

SE
344

REVILJA ZA ELEKTRONIKO, AVTOMATIKO, RAČUNALNIŠTVO IN TELEKOMUNIKACIJE

svet ELEKTRONIKE

ISSN 1318-4679



9 771318 467014



letnik XXXII
oktober 2025
števila 344
cena:

5,50 €



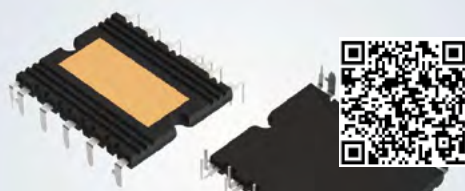
**Potopite se v satelitski
internet stvari**

PROSTOR ZA NALEPKO



GNSS-krmiljeni oscilatorji

EcoSiC



**Novi SiC napajalni moduli
z visoko gostoto moči**

Prvi prilagodljivi 20 kV reed releji v industriji

**Fiziki prvič opazujejo
novo obliko magnetizma**

**Lahko Waveshare ESP32-P4 Module
nadomesti Raspberry Pi 5?**

Zaploskajmo!

Deli, ki jih prodajamo, **vam omogočajo varno pot do cilja**



Današnja najsodobnejša vozila lahko vsebujejo stotine senzorjev za sisteme, ki vam vselej zagotavljajo udobje, razvedrilo, informacije in kar je najpomembneje, varnost.

Senzorji iz naše ponudbe, inženirjem omogočajo razvoj teh sistemov, vendar je naša prava motivacija zagotavljanje varne in prijetne vožnje.

Vse vrste senzorjev najdete na digikey.si

DigiKey

we get technical

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

 **ECIA MEMBER**
Supporting The Authorized Channel

UVODNIK

- 4 Umetna inteligenca
Jurij Mikeln

NOVICE

- 5 Potopite se v satelitski internet stvari z novim razvojnim kompletom Iridium Certus 9704, združljivim z Arduino
<https://www.iridium.com>
- 6 Optimiziran energetsko varčen visokonapetostni pretvornik za razsvetljavo, ki deluje v off-line načinu
<https://www.st.com>
- 8 GNSS-krmiljeni oscilatorji podjetja Microchip
<https://www.microchip.com>
- 11 ROHM razvija nove SiC napajalne module z visoko gostoto moči
<https://www.rohm.com>
- 13 Industrijski 3-osni merilnik pospeška ima visoko stabilnost odmika (offseta)
<https://www.murata.com>
- 14 Prvi prilagodljivi 20 kV reed releji v industriji na ogled na sejmu Semicon Taiwan 2025
<https://www.pickeringrelay.com>
- 15 Fiziki prvič opazujejo novo obliko magnetizma
<https://news.mit.edu/>
- 18 Komercializirani zelo natančni kmetijski CO₂ senzor z odlično dolgoročno stabilnostjo
<https://www.murata.com>
- 20 NXP predstavlja tretjo generacijo procesorjev za slikovne radarje za avtonomno vožnjo na ravni od 2+ do 4
<https://www.nxp.com>
- 22 Ultra miniaturni stikala omogočajo zaznavanje stanja in napak za diagnostiko in varnost.
<https://omron.eu>

PREDSTAVLJAMO

- 25 Referenčni dizajn za povezane senzorje IoT baterijske pakete
Avtor: Furqan Noor
<https://www.microchip.com>
- 28 Elektromagnetna združljivost
Avtor: Izr. prof. dr. Marko Jankovec
<https://fe.uni-lj.si>
- 32 Dan slovenske elektroindustrije 2025
Avtor: GZS
https://www.gzs.si/zbornica_elektroindustrije
- 35 Kondenzatorji so ključni sestavni deli načrtovanja telekomunikacijske infrastrukture 5G
Avtor: Rolf Horn
<https://www.digikey.com>
- 39 USB-C PD 3.1 EPR: Celovita rešitev za sistemsko zasnovo, od stene do baterije
Avtor: Marco Ruggeri
<https://www.renesas.com>

PROGRAMIRANJE

- 43 Lahko Waveshare ESP32-P4 Module nadomesti Raspberry Pi 5?
Avtor: dr. Simon Vavpotič

SAMOGRAĐNJA

- 47 Zaploskajmo!
Avtor: mag. Vladimir Mitrović

Potopite se v satelitski internet stvari

IoT naprave (internet stvari) so lahko zelo uporabne, vendar po definiciji potrebujejo dostop do interneta. To je enostavno, če je na voljo Wi-Fi®, za prenos podatkov zunaj mestnih območij pa se je mogoče zanašati celo na LoRa® in celične podatkovne povezave. Vendar pa je bilo v preteklosti težko in drago namestiti IoT nap

Stran:5



GNSS-krmiljeni oscilatorji

Ti visoko zmogljivi časovni sistemi majhnih dimenzij so zasnovani za obrambne aplikacije v okoljih brez dostopa do GNSS. Aeronavtične in obrambne aplikacije se za natančnost in zanesljivost, ki sta ključnega pomena za izvedbo misij, zanašajo na tehnologijo za določanje položaja, navigacijo in časovno sinhronizacijo (PNT)

Stran:8



Novi SiC napajalni moduli z visoko gostoto moči

Kompaktna zasnova s hitrim odvajanjem toplote postavlja nov standard za OBC. Podjetje ROHM je razvilo nova modula 4 v 1 in 6 v 1 iz SiC v HSDIP20 ohišju, ki sta optimizirana za PFC in LLC pretvornike v vgrajenih polnilnikih (OBC) za električna vozila xEV. Linija vključuje šest modelov z nazivno napetostjo 750 V (BSTxxx1P4K01) in sedem izdelkov z nazivno napetostjo 1200 V (BSTxxx2P4K01). Vsa osnov

Stran:11



Prvi prilagodljivi 20 kV reed releji v industriji

Pickering Electronics, vodilni proizvajalec visoko zmogljivih reed relejev, je na sejmu Semicon Taiwan 2025 predstavil svojo celovito ponudbo relejev za testiranje polprevodnikov – vključno z novo serijo 600 prilagodljivih visokonapetostnih reed relejev, ki zdržijo do 20 kV

Stran:14



<https://www.renesas.com>



Jurij Mikeln

REVIJA ZA ELEKTRONIKO,
AVTOMATIČNO,
RAČUNALNIŠTVO
IN TELEKOMUNIKACIJE

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

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

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

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

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

Antivirusni program: PANDA security

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

Direktor:
JURIJ MIKELN, dipl.inž.

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

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

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

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

Umetna inteligenca

Sodeč po številu ogledov »mojih« uvodnikov vas je kar nekaj zanimalo, kako se je odrezala umetna inteligenca (UI) pri pisanju člankov. Kako tudi ne, saj UI uporabljam tudi pri drugem delu – recimo iskanju nekih informacij ali proizvodov. Očitno bodo razne UI kmalu nadomestile klasični Google iskalnik, ki smo ga toliko let koristno uporabljali. Poleg tega gre razvoj UI v različne smeri. Nekatere UI so bolj primerne za programerje, druge za glasbenike in nekatere za predelavo slik.

To je seveda logično – vse se razvija, od programske opreme do elektronskih komponent. V tokratni številki boste lahko prebrali zanimiv članek o kondenzatorjih. Marsikdo se bo obregnil – češ, da pišemo o relativno enostavnih komponentah, ki obstajajo že stoletje. Res je, da kondenzatorji obstajajo stoletje, ampak še vedno se razvijajo. Tehnologije, kot je na primer 5G zahtevajo prav posebne kondenzatorje zaradi tega, ker morajo delovati pri visokih frekvencah, kjer se »običajni« kondenzatorji zaradi parazitivnih induktivnosti obnašajo kot tuljave. Preberite si zanimiv članek, ki vam bo gotovo všeč tudi zaradi tehničnih podrobnosti, kako so zgrajeni sodobni kondenzatorji.

Sodobne pa so tudi povezave na satelite. Pretekli teden smo bili na sejmu MOS, kjer redno razstavljamo. Obiskal me je radioamater, ki je s sabo prinesel majhno LoRa ploščico, ki je imela na sebi kratko 868 MHz anteno. Zdaj pa pozor: s to anteno je v hali sprejemal satelite! Običajno so hale na razstaviščih neugodno mesto za širjenje RF valov. Pa kljub temu je možakar sprejemal satelite s tako majhno anteno.

Kaj hočem povedati? Tudi na področju razvoja satelitskih komunikacij se marsikaj dogaja in kot kaže ni več daleč čas, ko bomo z mobilnim telefonom komunicirali preko satelitov. V tokratni številki pa preberite novico o razvojnem kompletu Iridium Certus, ki je že na voljo in ga lahko uporabite v svojih napravah, kjer ni signala mobilne telefonije.

Še marsikaj zanimivega se nahaja v tokratni številki zato vas vabim, da si jo vzamete v roke in preberete.



Lepo jesen vam želim!
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>

Potopite se v satelitski internet stvari z novim razvojnim kompletom Iridium Certus 9704, združljivim z Arduinoom

IoT naprave (internet stvari) so lahko zelo uporabne, vendar po definiciji potrebujejo dostop do interneta.

To je enostavno, če je na voljo Wi-Fi®, za prenos podatkov zunaj mestnih območij pa se je mogoče zanašati celo na LoRa® in celične podatkovne povezave. Vendar pa je bilo v preteklosti težko in drago namestiti IoT napravo na resnično oddaljeni lokaciji. Zdaj se to spreminja zaradi novega razvojnega kompleta 9704, ki ga je razvil Iridium, da bi omogočil dostopnost satelitskega interneta stvari.

Prvotno podjetje Iridium je bilo prvi komercialni ponudnik satelitskih komunikacij. V več kot dveh desetletjih je podjetje zgradilo impresivno konstelacijo satelitov, ki zagotavljajo podatkovne povezave iz nizke zemeljske orbite. Konstelacijo trenutno sestavlja 66 aktivnih satelitov, ki pokrivajo ves svet. Ta pokritost je kot nalašč za IoT naprave v oddaljenih regijah, zato se je Iridium povezal s podjetjem Device Solutions in mu pomagal uresničiti vizijo razvojnega kompleta Iridium Certus 9704, ki je združljiv z Arduinoom.

Razvojna plošča Iridium Certus 9704 Launch Pad Developer Board je kompaktna, meri le 67 × 77 mm in je opremljena s satelitskim oddajnikom Iridium Certus 9704, ki omogoča dvo-smerno podatkovno komunikacijo prek storitve Iridium Messaging Transport (IMT). Komplet vključuje tudi vse drugo, kar je potrebno za začetek delovanja: 3.000 mAh litij-ionsko baterijo, spiralno anteno Iridium s pravokotnim adapterjem SMA, kartico microSD in celo kabel USB-C.

Da bi to omogočili čim bolj dostopno, je podjetje Iridium vključilo podjetje Device Solutions, ki je zagotovilo, da je strojna oprema za razvijalsko ploščo Iridium Certus 9704 Launch Pad združljiva z Arduino IDE in ekosistemom. Ta plošča vsebuje mikrokontroler Microchip ATSAMD21J18A, ki se lepo povezuje z vsemi izdelki Arduino.

Na plošči so na voljo povezave UART, SPI in I2C ter 22 digitalnih I/O priključkov. Od teh je 12 pinov tudi PWM (pulzno-širinska modulacija), 8 je analognih vhodnih pinov, en je analogni izhodni pin, 14 pa jih lahko deluje kot zunanje prekinitve. Tako kot pri vseh drugih razvojnih ploščah, združljivih z Arduinoom, lahko razvijalci te priključke uporabijo za branje podatkov s senzorjev ali krmiljenje komponent, kot so LED in motorji.

Druga vgrajena strojna oprema vključuje modul u-blox MAX-M10S GNSS (globalni navigacijski satelitski sistem), integrirano vezje Texas Instruments BQ24195L za upravljanje baterije, tipko in piezo zvočni signal.

Če vse to združite, dobite zmogljivo razvojno ploščo, združljivo z Arduinoom, s satelitsko povezljivostjo prek zanesljive storitve Iridium. Iridium Certus 9704 omogoča pošiljanje sporočil velikosti do 100 kB, kar je dovolj za veliko večino aplikacij. Poleg tega je poraba energije v mirovanju za 83 % manjša (v primerjavi z oddajniki prejšnje generacije), kar omogoča daljše delovanje z baterijskim napajanjem.

Podjetje Device Solutions je ponosno, da je podprlo podjetje Iridium pri oblikovanju razvojnega kompleta Iridium Certus 9704 za demokratizacijo satelitskega interneta stvari. Garrett Chandler, izvršni direktor produktnega inženiringa pri podjetju Iridium, je dejal: „Razširjenost tega izdelka na trgu je presegla celo naša največja pričakovanja - in trdno sem prepričan, da je to posledica strategije, osredotočene na Arduino, ki smo jo uporabili pri oblikovanju izdelka in uporabniške izkušnje.“

Če bi se radi poglobili v satelitski internet stvari pri naslednji namestitvi, lahko na spletni strani Iridium [1] naročite razvojni komplet Iridium Certus 9704.

Vir:

1: <https://www.iridium.com/>

Povzeto po:

<https://tinyurl.com/3k5zx7ua>

Vir slike:

<https://blog.arduino.cc/>

<https://www.iridium.com>



Optimiziran energetsko varčen visokonapetostni pretvornik za razsvetljavo, ki deluje v off-line načinu

STMicroelectronics

VIPer11B je energetsko varčen visokonapetostni pretvornik, ki poenostavlja zasnovo pretvornikov izmeničnega toka v enosmernega z integracijo PWM krmilnika z visokonapetostnim MOSFET-om.

Velik plus za osvetlitev

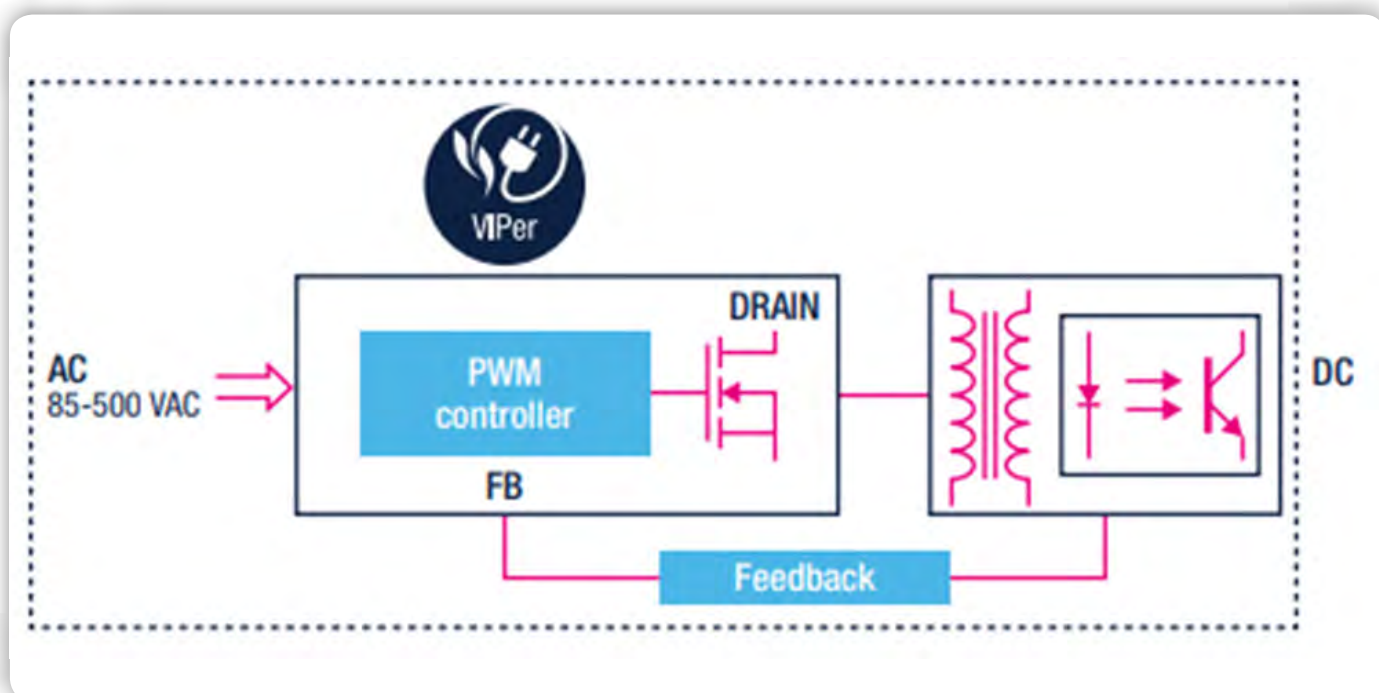
Z izjemno nizko skupno porabo v stanju pripravljenosti in visokim izkoristkom v širokem območju obremenitve, VIPer11B omogoča SMPS zasnovam, da izpolnjujejo najzahtevnejše predpise o varčevanju z energijo z izboljšano zanesljivostjo, skalabilnostjo in zmanjšanim številom komponent. Zelo vsestranska naprava ponuja robustno zasnovo, ki prenese padce napetosti v omrežju in prepreči prekinitev napajanja med začasno preobremenitvijo. Zaradi tega je primerna za SMPS z nizko močjo, kot so razsvetljava, gospodinjski aparati, avtomatizacija doma, industrijske in širokopotrošne aplikacije.

