu napajalno napetost ali delovni tok zmanjšamo pod nominalne vrednosti. Obstaja tudi tretji način, ki ga prikazujemo z risbo na sliki 6.

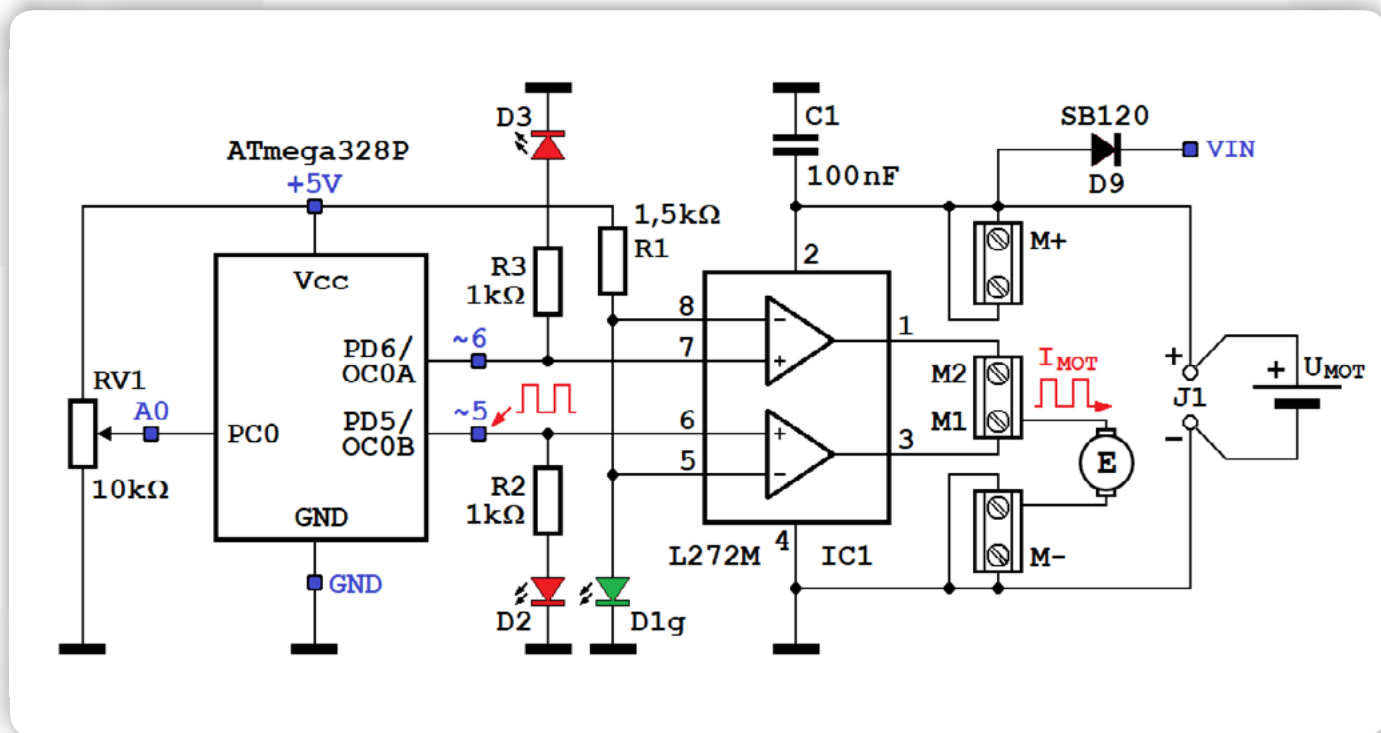
Tukaj skozi elektromotor pošiljamo tokovne impulze stalne frekvence, večje ali manjše širine; bolj kot so ti impulzi širši, bo srednji tok skozi motor (prikazan je z rdečim stolpcem z leve strani vsakega diagrama) večji in tudi motor se bo hitreje vrtil. Zgornji in spodnji diagram prikazujeta mejne vrednosti, v katerih ni impulzov in motor se ne bo vrtil (zgoraj) ali pa se bo vrtil s polno hitrostjo, ker je stalno vezan na napajalno napetost (spodaj). Postopek se imenuje pulzno-širinska modulacija (PWM), in motor se bo stalno in brez trzljajev vrtil samo, če je frekvenca impulzov dovolj visoka, pa



Slika 6: Hitrost DC elektromotorja lahko krmilimo s širinsko moduliranimi tokovnimi impulzi



Slika 7: Timer0 proizvaja impulze na izhodnih priključkih OC0A in OC0B (~6 in ~5 na Arduino Uno ploščici)



Slika 8: Shema vezja za krmiljenje hitrosti vrtenja DC elektromotorja

vendar ne previsoka (pri malih elektromotorjih je optimalna frekvenca 50-200 Hz).

Mikrokontroler na Arduino Uno ploščici, ATmega328P ima vgrajena vezja, ki lahko generirajo nize impulzov kot tisti na sliki 6. Kako dela eno od teh vezij, Timer0, je prikazano na sliki 7. Timer0 šteje impulze, ki jih dovajamo na njegov vhod; v tem primeru so to impulzi frekvenca 62,5 kHz. Če ga konfiguriramo tako, da dela v PWM načinu, bo štel impulze od 0 do 255 in nato nazaj, od 255 do 0. Trenutna vrednost števca se primerja s številom vpisanim v registre OCR0A in OCR0B:

- Ko se med štetjem navzgor izenači vrednost števca s številom v enem od vzporednih registrov, bo mikrokontroler postavil ustrezen priključek v stanje "0";
- Ko se med štetjem navzdol izenači vrednost števca s številom v enem od vzporednih registrov, bo mikrokontroler postavil ustrezen priključek v stanje "1".

Tako z vpisom ustreznega števila v vzporedne registre določamo širino impulzov, ki jih Timer0 generira na ustreznih priključkih OC0A (~6 na Arduino Uno ploščici) in OC0B (~5 na Arduino Uno ploščici). Širina impulzov bo večja, kolikor je večja vrednost vpisana v vzporedni register, frekvenca impulzov je določena z vhodno frekvenco (v našem primeru, 62,5 kHz) in procesom štetja (256 navzgor + 256 navzdol = 512):

$$f = 62.500 : 512 \approx 122 \text{ Hz}$$

Opomba: Timer0 je zelo zmogljivo vezje in lahko dela na več različnih načinov; generiranje širinsko moduliranih impulzov je samo eden od njih. Način dela timerja določamo med postopkom konfiguracije, ki bo v Bascom-AVR programu bolj jasno vidna, medtem ko je v Arduino IDE postopek "skrit" za ukazom,

s katerim "opisujemo" kaj želimo doseči. Važno je ugotoviti, da se potem, ko timer konfiguriramo, z njim ne ukvarjamo več; timer bo generalno zadani niz impulzov, dokler ne spremenimo vrednosti v enem od vzporednih registrov ali dokler mu ne spremenimo načina dela ali dokler ga ne zaustavimo.

Shema vezja za krmiljenje hitrost vrtenja enosmernega elektromotorja je prikazana na sliki 8. Elektromotor E je vezan med priključka M1 in -M, zato ga vklopimo z vezanjem + priključka napajalne napetosti na M1. To naredijo elektronska vezja znotraj integriranega vezja L272M, krmiljena z impulzi, ki jih generira mikrokontroler na svojem OC0B (~5) priključku. Uporabili bomo še potenciometer RV1 na Shield-B ploščici.

2. programska naloga: Napišite program, ki bo krmilil hitrost elektromotorja E v vezju prikazanem na sliki 8. Program mora brati napetost na drsniku potenciometra RV1 in proporcionalno s to napetostjo generirati ustrezen niz impulzov na OC0B (~5) priključku mikrokontrolerja v razponu prikazanem na sliki 6.

Bascom-AVR rešitev (program Shield-B_2.bas)

Po uvodnih konfiguracijskih ukazih, ki se nanašajo na uporabljen mikrokontroler in pogoje, v katerih dela, bomo konfigurirali tudi analogno-digitalni pretvornik in ga pripravili za branje napetosti na drsniku potenciometra RV1:

```
Config ADC = Single , Prescaler = Auto ,
Reference = Avcc
```

V ukazu za konfiguracijo boste opazili stavek Reference = Avcc, s katerim smo določili, da se vhodna napetost primerja z napajalno napetostjo. To je uporabljeno zato, ker napetost na drsniku potenciometra prav tako zajema vrednosti od 0 do 5 V.

Ostali ukazi določajo način dela A/D pretvornika in v večini primerov nam bo ustrezalo v obliki, v kateri so navedene. Dimenzionirali bomo tudi spremenljivko Rv1, v katero bomo shranili branje napetosti drsnika potenciometra RV1:

```
Dim Rv1 As Word
```

Spremenljivka je tipa Word, da bi v njo lahko shranili 10-bitni rezultat A/D pretvorbe. Priključka PC0, ki ga uporabljamo kot vhod v A/D pretvornik, ni potrebno posebej konfigurirati, kot tudi PD5 – takoj ko konfiguriramo Timer0, bo priključek PD5 izgubil svojo funkcijo digitalnega vhoda ali izhoda in "zasedel" ga bo PWM izhod Timera0, OC0B:

```
Config Timer0 = Pwm , Prescale = 256 ,
Compare B Pwm = Clear Up ,
Compare A = Disconnect
```

Timer0 je postavljen v PWM način dela s faktorjem deljenja 256, Compare A in Compare B sta v Bascom-AVR imeni za vzporedne (OCR) registre. V tej nalogi bomo uporabili samo OCR0B register, zato smo OCR0A razklenili (disconnect) od njegovega izhodnega priključka OC0A.

Sedaj vstopamo v glavno programsko zanko, v kateri najprej preberemo napetost drsnika potenciometra:

```
Do
Rv1 = Getadc(0)
```

Prejeti rezultat je število v razponu od 0 (drsnik je v spodnjem položaju, vhodna napetost je 0 V) do 1023 (drsnik je v gor-

njem položaju, vhodna napetost je 5 V). Preden ga prenesemo v vzporedni register OCR0B, ga moramo "zmanjšati" v razpon 0-255 (OCR0B je 8-bitni register, zato v njega ne moremo vpisati števila večje od 255):

```
Rv1 = Rv1 / 4
OCR0B = Rv1
Loop
```

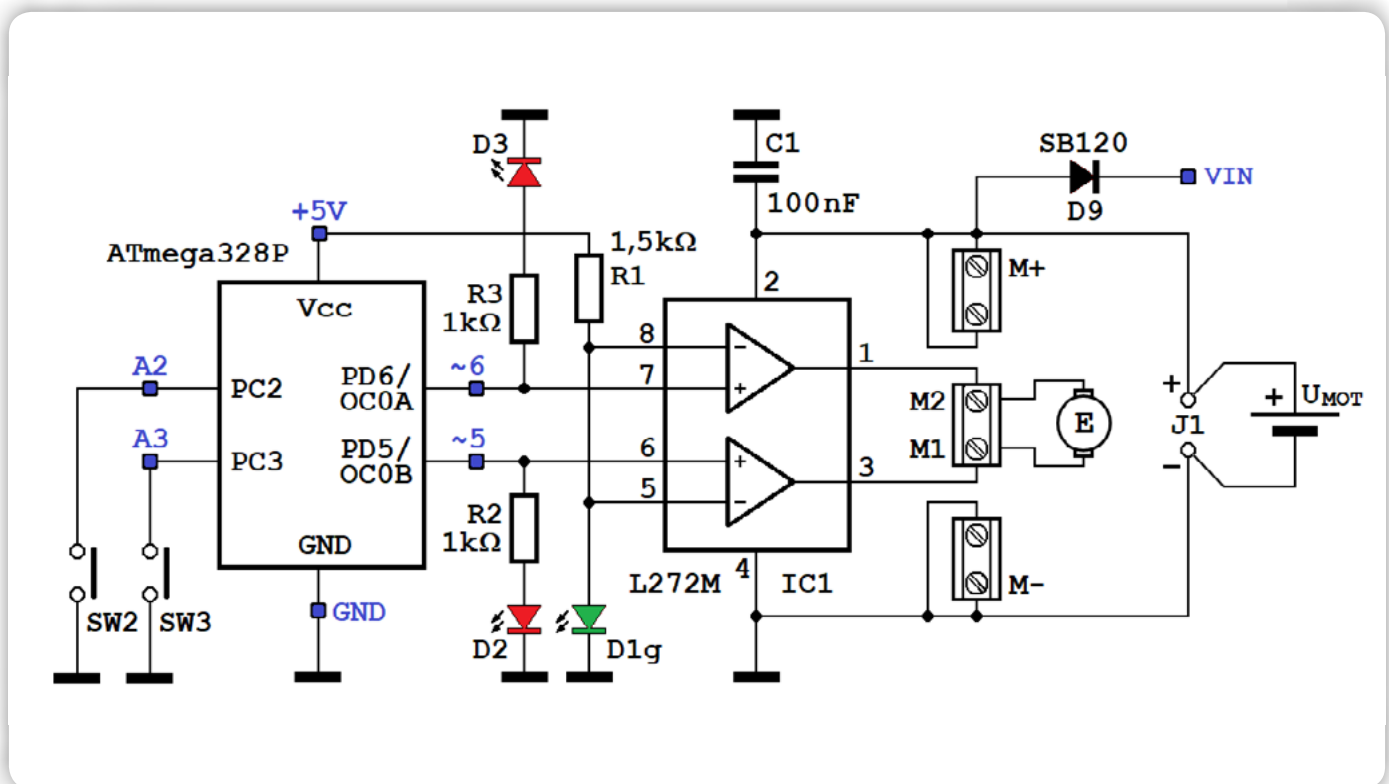
In to je vse, vse preostalo delo opravljajo vezja Timera0! Kolikor je število v OCR0B registru večje, toliko širša bo širina impulza in motor se bo hitreje vrtel; to je prav to, kar smo želeli doseči!

Arduino rešitev (program Shield-B_2.ino)

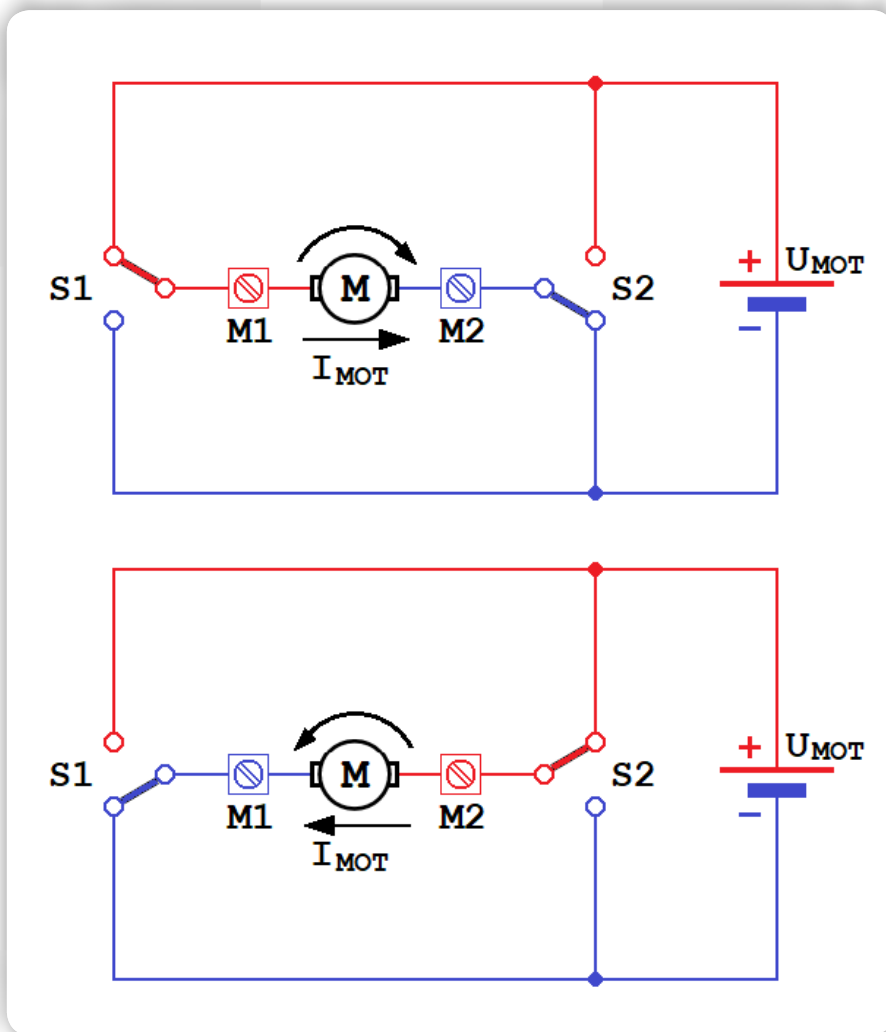
V Arduino IDE obstaja funkcija analogWrite(), ki nam omogoča enostavno krmiljenje PWM priključkov, oziroma OC izhodov timerja. Funkcija sprejema dva argumenta: število priključka in vrednost od 0 do 255 (označuje širino pulza). Funkcija prepozna, ali se lahko priključek poveže z OC izhodom timerja in če lahko, prepozna s katerim izhodom. Priključka 5 ni potrebno konfigurirati kot izhodnega, ker bomo uporabili PWM izhod timerja OC0B. Arduino IDE samodejno konfigurira timerje v PWM načinu dela s faktorjem deljenja 64, zato nam tega ni potrebno narediti.

Na začetku programa bomo definirali spremenljivko RV1 kot int in definirali vrednost 0. V njo bomo shranili prebrano vrednost s potenciometra RV1.

```
int RV1 = 0;
```



Slika 9: Takšen način vezanja DC elektromotorja na Shield-B omogoča programsko spremembo smeri vrtenja



Slika 10: H most omogoča spremembo smeri vrtenja elektromotorja

Ker funkcija `analogWrite()` direktno krmili priključek 5, v funkciji `setup()` ni potrebno posebej definirati načina dela priključka. Zato bo funkcija `setup()` brez ukaza:

```
void setup() {
}
```

V funkciji `loop()` bomo prebrali napetost drsnika potenciometra RV1 in ga shranili v spremenljivko RV1, nato bomo vrednost spremenljivke RV1 delili s 4 in s pomočjo ukaza `analogWrite()` dodali to vrednost ustreznemu OC registru timerja za priključek 5.

```
void loop() {
  RV1 = analogRead(A0);
  RV1 = RV1 / 4;
  analogWrite(5, RV1);
}
```

Samo za radovedne: ukaz `analogWrite()` najprej definira priključek kot izhodni in nato preverja, ali je vrednost širine impulzov 0 ali 255. V kolikor je širina impulzov 0, definira stanje priključka LOW; če je širina impulzov 255, definira stanje priključka HIGH. Za vse vrednosti širine impulzov med 0 in 255 preverja, če se priključek lahko veže na enega od timerjev in

če je to možno, veže priključek s timerjem in vpisuje vrednost v ustrezen OC register. S tem algoritmom je omogočena uporaba ukaza `analogWrite()` tudi s priključki, ki se ne morejo vezati na nek timer.

Impulzi, ki jih proizvaja mikrokontroler na svojem OC0B (~5) izhodu, razen da krmilijo integrirano vezja L272M, in preko njega tudi hitrost vrtenja elektromotorja, določajo tudi intenzivnost svetilnosti svetleče diode D2 na razvojnem sistemu Shield-B. Dioda bo svetila toliko bolj, kolikor so impulzi širši oziroma, kolikor se motor hitreje vrte. To nam lahko kaže pravilno delovanje programa tudi če na razvojni sistem ne vežemo elektromotorja!

Lahko opazimo, da se elektromotor ne bo zavrtel pri zelo ozkih impulzih, pri katerih je LED-ica že začela svetiti. To je normalno, motor ima določeno vztrajnost, ki jo je potrebno premagati, da bi ga pognali iz mirovnega stanja. Kakšna širina impulzov je potrebna za začetek vrtenja, je odvisno od karakteristik samega elektromotorja in od frekvence impulzov, s katerimi ga vrtimo.

Če želimo iz programa menjati smer vrtenja DC elektromotorja, moramo njegove priključke vezati na priključke M1 in M2 razvojnega sistema Shield-B (slika 9). Kako deluje takšno vezje, bomo pojasnili s pomočjo slike 10.

S1 in S2 sta elektronski stikali vgrajeni v integrirano vezje L272M, M1 in M2 pa sta priključka, na katera je priključen elektromotor. Ko sta stikali v položaju prikazanem na sliki 10 zgoraj, skozi elektromotor teče tok "iz leve proti desni", in motor se vrte v eni smeri. Ko sta stikali v položaju prikazanem na sliki 10 spodaj, skozi elektromotor teče tok "iz desne proti levi", in motor se vrte v nasprotni smeri. Ko sta obe stikali v zgornjem ali v spodnjem položaju, je tokovni krog je prekinjen in elektromotor se ne vrte.

Vezje spominja na črko H in zato je dobilo ime H-most. Prednost takšnega vezja je očitna: s programskim postavljanjem elektronskih stikal v različne položaje lahko zavrtimo elektromotor v eno ali v drugo smer ali ga zaustavimo. Pomanjkljivost pa je, da smo izkoristili oba izhodna priključka in zato je na opisani način možno vezati samo en elektromotor.

V vezju, katerega shema je prikazana na sliki 9, s stikali krmilimo napetost na + vhidih integriranega vezja L272M. Ko je krmilna napetost enega od stikal pod 2 V, bo stikalo v "spodnjem" položaju, oziroma, njen izhodni priključek bo vezan na - pol napajalne napetosti. Ko je krmilna napetost enega od stikal višja od 2 V, bo stikalo v "zgornjem" položaju oziroma, njen izhodni priključek bo vezan na + pol napajalne napetosti. (točna napetost, pri kateri stikalo menja stanje je odvisna od

padca napetosti na zelenem segmentu LED-ice D1g, ki znaša okoli 2 V.) Tok bo stekel skozi elektromotor ko sta stikali v različnih stanjih, smer toka in s tem tudi smer vrtenja pa sta odvisna od tega, katero stikalo je v "zgornjem" in katero je v "spodnjem" položaju.

3. programska naloga (H most): Za vezje po shemi na sliki 9 napišite program, ki bo:

- dokler držimo pritisnjeno tipko SW2, zavrtite elektromotor E v eni smeri,
- dokler držimo pritisnjeno tipko SW3, zavrtite elektromotor E v nasprotni smeri,
- ko spustimo obe tipki, zaustavite motor.

Bascom-AVR rešitev (program Shield-B_3.bas)

Po uvodnih konfiguracijskih ukazih, ki se nanašajo na uporabljen mikrokontroler in pogoje, v katerih dela, bomo konfigurirali priključka PD5 in PD6 kot izhodna

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

medtem ko bomo priključka PC2 in PC3 konfigurirali kot vhodna z vključenima pull-up uporoma:

```
Config PORTC.2 = Input
Config PORTC.3 = Input
PORTC.2 = 1
PORTC.3 = 1
```

Nato vstopamo v glavno zanko, v kateri preverjamo, ali je

katera od tipk pritisnjena. Če je to tipka SW2, bomo postavili izhode PD5 in PD6 v različni stanji in tako zavrteti elektromotor:

```
Do
  If PINC.2 = 0 Then
    PORTD.5 = 1
    PORTD.6 = 0
```

Za razliko od prvega programa moramo tukaj počakati, da se tipko spusti in šele potem lahko krenemo dalje:

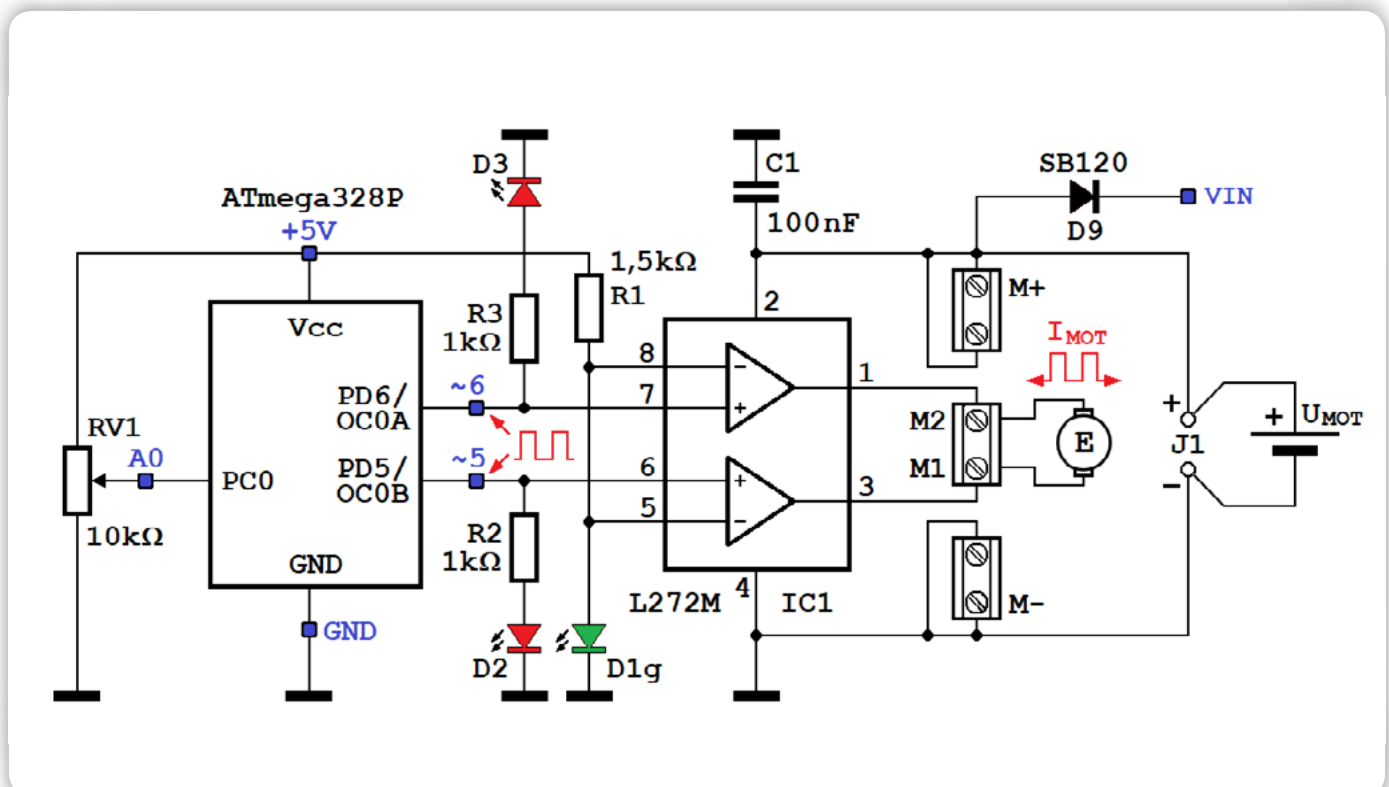
```
  While PINC.2 = 0
  Wend
End If
```