Ključne lastnosti:

- 800 V lavinski MOSFET, ki omogoča pokrivanje izredno širokega vhodnega območja VAC.
- Vgrajen HV zagon in senzor FET.
- PWM krmilnik v tokovnem načinu.
- Zaščita pred omejitvijo toka ponora.

- Širok razpon napajalne napetosti: 4,5 V do 30 V.
- Zmanjšana poraba energije sistema:
- Manj kot 10 mW pri 230 VAC v neobremenjenem stanju
- Manj kot 400 mW pri 230 VAC z obremenitvijo 250 mW
- Neravna frekvenca preklapljanja zmanjša stroške EMI filtra: 60 kHz $\pm$ 7 % (tip L).
- Vgrajen E/A z referenco 1,2 V.
- Zaščita z avtomatskim ponovnim zagonom: preobremenitev/kratki stik (OLP), OVP linije ali izhoda, VCC sponka.
- Zaščita pred preskokom impulza za preprečevanje bega magnetnega pretoka.
- Vgrajena termična zaščita.
- Vgrajen mehak zagon za izboljšano zanesljivost sistema.

Poleg VIPer11B sta na voljo še različici VIPer13B in VIPer14B. VIPer13B zmora krmiliti 370 mA, medtem ko VIPer14B pa 480 mA.



Blok diagram



QFN 5x6



SO16N



SDIP10



DIP7



SSO10

Vrste ohišij



Slika4: STEVAL-ISA196V1 razvojno orodje

Primeri uporabe

Družina VIPer1XB integriranih napajalnikov je primerna za uporabo na področjih LED osvetlitev, AC/DC pretvornikov in adapterjev ter sistemov baterij za shranjevanje električne energije.

Družina Viper je na voljo v več vrstah SMD ohišij, od QFN 5x6 do SSO10 in še v DIP7 in DIP10 ohišjih.

Razvojna orodja

Na voljo so tudi razvojna orodja za te čipe.

- STEVAL-ISA195V1 je na voljo za verzijo VIPer11B, ki je 5 V / 0,36 A buck/boost pretvornik. Kompakten neizoliran SMPS z učinkovitostjo v aktivnem načinu > 65 % pri majhni obremenitvi in nizki porabi v stanju pripravljenosti.
- STEVAL-ISA196V1 je razvojni komplet, ki je 5 V / 1,2 A neizoliran flyback pretvornik na osnovi VIPer114LS. Kompakten neizoliran SMPS z učinkovitostjo v aktivnem načinu > 78 % in nizko porabo energije v stanju pripravljenosti.

Dobavljivost in cene

Vse predstavljene verzije Viper pretvornikov so že na voljo kot vzorci ali v količinah. Cena za količino 1000 kosov znaša 0,556 USD s tem, da je preko distributerske mreže za večje količine dostopen samo VIPer13B.

Vir vseh fotografij:

<https://www.st.com/>

Povzeto po:

<https://tinyurl.com/2e62mhes>

<https://www.st.com>



Slika3: STEVAL-ISA195V1 razvojno orodje

GNSS-krmiljeni oscilatorji podjetja Microchip

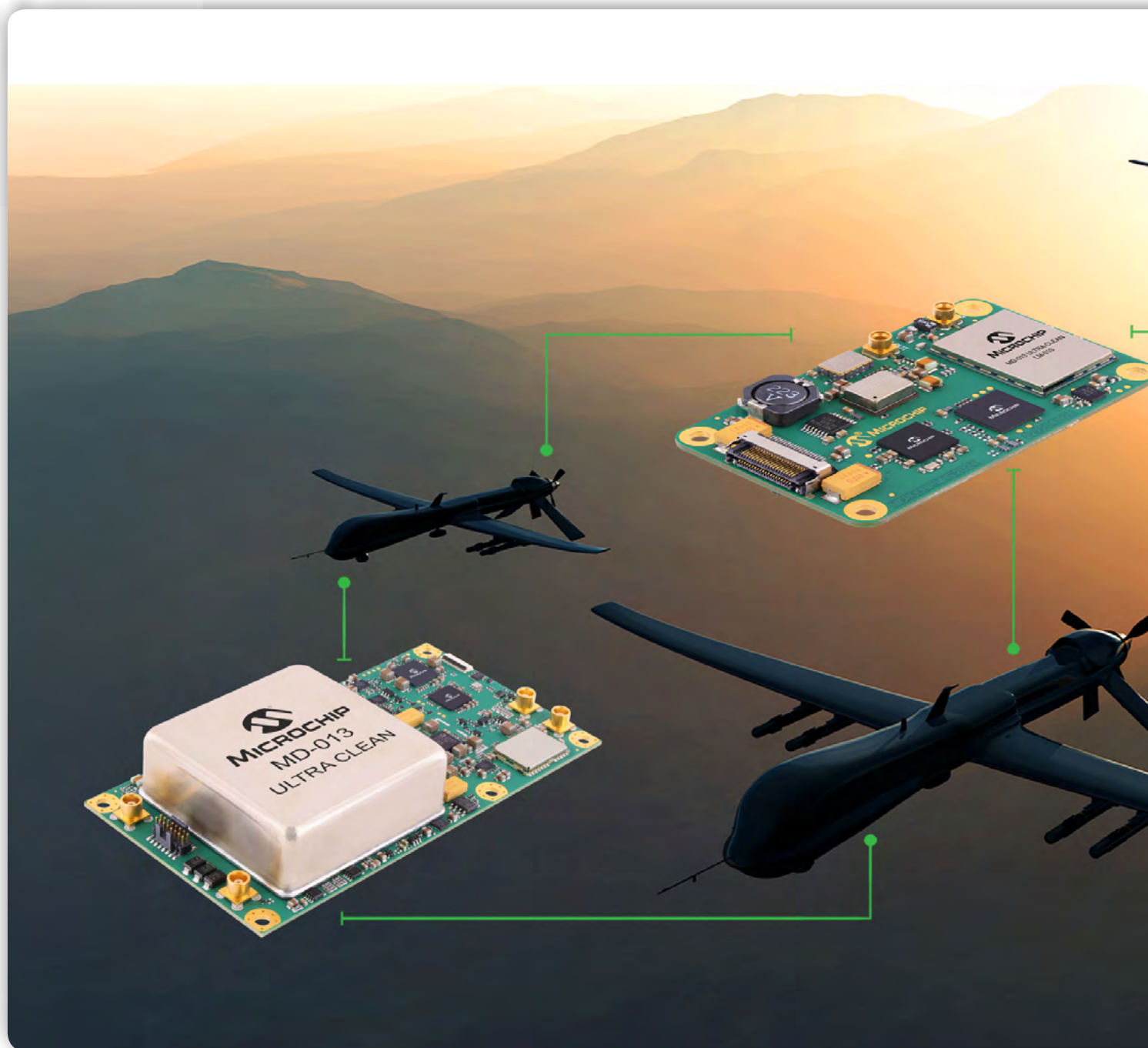
Microchip Technology Inc.

Ti visoko zmogljivi časovni sistemi majhnih dimenzij so zasnovani za obrambne aplikacije v okoljih brez dostopa do GNSS.

Aeronavtične in obrambne aplikacije se za natančnost in zanesljivost, ki sta ključnega pomena za izvedbo misij, zanašajo na tehnologijo za določanje položaja, navigacijo in časovno sinhronizacijo (PNT). Vendar pa integracija PNT v projekt zahteva obsežno strokovno znanje na tem področju. Da bi pospešili razvojni proces, je Microchip Technology (Nasdaq: MCHP) predstavil svojo ponudbo modulov GNSS

Disciplined Oscillator (GNSSDO) [1], ki vključujejo znane ugnezdene tehnologije atomskih ur in oscilatorjev, vključno z atomsko uro v velikosti čipa (CSAC), miniaturno atomsko uro (MAC) in temperaturno nadzorovanimi kvarčnimi oscilatorji (OCXO).

GNSSDO moduli obdelujejo referenčne signale iz GNSS ali



alternativnega vira ure in usklajujejo vgrajeni oscilator z referenčnim signalom, kar omogoča natančno sinhronizacijo, stabilnost in zmogljivost ohranjanja signala glede na zahteve končne aplikacije. Ti GNSSDO-ji se uporabljajo v vojaških in obrambnih aplikacijah, kot so radarji, satelitske komunikacije (SATCOM), vgrajeni in odstranljivi radijski aparati, vozila in druge kritične PNT aplikacije, vključno z okolji, kjer GNSS ni na voljo.

GNSSDO modul deluje kot PNT podsistem znotraj večjega sistema ali kot samostojni sistem, ki zagotavlja natančno sinhronizacijo, ki je ključnega pomena za vsak visoko zmogljiv sistem. Lokalni oscilatorji, ki se uporabljajo v GNSSDO moduli, so zasnovani in proizvedeni s strani podjetja Microchip, kar strankam zagotavlja izdelek, ki mu lahko zaupajo. Druge Microchip komponente na modulu vključujejo 32-bitne mikrokontrolerje (MCU) in SmartFusion® 2 FPGA-je.

Novo izdani GNSSDO moduli podjetja Microchip vključujejo:

- *MD-013 ULTRA CLEAN [2]* je Microchipov najzmogljivejši standardni GNSSDO modul, ki podpira več GNSS konstelacij, vključno z GPS, Galileo, BeiDou in NavIC ali zunanji referenčni vhod. Ta modul je zasnovan na visoko zmogljivem OCXO, ki omogoča izhodne signale z izjemno nizkim faznim šumom in kratkoročno stabilnostjo frekvence. Zadevne specifikacije za fazni šum so -119 dBc/Hz pri 1 Hz odmiku in prag šuma znaša -165 dBc/Hz. Kratkoročna frekvenčna stabilnost, merjena z Allan Deviation (ADEV), je $3E-13$ pri 1s tau, $6E-13$ pri 10s tau in $9E-13$ pri 100s tau.

Ta modul lahko generira izhode 1 PPS TTL, 10 MHz sinusni signal in 10 MHz kvadratni signal, ki so prilagojeni vgrajenemu 72-kanalnemu enopasovnemu GNSS sprejemniku, z možnostjo nadgradnje na konfigurativen L1/L2 ali L1/L5 dvopasovni, večpasovni GNSS sprejemnik.

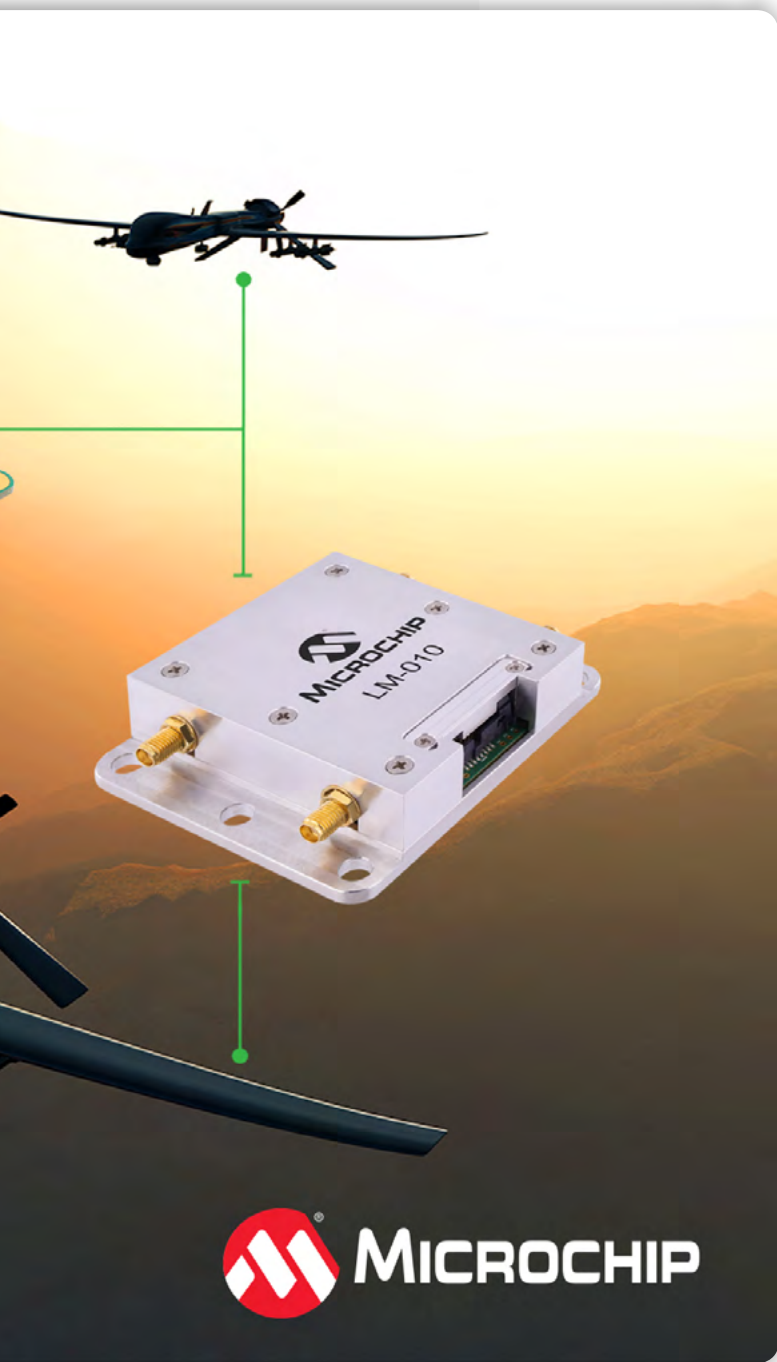
MD-300 [3] je Microchipov GNSSDO modul za zahtevna okolja, ki je na voljo v majhnem ohišju velikosti $1,5 \times 2,5$ palca. MD-300 ima vgrajen MEMS OCXO ali TCXO kot lokalni oscilator, ki omogoča nizko občutljivost na g, visoko odpornost na udarce in vibracije ter nizek toplotni prehodni odziv. Zaradi svojih lastnosti velikosti, teže in moči (SWaP) je MD-300 primeren za uporabo v dronih in manpackih. Modul se lahko prilagodi vgrajenemu GNSS sprejemniku ali zunanji referenci in oddaja visoko kakovostne signale 10 MHz in 1 PPS.

LM-010 je modul PPS [4], ki zagotavlja natančno sinhronizacijo za aplikacije v nizki zemeljski orbiti (LEO), ki zahtevajo odpornost proti sevanju v povezavi s stabilnostjo in sposobnostjo ohranjanja. Kot standardni platformni modul LM-010 zagotavlja izhoda 1 PPS TTL in 10 MHz sinusni signal, ki sta sinhronizirana z zunanjim referenčnim vhodom. V notranjosti modula se nahaja Microchipov digitalno korigiran OCXO ali nizkoenergijski CSAC SA.45.

„Strokovno znanje Microchipa na področju PNT sistemov je ključnega pomena za naše stranke, saj jim omogoča nemoteno vključevanje GNSSDO modulov v njihove projekte,“ je dejal Randy Brudzinski, podpredsednik poslovne enote Microchipa za frekvenčne in časovne sisteme. „Naše izdelke je mogoče prilagoditi posebnim zahtevam vsake aplikacije, bodisi s pomočjo prilagojenih rešitev bodisi s postopnimi spremembami standardnega izdelka. Ponujamo celovite rešitve za poenostavitev razvojnega procesa.“

Moduli GNSSDO podjetja Microchip uporabljajo skupni serijski komunikacijski protokol in grafični uporabniški vmesnik (GUI) za upravljanje in nadzor enote. Prek programske opreme je mogoče konfigurirati različne parametre, vključno z vhodi, izhodi, samodejnim preklapljanjem, parametri zadrževanja, sledenjem GNSS in opazovanimi vrednostmi, pa tudi poročanjem o sporočilih, ki prihajajo iz serijskega vmesnika.