Isto proceduro bomo ponovili s tipko SW3, samo da bomo tukaj izhoda postavili v nasprotni stanji:

```
  If PINC.3 = 0 Then
    PORTD.5 = 0
    PORTD.6 = 1
    While PINC.3 = 0
    Wend
  End If
```

Če ni pritisnjena niti ena tipka, oba izhoda postavljamo v isto stanje, da bi tako zaustavili elektromotor:

```
  PORTD.5 = 0
  PORTD.6 = 0
Loop
```



Slika 11: Vezje, ki omogoča spremembo hitrosti in spremembo smeri vrtenja elektromotorja

Arduino rešitev (program Shield-B_3.ino)

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

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

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

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

Naslednja programska naloga se nanaša na shemo na sliki 11; v njej bomo kombinirali obe aktivnosti: spremembo hitrosti in spremembo smeri vrtenja!

4. programska naloga (H most): Za vezje po shemi na sliki 11 napišite program, ki bo krmilil s hitrostjo in smerjo vrtenja elektromotorja E na naslednji način:

- *dokler je drsnik potenciometra RV1 v srednjem položaju, motor stoji;*
- *ko premikamo drsnik potenciometra RV1 po enem skrajnem položaju, naj se motor vrti vse hitreje v eni smeri;*
- *ko premikamo drsnik potenciometra RV1 po drugem skrajnem položaju, naj se motor vrti vse hitreje v nasprotni smeri.*

Bascom-AVR rešitev (program Shield-B_4.bas)

Analogno-digitalni pretvornik bomo pripravili za branje napetosti na drsniku potenciometra RV1 na isti način kot v 2. programski nalogi:

```
Config ADC = Single , Prescaler = Auto ,
Reference = Avcc
```

Timer0 dela na isti način kot v 2. programski nalogi, vendar sedaj potrebujemo PWM impulze na obeh izhodih, prav tako,

kot je tudi bilo prikazano na shemi na sliki 7. Zato bomo med konfiguracije vključili tudi OC0A in OC0B:

```
Config Timer0 = Pwm , Prescale = 256 ,
Compare A Pwm = Clear Up ,
Compare B Pwm = Clear Up
```

V glavni zanki preberemo napetost drsnika potenciometra in z deljenjem s faktorjem 2 privedemo branje znotraj razpona 0-511:

```
Do
  Rv1 = Getadc(0)
  Rv1 = Rv1 / 2
```

Če je vrednost večja od 255, jo zmanjšujemo za 255 in dobljeni rezultat prenesemo v OCR0A register, v OCR0B pa vpišemo 0:

```
If Rv1 >= 256 Then
  Ocr0a = Rv1 - 256
  Ocr0b = 0
```

S tem smo OC0B izhod postavili na 0 V, dokler so na OC0A izhodu impulzi, katerih širina je proporcionalna odklonu drsnika potenciometra od srednjega položaja. Zato se bo tudi elektromotor vrtel toliko hitreje, kolikor je odklon večji. Če je vrednost branja 255 ali manjša, jo odštejemo od 255 in prenesemo v OCR0B, v OCR0A register pa vpišemo 0:

```
Else
  Ocr0a = 0
  Ocr0b = 255 - Rv1
End If
Loop
```

Tako smo OC0A izhod postavili na 0 V, dokler so na OC0B izhodu impulzi, katerih širina je proporcionalna odklonu drsnika potenciometra od srednjega položaja. In tukaj se bo elektromotor vrtel toliko hitreje, kolikor je odklon drsnika večji. Vendar pa sedaj tok teče v nasprotni smeri in smer vrtenja se bo spremenila.

Arduino rešitev (program Shield-B_4.ino)

Na začetku programa bomo definirali spremenljivko RV1 kot int in ji dodelili začetno vrednost 0. V spremenljivko bomo shranjevali prebrano vrednost s potenciometra RV1.

```
int RV1 = 0;
```

Ker funkcija analogWrite() direktno krmili priključka ~5 in ~6, nam v funkciji setup() ni potrebno posebej definirati načina dela teh priključkov. Zato bo funkcija setup() brez ukazov:

```
void setup() {
}
```

V funkciji loop() uporabimo isto programsko logiko kot v Bascom-AVR primeru. S pomočjo ukaza analogWrite() bomo dodali vrednosti pripadajočima OC registroma timerja, ki krmilita priključka ~5 in ~6.

```

void loop() {
  RV1 = analogRead(A0);
  RV1 = RV1 / 2;
  if (RV1 >= 256) {
    analogWrite(5, RV1 - 256);
    analogWrite(6, 0);
  } else {
    analogWrite(5, 0);
    analogWrite(6, 255 - RV1);
  }
}

```

Opomba: Programe *Shield-B_2.bas*, *Shield-B_2.ino*, *Shield-B_3.bas*, *Shield-B_3.ino*, *Shield-B_4.bas* in *Shield-B_4.ino* lahko brezplačno dobite od uredništva revije *Svet elektronike!*

<https://svet-el.si>



Slika 12: *Shield-B* z elektromotorjem vezanim v H-most

M5Dial - brezžične komunikacije

Avtor: dr. Simon Vavpotič
E-pošta: simon.vavpotic@gmail.com
<https://pcusbprojects.com>

Kako hitre in zanesljive so brezžične komunikacije z M5Dial? Katere so njihove prednosti? Ali je lahko v zidno konzolo vgrajen okrogli M5Dial krmilnik z barvnimi LCD zaslonom zanesljivo komunicira z različnimi krmilniki doma in upravlja tako luči kot gospodinjske aparate?

Če M5Dial primemo v roke, hitro ugotovimo, da razen USB-C, ki je namenjen pretežno njegovemu programiranju, nima veliko zunanjih priključkov, le porta A in B, s po štirimi priključki; od katerih sta vsakokrat po dva uporabljena za maso in +5 V napajanje, preostala dva pa za prenos podatkov.

M5Dial modul, ki sem ga testiral, ima še dodatni napajalni priključek, prek katerega ga lahko napajamo z napetostjo med 6 V in 36 V (vsaj tako piše na papirnem krogcu, ki je s plastično matico privit na novi M5Dial modul.

Kako začeti?

Torej! Mar ni enostavneje modul zgolj napajati prek napajalnega priključka (recimo z 12 V) in hkrati namesto žičnih podatkovnih vodil I2C (port A) ali serijske komunikacije (port B) preprosto uporabiti Wi-Fi krmilne komunikacije?

Na ta način lahko poenotimo način upravljanja prek vgradnih krmilnikov in prek pametnih naprav, kot so PCji, tablice in

pametni telefoni. Hkrati ni potrebno vleči dodatnih žic, razen napajalnih kablov, za katere pa lahko navadno porabimo že obstoječo napeljavo, saj so vsakega klasičnega stikala za luč navadno vodita 2 žici. Če namesto izmeničnega 230-voltnega preklopa napajanja priklopimo enosmerno 12-voltno, tako da žici, ki vodita do doze stikala postaneta +12 V in masa, je to vse, kar poleg ustreznega pokrovčka potrebujemo za vgradnjo M5Dial.

Vse ostalo poteka brezžično, kar pomeni, da bi v principu M5Dial lahko nosili tudi v žepu, če bi ga priključili na majhno 6-voltno (litijevo) baterijo prek napajalnega priključka, ali na 5-voltno baterijo prek USB-C priključka.

A prav tega nočemo, saj hočemo razsvetlavo in druge pametne naprave v stanovanju prek Wi-Fi in Bluetooth upravljalni, ko nimamo ničesar v žepu, in ne, da začnemo iskati daljinca takoj, ko želimo spremeniti nastavevte luči ali jih ugasniti.



Slika 1: M5Dial med skeniranjem Wi-Fi dostopnih točk.

Prednosti Wi-Fi pred vodilom I2C ali zaporedno povezavo

Wi-Fi je bistveno hitrejši in kompleksnejši protokol od I2C ali zaporedne povezave. Zagotovo deluje, če sta dostopna točka in Wi-Fi naprava v istem prostoru, običajno pa tudi po celem stanovanju, če ni zelo debelih betonskih sten. Zaradi varnostnega kodiranja vanj ob dovolj dolgih pristopnih geslih tudi ni enostavno vdreti. Res pa je, da bi nam teoretično lahko pri vzpostavljanju povezav nagajali nadobudni sosede. A zakaj bi to počeli, če vedo, da lahko pri tem odkrijemo?

Kakorkoli, komunikacije prek Wi-Fi in Bluetooth je mogoče zasnovati robustno. Ne trdim, da jih nekdo ne more preprečiti z motilcem signala, ampak tudi naša aplikacija ima možnost spreminjati nosilni Wi-Fi kanal in samodejno poiskati tistega, ki deluje. Skratka, možnosti za upravljanje prek Wi-Fi in Bluetooth so. Lahko pa se vseeno odločite za uporabo brezžičnega protokola ESPnow, ki so ga razbili pri Espressif Systems in naj bi bil še robustnejši.

Še nekaj pomembnih stvari o razvojnem okolju Arduino!

Že res, da lahko programiramo ESP32S2 in ESP32S3 module le v Arduino 2.x IDE, kajti če namestimo ESP32 podporo v3.0.1 v Arduino IDE 1.8.19, torej zadnjo različico 1.x.x, bomo kaj hitro ugotovili, da ne deluje. No, vsaj meni ni. Kakorkoli, zadnja verzija Arduino 2.3.2 deluje le v Windows 10 in naprej, v Linuxu z gonilniki Vulcan in v Mac OS, kjer imamo na voljo tako različico za x64 arhitekture kot ARM64 arhitekture. Žal različice za Raspberry Pi in podobne računalnike na eni plošči na spletni strani arduino.cc ne najdemo. K sreči je na GitHubu voljo prav

v ta namen prevedena različica Arduino 2.2.1, kar je definitivno bolje kot različica 2.1.1, ki še deluje na klasičnih PC s starejšimi različicami Windows, a zdi se, da morajo tudi ti imeti novejšo grafično kartico s podporo standardu Vulcan.

Sicer se programiranja M5Dial z ESP32S3 sistemom v enem čipu lahko lotimo tudi z Raspberry Pi 4 ali 5, a pri tem mora biti Raspberry Pi OS pravilno nameščen, namestimo pa tudi gonilnike Vulcan. Arduino IDE 2.2.1 lahko GitHuba prenesemo v datoteki ZIP, ki jo razširimo v poljuben imenik ali izvedljivi datoteki s končnico appimage (ali vse v enem). Oboje deluje!

Povejmo še, da se podpora za ESP32 namesti v podmapo .arduino15 v domači mapi (npr. /home/jaz/.arduino15). Tam lahko delamo tudi vse ročne popravke. Sicer je programiranje M5Dial enako preprosto kot na klasičnem PC. Potem, ko M5Dial prek kabla USB-C – USB-A povežemo z računalnikom, je vse popolnoma avtomatizirano, vključno s ponovnim zagonom po programiranju.

Kako komunicirajo Wi-Fi pristopne točke in krmilniki?

Čeprav med osnovnimi primeri za M5Dial ni takega, ki bi vključeval funkcionalnosti Wi-Fi, lahko slednje pregledamo med splošnimi primeri za ESP32 module. Med vsemi je še najbolj zanimiva funkcionalnost postaje Wi-Fi, ki se v domače Wi-Fi omrežje poveže prek dostopne točke. Tako lahko iz vsakega M5Dial modula dosežemo vse naprave, vključene v domače Wi-Fi omrežje.