Microchip ponuja široko paleto visoko zanesljivih rešitev, zasnovanih za letalsko in obrambno industrijo, vključno z MCU-ji, odpornimi proti sevanju (RT) in utrjenimi proti sevanju (RH), FPGA-ji in Ethernet PHY-ji, napajalniki, RF-izdelki, rešitvami za



sinhronizacijo ter diskretnimi komponentami, od golih čipov do sistemskih modulov. Poleg tega Microchip ponuja široko paleto komponent na QPL, da lahko bolje služi svojim strankam. Za več informacij o rešitvah Microchip za letalsko in obrambno industrijo obiščite spletno stran [5].

Razvojna orodja

Portfelj GNSSDO podpira programska oprema Microchip VDOM3 [6] in grafični uporabniški vmesnik, ki razvijalcem pomagata prilagoditi parametre delovanja GNSSDO modulov in hitro preizkusiti integracijo teh izdelkov v svoje sisteme. Na voljo je tudi razvojni komplet MD-01X [7], ki omogoča enostavno povezovanje in spremljanje MD-01 serije GNSSDO-jev.

Cene in dobavljivost

GNSSDO moduli so na voljo za nakup v proizvodnih količinah. Za dodatne informacije in nakup se obrnite na prodajnega predstavnika podjetja Microchip ali pooblaščenega distributerja.

Viri:

1. https://www.microchip.com/en-us/products/clock-and-timing/components/gnss-gps-disciplined?utm_source=pressrelease&utm_medium=pressrelease&utm_campaign=gnssdo&utm_bu=fts



2. <https://www.microchip.com/en-us/product/MD-013-ULTRA-CLEAN>
3. <https://www.microchip.com/en-us/product/MD-300>
4. <https://www.microchip.com/en-us/product/LM-010>
5. <https://www.microchip.com/en-us/solutions/aerospace-and-defense>
6. https://ww1.microchip.com/downloads/aemDocuments/documents/VOP/ProductDocuments/UserGuides/VDOM_3_Users_Guide_RevF.pdf
7. [https://ww1.microchip.com/en-us/solutions/aerospace-and-defense](https://ww1.microchip.com/downloads/aemDocuments/documents/VOP/ProductDocuments/DataSheets/MD-01X_Series_Eval_Kit.pdf)



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>



PolarFire® FPGA, Ethernet Sensor Bridge za NVIDIA® Holoscan

Prilagodljiva integracija podpira obdelavo senzorjev na podlagi umetne inteligence od roba do oblaka

PolarFire® FPGA Ethernet Sensor Bridge za NVIDIA® Holoscan omogoča prilagodljivo integracijo za UI-krmiljeno obdelavo senzorjev od roba do oblaka. Ta rešitev podpira več protokolov, energetske učinkovitost, varnost in zanesljivost v enem brezhibnem ohišju. NVIDIA odobrava to rešitev za uporabo v svojem priljubljenem ekosistemu Holoscan.

Ključne lastnosti

- Energetsko učinkovit protokol pretvorbe
- Zelo varno
- Imunost na motnje posameznih dogodkov (SEU) za visoko zanesljivost

Z zaupanjem se lahko odločite za PolarFire FPGA Ethernet Sensor Bridge za NVIDIA Holoscan, celovito rešitev, znano po svoji tehnični odličnosti in zasnovi, usmerjeni v stranke.



microchip.com/EthernetSensorBridge



Ime in logotip Microchip ter logotip Microchip so registrirane blagovne znamke podjetja Microchip Technology Incorporated v ZDA in drugih državah. Vse druge blagovne znamke so last njihovih registriranih lastnikov.
© 2025 Microchip Technology Inc.
Vse pravice pridržane. MEC2601A-SLO-09-25

ROHM razvija nove SiC napajalne module z visoko gostoto moči

ROHM

Kompaktna zasnova s hitrim odvajanjem toplote postavlja nov standard za OBC.

Podjetje ROHM je razvilo nova modula 4 v 1 in 6 v 1 iz SiC v HSDIP20 ohišju, ki sta optimizirana za PFC in LLC pretvornike v vgrajenih polnilnikih (OBC) za električna vozila xEV.

Linija vključuje šest modelov z nazivno napetostjo 750 V (BSTxxx1P4K01) in sedem izdelkov z nazivno napetostjo 1200 V (BSTxxx2P4K01). Vsa osnovna vezja, potrebna za pretvorbo energije v različnih visokozmogljivih aplikacijah, so integrirana v kompaktno ohišje modula, kar zmanjšuje delovno obremenitev proizvajalcev pri načrtovanju in omogoča miniaturizacijo vezij za pretvorbo energije v OBC in drugih aplikacijah.

V zadnjih letih je hitra elektrifikacija avtomobilov gonilna sila prizahtevanj za dekarbonizirano družbo. Električna vozila imajo višje napetosti akumulatorjev, da bi podaljšali potovalni doseg in izboljšali hitrost polnjenja, kar ustvarja povpraševanje po višji izhodni moči OBC in DC-DC pretvornikov. Hkrati se na trgu povečuje potreba po večji miniaturizaciji in manjši teži teh aplikacij, kar zahteva tehnološke preboje za izboljšanje gostote moči - ključnega dejavnika - ob hkratnem izboljšanju lastnosti odvajanja toplote, ki bi sicer lahko ovirale napredek. HSDIP20 ohišje podjetja ROHM rešuje te tehnične izzive, ki jih je bilo prej težko premagati z diskretnimi konfiguracijami, kar prispeva k večji moči in zmanjšanju velikosti električnih pogonskih sklopov.

HSDIP20 ima izolacijsko podlago z odličnimi lastnostmi za odvajanje toplote, ki zavira dvig temperature čipa tudi med delovanjem z visoko močjo. Pri primerjavi tipičnega OBC PFC vezja s šestimi diskretnimi SiC MOSFET-i z odvajanjem toplote na zgornji strani z ROHM-ovim modulom 6 v 1 pod enakimi pogoji je bilo preverjeno, da je HSDIP20 ohišje za približno 38 °C hladnejše (pri 25W delovanju). Ta visoka zmogljivost odvajanja toplote podpira visoke tokove tudi v kompaktnem ohišju, s čimer je dosežena vodilna gostota

moči, ki je več kot trikrat večja od diskretnih modulov z zgornjim hlajenjem in več kot 1,4-krat večja od podobnih DIP modulov. Zato lahko v zgoraj omenjenem vezju PFC modul HSDIP20 zmanjša površino vgradnje za približno 52 % v primerjavi z zgoraj hlajenimi diskretnimi konfiguracijami, kar znatno prispeva k miniaturizaciji vezij za pretvorbo energije v aplikacijah, kot so OBC.

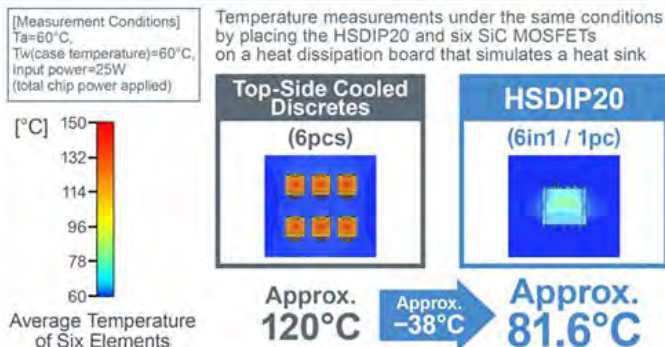
V prihodnje bo podjetje ROHM še naprej razvijalo SiC module, ki usklajujejo miniaturizacijo z visoko učinkovitostjo, hkrati pa se bo osredotočilo na razvoj avtomobilskih SiC IPM modulov, ki zagotavljajo večjo zanesljivost v manjši obliki.



Novo HSDIP20 ohišje

Comparison between Top-Side Cooled Discretes and HSDIP20 in PFC Circuits

Comparison of Heat Dissipation Performance in PFC Circuits



HSDIP20 achieves high power density due to excellent heat dissipation performance

Comparison of Area in PFC Circuits



High power density significantly reduces mounting area

Primerjava disipacije toplote

Primeri uporabe

Vezja za pretvorbo energije, kot so pretvorniki PFC in LLC, se pogosto uporabljajo v vezjih na primarni strani industrijske opreme, zato lahko HSDIP20 prispeva tudi k miniaturizaciji aplikacij na področju industrijske in potrošniške elektronike:

- *Avtomobilski sistemi: Vgrajeni polnilniki, električni kompresorji in drugo.*
- *Industrijska oprema: Polnilne postaje za električna vozila, V2X sistemi, servoagregati za izmenični tok, napajalniki za strežnike, fotovoltaični inverterji, klimatske naprave itd.*

OEM količine so kupcem že na voljo.

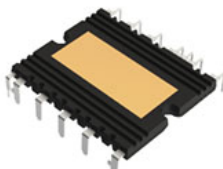
Za več informacij se obrnite na: <https://www.rohm.com/contactus>

Povzeto po:

- https://www.presseagentur.com/rohm/detail.php?pr_id=7341&lang=en

<https://www.rohm.com>



Part No.	Absolute Max. Ratings (Tj=25°C)			Topology	Module Package
	V _{DSS} [V]	R _{DS(on)} [mΩ]	I _o [A] ^{*1}		
New BST91B1P4K01	750	13	90	4in1	 HSDIP20 [38.0mm × 31.3mm × 3.5mm]
New BST47B1P4K01		26	47		
New BST31B1P4K01		45	31		
New BST91T1P4K01		13	90	6in1	
New BST47T1P4K01		26	47		
New BST31T1P4K01		45	31		
New BST70B2P4K01	1,200	18	70	4in1	
New BST38B2P4K01		36	38		
New BST25B2P4K01		62	25		
New BST70T2P4K01		18	70	6in1	
New BST38T2P4K01		36	38		
New BST25T2P4K01		62	25		
New BST70M2P4K01 ^{*2}		18 ^{*3} / 36 ^{*4}	70 ^{*3} / 38 ^{*4}		

^{*1}: $T_c=25^\circ\text{C}$ $V_{\text{GS}}=18\text{V}$ ^{*2}: Combines chips with different ON resistances
^{*3}: Q1, Q4 pins ^{*4}: Q2, Q3, Q5, Q6 pins

Produktna linija

Industrijski 3-osni merilnik pospeška ima visoko stabilnost odmika (offseta)

Murata Electronics Ltd

Murata je predstavila 3-osni merilnik pospeška za industrijski trg, ki združuje visoko temperaturno in časovno stabilnost, dobro linearnost, nizko gostoto šuma in odlično robustnost.

Merilnik pospeška ali akcelerometer SCA3400-D01 XYZ je namenjen za uporabo v industrijskih aplikacijah, kot so spremljanje strukturnega zdravja (SHM), nadzor strojev, inercialne merilne enote ter gradbena orodja in sistemi.

Stabilnost premika merilnika pospeška se nanaša na doslednost njegovega izhoda, ko je v mirovanju, hkrati pa izpostavljen različnim temperaturam ali učinkom staranja. V idealnem primeru bi moral biti ta izhod enak nič, vendar pogosto ni, zato morajo proizvajalci opreme svoje rešitve kalibrirati tako, da to upoštevajo. Bolj ko je odmik stabilen, večja je natančnost meritev senzorja. Visoka stabilnost odmika omogoča proizvajalcem opreme, da svoje modele kalibrirajo za celotno življenjsko dobo izdelka, namesto da od uporabnikov pričakujejo, da jih bodo redno ponovno kalibrirali, da bi ohranili natančnost.

V primeru SCA3400-D01 je odmik v času trajanja 0,5 mg za osi X in Y ter 2 mg za os Z. Napaka odmika zaradi spreminjanja delovne temperature znaša 2 mg na oseh X in Y ter 3 mg na osi Z. Murata SCA3400-D01 ponuja izjemno zmogljivost v smislu natančnosti. Njegova vrednost napake linearnosti znaša 1 mg v območju 1,2 g, gostota šuma pa 20 $\mu\text{g}/\sqrt{\text{Hz}}$, kar prispeva k natančnejšim meritvam.

Druga značilnost 3-osnega merilnika pospeška, ki bi morala biti zanimiva za proizvajalce industrijske opreme, je uporabniško nastavljivo dinamično območje in nizkoprepustno filtriranje, ki oblikovalcem omogoča, da konfigurirajo del za najboljšo kombinacijo ločljivosti, linearnosti in šuma za določeno aplikacijo. Del ima tudi samodiagnostične funkcije, ki mu omogočajo, da zazna, kdaj je izmerjeni signal zanesljiv.

SCA3400-D01 (8,6 × 7,6 × 3,3 mm; 0,34, × 0,30" × 0,13") je izdelan na najnovejši različici Muratinega preizkušenega



procesa 3D MEMS in uporablja najnovejšo zasnovo in postopke ASIC podjetja Murata. Na voljo bo kot posamezni deli na razvojnem tiskanem vezju, vzorčne vrečke s štirimi kosi in koluti s 100 ali 1 000 kosi.

Za več informacij obiščite spletno stran [1], za naročila pa kontaktirajte podjetje na spletni strani: [2].

Vir:

1. <https://www.murata.com/products/sensor/accel/overview/lineup/sca3400>
2. https://www.murata.com/contactform?&Product=Sensor&Detail=SCA3400&excid=jp_pr-o_ow_nro_XXX_XX

<https://www.murata.com>



Prvi prilagodljivi 20 kV reed releji v industriji na ogled na sejmu Semicon Taiwan 2025

Pickering Electronics

Pickering Electronics, vodilni proizvajalec visoko zmogljivih reed relejev, je na sejmu Semicon Taiwan 2025 predstavil svojo celovito ponudbo relejev za testiranje polprevodnikov – vključno z novo serijo 600 prilagodljivih visokonapetostnih reed relejev, ki zdržijo do 20 kV med stikalnimi kontakti in do 25 kV med stikalom in tuljavo.

Serijska 600 predstavlja pomembno novost na področju zasnove visokonapetostnih reed relejev. Te releji so bili posebej zasnovani tako, da se lahko prilagodijo zahtevam strank, z možnostjo izbire napetosti do 20 kV med stikalom in 25 kV med stikalom in tuljavo, konfiguracijo priključkov in možnosti priključitve, upornostjo tuljave, obliko ohišja, materialom za zalivanje in še več. Ta prilagodljivost omogoča inženirjem za testiranje polprevodnikov in načrtovalcem sistemov, da natančno določijo zmogljivost releja, ki jo potrebujejo, in uravnotežijo velikost, izolacijo in hitrost preklopa za svoje edinstvene aplikacije.



Področja uporabe so:

- Preizkušanje polprevodniških rezin in ohišij – preizkusi visoke napetosti, uhajanja, obremenitve in izolacije
- Testiranje električnih vozil in akumulatorjev – ciklično polnjenje/praznjenje visoke napetosti
- Fotovoltaični in obnovljivi energetski sistemi – izolacija panelov in preskusi okvar
- Medicinski in znanstveni instrumenti – natančno visokonapetostno preklapljanje v kompaktnih sistemih
- Veliki fizikalni in raziskovalni laboratoriji – zahtevne preskusne naprave, ki zahtevajo zajamčeno zanesljivost

Poleg serije 600 je Pickering predstavil tudi celotno ponudbo visoko zmogljivih reed relejev, med katerimi so:

- Visoka gostota preklapljanja – releji z velikostjo le 4 mm x 4 mm, idealni za polprevodniške ATE in testiranje mešanih signalov
- RF reed releji – optimizirani za sisteme 50 Ω/75 Ω z nizkimi izgubami in visoko ponovljivostjo
- Releji z izjemno nizkim slepim tokom – za parametrično testiranje in testiranje kapacitivnosti-napetosti v obsegu pod pA
- Releji z dolgo življenjsko dobo – podpirajo neprekinjeno delovanje 24 ur na dan, 7 dni v tednu, za milijone ali celo milijarde operacij.

Pickering Interfaces – oddelek za stikalne naprave skupine Pickering – je bil prav tako prisoten na razstavnem prostoru, kjer je predstavil svoje modularne rešitve za stikalne naprave za testiranje in preverjanje polprevodnikov. Pickering Electronics in Pickering Interfaces skupaj ponujata edinstveno široko paleto stikalnih in relejnih tehnologij za podporo inženirjem za testiranje polprevodnikov, električnih vozil in visokonapetostnih sistemov po vsem svetu.

Z več kot 50 leti izkušenj na področju zasnove in proizvodnje reed relejev, Pickering releji uživajo zaupanje vodilnih podjetij na področju polprevodnikov, testiranja in instrumentacije po vsem svetu.