Pri tem je še posebej zanimiva možnost krmiljenja ne samo luči v prostoru, kjer je nameščen M5Dial modul, ampak tudi v sosednjih sobah in hodnikih. Denimo, če smo v dnevno sobi

The screenshot displays the Arduino IDE 2.2.1 interface. The top menu bar includes File, Edit, Sketch, Tools, and Help. The toolbar shows icons for file operations and execution. The main editor window displays the sketch file 'encoderWiFi2.ino' with the following code:

```

54     NULL,                // parameter of the task
55     2,                  // priority of the task
56     &xEncoderTask,     // Task handle to keep track of created task
57     0                   // Run on core 0
58   };
59   delay(100);
60   Serial.println("Setup done!");
61 }
62
63 void EncoderTask ( void * parameter )
64 {
65   while ( true )
66   {
67     M5Dial.update();
68     newPosition = M5Dial.Encoder.read();
69     if (newPosition != oldPosition) {
70       M5Dial.Speaker.tone(8000, 20);
71       M5Dial.Display.clear();
72       oldPosition = newPosition;
73       Serial.println(newPosition);
74       M5Dial.Display.drawString(String(newPosition),
75                                M5Dial.Display.width() / 2,
76                                M5Dial.Display.height() / 2);
77     }
78   }
79   if (M5Dial.BtnA.wasPressed()) {
80     M5Dial.Encoder.readAndReset();
81   }
82   if (M5Dial.BtnA.pressedFor(5000)) {
83     M5Dial.Encoder.write(100);
84   }
85   esp_task_wdt_reset();
86 }
87
88
89
90
91 void loop() {
92   if (M5Dial.BtnA.wasPressed()) {
93     M5Dial.Encoder.readAndReset();

```

The Serial Monitor window shows the following output:

```

Writing at 0x0008bf6c... (46 %)
Writing at 0x000914c9... (48 %)
Writing at 0x00096840... (51 %)
Writing at 0x0009b84b... (53 %)
Writing at 0x000a060e... (56 %)
Writing at 0x000a5ae3... (58 %)
Writing at 0x000ab3cd... (60 %)
Writing at 0x000b078b... (63 %)
Writing at 0x000b5e79... (65 %)
Writing at 0x000bacfc... (68 %)
Writing at 0x000bfda6... (70 %)
Writing at 0x000c4e87... (73 %)
Writing at 0x000c9eea... (75 %)
Writing at 0x000cf1c8... (78 %)
Writing at 0x000d460c... (80 %)
Writing at 0x000da1ac... (82 %)
Writing at 0x000df915... (85 %)
Writing at 0x000e4fef... (87 %)
Writing at 0x000edaa5... (90 %)
Writing at 0x000f61f5... (92 %)
Writing at 0x000fb684... (95 %)
Writing at 0x001007ba... (97 %)
Writing at 0x001060f1... (100 %)

```

The bottom status bar shows 'Building sketch' and the taskbar includes icons for the Raspberry Pi, Arduino IDE, and several open windows related to the M5Dial project.

Slika 2: Arduino IDE 2.2.1, v katerem lahko programiramo M5Dial.

pozabili ugasiti luč, ko smo šli iz kuhinje lahko zdaj M5Dial namesto s krmilnikom luči v kuhinji komunicira s krmilnikom v dnevni sobi in mu ukaže, da ugasne luči. Podobno velja tudi za M5Dial, ki ga namestimo v dnevni sobi in lahko z njim nastavljamo luči v kuhinji.

Čeprav smo za primer izbrali luči, to ne pomeni, da z M5Dial prek Wi-Fi in Bluetooth ne moremo upravljati tudi drugih naprav, denimo klimatske naprave, prezračevanja in ogrevalnih naprav pa tudi senčil. Skratka, gre za zelo pametno, vendar še vedno zelo enostavno napravo za vgradnjo, s katero lahko upravljamo skoraj karkoli.

M5Dial lahko upravlja tudi pametne LED sijalke, ki jih v lestence privijemo namesto žarnic ali halogenk. Vsekakor pa nam to lahko uspe le, če natančno poznamo komunikacijski protokol. Zato se pred nakupom takih LED sijalk splača preveriti razpoložljivost izvorne kode ali programskih knjižnih posameznih proizvajalcev.

Združevanje Wi-Fi drugih funkcij

Nekatere funkcije Wi-Fi, kot je skeniranje razpoložljivih omrežij vzamejo veliko časa in lahko znatno vplivajo na zajem podatkov iz drugih tipal M5Dial. Zanimiv je na primer poskus, ko primeru Encoder dodamo enostavno Wi-Fi funkcionalnost. Osnovni primer zajema podatke z enkoderja in tipke M5Dial. Ko vrtimo M5Dial v levo ali desno, šteje premike glede na podatke, ki jih sproti zajema iz enkoderja. Šteti začne z 0, pri čemer ob vsakem premiku v desno trenutni vrednosti prišteje 1, pri zasuki v levo pa 1 odšteje. S klikom na gumb, vrednost števca ponastavimo na 0.

Če primer združimo s primerom WiFiScan, tako da se M5Dial nekaj časa ukvarja z enkoderjem, nekaj časa pa skenira Wi-Fi omrežja in rezultat izpiše prek zaporedne povezave, ki je povezana s PC prek vgrajenega USB vmesnika (tega uporabljamo tudi za programiranje), se začne zatikati. Dobesedno! Zaznavanje premikov enkoderja postane dokaj neodzivno, četudi v glavno zanko programa vgradimo kretnico, ki sproži skeniranje omrežij le vsakič stotič. Zato je več kot očitno, da zajemanje vzorcev z enkoderja zahteva natančno časovno uskladitev.

Ena izmed mogočih rešitev je uporaba enega od procesorskih jeder za preverjanje enkoderja, drugega pa za vse ostalo. Na ta način veliko lažje dosežemo časovno uskladitev kot z vgrajevanjem kompleksnih časovnih programskih struktur za izvajanje postopkov po korakih, na primer z ukazoma select in case ter uporabo števca, pri čemer v vsakem koraku zanke izvedemo eno od opravil.

Vklop Wi-Fi funkcij

Funkcije Wi-Fi postanejo dostopne, če na začetek Arduino Skripte dodamo naslednjo vrstico:

```
#include <WiFi.h>
```

To lahko vidimo tudi iz številnih splošnih primerov za ESP32, ki

demonstrirajo uporabo Wi-Fi funkcij. Zanimivo pa je, da med osnovnim primeri za M5Dial ne najdemo tudi takega, ki bi vključeval Wi-Fi ali Bluetooth funkcije. Kaže, da sta avtorjem veliko bolj pri srcu zaporedni vmesnik (kvazi RS-232 s TTL nivoji) in I2C vodilo, ki ste ju spoznali že v preteklih nadaljevanjih.

Večnost!

Če se še vedno sprašujete, zakaj imajo Tensilicini mikrokontrolerji v ESP32 čipih po dve procesorski jedri, je zdaj odgovor kot na dlani. Strojno izvajanje vzporednosti v programih poteka na nivoju najmanjših enot procesiranja, strojnih ukazov. Zato teče veliko bolj gladko in lahko brez večjih težav razrešimo »Gordijski voz« iz prejšnjega odstavka. Določena opravila bi bilo sicer težko razbiti na dovolj majhne kose, da bil lahko potekala vzporedno.

Poglejmo primer, kako zgradimo opravilo (angl. task). Najprej moramo v glavnem programu vključiti ustrezno programsko knjižnico, ki omogoča tvorbo in poganjanje več opravil iz glavnega programa:

```
#include <esp_task_wdt.h>
```

Naj dodam, da je v prejšnjih različicah podpore Espressif Systems za Arduino (različice do 2.0.0) potrebno navesti tudi še nekatere druge knjižnice FreeRTOS, oziroma le tega vključiti v Arduino skripto. No, pri zadnji različici 3.0.1, ki sem jo uporabljal, zagotovo zadošča samo navedba zgoraj omenjene knjižnice pod pogojem, da smo prej v Arduino IDE namestili knjižnico FreeRTOS, ki je na voljo za vse Arduino projekte.

Zdaj lahko tvorimo ročico nove naloge, ki smo jo v našem primeru poimenovali xEncoderTask, saj bo povezana z zaznavanjem položaja enkoderja. Vanj bomo preselili kodo za spremljanje vrtenja M5Dial in spremljanje stanja gumba. Tako bo vedno na voljo stanje vrtenja v obliki spremenljivke MD5Dial_rotation in stanje gumba M5Dial_button:

```
TaskHandle_t      xEncoderTask;  
// Task handle for encoder task
```

Med definicijami moramo dati tudi prototip funkcije novega opravila EncoderTask si katerim Arduino C++ prevajalniku povemo, da naj v telesu programa pričakuje tudi kodo funkcije:

```
void EncoderTask ( void * parameter ) ;  
// Encoder Task
```

Zdaj moramo lahko dodamo nekje v telo programa tudi novo nalogo EncoderTask, ki v neskončni zanki opravlja opravila, za spremljanje stanja rotacije, ki jih je prej izvajala glavna programska nit:

```
void EncoderTask ( void * parameter )  
{  
    while ( true )  
    {  
        M5Dial.update();  
        newPosition = M5Dial.Encoder.read();
```

```

if (newPosition != oldPosition) {
    M5Dial.Speaker.tone(8000, 20);
    M5Dial.Display.clear();
    oldPosition = newPosition;
    Serial.println(newPosition);
    M5Dial.Display.drawString
        (String(newPosition),
    M5Dial.Display.width() / 2,
    M5Dial.Display.height() / 2);
}
if (M5Dial.BtnA.wasPressed()) {
    M5Dial.Encoder.readAndReset();
}
if (M5Dial.BtnA.pressedFor(5000)) {
    M5Dial.Encoder.write(100);
}
vTaskDelay(1); // Wait 1 ms until next
                repetition of the task body
}
}

```

Naloga se seveda nikoli ne konča, zato mora po inicializaciji vsebovati tudi neskončno zanko, v kateri bare podatke iz enkoderja in jih izpisuje na zaslon M5Dial ter hkrati izpisuje na terminal prek zaporednih vrat.

Tako nam na koncu preostane le še vgradnja funkcije za zagon programske niti enkoderja v glavno setup proceduro, takole:

```

xTaskCreatePinnedToCore(
    EncoderTask,
    // Task to play data in dataqueue.
    „Encoder“,
    // name of task.
    1600,
    // Stack size of task
    NULL,
    // parameter of the task
    2,
    // priority of the task
    &xEncoderTask,
    // Task handle to keep track of
    // created task
    0 );
// Run on CPU 0

```

Klic funkcije `xTaskCreatePinnedToCore` navadno dodamo na konec, da je prej že vse pripravljeno.

Še glavna programska zanka!

Loop je zdaj lahko namenjena samo Wi-Fi povezavam. Namerano smo za začetek izbrali enostaven primer, s katerim zgolj izpišemo podatke Wi-Fi dostopnih točk v bližini M5Dial prek zaporednih vrat. Izpis lahko vidimo na terminalu gostiteljskega računalnika. V mojem primeru je bil to Raspberry Pi 5, ki je poganjal Arduino IDE 2.2.1 z nameščeno podporo za plošče M5Dial in programsko knjižnico FreeRTOS.

Poglejmo izsek programske kode:

```

void loop() {
    if (M5Dial.BtnA.wasPressed()) {
        M5Dial.Encoder.readAndReset();
        Serial.println(„Scan start“);
        // WiFi.scanNetworks will return the
        // number of networks found.
        n = WiFi.scanNetworks();
        ...
    }
}

```

Čeprav bi lahko skeniranje Wi-Fi dostopnih točk potekalo neprestano, sem se namesto tega odločil, da ga raje sprožim s tipko M5Dial. Vendar to ne pomeni, da med skeniranjem omrežij enkoder in izpis na LCD ali prek zaporednih vrat ne delujejo. Prav nasprotno! Skeniranje omrežij je zdaj neopazno in ne vpliva na zajemanje podatkov z enkoderja. Izpis Wi-Fi dostopnih točk dobimo prek zaporednega vmesnika za terminal hipoma, šele ko je pripravljen. Dejansko je to po kakih petih sekundah, od trenutka, ko smo s pritiskom na tipko M5Dial sprožili skeniranje.

Prihodnjič

Tokrat smo Bluetooth samo omenili, prihodnjič boste spoznali njegovo praktično uporabo. Lotimo se tudi kompleksnejšega Wi-Fi primera, v katerem bomo M5Dial uporabili kot krmilni modul za upravljanje kuhinjskih luči.

<https://svet-el.si>





Nova knjiga za PROGRAMERJE

KUPI ZDAJ!



Zaznavanje senzorja plina MQ2 z Arduinoom

Electrovigyan

Senzor plina je elektronska naprava, ki se uporablja za zaznavanje prisotnosti in koncentracije določenih plinov v zraku.

Najpogostejše vrste plinov, ki jih zaznavajo ti senzorji, so ogljikov monoksid (CO), vodik (H₂), metan (CH₄) in propan (C₃H₈).

Senzorji plina delujejo tako, da merijo spremembe električne upornosti, prevodnosti ali napetosti, ki jih povzroči prisotnost ciljnega plina.

Vsaka vrsta senzorja plina je zasnovana za zaznavanje določenega plina, izhodni signal senzorja pa se razlikuje glede na koncentracijo ciljnega plina v zraku.

V Arduino projektih se lahko senzorji plina uporabljajo za spremljanje kakovosti zraka v prostorih, odkrivanje uhajanja plina v stanovanjih ali stavbah ali spremljanje ravni določenih plinov v industrijskih okoljih.

S priključitvijo senzorja plina na Arduino ploščo je mogoče zajeti izhodni signal senzorja in ga uporabiti za sprožitev alarma ali drugega odziva v primeru uhajanja plina ali druge nevarne situacije.

Na trgu je na voljo veliko različnih tipov senzorjev plina, od katerih ima vsak svoje prednosti in omejitve. Pri izbiri senzorja plina za Arduino projekt je treba upoštevati vrsto plina, ki ga je treba zaznati, zahtevano občutljivost in natančnost ter pogoje delovanja (kot sta temperatura in vlažnost), s katerimi se bo senzor srečeval.

Kaj je senzor plina MQ2?

Senzor MQ2 je senzor plina z visoko občutljivostjo na utekočinjeni naftni plin, propan, vodik, metan in druge gorljive hlape. V senzorju MQ2 se za zaznavanje plinov uporablja polprevodniški material SnO₂. V čistem zraku ima manjšo prevodnost. S povečanjem prevodnosti pomaga zaznati naraščajočo raven plinov. Uporabniki lahko spremembo prevodnosti pretvorijo v koncentracijo plinov s preprostim elektronskim vezjem.

Senzor plina MQ2 se lahko uporablja v številnih aplikacijah, kot so:

- Detektor uhajanja plina v gospodinjstvu
- Prenosni detektor uhajanja plina
- Industrijski detektor vnetljivih plinov



Diagram priključkov senzorja plina MQ2

Pin1: VCC priključek. Uporablja se za priključitev 5 V na senzor.

Pin2: GND priključek. Uporablja se za povezavo GND s senzorjem.

Pin3: Analogni izhodni priključek. S tega priključka boste zajemali analogne podatke.

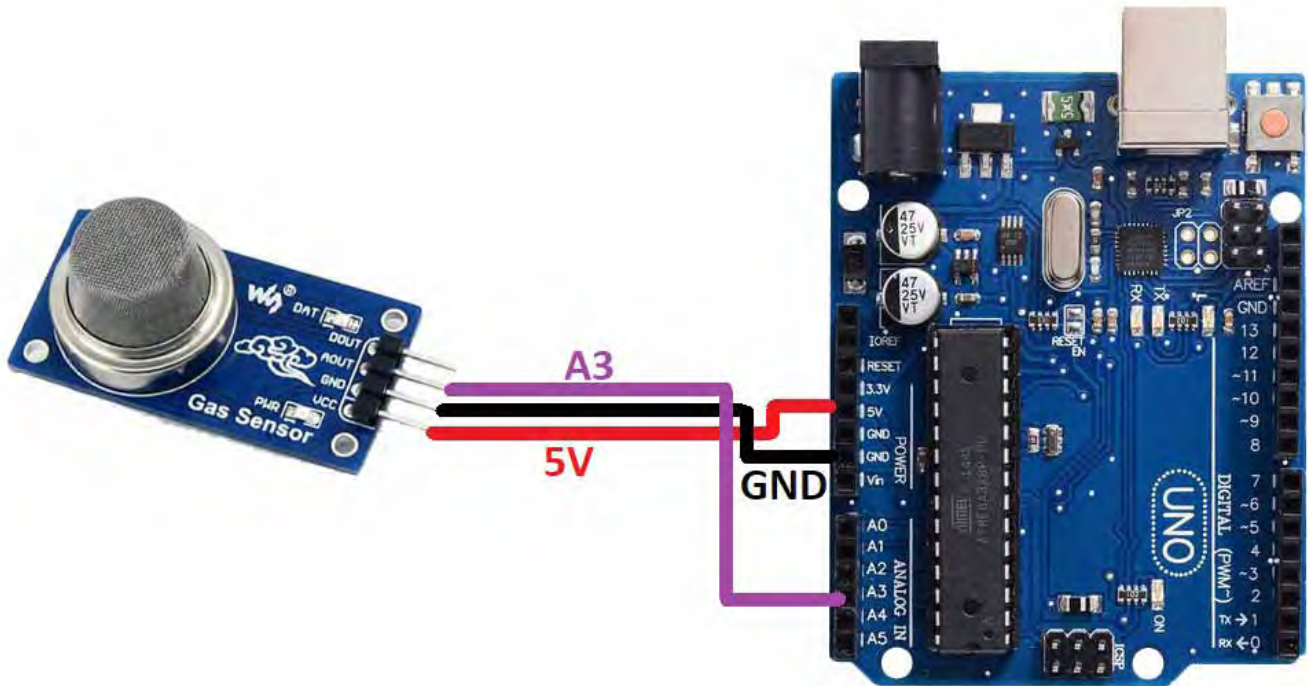
Pin4: Digitalni izhodni priključek. S tega priključka boste brali digitalne podatke HIGH/LOW.

Uporabnost MQ2 senzorja plinov je izboljšana z naslednjimi lastnostmi:

- Dobra občutljivost na širok razpon vnetljivih plinov
- Visoka občutljivost na LPG, propan in vodik
- Enostavno krmilno vezje
- Dolga življenjska doba
- Nizka cena
- Specifikacije senzorja plina MQ2
- Delovna napetost: 5V
- Poraba med delovanjem: 150 mA
- Koncentracija: 300-10000ppm

Arduino programska koda za povezovanje senzorja plina MQ2 z Arduinoom

```
intsensorPin=A4;
intsensorData;
voidsetup()
```



Shema vezave senzorja plina MQ2 na Arduino

Priključite VCC priključek senzorja na 5V priključek plošče Arduino UNO.

Priključite GND priključek senzorja na GND priključek plošče Arduino UNO.

Priključite priključek AO senzorja na priključek A3 plošče Arduino UNO.

```
{ Serial.begin(9600);
pinMode(sensorPin, INPUT);
}
voidloop()
{ sensorData = analogRead(sensorPin);
Serial.print(„Sensor Data:“);
delay(100);
}

intsensorPin=A3;
intsensorData;
```

Ustvarite spremenljivko z imenom sensorPin za številko priključka na plošči Arduino UNO, kamor ste priključili AO priključek senzorja. V našem primeru je to priključek A3 plošče Arduino UNO.

Ustvarite drugo spremenljivko z imenom sensorData. To spremenljivko bomo uporabili za shranjevanje podatkov, ki jih bo Arduino prejel od senzorja.

```
voidsetup()
{ Serial.begin(9600);
pinMode(sensorPin, INPUT);
}
```

V voidsetup() zanki nastavite hitrost prenosa za serijsko

komunikacijo in začnite serijsko komunikacijo z ukazom Serial.begin().

Nato uporabite funkcijo pinMode(), da nastavite sensorPin kot INPUT. Arduino bo uporabil ta priključek za sprejemanje analognih podatkov iz senzorja.

```
voidloop()
{ sensorData = analogRead(sensorPin);
Serial.print(„Sensor Data:“);
delay(100);
}
```

Znotraj funkcije voidloop() uporabite spremenljivko sensorData za shranjevanje podatkov, ki jih Arduino prejme od senzorja. Nato podatke izpisujte na serijski monitor z ukazoma print in println.

Opomba: senzor lahko zazna utekočinjen naftni plin, propan, vodik, metan in druge gorljive pline. Zato je vrednost, ki jo boste dobili iz senzorja, odvisna od prisotnega plina.

Povzeto po:

- <https://www.electrovigyan.com/arduino/mq2-gas-sensor/>

<https://www.electrovigyan.com>



Senzorji plinov

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

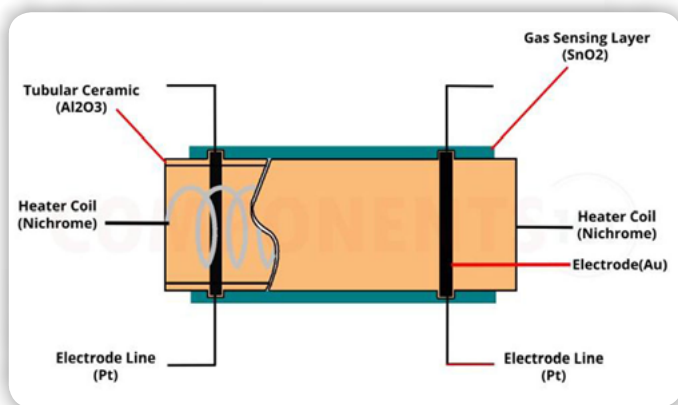
Tipičen človeški nos ima 400 vrst vonjavnih receptorjev, ki nam omogočajo zaznavanje približno 1 bilijona različnih vonjav. Kljub temu pa mnogi med nami niso sposobni prepoznati vrste ali koncentracije plinov, ki so prisotni v našem ozračju.

Tu pridejo na pomoč različni senzorji. Obstaja veliko vrst senzorjev za merjenje različnih parametrov, med njimi je tudi senzor plina, ki pride prav v aplikacijah, kjer moramo zaznati spremembe v koncentraciji strupenih plinov, da bi ohranili sistem varen in se izognili nepričakovanim nevarnostim. Obstajajo različni senzorji za zaznavanje plinov, kot so kisik, ogljikov dioksid, dušik, metan itd. Pogosto jih najdemo tudi v napravah, ki se uporabljajo za zaznavanje uhajanja škodljivih plinov, spremljanje kakovosti zraka v industriji in pisarnah itd.

Kaj so senzorji plinov?

V širšem pomenu besede so senzorji naprave za merjenje fizikalnih parametrov, kot so temperatura, svetloba, zvok, tlak, gibanje ali koncentracija plinov, in njihovo pretvorbo v električne signale, ki jih lahko obdelajo druge naprave.

Senzor plina je elektronska naprava, ki se uporablja za zaznavanje prisotnosti in koncentracije določenih plinov v zraku. Najpogostejše vrste plinov, ki jih zaznavajo ti senzorji, so ogljikov monoksid (CO), vodik (H₂), metan (CH₄) in propan (C₃H₈).



Slika 1: Shematski prikaz kovinsko-oksidnega senzora plina (vir: <https://components101.com/>)

Senzorji plina delujejo tako, da merijo spremembe električne upornosti, prevodnosti ali napetosti, ki jih povzroči prisotnost ciljnega plina. Vsaka vrsta senzora plina je zasnovana za zaznavanje določenega plina, izhodni signal senzora pa se spreminja glede na koncentracijo ciljnega plina v zraku.

Senzorji imajo ključno vlogo v številnih panogah in aplikacijah, vključno z avtomobilsko, letalsko in vesoljsko industrijo, medicino, industrijo in potrošniško elektroniko. Z zaznavanjem sprememb fizikalnih parametrov lahko senzorji zagotavljajo

informacije o okolju in pomagajo nadzorovati različne procese. Obstaja veliko različnih vrst senzorjev, od katerih je vsak zasnovan za merjenje določenega parametra. Nekatere pogoste vrste senzorjev vključujejo:

- Senzorji temperature (npr. termistor, termočlen)
- Senzorji svetlobe (npr. fotoupor, fotodioda)
- Senzorji gibanja (npr. pospeškomer, žiroskop)
- Senzorji tlaka (npr. barometer)
- Senzorji bližine (npr. infrardeči, ultrazvočni)
- Senzorji okolja (npr. kakovost zraka, plin, vlažnost)
- Drugi (npr. zvok, dotik, magnetni itd.)

V Tabeli 1 se nahaja spisek senzorjev, ki obstajajo na trgu.

Senzorji se pogosto uporabljajo v različnih aplikacijah, kot so robotika, naprave interneta stvari (IoT) in nadzorni sistemi, saj zagotavljajo informacije v realnem času in omogočajo avtomatizirano odločanje.



Slika 2: Različne vrste senzorjev (vir: <https://www.renkeer.com/>)

Obstaja seveda še več vrst senzorjev plina. Naštajmo nekaj najbolj znanih.