<https://www.pickeringrelay.com>



RAČUNALNIŠKE NOVICE
bralcem revije
SVET ELEKTRONIKE
ponujajo POSEBNO
PONUDBO!

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

Navedete geslo
SVET ELEKTRONIKE.

**12 števk
BREZPLAČNO**

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

Fiziki prvič opazujejo novo obliko magnetizma

Massachusetts Institute of Technology

Magnetno stanje ponuja novo pot do „spintronskih“ spominskih naprav, ki bi lahko bile hitrejšje in učinkovitejše od elektronskih.

Fiziki MIT so pokazali novo obliko magnetizma, ki bi jo lahko nekega dne izkoristili za izdelavo hitrejših, gostejših in energijsko manj potratnih „spintronskih“ pomnilniških čipov.

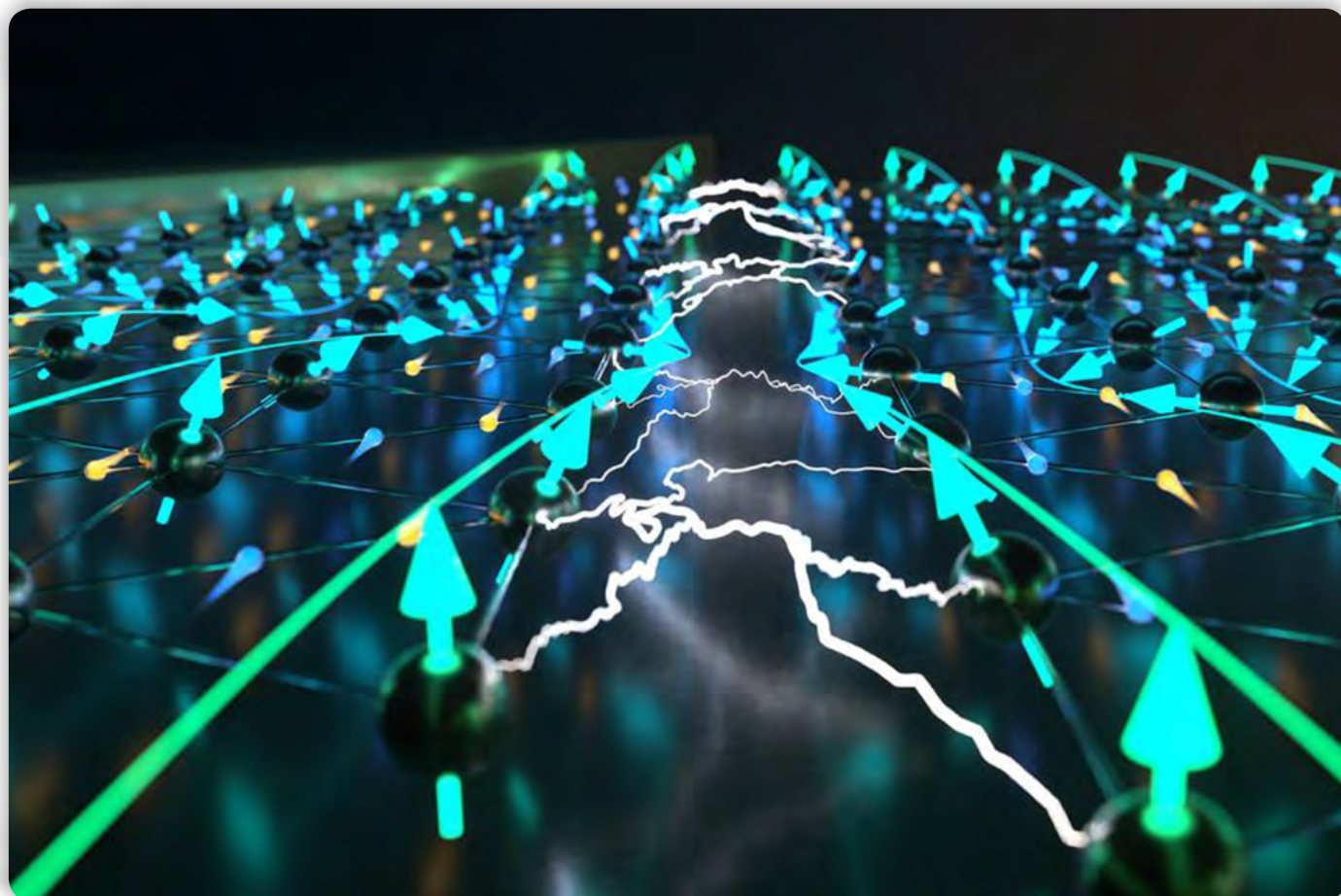
Novo magnetno stanje je mešanica dveh glavnih oblik magnetizma: feromagnetizma vsakdanjih magnetov za hladilnike in igle kompasa ter antiferomagnetizma, pri katerem imajo materiali magnetne lastnosti na mikroravni, vendar niso makroskopsko namagneteni.

Ekipa MIT je zdaj dokazala novo obliko magnetizma, imenovano „p-valovni magnetizem“.

Fiziki že dolgo opažajo, da imajo elektroni atomov v običajnih

feromagnetih enako usmerjenost „spina“, kot da bi veliko drobnih kompasov kazalo v isto smer. Ta poravnava spina ustvarja magnetno polje, ki daje feromagnetiku njegov inherentni magnetizem. Elektroni, ki pripadajo magnetnim atomom v antiferomagnetih, imajo prav tako spin, čeprav se ti spini izmenjujejo, saj elektroni, ki krožijo okoli sosednjih atomov, poravnajo svoje spine antiparalelno drug drugemu. Skupaj se enaki in nasprotni spini izničijo in antiferomagnet ne kaže makroskopske magnetizacije.

Ekipa je odkrila nov p-valovni magnetizem v nikljevem jodidu (NiI₂), dvodimenzionalnem kristalnem materialu, ki so ga sintetizirali v laboratoriju. Elektroni imajo podobno kot pri feromagnetih prednostno usmeritev spina, pri antiferomagnetih



Spiralni magnetni red (svetlo modre puščice) na trikotni mreži NiI₂ (črne kroglice predstavljajo atome Ni) omogoča električno preklopljiv (bele nazobčane črte) p-valovni magnetizem. Spin-up (oranžne pike) in spin-down (modre pike) elektroni se širijo v nasprotnih smereh in obrnejo svoje poti, ko se zamenja leva in desna stran spiralnega magnetnega reda. vir: <https://news.mit.edu/>

pa enake populacije nasprotnih spinov povzročajo neto izničje. Vendar imajo spini na nikljevih atomih edinstven vzorec in v materialu tvorijo spiralaste konfiguracije, ki so zrcalna slika druga druge, podobno kot je leva roka zrcalna slika desne roke.

Poleg tega so raziskovalci ugotovili, da jim je ta spiralna konfiguracija spina omogočila „preklapljanje spina“: Glede na smer spiralnih spinov v materialu so lahko z majhnim električnim poljem v sorodni smeri zlahka obrnili levosučno spiralo spinov v desnosučno spiralo spinov in obratno.

Sposobnost preklapljanja spinov elektrona je bistvo „spintronike“, ki je predlagana alternativa običajni elektroniki. S tem pristopom je mogoče podatke zapisati v obliki elektronskega spina in ne njegovega elektronskega naboja, kar bi lahko omogočilo, da se v napravo zapakira za več velikosti več podatkov, za zapis in branje teh podatkov pa se porabi veliko manj energije.

Song in njegovi sodelavci so rezultate objavili 28. maja v reviji Nature [1]. Med soavtorji so Connor Occhialini, Batyr Ilyas, Emre Ergeçen, Nuh Gedik in Riccardo Comin, Rafael Fernandes z Univerze Illinois Urbana-Champaign ter sodelavci iz več drugih ustanov.

„Pokazali smo, da lahko to novo obliko magnetizma upravljamo z električno energijo,“ pravi Qian Song, raziskovalec v Laboratoriju za raziskave materialov pri MIT. „Ta preboj utira pot novemu razredu ultrahitrih, kompaktnih, energetsko učinkovitih in trajnih magnetnih spominskih naprav.“

Odkritje je nadgradnja dela, ki ga je Cominova skupina opravila leta 2022. Takrat je skupina raziskovala magnetne lastnosti istega materiala, nikljevega jodida. Na mikroskopski ravni je nikljev jodid podoben trikotni mreži nikljevih in jodovih atomov. Nikelj je glavna magnetna sestavina materiala, saj elektroni na nikljevih atomih kažejo spin, elektroni na jodovih atomih pa ne.

V teh poskusih je ekipa opazila, da so spini teh nikljevih atomov

razporejeni v spiralnem vzorcu po celotni mreži materiala in da se ta vzorec lahko spiralno obrača v dveh različnih smereh.

Takrat Comin še ni vedel, da bi lahko ta edinstveni vzorec spinov atomov omogočil natančno preklapljanje spinov okoliških elektronov. Na to možnost je kasneje opozoril sodelavec Rafael Fernandes, ki ga je skupaj z drugimi teoretiki zanimala nedavno predlagana zamisel o novem, nekonvencionalnem magnetu „p-vala“, pri katerem bi se spini elektronov, ki se v snovi gibljejo v nasprotnih smereh, poravnali v nasprotni smeri.

Fernandes in njegovi sodelavci so ugotovili, da če spini atomov v snovi tvorijo geometrijsko spiralno razporeditev, ki jo je Comin opazil v nikljevem jodidu, bi to pomenilo uresničitev „p-valovnega“ magneta. Ko z električnim poljem preklopimo „ročnost“ spirale, moramo preklopiti tudi poravnavo spina elektronov, ki potujejo v isti smeri.

Ekipa je opazila p-valovni magnetizem v kosmičnih nikljevega jodida, vendar le pri ultra nizkih temperaturah okoli 60 kelvinov.

„To je pod temperaturo tekočega dušika, ki ni praktična za uporabo,“ pravi Comin. »Toda zdaj, ko smo spoznali to novo stanje magnetizma, je naslednja meja iskanje materiala s temi lastnostmi pri sobni temperaturi. Potem lahko to uporabimo v spintronični napravi.«

To raziskavo so delno podprli Nacionalna znanstvena fundacija, Ministrstvo za energijo in Urad za znanstvene raziskave zračnih sil.

Viri:

- 1: <https://www.nature.com/articles/s41586-025-09034-7>

Povzeto po:

- <https://news.mit.edu/2025/physicists-observe-new-form-magnetism-0605>

<https://news.mit.edu/>





Nova knjiga za PROGRAMERJE

KUPI ZDAJ!



Cena: 21,90€

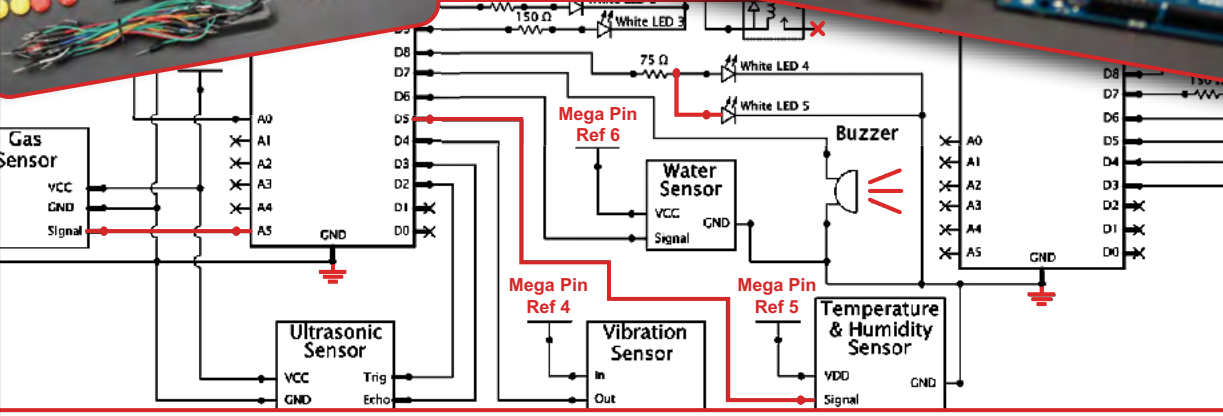
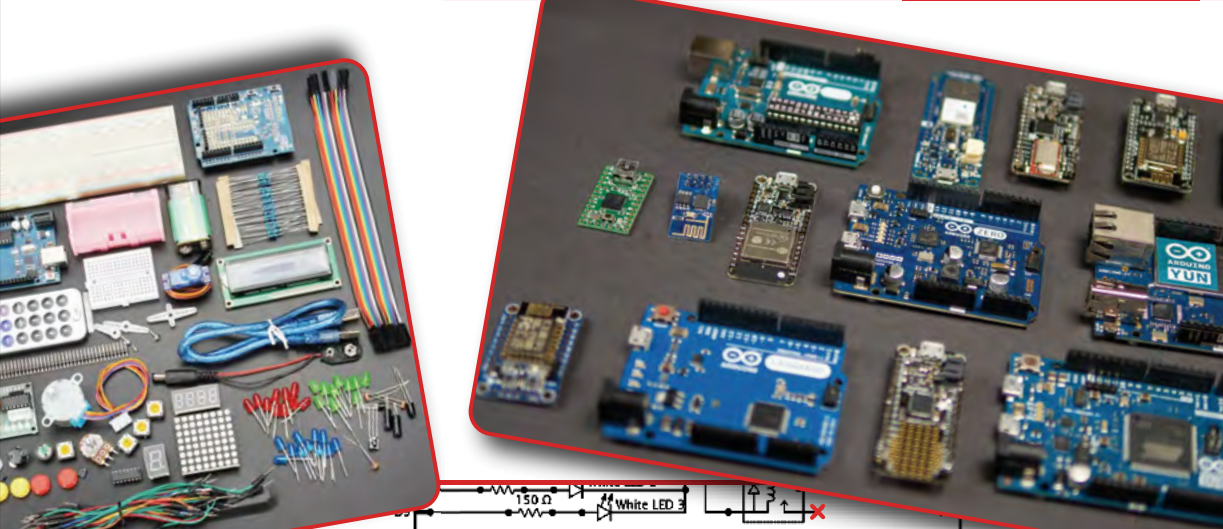
ARDUINO 2

Naročite lahko preko naše virtualne trgovine: <https://trgovina.svet-el.si>


9 789616 680202

ARDUINO 2

Začetni koraki in praktični Arduino projekti za vsakogar!



Gas Sensor
VCC
GND
Signal

Ultrasonic Sensor
VCC
GND
Trig
Echo

Water Sensor
VCC
GND
Signal

Buzzer

Temperature & Humidity Sensor
VDD
GND
Signal

Vibration Sensor
In
Out

Mega Pin Ref 4

Mega Pin Ref 5

Mega Pin Ref 6

White LED 3

White LED 4

White LED 5

USB priključek

Sistemska ura

Napetostni pretvornik

Napajalni priključek

Priključna letev

AVR CPU	PERIFERNE ENOTE:	Razhroščevanje in ISP
Pomnilniki: Flash Statični pomnilnik (SRAM) EEPROM	serijska vrata števci/merilniki časa I/O priključki SPI TWI ADC	Konfiguracijske varovalke Stražni mehanizem (WDT) Notranje sistemske ure



↑
INFO

<https://svet-el.si>

Komercializirani zelo natančni kmetijski CO₂ senzor z odlično dolgoročno stabilnostjo

Murata Electronics Ltd

Murata Manufacturing Co., Ltd. (v nadaljevanju »Murata«) je komercializirala »IMG-CA0012-12« (v nadaljevanju »ta izdelek«), CO₂ senzor v ohišju in s kablom.

Ta zelo natančen izdelek se primarno povezuje z opremo za merjenje okolja v kmetijskih rastlinjakih in stabilno meri koncentracijo CO₂. S povezavo s pospeševalniki fotosinteze bo ta izdelek prispeval k izboljšanju kakovosti pridelkov in povečanju donosa. Poleg tega z vbrizgavanjem optimalne količine CO₂ ob optimalnem času izboljša energetske učinkovitost. V podjetju Hakui Murata Manufacturing se je začela množična proizvodnja in dobava tega izdelka.