1. Elektrokemični senzorji plina reagirajo z merjenim plinom in ustvarijo električni signal, ki je sorazmeren s koncentracijo plina. Večina elektrokemičnih senzorjev plina je


















	Oznaka	Fotografija	Uporabljen material	Zazan plin
1	MQ135 Senzorski modul kakovosti zraka		SnO2	ozon, trdni delci, ogljikov monoksid, žveplov dioksid in dušikov oksid.
2	MQ2 Modul za zaznavanje plina		SnO2	vnetljiv plini (utekočinjeni naftni plin, propan, vodik, metan), dim
3	MQ3 Senzor alkohola		SnO2	Alkoholni hlapi
4	MQ4 Senzor metana		SnO2	Metan
5	MQ5 Senzor plina		SnO2	H2, LPG, CH4, CO, alkohol
6	MQ6 Senzor plina		SnO2	Propan, Butan in LPG
7	MQ7 Senzor plina		SnO2	Ogljikov Monoksid
8	MQ8 Hydrogen H2 Gas sensor module		SnO2	Vodik H2
9	MQ9 Senzor plina		SnO2	Ogljikov Monoksid, Metan in LPG
10	MQ131 Senzor plina		WO3	Ozon
11	MQ136 Senzor plina		SnO2	Vodikov sulfid
12	MQ137 Senzor plina		SnO2	Amonijak
13	MQ138 Senzor plina		SnO2	Benzen, toluen, alkohol, propan, formaldehid, vodik, aceton, metanol
14	MQ214 Senzor plina		SnO2	Metan, naravni plin, LPG, i-butan, propan
15	MQ216 Senzor plina		SnO2	Naravni plin, premogov plin
16	MQ303A Senzor plina		SnO2	Alkohol, etanol, dim
17	MQ306A Senzor plina		SnO2	LPG, LNG, iso-butan, propan, H2
18	MQ307A Senzor plina		SnO2	Ogljikov Monoksid
19	MQ309A Senzor plina		SnO2	Ogljikov Monoksid, vnetljiv plin

Tabela 1: Spisek senzorjev

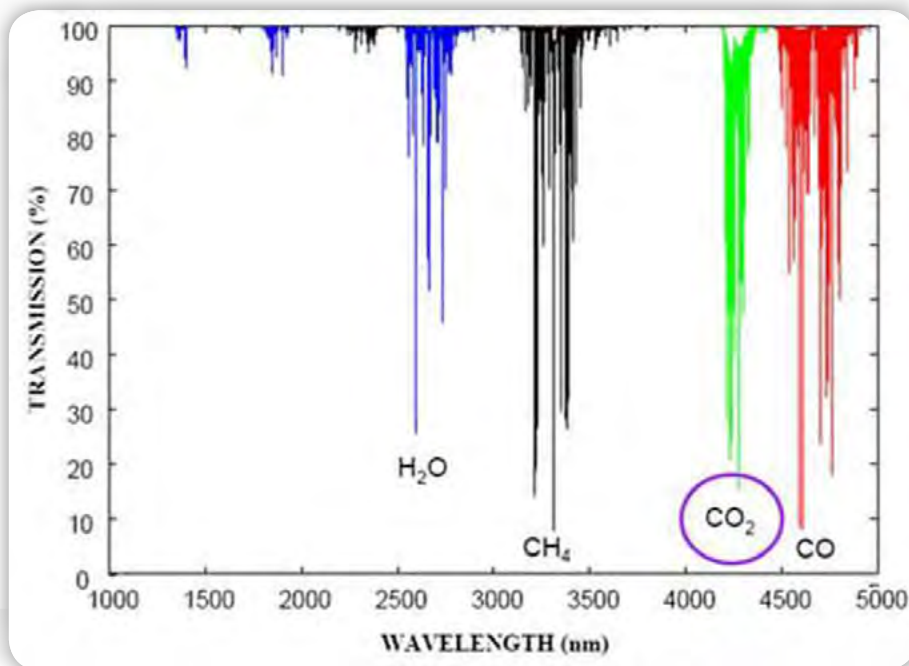
tokovnih senzorjev, ki generirajo tok, ki je linearno sorazmeren s koncentracijo plina.

Slabosti: plin je treba zaznati v okolju s kisikom (1-10 % VOL), med uporabo pa se troši tekoči elektrolit.

Slika 3: Prednosti: hiter odziv, dober linearni izhod in druge prednosti.



2. NDIR senzorji plinov oddajajo infrardečo svetlobo, ki povzroči vibriranje molekul plina. Načelo delovanja je, da lahko različni plini absorbirajo različne infrardeče valovne dolžine. Več kot je plina, manj infrardeče svetlobe lahko prehaja skozi. Ko infrardeči žarki prehajajo skozi plin na merilnem območju, resonirajo z molekulami plina, ki jih absorbirajo, ko molekule vibrirajo.



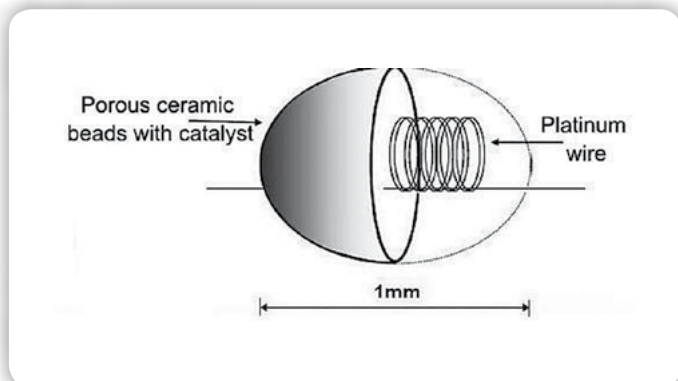
Slika 4

Prednosti: Običajni senzori na trgu, kot so katalizatorski (CAT), elektrokemični (EC) in polprevodniški senzori, ne morejo meriti nobenega plina. Na primer, CO₂ ni mogoče meriti, vendar pa senzori NDIR lahko merijo CO₂. Najpogosteje merjeni plini za NDIR sta CH₄ in CO₂.

Slabosti: Senzorji NDIR porabijo veliko energije. Merjenje koncentracij plinov na ravni ppm je drago. Struktura, programska in strojna oprema so bolj zapleteni, cena pa je razmeroma visoka.

3. Katalitični senzori plinov so pravzaprav detektorji plina, ki temeljijo na platinastem temperaturnem senzorju. Na površini platinskega uporabnega senzorja je pripravljena plast katalizatorja, odporna na visoke temperature, pri določeni temperaturi pa se gorljivi plin na površini katalizatorsko vžge. Zato se temperatura platinskega upora poveča, kar povzroči spremembo vrednosti upora.

Prednosti: močna odpornost na ostro podnebje in strupene pline, dolga življenjska doba. Odkrije vse vnetljive pline, vključno z alkani in nealkani. Nizki stroški vzdrževanja.



Slika 5

Slabosti: mora delovati v temi, zlahka eksplodira ali se vžge. Komponente so dovzetne za zastrupitev s sulfidnimi in halogenskimi spojinami, kar skrajša njihovo življenjsko dobo. V hipoksičnem okolju je napaka večja.

4. Magnetni senzor. Ko zazna toploto, svetlobo, sevanje in tlak v okolju, se ustrezno spremenijo tudi njegove magnetne lastnosti. S to lastnostjo je mogoče izdelati različne zanesljive in visoko občutljive senzore. Magnetni detektorji plinov so večinoma magnetne sonde z razmeroma močnimi merilnimi zmogljivostmi.

Prednosti: odkriva kisik z odlično selektivnostjo. Magnetni analizatorji kisika so zelo natančni.

Slabosti: ena vrsta meritev, majhno območje uporabe.

5. Fotoionizacijski senzori plinov (PID) delujejo tako, da za zaznavanje plina uporabljajo ionizirane fotoione. Preprosto povedano, plin se obseva z ultravijolično svetlobo, ki jo ustvarja ionska svetilka, in plin se ionizira, ko absorbira dovolj energije ultravijolične svetlobe. Izmerjena raven plina se izračuna z zaznavanjem majhnega toka, ki nastane pri ionizaciji plina. Zaznava lahko hlapne organske spojine in druge strupene pline od 10ppb do 10000ppm.

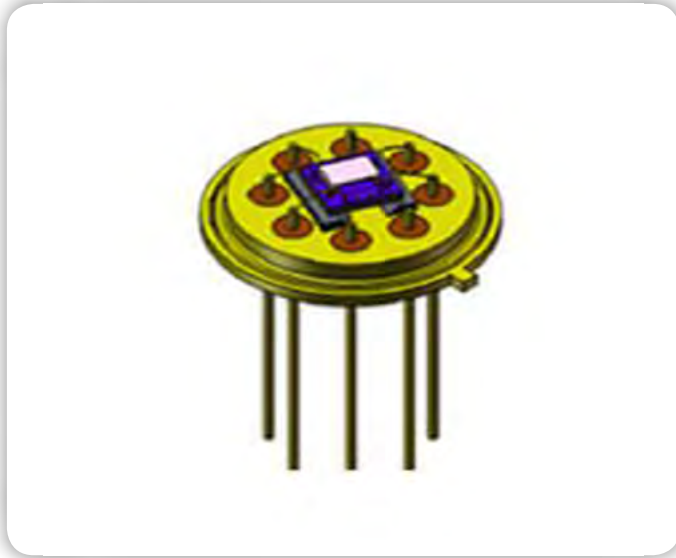


Slika 6

Prednosti: PID ima visoko občutljivost, ni težav z zastrupitvijo, je varen in zanesljiv. Zazna več kot 400 vrst hlapnih organskih plinov.

Slabosti: ne more meriti zraka, strupenih plinov, zemeljskega plina itd.

6. Toplotno prevodni senzorji plinov lahko zaznajo določen plin v okolju. Informacije o koncentraciji plina pretvorijo v električne signale za zaznavanje, spremljanje, analizo in alarmiranje. Toplotno prevodni materiali, občutljivi na pline, merijo njihovo koncentracijo na podlagi razlike v toplotni prevodnosti med različnimi plini in zrakom.



Slika 7

Prednosti: široko območje zaznavanja, najvišja koncentracija zaznavanja lahko doseže 100 %. Dobra stabilnost delovanja, dolga življenjska doba, ni težav s staranjem katalizatorja.

Slabosti: slaba natančnost zaznavanja, nizka občutljivost, temperaturno odstopanje.

Zaključek

V današnjem svetu poznamo kopico senzorjev. Zaznavamo lahko praktično skoraj vse fizikalne količine in s senzorji lahko spremljamo skoraj vse, kar se dogaja okoli nas.

V tokratnem članku smo se osredotočili na senzorje plinov, saj je tudi različnih plinov in hlapov veliko.

Če želimo zaznati določene pline ali hlapce, je potrebno izbrati določeno vrsto senzorjev. Signal iz senzorja enostavno zajamemo z mikrokontrolerjem in ga obdelamo za svoje potrebe. Seveda pa izberemo senzor, ki bo ustrezen tako glede kvalitete senzorja, kot tudi cene.

Povzeto po:

- <https://www.renkeer.com/>

<https://svet-el.si>



Tehniška založba Slovenije

www.tzs.si
narocila@tzs.si

Lepi pot 6,
1000 Ljubljana

080 17 90

PRIROČNIKI ZA POLETNE AKTIVNOSTI

8 €

redna cena: 11,99 €
192 strani
21 × 26,50 cm

17 €

redna cena: 21,99 €
256 strani
23,30 × 30,30 cm

10 €

redna cena: 14,99 €
244 strani
14 × 21 cm

Odlični knjigi za mlade raziskovalce!

redna cena: 17,99 €
32 strani
27 × 24 cm

Knjiga, ki bo otroku v pomoč pri raziskovanju pojavov v atmosferi, opazovanju in napovedovanju vremena.

redna cena: 17,99 €
32 strani
27 × 24 cm

akcijska cena posamezne knjige samo 8 €

Balkonske sončne celice

Strešne sončne celice so že vrsto let ena bolj priljubljenih naložb v energetska samostojnost. Kaj pa, če strehe nimamo in lahko ustrezno opremimo le balkon?



KAKO APPLE IN GOOGLE POZNATA NAŠO LOKACIJO

Če je mimo domačega Wi-Fija kadarkoli šel kdo s pametnim telefonom, zanj Apple in Google vesta. Kakršnokoli zaklepanje ne pomaga.

Monitor PRO

MONITORPRO:

- Delo na daljavo
- Poenotene komunikacije

ChatGPT 4o | Beletrina Digital in Cobiss Ela | Microsoft Loop | retuširanje z UI | odprtokodni foto programi | varnostne kopije oblaka | vohunska oprema za doma | evropski satelitski internet

PODROBNO:

- ▶ Delo na daljavo
- ▶ Poenotene komunikacije
- ▶ Preizkus ChatGPT 4o
- ▶ Vohunska programska oprema za doma
- ▶ Evropski satelitski internet
- ▶ Kako Apple in Google vesta kje smo
- ▶ Vse o varnostnih kopijah



Monitor
www.monitor.si

Kitarski ojačevalnik na elektronke 25W

Avtor: Ivo Hribovšek, S50IH
email: info@pulsar-tech.si
https://pulsar-tech.si

Na željo svojega starejšega sina, ki je kitarist in glasbenik sem se lotil tega ojačevalnika, ki je zanimiv iz stališča gradnje.

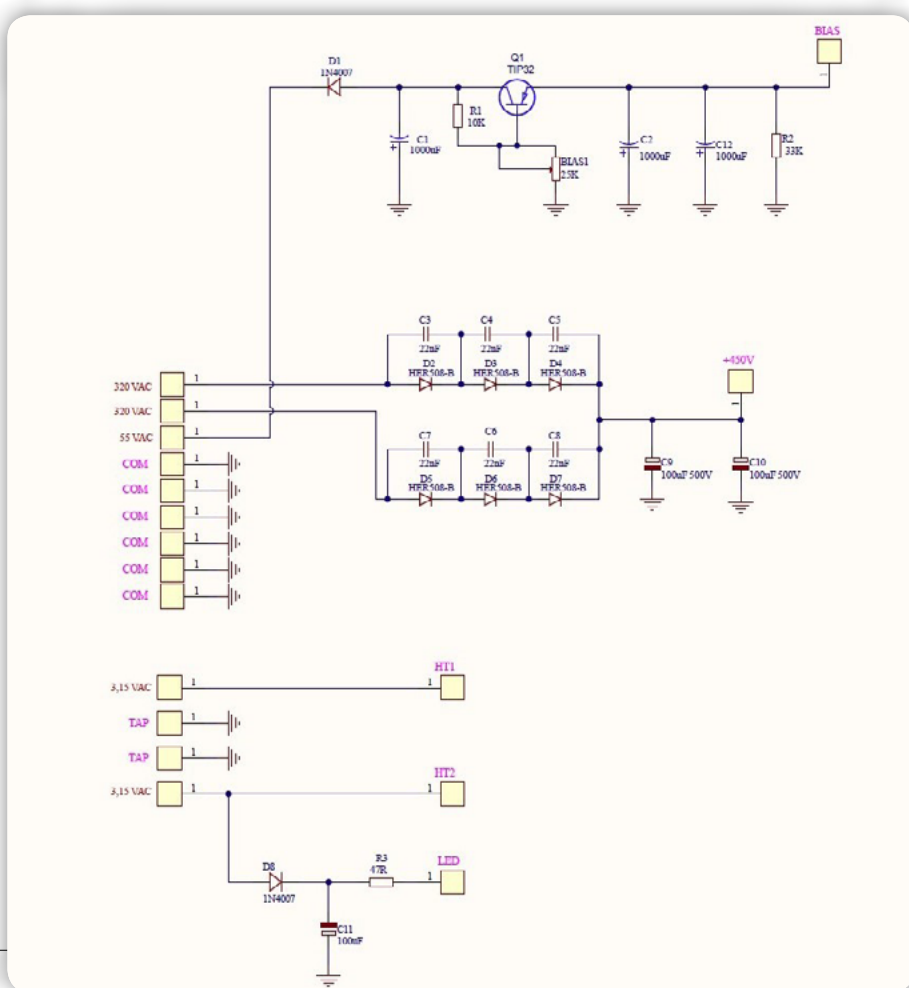


Slika 1: Sestavljen ojačevalnik vgrajen na šasijo

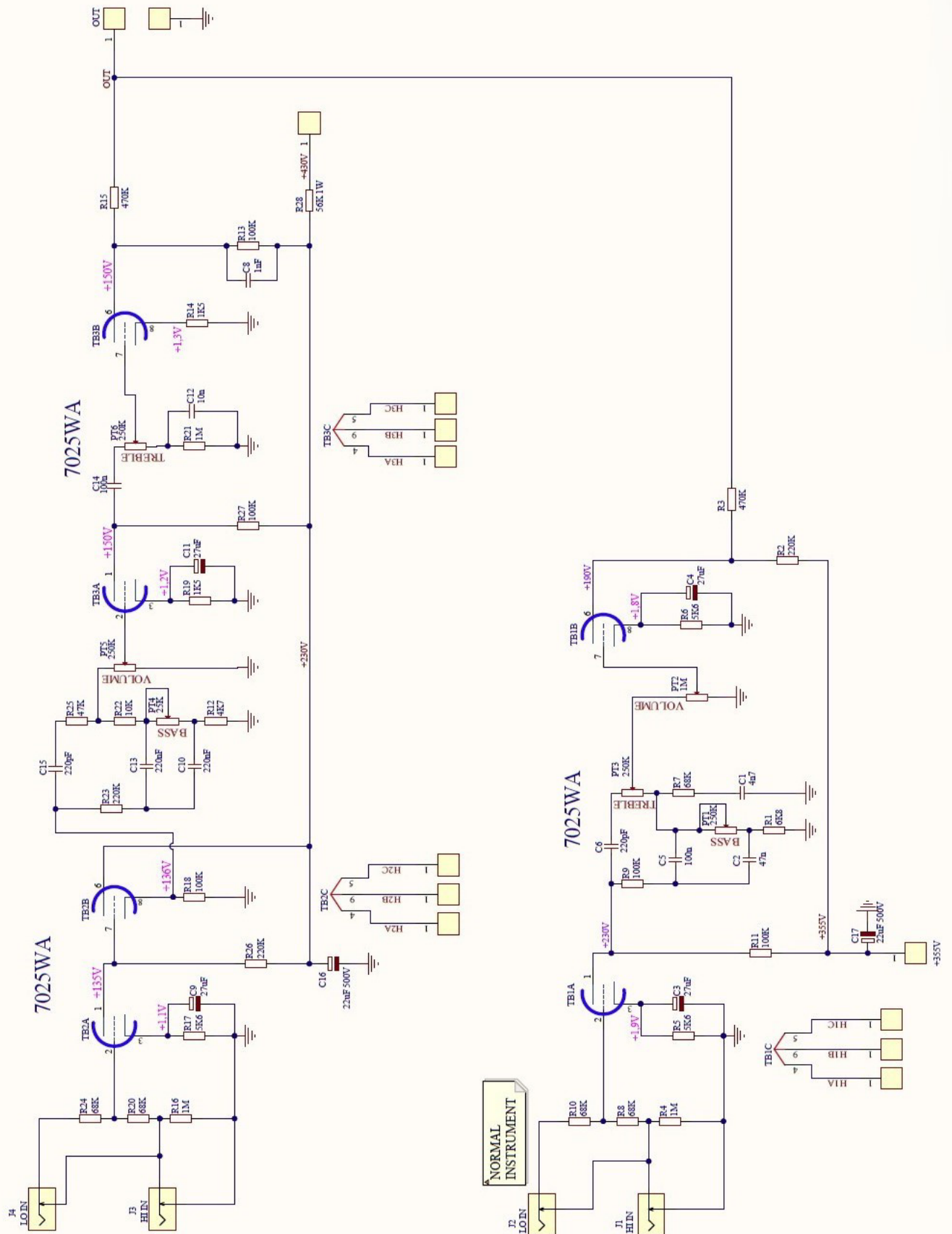
Sheme res niso zahtevne, je pa zelo pomembna sama postavitve in konstrukcija. Ozemljitve oziroma skupna točka ali masa pa je poglavje samo zase. Ob prvem preizkusu sem pomislil, da sem ustvaril nekakšen brenčač saj se je brez signala močno slišalo 50Hz oziroma 100Hz. Z elektronkami sem že delal ampak ne na nizkofrekvenčnem področju kjer se vse napake – slišijo.

Torej shema izhaja iz Fender ojačevalnika model Bassman Tuxedo64, katerih je bilo narejenih zelo malo in so kar precej iskani med kitaristi. V prvi verziji je bil mišljen Bassman Silverface, vendar se je sin potem premislil in se tako odločil za Tuxedo64. Kot pa se bo videlo v nadaljevanju, je bilo potrebnih nekaj manjših sprememb v shemi glede na original.

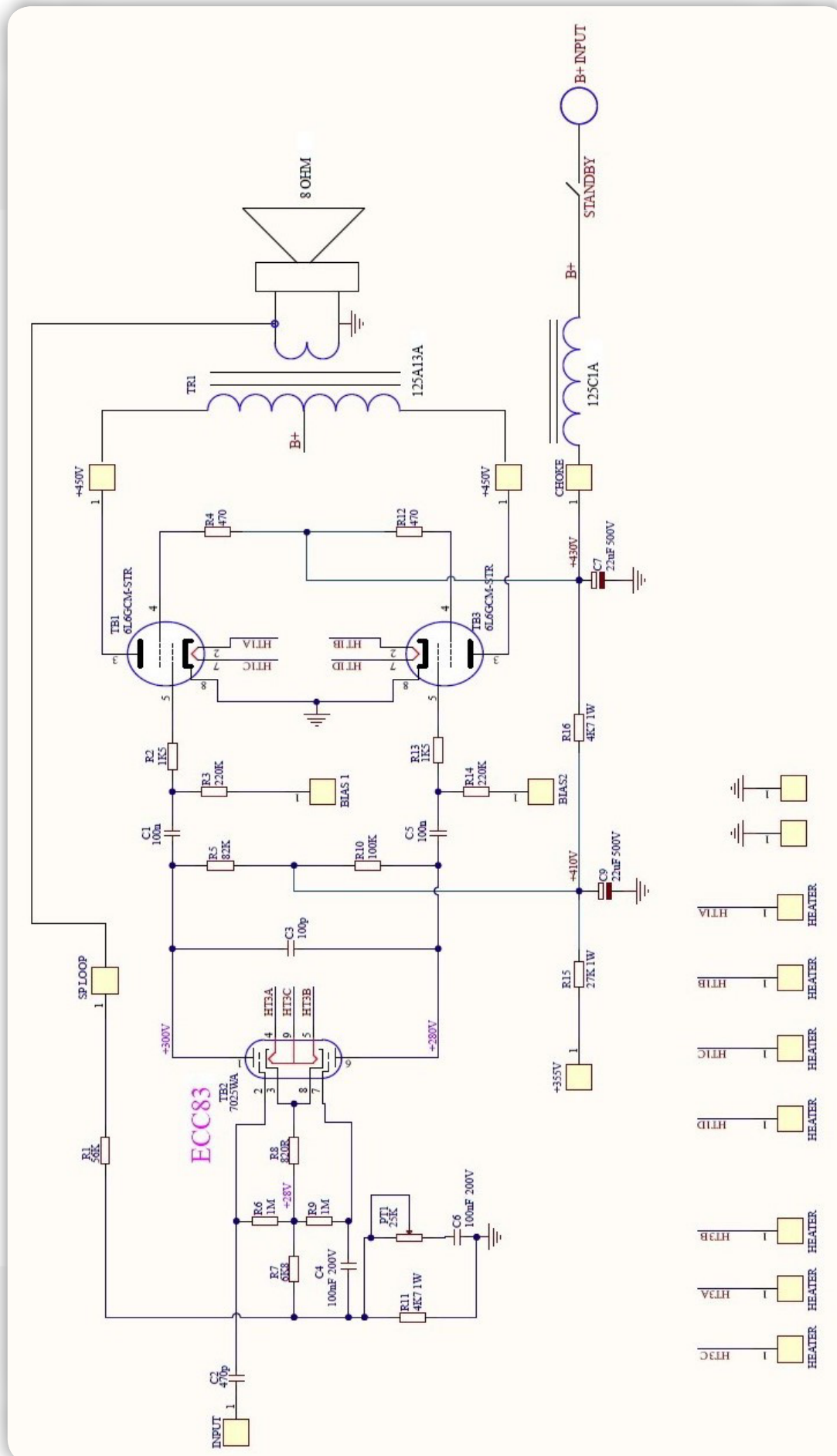
Že na začetku sem bil mišljenja, da se izvede na tiskanem vezju in ne point-to-point, kot original. Vezje sem razdelil na tri dele kot module tako, da je vseeno nekaj ožičenja, vendar nič proti originalnemu načinu, kljub temu pa izvedba na TIV ni čisto enostavna, saj je treba paziti



Slika 2: Shema - napajalni del



Slika 3: Shema predajačevalnika



Slika 4: Shema močnega ojačevalnika

na nekaj stvari, predvsem na maso. Ojačevalnik je izveden s tremi moduli in sicer visokonapetostni napajalnik z gretjem za elektronke, močnostni ojačevalnik, ter predojačevalnik z tonsko kontrolo.

Napajalnik

Samo napajalno vezje je precej enostavno, vendar pa ima kar nekaj zank, na katere je treba paziti. Namreč masa je izredno pomembna tako na tiskanem vezju, kakor tudi povezave preostalih dveh modulov in napajalnega transformatorja. Na shemi priključki označeni s COM, so priključki mase, tako kot tudi priključka TAP, kjer se priključi sredinski odcep napajalnega transformatorja. Transformator ima na sekundarju napetosti 2 x 320VAC za napajanje anod elektronk, 2 x 3,15VAC za gretje katod elektronk, ter 55VAC za negativno prednapetost. Tu naj omenim, da vezi na tiskanem vezju za gretje katod NI, saj so povezane žično pod tiskanino. Visoka napetost 2 x 320V se usmeri s pomočjo šestih diod D2 - D7 in filtrira z dvema visokonapetostnima kondenzatorjema C9 in C10. Dioda D6 in kondenzator C11 napajata indikator vklopa na sprednji plošči. V original vezju je negativna prednapetost za nastavljanje toka premalo filtrirana, kot se je izkazalo pri prvi verziji, kar je imelo za posledico precejšnje »modulacijo« signala s 50Hz mrežno frekvenco, zato je ta del

precej spremenjen, dodan pa je tudi preprosti regulator s trimmer uporom, ki omogoča nastavljanje toka skozi močnostne elektronke (BIAS) oziroma DC delovne točke.