Na področju kmetijstva sta potrebna večji donos in izboljšanje kakovosti na enoto površine, saj se zaradi globalnega segrevanja in zmanjšanja števila kmetijskih delavcev zmanjšujeta donos in kakovost. Tehnologija za pospeševanje fotosinteze poljščin z uporabo CO₂ je učinkovito sredstvo za reševanje teh izzivov. Poleg tega je zaradi nedavnega povečanja stroškov energije ključnega pomena učinkovita uporaba CO₂ na podlagi meritev okoljskih podatkov. Zato imajo pri tehnologiji pospeševanja fotosinteze ključno vlogo zelo natančni CO₂ senzorji, ki zagotavljajo dolgoročno stabilnost, ne potrebujejo umerjanja in so odporni na okvare.

Ta izdelek je opremljen s funkcijo samodejne kalibracije, ki deluje na podlagi Muratinega edinstvenega algoritma kalibracijske krivulje, in dvojno valovno dolžino (za merjenje in referenco) NDIR*1. Zato umerjanje v atmosferi ni potrebno. To zagotavlja visoko natančnost in dolgotrajno stabilnost, zaradi



Module unit

Senzor CO₂

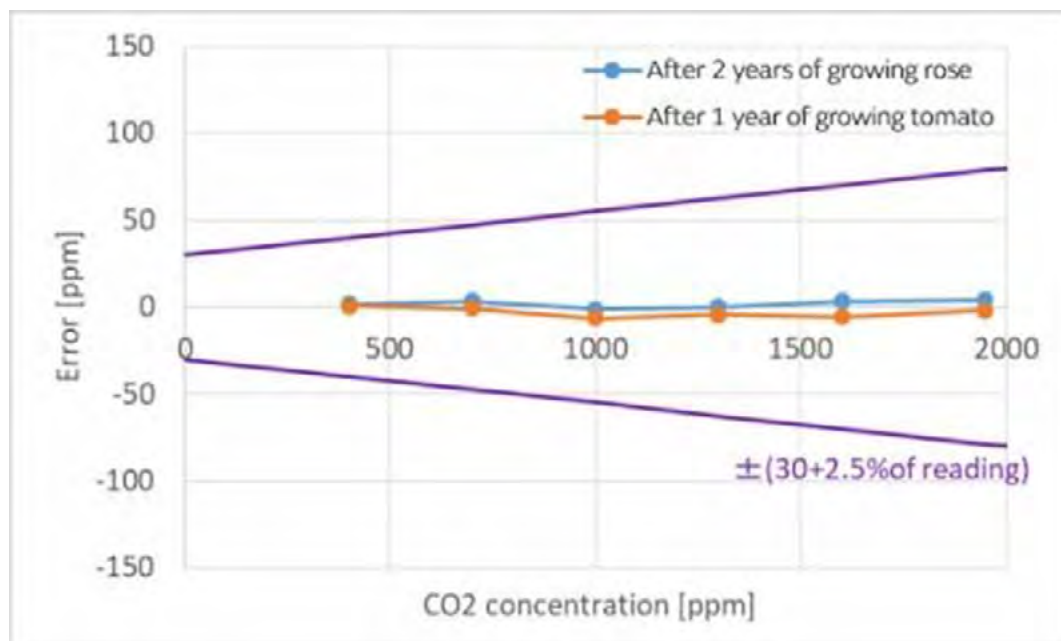
česar ne potrebuje vzdrževanja. Poleg tega njegova zasnova ohišja in tipa kabla izboljša rokovanje z uporabnikom in olajša namestitve.

Količina	Specifikacija
Delovna temperatura	0 do 50° C
Temperatura skladiščenja	-20 do 50° C
Obseg merjenja koncentracije	0 do 3.000 ppm
Merilna natančnost	± (30 ppm + 2,5 % od odčitka) dejanska vrednost
	± (50 ppm + 5 % od odčitka) specifikacija vrednosti
Dolgoročna stabilnost (drsenje)	±50 ppm / leto @1000 ppm
Vhodna napetost	DC 24 V, DC 12 V
Poraba	Povprečno 0,5 W / maks 2,0 W
Izhodni vmesnik	Analogni 0 do 5V (formula pretvorbe 600 ppm/V)
Merilni interval	5 s

Tabela 1: Specifikacije

CO₂ senzorji so bili nameščeni v rastlinjakih in so se eno leto uporabljali za gojenje paradižnika in dve leti za gojenje vrtnic. Po uporabi so bile ocenjene značilnosti koncentracije CO₂ in temperaturne značilnosti.





Karakteristika CO₂ koncentracije

Ugotovljeno je bilo, da so bile razlike v koncentraciji CO₂ minimalne, tudi če so se dalj časa uporabljali na dejanskih poljih.

Več informacij je na voljo na spletni povezavi [1].

O podjetju Murata Manufacturing Co., Ltd.

Murata Manufacturing Co., Ltd. je vodilno svetovno podjetje na področju načrtovanja, proizvodnje in prodaje pasivnih elektronskih komponent in rešitev na osnovi keramike, komunikacijskih modulov in napajalnih modulov. Murata se zavzema za razvoj naprednih elektronskih materialov in vrhunskih, večna-

menskih modulov z visoko gostoto. Podjetje ima zaposlene in proizvodne obrate po vsem svetu.

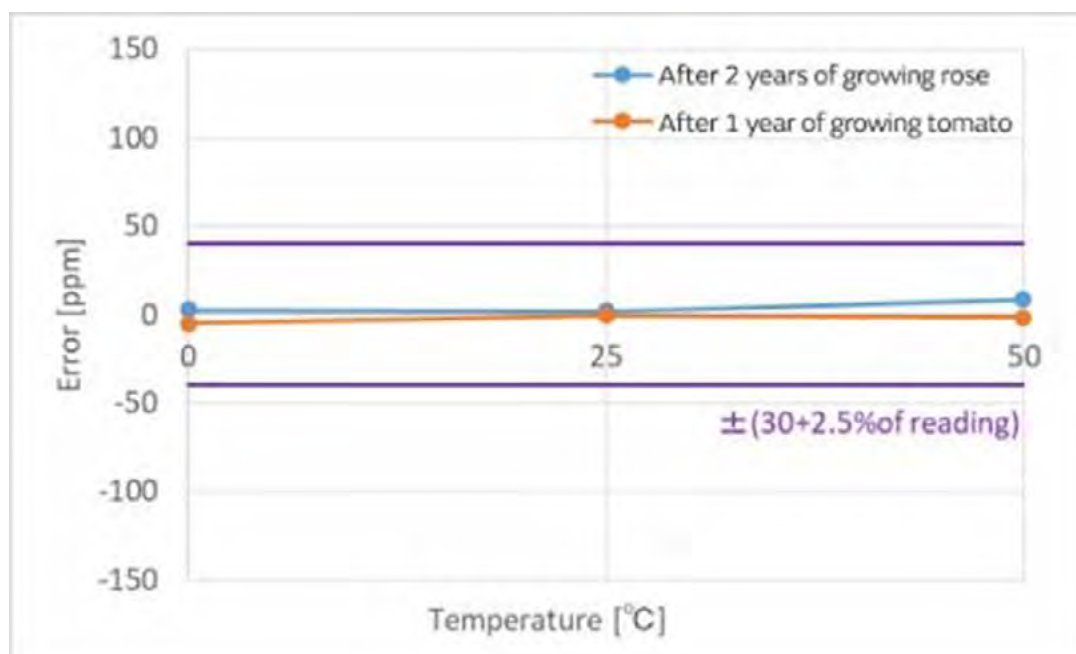
Vir:

- 1: <https://www.murata.com/en-us/products/sensor/co2>

Povzeto po:

- <https://www.murata.com/en-us/news/sensor/co2/2025/0331>

<https://www.murata.com>



Temperaturna karakteristika

NXP predstavlja tretjo generacijo procesorjev za slikovne radarje za avtonomno vožnjo na ravni od 2+ do 4

Podjetje NXP Semiconductors N.V. (NASDAQ: NXPI) je predstavilo svoje nove procesorje za slikovne radarje S32R47 v 16 nm tehnologiji FinFET, ki temeljijo na NXP-jevem dokazanem strokovnem znanju na področju slikovnih radarjev.

Tretja generacija procesorjev za slikovne radarje zagotavlja do dvakrat večjo procesno moč v primerjavi s prejšnjo generacijo ter izboljšane sistemske stroške in energetske učinkovitost. V kombinaciji z NXP-jevimi mmWave radarskimi oddajniki, upravljanjem energije in omrežnimi rešitvami v vozilu, družina S32R47 izpolnjuje zahteve funkcionalne varnosti ASIL ISO 26262 ASIL B(D) in pripravlja avtomobilsko industrijo na nove ravni avtonomne vožnje.

Ključne lastnosti:

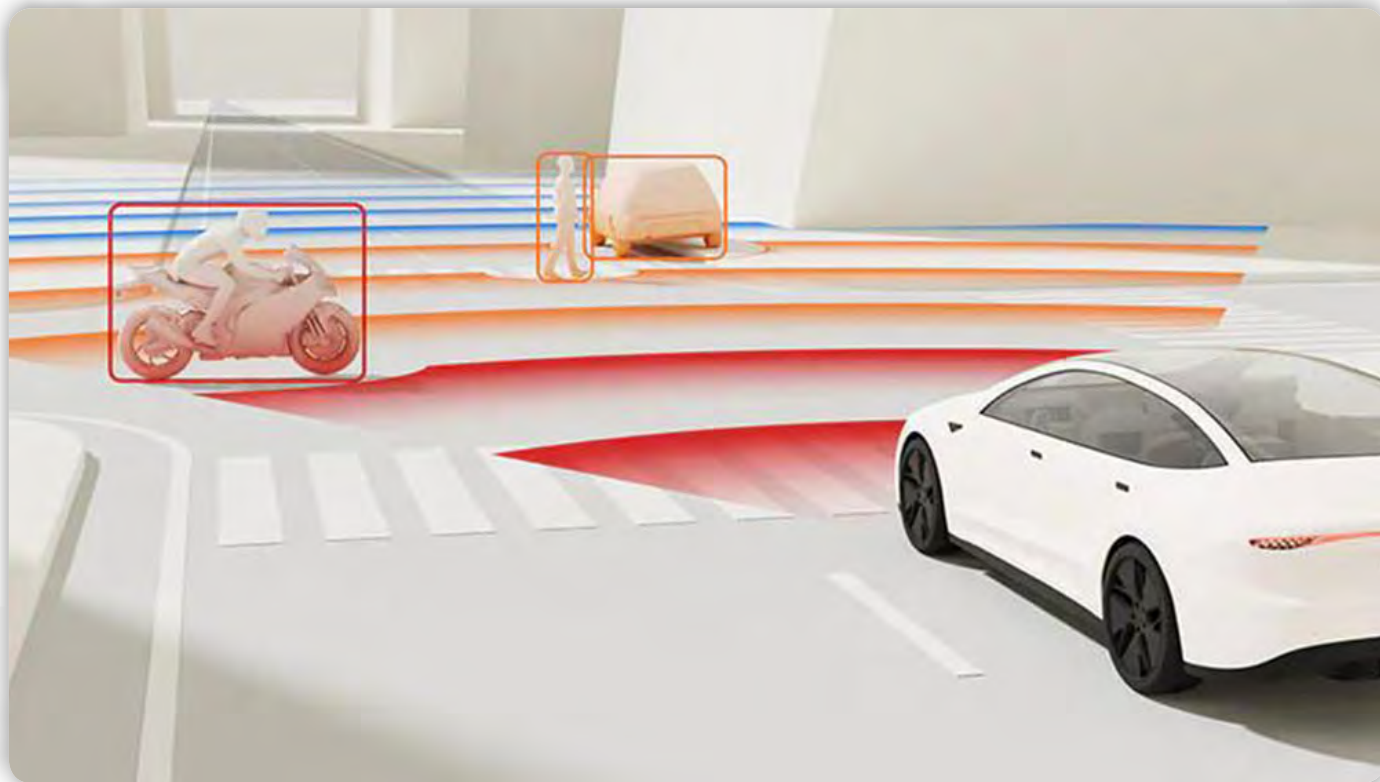
- Družina S32R47 so najzmogljivejši radarski procesorji podjetja NXP, ki ustrezajo zahtevnim zahtevam avtonomne vožnje ravni 2+ do 4.
- Zaznavanje z višjo ločljivostjo omogoča napredne primere uporabe, kot je odkrivanje ranljivih udeležencev v prometu (VRU) in izgubljenega tovora.
- Več računskih zmogljivosti omogoča OEM proizvajalcem ra-

zvoj naprednih aplikacij, kot je navigacija na avtopilotu, hkrati pa v velikem obsegu izpolnjuje zahteve prihodnjih programsko opredeljenih vozil (SDV).

Po podatkih poročila Status of the Radar Industry 2024 podjetja Yole Intelligence, bo do leta 2029 približno 40 % vozil, ki bodo zapeljala na ceste, osebnih avtomobilov s stopnjo avtomatizacije vožnje 2+(L2+)/3 (L3) in vedno več vozil s stopnjo 4 (L4). Za hitro rastoči trg avtonomne vožnje za vozila SDV morajo proizvajalci originalne opreme in dobavitelji prvega reda izboljšati zmogljivost radarja, saj je ta bistvena za varne in napredne funkcije avtonomne vožnje, kot sta pilotska vožnja ali popolnoma avtomatizirano parkiranje.

Meindert van den Beld, višji podpredsednik in generalni direktor za radarje in ADAS, je dejal:

- »S32R47 lahko v realnem času učinkovito obdela trikrat ali



Slika vir: NXP

več antenskih kanalov kot današnje proizvodne rešitve. Omo- goča izboljšano ločljivost, občutljivost in dinamični razpon slikovnega radarja, ki jih zahtevajo zahtevni primeri uporabe avtonomne vožnje, hkrati pa še vedno izpolnjuje stroge ci- lje glede porabe energije in stroškov sistema, ki jih proizva- jalci originalne opreme določajo za serijsko proizvodnjo.«

Slikovni radar uporablja bogatejšo podatke o oblaku točk za podrobnejše modeliranje okolja. To je ključni dejavnik za sis- teme zaznavanja na podlagi umetne inteligence, ki omogočajo asistiranje in avtonomno vožnjo v najzahtevnejših okoljskih po- gojih, kot so zapleteni mestni scenariji.

S32R47 vključuje visokozmogljiv večjedrni sistem za obdela- vo radarskih podatkov, ki omogoča gostejše izpise oblaka točk in izboljšane algoritme, ki omogočajo ADAS sisteme naslednje generacije. To omogoča boljšo ločljivost predmetov, večjo za- nesljivost zaznavanja in natančnejšo klasifikacijo predmetov, kot so ranljivi udeleženci v prometu ali izgubljen tovor.

NXP-jeva 3. generacija rešitev za procesorje za slikovne radarje

Nova rešitev, ki temelji na znanju in preverjeni tehnologiji prejšnjih dveh generacij, zagotavlja do dvakrat večjo zmogljivi- vost obdelave v radarskem MPU in 38 % manjšo površino in- tegriranega vezja. Vključuje tudi podporo AI/ML za funkcije, kot sta izboljšana obdelava smeri prihoda (DoA) in klasifikacija objektov.

NXP-jeve naslednje generacije slikovnih radarskih rešitev omo- gočajo nove slikovne radarje z optimiziranim računom materi- ala in večjo razširljivostjo v smislu antenskih kanalov in zmo- gljivosti obdelave.

NXP-jeva rešitev dosega primerljivo ali boljšo zmogljivost z do 89 % manj antenskimi kanali kot alternativne rešitve, kar re- šuje izzive integracije z manjšimi stroški, velikostjo in porabo energije sistema.

Če želite izvedeti več, obiščite S32R47 Imaging Radar Proces- sors [1]

NXP-jev portfelj radarjev

Nova NXP-jeva rešitev za obdelavo radarjev S32R47, ki se že vzorči pri vodilnih strankah in je namenjena OEM platformam naslednje generacije, temelji na celovitem in razširljivem portfelju rešitev za radarsko zaznavanje, prilagojenih za vedno bolj raznolike primere uporabe in arhitekture OEM proizvajalcev, od radarja za zaznavanje vogalov do radarja za slikanje 4D visoke ločljivosti. Platforma S32R ponuja skupno arhitekturo za po- novno uporabo programske opreme in hiter razvoj, skupaj z visoko zmogljivim strojnim varnostnim pogonom, podporo za posodobitve preko OTA in skladnostjo z najnovejšimi standardi kibernetne varnosti.

Viri:

- 1: <https://www.nxp.com/products/processors-and-microcontrollers/s32-automotive-platform/s32r-radar-processing/s32r47-high-performance-imaging-radar-processor-for-automotive-and-industrial-applications:S32R47>
- 2: <https://www.nxp.com/products/processors-and-microcontrollers/s32-automotive-platform/s32r-radar-processing:S32R-FAMILY>

Povzeto po:

- <https://www.nxp.com/company/about-nxp/newsroom/NW-NXP-UNVEILS-THIRD-GENERATION-RADAR>

<https://www.nxp.com>



Stopnje avtomatizirane vožnje

L0: Ni avtomatizirane vožnje, vozilo nadzira voznik

L1: Pomoč pri vožnji: To je najnižja stopnja avtomatizirane vožnje, ki vključuje enostavne pripomočke za varno vožnjo, kot je npr. radar za zaznavanje prekratke razdalje do vozila spredaj.

L2: Delno avtomatizirana vožnja: To pomeni napredne sisteme za pomoč vozniku ali ADAS. Vozilo lahko nadzoruje krmiljenje in pospeševanje/upočasnjevanje. Pri tem avtomatika ne ustreza samovozeči vožnji, saj na voznikovem sedežu sedi človek, ki lahko kadar koli prevzame nadzor nad vozilom. Sistema Tesla Autopilot in Cadillac (General Motors) Super Cruise se uvrščata v stopnjo 2.

L3: Pogojna avtomatizirana vožnja: Preskok z 2. na 3. stopnjo je s tehnološkega vidika precejšen, s človeškega vidika pa nezna- ten ali celo zanemarljiv.

Vozila na ravni 3 imajo zmožnosti „zaznavanja okolja“ in lahko sama sprejemajo premišljene odločitve, kot je na primer pospe- ševanje mimo počasi vozečega vozila. Še vedno pa jih mora upravljati človek. Voznik mora ostati pozoren in pripravljen prevzeti nadzor, če sistem ne more izvesti naloge.

Pred skoraj dvema letoma je Audi (Volkswagen) napovedal, da bo naslednja generacija modela A8 - njihove vodilne limuzine - prvo serijsko vozilo stopnje 3 na svetu. In to so tudi uresničili. Audi 2019 A8L prihaja v komercialne prodajne salone to jesen. Opremljen je s sistemom Traffic Jam Pilot, ki združuje lidarski skener z naprednim združevanjem senzorjev in procesno močjo (ter vgrajenimi redundancami, če bi katera od komponent odpovedala).



Slika prikazuje stopnje avtomatizirane vožnje (vir: <https://www.ansys.com/>)

L4: Visoko avtomatizirana vožnja: Ključna razlika med avtomatizacijo 3. in 4. stopnje je v tem, da lahko vozila 4. stopnje posredujejo, če gredo stvari narobe ali pride do napake v sistemu. V tem smislu ti avtomobili v večini okoliščin ne potrebujejo človeške interakcije. Vendar ima človek še vedno možnost, da ročno prekliče delovanje.

Vozila 4. stopnje lahko delujejo v načinu samovozečega vozila. Dokler se zakonodaja in infrastruktura ne razvija, pa lahko to počnejo le na omejenem območju (običajno v urbanem okolju, kjer najvišja hitrost v povprečju doseže 30 km/h). To je znano kot geografsko omejevanje. Zato je večina obstoječih vozil četrte stopnje namenjena souporabi vozil.

L5: Polno avtomatizirana vožnja: Vozila stopnje 5 ne zahtevajo človeške pozornosti - „dinamična naloga vožnje“ je odpravljena. Avtomobili 5. stopnje ne bodo imeli niti volana ali pedal za pospeševanje/zaviranje. Ne bodo imeli geografskih ograj, lahko bodo šli kamor koli in počeli vse, kar lahko počne izkušen človeški voznik. Popolnoma avtonomni avtomobili se preizkušajo v več delih sveta, vendar še nobeden ni na voljo širši javnosti.



Ultra miniaturni stikala omogočajo zaznavanje stanja in napak za diagnostiko in varnost.

Omron Corporation

OMRON Electronic Components Europe je razširil svojo ponudbo zaprtih osnovnih stikal in dodal serijo D2EW-R, ki vsebuje vgrajene upore za zaznavanje dogodkov, kot so okvare in nedovoljeno poseganje.

Glede na napetost na D2EW-R notranjih uporih lahko sistem razlikuje med normalnim stanjem odprtega ali zaprtega stikala in odprtim ali kratkim stikom na priključkih. S pomočjo pri odkrivanju napak, kot so okvare ožičenja, okvare opreme ali

namerno povzročena škoda, lahko ta stikala razširijo diagnostično spremljanje v industrijski avtomatizaciji in izboljšajo varnostno zaščito opreme, kot so prodajni avtomati in pametni števc.



Nova serija D2EW-R, ki temelji na osnovni arhitekturi stikal D2EW podjetja OMRON, ima enake majhne dimenzije 8,3 mm x 7,0 mm x 5,3 mm in omogoča delovanje pod različnimi koti brez uporabe ročice. Te lastnosti prihranijo prostor in povečajo prilagodljivost pri oblikovanju enot za stranke, medtem ko drsna kontaktna struktura zagotavlja visoko zanesljivost in tiho delovanje. Na voljo so polarizirani pritrdilni stebrički ali pritrditev z vijaki M3, ki olajšajo namestitev v majhnih prostorih, pa tudi električni priključki za vtiskovanje, spajkani priključki in oblikovani vodniki z ravnim ali kotnim izhodom.

Poleg tega ima stikalni mehanizem zaščito IP67 in je zelo odporen na vibracije in udarce. Z vgrajenimi upori so različice D2EW-R primerne za delovanje od 5 V do 18 V v temperaturnem območju od -40 °C do 85 °C.

Serija D2EW-R je primerna rešitev za varnostne aplikacije, ki zahtevajo protivolmno funkcionalnost ali funkcionalnost protiponarejanja, kot so pametni števeci, varnostne omarice, nadzorne kamere in avtomatizirani zaklepni sistemi. Poleg tega je primerna za uporabo v sistemih avtomatizacije tovarn, ki zahtevajo zaznavanje napak in diagnostiko, vključno z industrijskimi roboti, avtonomnimi mobilnimi roboti (AMR) in avtomatiziranimi vodeni vozili (AGV).

Novi stikala se pridružujejo obsežni družini zaprtih miniaturnih stikal OMRON, ki vključuje tudi stikala z drsnim kontaktom D2AW, D2AW-R, D2GW in D2QW za delovanje z ročajem in brez ročaja ter nazivnim tokom 0,1 A. Na voljo so tudi druga stikala, kot so D2VW, D2SW in D2HW, ki lahko prenesejo večjo tokovno obremenitev.

Za več informacij obiščite:

<https://components.omron.com/eu-en/products/switches/D2EW-R>

Web:

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

LinkedIn stran:

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

<https://omron.eu>



Iztrebljevalci virusov

Najbolj priljubljeni protivirusniki v letošnjem letu!



INŽENIRING ZA NASLEDNJE DESETLETJE MOORA

Vajeni smo, da vsako leto ali dve prispejo nove in hitrejše generacije čipov vseh vrst. Takšen tempo pa zahteva vse večji trud strokovnjakov in tehnologije, ki so vse bolj zapletene.



MONITORPRO:

- Industrijska revolucija, petič
- Internet stvari(tev)

Google Pixel 10 Pro XL | Huawei Watch GT6 Pro | Virtualna osebna izkaznica | Kloniranje glasu | Lažne mobilne bazne postaje | 100 terabajtov na disk | Hitra nakazila SEPA | Si. Alarm

Monitor
www.monitor.si

Referenčni dizajn za povezane senzorje IoT baterijske pakete

Microchip Technology Inc.

Avtor: Furqan Noor, inženir za aplikacije pri Microchip Technology

NB-IoT je ključna brezžična tehnologija za zagotavljanje daljinskih in zanesljivih komunikacijskih povezav za vse vrste pametnih povezanih senzorjev.

Izzivi, povezani z namestitvijo teh senzorjev na različnih lokacijah, ob zagotavljanju zanesljivih podatkovnih povezav za daljša časovna obdobja, so pripeljali do izbire večjih in dragih nepolnilnih baterijskih paketov za napajanje teh NB-IoT sistemov. To je povzročilo višje stroške tako za sistem kot za zamenjavo baterijskih paketov, skupaj z večjo celotno sistemsko rešitvijo, ki ni primerna za trendovske kompaktne aplikacije z omejenim prostorom. Ti sistemi pogosto temeljijo na nepolnilnih litij-tionilkloridnih baterijskih paketih. Ti paketi morajo na oddaljenih lokacijah delovati čim dlje, brez servisa ali zamenjave, da se zagotovi zanesljiva in trajna rešitev omrežja IoT.

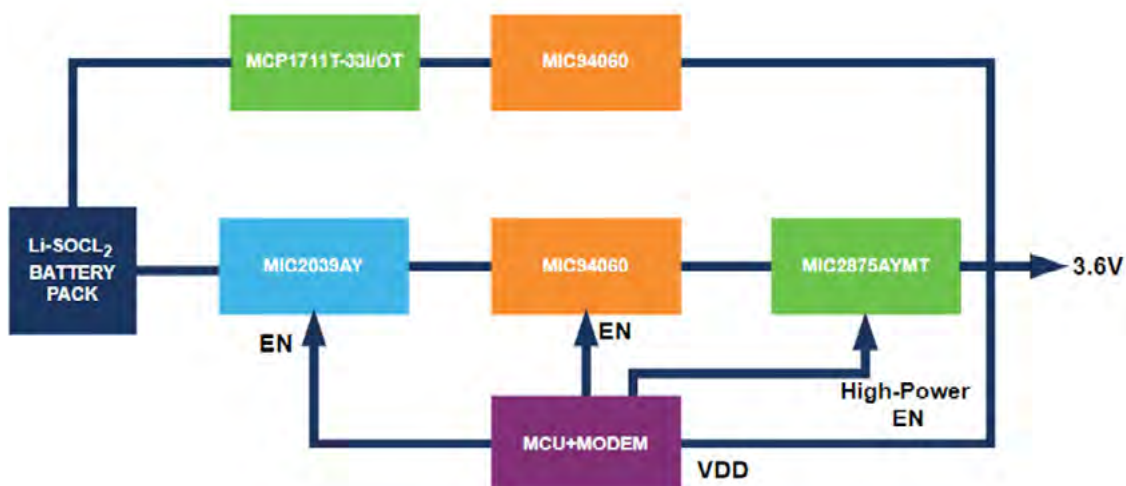
To se zgodi, ker je potreben večji baterijski paket, da se izpolni zahteva po največjem toku v fazi prenosa brezžične povezave NB-IoT. Višji tokovni impulz zahteva baterijski paket in sis-

tem superkondenzatorjev (supercap), da se zagotovi največji tok za brezžični prenos. Izbrana kapacitivna vrednost tega superkondenzatorja je pogosto prekomerno določena zaradi notranjih izgub toka, povezanih s konstrukcijo superkondenzatorja in nihanji v delovanju pri različnih delovnih temperaturah. Skratka, tako baterijski paket kot superkondenzator sta prekomerno določena, kar vodi do večje velikosti, dražje in manj učinkovite rešitve.

Specifikacija NB-IoT deluje v licenciranem spektru na dolge razdalje z izkoriščanjem mobilnega omrežja 4G LTE. Vendar obstajata dva različna operativna modela in veliko različnih ravni moči, ki vplivajo na zasnovo napajalnega sistema in specifikacijo akumulatorskega paketa. Prvotna različica protokola NB1 zagotavlja podatke s hitrostjo 26 kbit/s za povezavo navzdol ali 66 kbit/s za povezavo navzgor na ozkem



Slika 1: Optimizirana referenčna zasnova za upravljanje porabe energije za NB-IoT za povezane senzorje



Slika 2: Blok diagram rešitve na visoki ravni, ki jo predlaga Microchip

180 kHz radijskem pasu in običajno enkrat na dan prenese podatke iz senzorja. Zaradi tega je modem 99,9 % časa v mirovanju.

Najnovejši NB2 to poveča na 127 kbit/s za prenos podatkov in 159 kbit/s za pošiljanje podatkov ter dodaja nov močnost razred s 14 dBm prenosno močjo za povezave pametnih senzorjev z večjim dosegom. To pomeni porabo toka 155 mA v najnovejših moduli NB-IoT, kjer je največji tok običajno 275 mA.

Optimizirana referenčna zasnova napajalne sheme podjetja Microchip ustvarja zanesljivo, učinkovito in cenovno dostopno napajalno rešitev za sisteme NB-IoT, kot so industrijski senzorji, pametne kmetije in pametni števeci. Ta zasnova bistveno zmanjša velikost superkondenzatorja, s čimer se zmanjša potrebno število baterijskih paketov za katero koli napajalno rešitev NB IoT. To zmanjša porabo energije in velikost celotne rešitve NB IoT, npr. aplikacij za pametne domove ali pametne števec.

Ta referenčni dizajn zmanjša velikost superkondenzatorja za oba načina prenosa za faktor 20, kar omogoča manjši akumulator z daljšo življenjsko dobo pred zamenjavo in večjo zanesljivostjo. To je pomembno tudi za druge aplikacije na dolge razdalje, ki uporabljajo NB-IoT, kot so sledenje sredstev ali pametno kmetijstvo.

Ključ do referenčnega modela so ločene poti za visoko in nizko moč, skupaj s programirljivim stikalom obremenitve. To nadzira 16-bitni mikrokontroler, ki lahko preklopi iz nizkoenergetskega načina mirovanja v visokoenergetski način za prenos.

V načinu globokega spanja ali poslušanja je pot visoke moči onemogočena, aktiviran pa je tokokrog z nizko porabo ener-

gije, ki temelji na regulatorju z nizkim padcem napetosti (LDO) in visokostranskem stikalu za napajanje. To pomaga podaljšati življenjsko dobo akumulatorja in splošno učinkovitost sistema.

Da bi zagotovili potrebni vršni tok v načinu visoke moči, ta zasnova uporablja nizkocenovni natančen linearni vir toka MIC2039 za predhodno polnjenje superkondenzatorja tik pred fazo prenosa visoke moči. To odpravlja potrebo po posebnem orodju za predhodno polnjenje superkondenzatorja, kar omogoča učinkovitejše proizvodne procese in prihrani stroške za s tem povezano vzdrževanje. Uporaba tega natančnega vira toka za polnjenje superkondenzatorja 470 mF omogoča deterministični čas polnjenja ali čas obnovitve polnjenja, ki se hitreje približuje napetosti akumulatorja kot zasnova z uporom in kondenzatorjem (RC).

MIC2039 ima nastavljivo omejitev izhodnega toka, ki je programirljiva z uporom od 0,2 A do 2,5 A, ter funkcijo kickstart, ki omogoča trenutne visoke tokove do sekundarne omejitve toka med zagonom ali med delovanjem v stabilnem stanju. To je koristno za polnjenje obremenitev z visokimi zagonskimi tokovi, kot so kondenzatorji za fazo prenosa povezave NB-IoT, in pomaga optimizirati velikost superkondenzatorja.

Ta novi sistem napajanja poti visoke moči, uporablja baterijski paket, ki superkondenzator napolni do napetosti, ki je blizu napetosti baterijskega paketa (okoli 3,6 V). Superkondenzator kompenzira padce napetosti in omejitve toka baterijskega paketa. Superkondenzator napaja sinhroni boost pretvornik MIC2875, ki deluje bodisi v premostitvenem bodisi v boost načinu, odvisno od napetosti superkondenzatorja. Sinhroni boost pretvornik 2 MHz regulira izhodno napetost visoke moči s stikalom 4,8 A in ima dvosmerno funkcijo odklopa obremenitve, ki preprečuje kakršenkoli uhajanje toka med vhodom in

Part Number	Product Type	Description
PIC16F1769	16 bit PIC® Microcontroller	14/20-pin, Up to 14KB, Up to 1K RAM, Op amps, ZCD
MIC2039	Programmable 0.2A - 2.5A High Accuracy High-Side Current Limit Power Switch	ADJ, High-Side, Power Distribution Switch
MIC94060	High-side Load Switch 2A, 77mΩ	Loadswitch w/level-shift
MCP1711	150 mA Ultra-Low Iq, Capless LDO Regulator	150 mA Ultra-Low Quiescent Current, Capless LDO Regulator
MIC2875	2MHz 4.8A Isw Synchronous Boost Regulator	Ultrasonic Synchronous Boost Regulator
MCP6444	450 nA, 9 kHz Op Amp	MCP6444 is a 9 kHz Op Amp with typical supply current of 450nA and operates from 1.4V to 6.0V. This quad Op Amp is available in SOIC and TSSOP package
MCP6549	Open-Drain Output Sub-Microamp Comparators	600nA, 4uS, Quad Channel Open-Drain Comparator

Slika 3: Seznam komponent za referenčni design

izhodom, ko je naprava izklopljena. Ta DC-DC boost pretvornik omogoča 100-odstotno izkoriščenost zmogljivosti baterije, kar dodatno podaljšuje življenjsko dobo baterijskega paketa ali omogoča uporabo manjšega paketa. Funkcija boost omogoča delovanje naprave tudi takrat, ko je baterija izpraznjena pod svojo nazivno napetost. To preprečuje tudi preobremenitev baterijskega paketa, hkrati pa zagotavlja najhitrejše in najnatančnejše polnjenje. Stikalo za odklop bremena odklopi superkondenzator od baterijskega paketa, da se zmanjša slepi tok, ko visoka moč ni potrebna.