Predojačevalnik

V tem delu se se »dogajajo« vse pomembne funkcije, ojačenje vhodnega signala, ki je ločeno za bas kitaro in za klasično električno kitaro. Na obeh vhodih sta delilnika napetosti, ki omogočata priključitev kitar z manjšo oziroma večjo amplitudo signala, tako kot na vseh »vintage« ojačevalnikih. Zgornji del sheme za bas kitaro ima na vходу ojačevalnik s polovico elektronke TB2, druga polovica pa je katodni sledilnik, kateremu sledi tone-stack za regulacijo nizkih, tonov in regulacijo glasnosti, regulacija srednjih tonov pa je izvedena z elektronko TB3. Na vходу za običajno kitaro je enak ojačevalnik z elektronko TB1, kot pri bas vходу, le brez katodnega sledilnika. Razlika je tudi v regulaciji tonov, saj tu sledi regulacija tako nizkih, kot tudi srednji tonov, na koncu pa je še ojačevalnik z regulacijo glasnosti za ta del. V tem delu je tudi sprememba katodnih uporov R5 in R17, ki sta v originalu 1,5k, vendar je s temi elektronkami ojačanje previsoko in ojačevalnik na višji glasnosti oscilira. Verjetno imajo te elektronke večje ojačenje, kot tiste iz 60-tih let. Ob tej spremembi dobim v naslovu omenjeno moč brez problema.

Močnostni ojačevalnik

Na tej shemi je elektronka TB2 s pripadajočo mrežo uporov R6, R7, R8, R9 in C4 fazni obračalnik, da dobita izhodni elektronki potreben protifazni signal. Napajanje za to elektronko se dobi prek R5, R10 oziroma R16. C9 poskrbi za dodatno filtracijo skupaj z dušilko 125C1A, prek R15 pa se napaja predojačevalni del. Izhodni elektronki dobita napajanje prek izhodnega transformatorja in stand-by stikala, DC mirovni tok pa se dobi iz napajalnika -55VDC. Ker je anodna napetost nekoliko višja od 450V, nekje okoli 465V je tudi negativna napetost nekoliko višja in znaša cca. -63V. Tok ustreza AB razredu ojačevalnika, kar se vidi na izhodu za zvočnik. Izhodna moč je več kot 25W merjeno s sinusno vhodno napetostjo cca 100mVpp.

Sestava in ožičenje

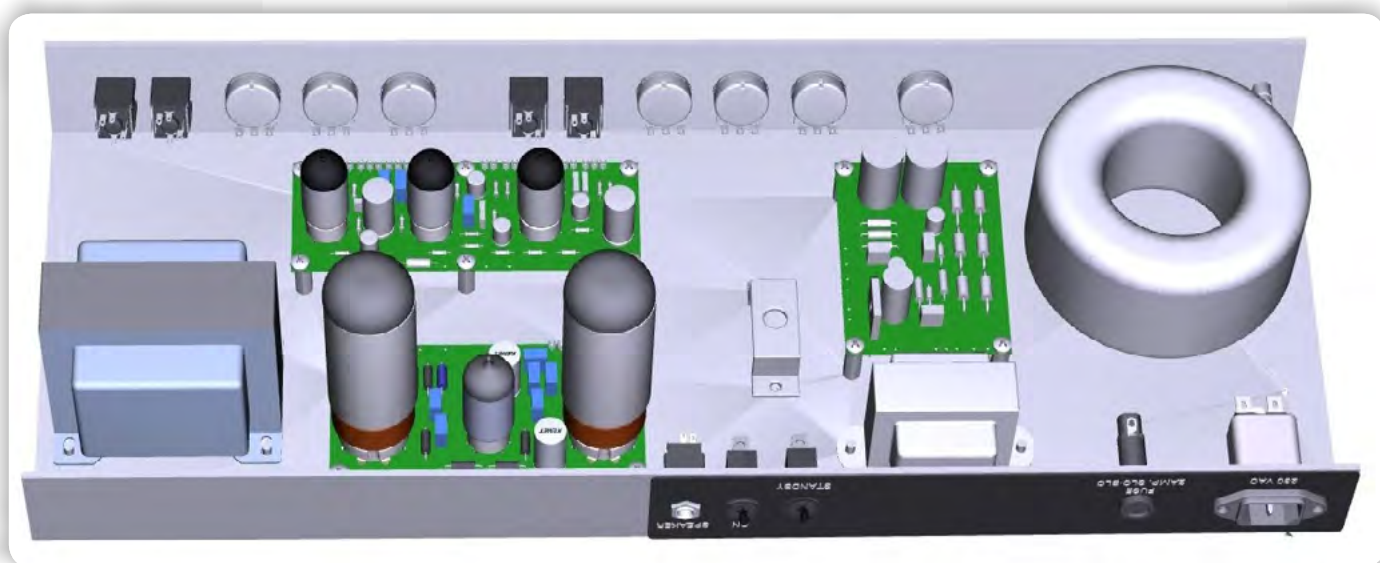
OPOZORILO: takšne gradnje naj se lotijo samo zato usposobljeni, saj je lahko naprava smrtno nevarna zaradi visokih napetosti, prisotnih po celotnem vezju !!

Ta del je sicer še najvažnejši, saj sestava samih tiskanih vezij ni zahtevna glede na to, da so vsi elementi THT in torej precej veliki v primerjavi z SMD tehniko. Upori so vsi metal film 1%, kondenzatorji so »film« verzije za ustrezno napetost ter podnožja za elektronke. Na tiskaninah so samo omenjeni elementi, vhodne vtičnice, potenciometri, transformatorji, stikala. Varovalka in vhodna vtičnica 230VAC pa so na šasiji, ki je kovinska in strojno obdelana z vsemi izvrtinami in krivljenjem. Napisi na čelni plošči so vgravirani na 1mm črno eloksiranem aluminiju, vsi izboji pa so narejeni z laserjem.

Kompletna sestava se vidi na 3D sliki 5, posamezni sestavljeni moduli pa na slikah 6, 7 in 8.

Ožičenje zahteva pazljivost glede spojev mase in gretja, ostalo ni kritično. Pri sestavi nisem dal za signale nobenih oklopljenih kablov, saj le ti lahko povzročijo t.i »ground loop-e«, kar ima za posledico brenčanje sploh, če so ozemljeni na obeh straneh. Ohišja potenciometrov in vhodnih vtičnic so ozemljena direktno na šasijo. Posebno pozornost je treba dati ozemlitvi samega ohišja, kjer se ob nepravilnem priključevanju lahko pojavi nevarna visoka napetost! Ozemljitveni del vhodne vtičnice za dovod elektrike mora biti priključen direktno na šasijo!

Tu je dobro dati zobato podložko med kabelski priključek in ohišje. Ožičenje gretja katod mora biti izvedeno pred vijachenjem TIV-a na šasijo. Potrebno je tudi pustiti toliko daljše žice, da se lahko priključi na napajalnik, žica pa mora biti dovolj debela, da prenese tok cca. 3A. Najprej se gretje dovede do močnostnih elektronk, potem pa nazaj proti vhodnim elektronkam. Za priključke mase velja: manj žic, manj brenčanja! Žice za prikljop mase se nikoli ne smejo peljati dvakrat, saj lahko dobimo »ground loop«.



Slika 5: 3D postavitev elementov



Slika 6: Sestavljen napajalnik

Meritve

Za merjenje sem, preden je sin ojačevalnik preizkusil s pravo kitaro, uporabil signal generator z izhodom 100mVpp – 300mVpp, kot dajejo običajne kitare, signal na izhodu je čist z malo kolenčka v AB razredu. Da pa se z nastavitvijo delovne točke nastavi tudi A razred, vendar ni nobene potrebe, saj ni nobene (slišne) spremembe. Pasovna širina je precej večja, kot jo potrebuje kitara, za katere je 6-7 kHz max., ta ojačevalnik pa deluje brez problema do 14 ali 15kHz tako, da je lahko ojačevalnik uporaben tudi za kak drug namen. Na vhode lahko praktično priključimo vse, kar gre, preizkusil sem tudi avdio signal iz telefona in deluje odlično. Zvočnik je en 60W 8Ω, ga pa je - če nočeš imeti opravka s sosedi, bolje držati »bolj pri tleh«. Nekaj malega brnenja se sliši čisto na vrhu, ko sta odprta glasnost in srednji toni na največjo jakost, vendar sin pravi, da



Slika 8: Sestavljen močostni del



Slika 7: Sestavljen predojačevalnik

ojačevalnik, ki bi bil povsem tiho na največji jakosti, ne obstaja in da je ta prava milina proti nekaterim originalom.

Zaključek

Na spletni strani bom objavil kompletne kosovnice z izračuni stroškov, ki niso majhni. Ojačevalnik je bolj zahteven kot se zdi, z njim sem se ukvarjal kar nekaj časa, da sem se »dogovoril« z njim za pravilno delovanje in pri tem je nastalo kar nekaj verzij tiskanih vezij. Vodenje mas po tiskanem vezju je zelo pomembno poleg tistih ožičenih. Modularna gradnja sicer olajša postavitve, prinese pa nekaj več žic. Garancije za uspeh ni, saj že drugačna postavitve in ožičenje lahko spremenijo stvari, sam sem sestavil dva in je bilo tudi pri drugem zanimivo, pravo delo se začne šele pri vgradnji v ohišje. Ojačevalnik pač ni digitalna naprava kjer malo odtipkamo, pa če je kaj narobe, izbrišemo. Pri ojačevalniku se vse napake seštevajo in seveda tudi slišijo. Vseeno pa je kvaliteta in dinamika tista, ki vse te »muke« izbrišejo, ko ojačevalnik enkrat deluje. Rezultati so odlični, sin je zadovoljen tako, da je bil namen dosežen, doživel pa sem tudi malo nostalgije ob delu z elektronkami. Zdaj ga je le še treba spraviti v leseno ohišje, ki je tudi že v delu. V kolikor bi koga zanimalo več informacij, sem dosegljiv na mailu.

<https://svet-el.si>



svet MEHATRONIKE



TEMATIKE

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

NAROČNINA

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

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



svet ELEKTRONIKE

PRIROČNIK za PROGRAMERJE

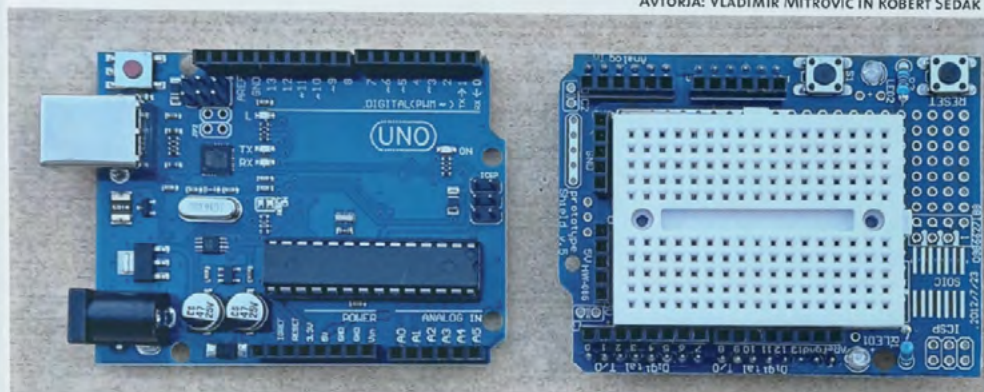


ZAČETNI KORAKI PRI PROGRAMIRANJU

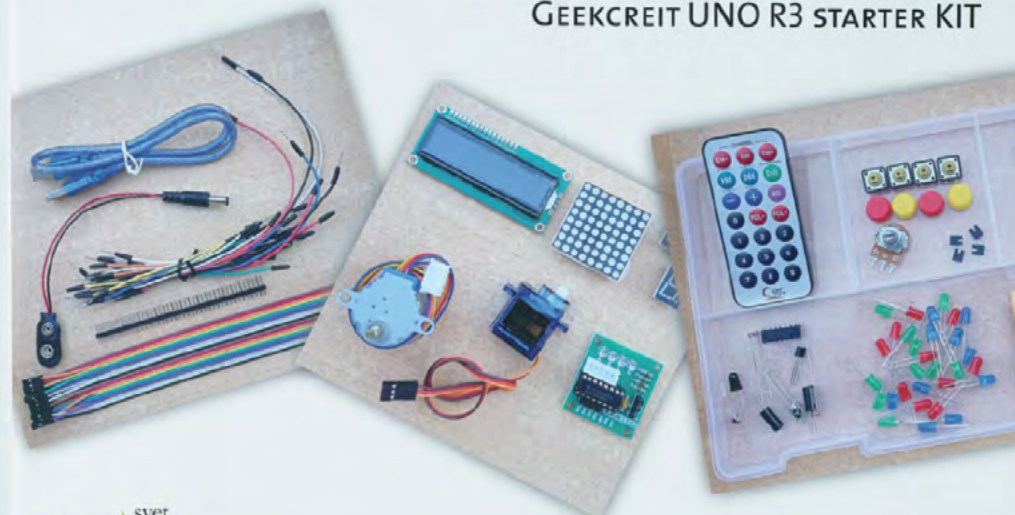
GEEKCREIT

PRIROČNIK ZA PROGRAMERJE

AVTORIA: VLADIMIR MITROVIĆ IN ROBERT SEDAK



GEEKCREIT UNO R3 STARTER KIT



svet
ELEKTRONIKE