Pomembna je tudi izbira kemijske sestave baterijskega paketa. V zasnovi so uporabljene primarne celice LiSOC12 (litij-tionil klorid), saj ponujajo najboljši kompromis med ceno, velikostjo in zahtevano zmogljivostjo, zlasti z izjemno nizkim tokom samopraznjenja.

Te so na voljo v oblikah AA in AAA, odvisno od zahtev glede življenjske dobe zasnove. Napetost na superkondenzatorju lahko variira od 2,5 V do 3,65 V, da podpira potrebe po energiji različnih nalog, superkondenzator pa se lahko odklopi od aplikacije z onemogočenjem stikala obremenitve. Boost pretvornik deluje samodejno v premostitvenem načinu, ko je vhodna napetost večja od ciljne izhodne napetosti. Pri majhnih obremenitvah boost pretvornik preide v PFM način, da izboljša učinkovitost. DC-DC pretvornik ima tudi vgrajeno stikalo proti zvonjenju, ki zmanjšuje elektromagnetne motnje, kar je pomembno za zasnove merilnikov z brezžičnimi povezavami.

Preverjeni referenčni dizajn napajalnega sistema za nepolnilne baterije, ki ga je razvil Microchip, združuje cenovno ugoden 16-bitni mikrokontroler z visokozmogljivo potjo za polnjenje superkondenzatorja za RF prenos in nizko zmogljivo potjo za načina mirovanja in poslušanja. Programabilno stikalo nadzira prehod med obema potema.

To omogoča, da je superkondenzator 20-krat manjši od drugih modelov, prav tako pa se lahko uporabi relativno manjši akumulator. Uporaba primarnih litij-tionilovih celic ponuja tudi najboljši kompromis med ceno, velikostjo in zmogljivostjo.

Ta kombinacija akumulatorja, superkondenzatorja in upravljanja z energijo izboljša zanesljivost pametnih senzorskih omrežij in podaljša čas, potreben za zamenjavo akumulatorjev, s čimer se zmanjšajo stroški za dobavitelje opreme in operaterje.

Vir:

- <https://www.microchip.com/en-us/tools-resources/reference-designs/narrowband-iot-reference-design>

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>



Elektromagnetna združljivost

Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko

Avtor: Izr. prof. dr. Marko Jankovec

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

Po počitnicah na začetku novega šolskega leta učitelji ponavadi radi potipajo, če se učenci še kaj spomnijo lanske snovi preden zastavijo na novo.

In, da ne boste preveč v zadregi, naredimo na hitro ponovitev vsega, kar smo si do sedaj pogledali, za vsak do sedaj objavljene prispevek po en najbolj pomemben stavek:

- *Elektromagnetna združljivost je eden od potrebnih pogojev, da lahko elektroniko prodajamo na prostem trgu kjerkoli po svetu, česar pa nepoštena poslovna praksa z daljnega vzhoda največkrat ne upošteva.*
- *Najbolje je, da jo imamo v mislih že od začetka načrtovanja naprave, pri čemer se je potrebno držati vrste standardov, ki se ukvarjajo s prevodnimi in sevalnimi emisijami kot tudi odpornostjo naprav nanje.*
- *Najučinkovitejše dosežemo EMC tako, da se je lotimo pri izvorih, ki so hitre spremembe napetosti in tokov v vezjih in povezavah, kjer lahko le s pravilno identifikacijo izvora težave uporabimo tudi pravo zdravilo.*
- *Poleg izvora motnje je pomembna tudi pot širjenja motnje prek skupnih kapacitivnosti in induktivnosti, ki jih dobri načrtovalci naprav znajo identificirati v obliki prevodnih površin in tokovnih zank in zmanjšati na minimum.*
- *Druga polovica zgodbe so sofazne motnje, na katere pri načrtovanju zaradi kompleksnejšega mehanizma dostikrat pozabimo in zato velikokrat predstavljajo trši oreh za streti.*

Zanimivo a ne, da se da povzeti bistvo petih člankov v petih stavkih, kar bi nekemu mlademu in splošno iznajdljivemu študentu lahko generiral tudi GPT in bi on le ponovil naučeno na ustnem izpitu. A brez večletne prakse in poglobljenega študija bi bil kljub pozitivni šestici ravno tako neuporaben inženir kot prej. A to ne paše v ta prispevek. Gremo naprej!

Poznamo torej štiri glavne izvore elektromagnetnih motenj in sicer:

- **tokovno generirane diferencialne** motnje, ki jih generirajo zanke s hitrimi tokovnimi spremembami
- **napetostno generirane diferencialne** motnje, ki jih generirajo površine s hitrimi napetostnimi spremembami in se sklapljajo prek kapacitivnosti nazaj na vezje
- **tokovno generirane sofazne** motnje, ki jih generirajo hitro spreminjajoči tokovi po masi, kar povzroča hitre napetostne razlike med različnimi točkami vezja, ki se lahko nadalje širijo v kabelske povezave
- **napetostno generirane sofazne** motnje, ki jih generirajo hitro spreminjajoče napetosti, ki se sklapljajo prek roba tiskanine na okolico

Ko s pravilnim načrtovanjem vezja z upoštevanjem vseh v zadnjih dveh prispevkih razloženih ukrepov ob omejitvah

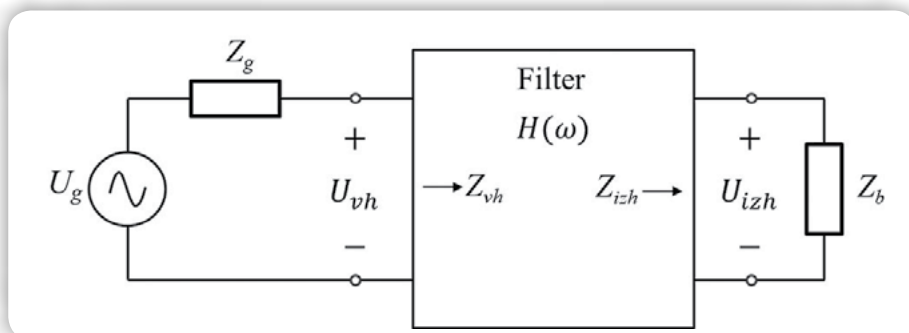
s strani načrtovalca ohišja, konektorjev in kablov naprave do tipa in velikosti komponent, da ne govorimo o omejitvah dobavljivosti in cene, se moramo na koncu še vedno pokoriti teoriji osnov elektrotehnike. Če želimo, da naprava deluje glede na specifikacije, so napetosti in tokovi, četudi najbolj optimalni, še vedno prisotni. Torej, elektromagnetne motnje so in če so te prevelike, moramo uporabiti dodatne ukrepe, kot so oklapljanje, blokiranje in filtriranje motenj. In kar takoj so se pojavile tri ideje za tri nove prispevke. Tokrat si pogledjmo tehnike filtriranja.

Filtriranje v svetu EMC je metoda, s katero želimo zmanjšati visokofrekvenčne komponente signala v nekem delu vezja, za kar se prvenstveno uporabljajo nizkofrekvenčni prepustni filtri. To lahko dosežemo z dvema mehanizmoma in sicer:

- *Visokofrekvenčni signal s filtrom zadržimo v čim manjšem področju vezja pri izvoru signala tako, da se ne more širiti ven in tako manj učinkovito seva v okolico. Z drugimi besedami, zmanjšamo mu velikost antene. Pri tem filter deluje kot bariera, ki odbije visokofrekvenčni signal nazaj proti izvoru.*
- *Visokofrekvenčni signal s filtrom zadušimo tako, da njegovo energijo pretvorimo v toploto, ki nas seveda ne moti, dokler temperatura ostane znotraj varnega območja.*

Ker motnje grobo ločimo na sofazne in diferencialne, poznamo tudi sofazne in diferencialne filtre. A najprej si oglejmo najosnovnejši parameter filtra, to je vstavitveno dušenje IL (ang. Insertion loss). Definirano je kot razmerje med dušenjem signala brez filtra $S_{brez}(\omega)$ in dušenjem signala pri vstavljenem filtrom $S_{flt}(\omega)$. Izraža se v decibelih, zato je v enačbi dodana še logaritmična pretvorba:

Vstavitveno dušenje $IL(\omega)$ je mera, za koliko vstavev filtra izboljša razmere v vezju in je seveda močno frekvenčno odvisno. Odvisno pa je tudi od impedančnih razmer v vezju pred vstavitvijo filtra, zato $IL(\omega)$ nikoli ni podatek filtra



Slika 1: Filter kot četveropol, vstavljen v vezje, kjer je na levi strani vir motnje, na desni pa žrtev. Obe strani sta modelirani kot frekvenčno odvisni impedanci.

samega, temveč je vedno podano glede na impedanco leve in desne strani vezja, kamor vstavimo filter. Proizvajalci filtrskih elementov zato podajajo le nekaj vrednosti IL pri par izbranih frekvencah glede na neke tipične impedance, ki se pojavljajo v najpogostejših aplikacijah. Ti podatki lahko služijo za okvirno določitev učinkovitosti dušilnega elementa v nekih razmerah. Za bolj natančno določitev je potrebno upoštevati dejanske razmere v vezju. Zato si pogledjmo splošni primer na sliki 1, kjer filter kot četverpol s prevajalno funkcijo $H(\omega)$ vstavimo v vezje in s tem razdelimo vezje na dva dela. Levi del na sliki predstavlja izvor motnje U_g z nadomestno impedanco izvora Z_g , medtem ko desni del predstavlja žrtev - breme z nadomestno impedanco Z_b .

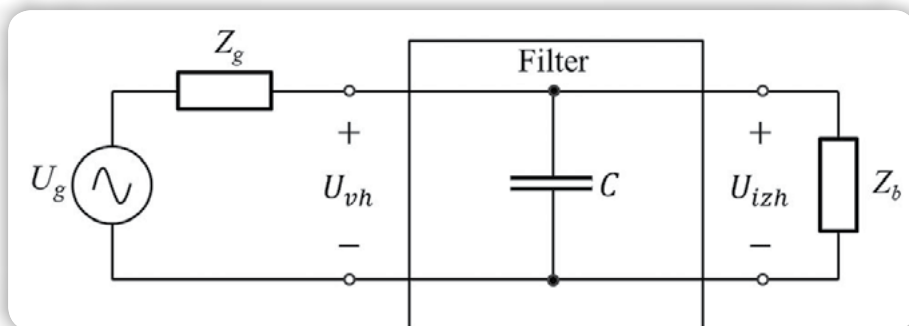
Za določitev vstavitvenega dušenja je potrebno najprej določiti dušenje motnje brez filtra, kar lahko ob poznanih impedancah enostavno določimo z upoštevanjem impedančnega delilnika, pri čemer je $U_{vh} = U_{izh}$, saj četverpola - filtra ni.

$$S_{brez}(\omega) = \frac{U_g}{U_{izh}} = \frac{Z_g + Z_b}{Z_b}$$

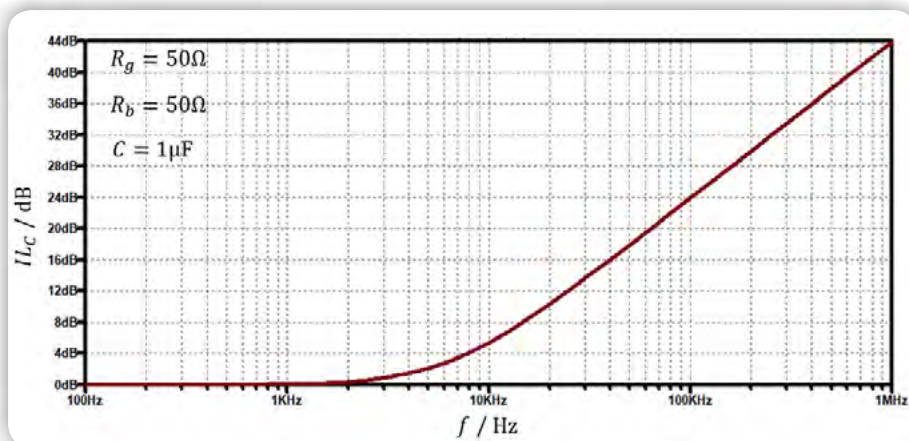
Vidimo lahko, da bo dušenje signala generatorja veliko pri visoki impedanci generatorja Z_g in nizki impedanci bremena - žrtve Z_b . Ko pa vstavimo med njiju filter, le ta spremeni razmere v vezju s svojo vhodno in izhodno impedanco. In tako dobimo dva impedančna delilnika, ki določita vhodno napetost filtra U_{vh} in prek prevajalne funkcije filtra $H(\omega)$ tudi izhodno napetost U_{izh} , ki je napetost na bremenu - žrtvi Z_b .

Poglejmo si en primer najenostavnejšega filtra, ki ga sestavlja zgolj en kondenzator C . Ta je vezan vzporedno z impedanco bremena - žrtve Z_b , ki v kombinaciji z impedanco izvora Z_g predstavlja nizkofrekvenčno-prepustni filter. Vsakemu študent prvega letnika, ki je poslušal Osnove elektrotehnike II je hitro jasno, da je dušenje novega vezja lahko izračuna kot:

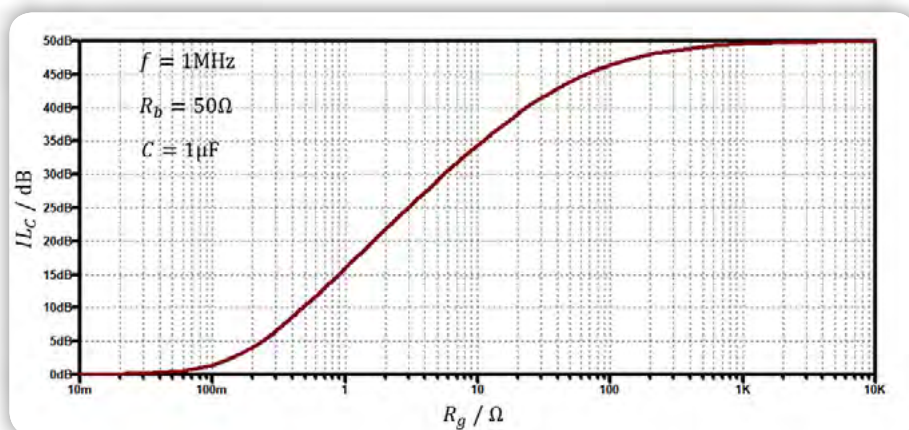
$$S_{filtr}(\omega) = \frac{Z_g + Z_b \parallel \frac{1}{j\omega C}}{Z_b \parallel \frac{1}{j\omega C}} = 1 + Z_g \left(\frac{1}{Z_b} + j\omega C \right)$$



Slika 2: Enostaven filter, ki je sestavljen iz enega idealnega kondenzatorja.



Slika 3: Frekvenčno odvisno vstavitveno dušenje (IL) kondenzatorja $C=1\mu F$ v 50 ohmskem sistemu..



Slika 4: Vstavitveno dušenje (IL) kondenzatorja $C=1\mu F$ glede na upornost izvora motnje pri frekvenci 1 MHz..

Če izraz vstavimo v osnovno enačbo za dobimo vstavitveno dušenje kondenzatorja:

$$IL_C(\omega) = 20 \log \left(1 + j\omega C \frac{Z_b Z_g}{Z_g + Z_b} \right)$$

Hitro lahko vidimo, da je vstavitveno dušenje poleg impedance kondenzatorja $Z_C = 1/j\omega C$ odvisno tudi od obeh okoliških impedanc. Če zaradi enostavnosti privzamemo, da sta impedanci

realni ($Z_g = R_g$ in $Z_b = R_b$), IL_c seveda narašča s frekvenco s strmino 20 dB/dekado v področju, kjer je celoten izraz v oklepaju veliko večji od 1. To je za primer kondenzatorja s kapacitivnostjo $1\mu F$ v standardnem 50 ohmskem sistemu ($R_g = R_b = 50\Omega$) kar kaže slika 3. A četudi se nahajamo v frekvenčnem območju, kjer bi pričakovali visoko vstavitveno dušenje IL_c , to velja le, kadar je $R_g \gg R_b$. V nasprotnem primeru, ko je $R_g \ll R_b$, je vstavitveno dušenje lahko tudi zanemarljivo majhno in se približa 0 dB, kar lepo prikazuje slika 4. Če poenostavimo: lahko se vam zgodi, da vstavitve kondenzatorja ne bo imela nobenega učinka.

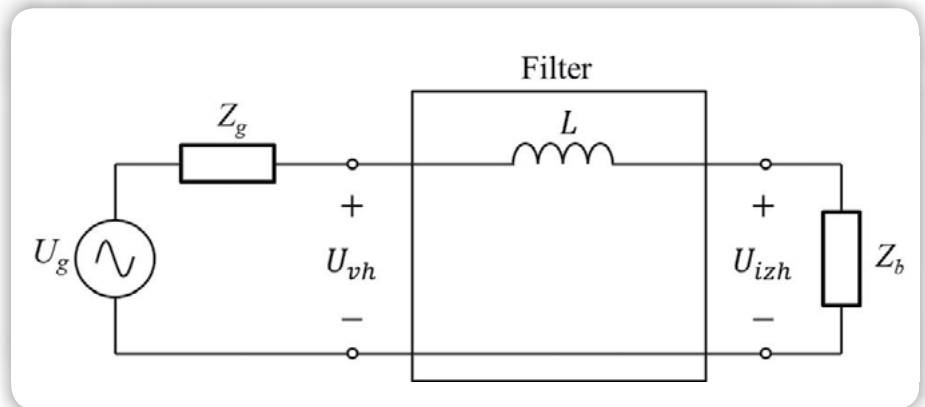
Kaj pa, če namesto kondenzatorja vstavimo tuljavo? Da bi dosegli funkcionalnost nizkofrekvenčnega prepustnega filtra, jo moramo povezati zaporedno, kot kaže slika 5.

S tako vezavo dobimo podoben potek vstavitvenega dušenja IL_L , kot s kondenzatorjem, kar je razvidno tudi iz enačbe, ki si jo lahko podobno kot v primeru kondenzatorja, izpeljete sami:

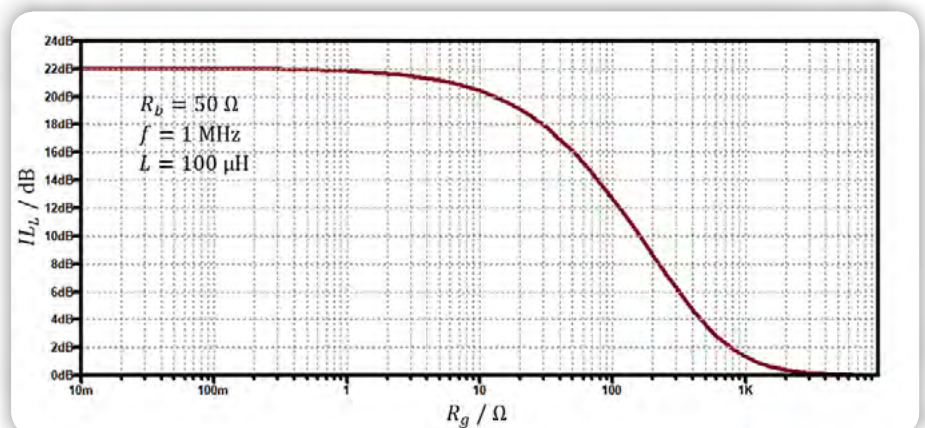
$$IL_L = 20 \log \left(1 + \frac{j\omega L}{Z_g + Z_b} \right)$$

Ko pogledamo odvisnost IL_L od impedanice (upornosti) izvora motnje R_g , je potek obraten kot pri kondenzatorju. Vstavitveno dušenje je veliko, če velja $\omega L \gg Z_g + Z_b$, kar se ponavlja zgodi z višanjem frekvence. A tudi pri visokih frekvencah je lahko IL_L minimalno, če sta ena ali obe impedanci visoki. To se iz slike 6 lepo vidi, ko IL_L pade proti 0 dB, ko povečujemo serijsko upornost vira motnje R_g .

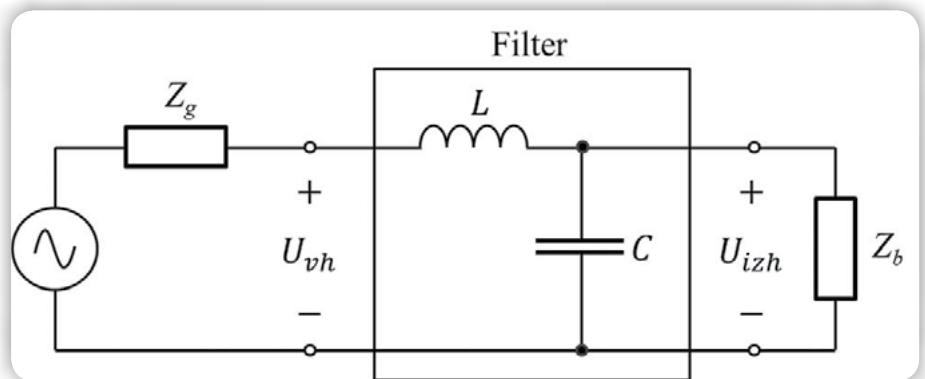
Kaj se lahko naučimo iz teh dveh primerov? Obe osnovni izvedbi filtrov uporabljata v teoriji brezizgubne elemente. To pomeni, da delujeta na principu odboja energije proti izvoru motnje saj motnje ne moreta pretvoriti v toploto. Iz teorije o maksimalnem prenosu moči s filtrskim elementom skušamo slediti najslabšemu prenosu motnje iz izvora proti bremenu - žrtvi v želenem frekvenčnem področju s tem, da iščemo impedančno neprilagoditev. To pa dosežemo takrat, ko v frekvenčnem področju motnje izberemo glede na impedanco vira in bremena - žrtve najbolj neusklajeno impedanco filtrskega elementa. Ker se najbolj neugodne motnje običajno pojavljajo pri višjih frekvencah, tam obravnavamo kondenzator kot nizko-impedančen, tuljavo pa kot visoko-impedančen element. Zato v



Slika 5: Enostaven filter, ki je sestavljen iz ene idealne tuljave.



Slika 6: Vstavitveno dušenje (IL) tuljave $L=100\mu H$ glede na upornost izvora motnje pri frekvenci 1 MHz.

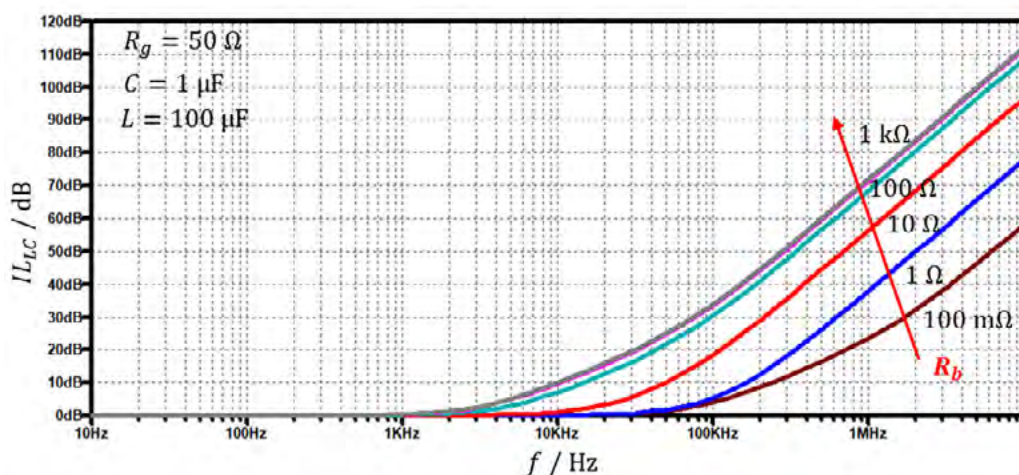


Slika 7: Enostaven LC filter, ki je sestavljen iz serijsko vezane tuljave in paralelno vezanega kondenzatorja.

primeru nizke impedance (upornosti) vira motnje uporabimo tuljavo, v primeru visoke pa kondenzator, kar lepo kažeta sliki 4 in 6.

Zaključimo za prispevek z LC filtrom, ki je osnovna kombinacija obeh filtrskih elementov, prikazan na sliki 7.

Tak filter daje dvakratno strmino poteka vstavitvenega dušenja glede na posamezen element, ki raste kar s 40 dB/dekado, kot kaže slika 8 za klasični 50 ohmski sistem.



Slika 8: Frekvenčno odvisno vstavitveno dušenje LC filtra v 50 ohmskem sistemu pri različnih upornostih bremena - žrtve.

Prikazano je tudi, kako se pri visokih frekvencah, kjer filter deluje, vstavitveno dušenje filtra z večanjem bremenske upornosti R_b močno povečuje, saj je na izhodu filtra kondenzator z nizko impedanco v tem frekvenčnem področju.

Pri katerih impedancah vira in bremena je ta LC filter torej najbolj učinkovit? Če sledimo receptu o neprilagojenosti, potem je največja IL_{LC} v primeru, ko imamo nizko impedanco vira motnje R_g (visoka vhodna impedanca tuljave) in visoko impedanco bremena - žrtve R_b (nizka izhodna impedanca kondenzatorja), kar lepo prikazuje slika 9.

Opazimo pa lahko tudi, da pri visokih vrednostih R_b dobimo pri visokih R_g še boljši rezultat. Vzrok je v tem, da ima tuljava pri frekvenci 1 MHz impedanco enako 628 Ω, kar pomeni, da se pri upornostih vira nad 1 kΩ spet pojavi vhodna neprilagojenost. To seveda velja le za to frekvenčno območje, pri višjih frekvencah pa se tudi ta meja dvigne.

Tokrat smo bili malo daljši, a upam, da tudi dovolj praktični in lahko tole sago o filtrih zaključimo z enim lepim sistematičnim

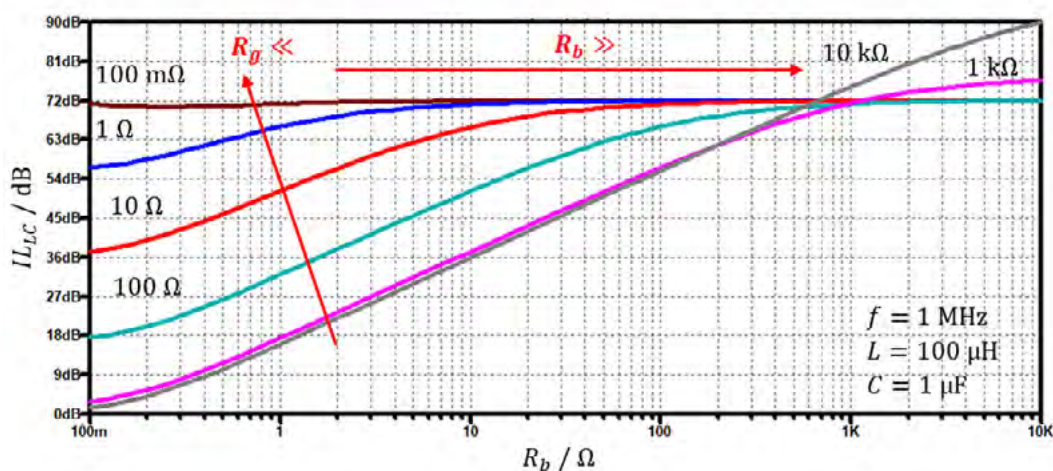
prikazom osnovnih pravil izbire ustreznega filtra, ki se glasi takole:

- Za ustrezno izbiro filtra moramo poznati impedance vezja v frekvenčnem področju, ki ga želimo filtrirati.
- Kondenzator ima pri visokih frekvencah nizko impedanco, tuljava visoko.
- Če je impedanca izvora motnje visoka, začnemo s kondenzatorjem, sicer s tuljavo.
- Če je impedanca bremena - žrtve nizka, končamo filter s tuljavo, sicer s kondenzatorjem.

Toliko o pravilu na palec glede izbora filtrov, s pomočjo katerega se odločimo za enega izmed naslednjih osnovnih tipov filtrov: L , C , LC , CL , LCL in CLC . Če bi bil svet tako enostaven, bi zgoraj napisano zapečatilo vse debele knjige in simulacijske programe za vedno. A žal je realnost še mnogo kompleksnejša. Še dobro, kajti kdo bi sicer potreboval inženirje elektrotehnike, če bi bilo vse tako enostavno? A o tem in še več v naslednjih prispevkih, ki sledijo.



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



Slika 9: Vstavitveno dušenje (IL) LC filtra glede na upornost izvora motnje in bremena - žrtve pri frekvenci 1 MHz.

Dan slovenske elektroindustrije 2025

Gospodarska zbornica Slovenije
Avtor: GZS

Ključne so inovacije in pravi kadri



Inovacije so ključne za preboj na globalne trge, a brez usposobljenega in motiviranega kadra razvoj ni mogoč, so se strinjali udeleženci Dneva slovenske elektroindustrije. Posebej so izpostavili nujnost privabljanja mladih v tehnične poklice ter ustvarjanje ustreznih konkurenčnih poslovnih pogojev. Dan slovenske industrije v organizaciji GZS – Zbornice elektroindustrije je poudaril pomen strateškega povezovanja in inovacij

kot nujnega odgovora na globalne tržne pritiske, regulativne spremembe v EU ter izzive pri pridobivanju in razvoju kadrov.

»Slovenska elektroindustrija je eden izmed ključnih nosilcev tehnološkega napredka in izvozne konkurenčnosti. V času, ko globalni trgi postavljajo visoke zahteve, lahko panoga elektroindustrije svojo prednost gradi na inovacijah in talentiranem

kadru,« je uvodoma izpostavila generalna direktorica Gospodarske zbornice Slovenije (GZS) Vesna Nahtigal. Ob tem je dodala, da predstavljajo ljudje – inženirji, raziskovalci, strokovnjaki – strateški kapital, ki ga je potrebno ohranjati in razvijati z vlaganjem v izobraževanje, pri čemer pa ne smemo pozabiti na promocijo tehničnih poklicev. »S povezovanjem industrije, raziskovalnih ustanov in države lahko elektroindustrija ne le premaga tržne pritiske in izzive, temveč jih pretvori v priložnost za še večjo mednarodno prepoznavnost ter konkurenčno prednost,« je sklenila.

Slovenska elektroindustrija je leto 2024 zaključila z odličnimi rezultati: prihodki so zrasli za 7,6 %, EBITDA za 9,3 %, dodana vrednost na zaposlenega pa za 8 %. »Če pogledamo panogo z višje





tujih trgov pomeni soočenje s tremi ključnimi izzivi prihodnosti: pomanjkanjem kadrov, potrebo po večji produktivnosti ter naraščajočimi regulativnimi zahtevami. Z vlaganjem v znanje in inovacije lahko postanemo vodilna sila zelene in digitalne preobrazbe v Evropi.«

V osrednjem predavanju je dr. Ulrich Adam, generalni direktor evropskega združenja Orgalim, naslovil pomen zmanjšanja regulativnega bremena EU za evropsko tehnološko industrijo. Kot pravi, je evropska industrijska konkurenčnost pod pritiskom geopolitičnih tveganj, motenj v dobavnih verigah in visokih cen energije. Potrebujemo zakonodajo, ki podpira gospodarsko rast in inovativnost in bo Evropi pomagala ponovno pridobiti industrijsko moč. Med predlogi v smeri

perspektive, hitro ugotovimo, da sta za prihodnost ključni dve temi – inoviranje in internacionalizacija,« je poudaril predsednik Zbornice elektroindustrije dr. Miha Bobič iz podjetja Danfoss Trata. Po njegovih besedah bo dolgoročna konkurenčnost odvisna od vlaganj v znanje, tesnejšega sodelovanja univerz z gospodarstvom ter zunanjepolitične podpore pri širjenju na tuje trge.

Andreja Hlišč, direktorica Zbornice elektroindustrije, še dodaja: »Globalna vpetost naše panoge, s 85-procentno prodajo na

večje okoljske trajnosti je med drugim izpostavil umik mehanizma za ogljično prilagoditev na mejah (CBAM), poenostavitev obveznosti iz direktiv CSRD/CS3D v zvezi s taksonomijo, poenostavitev določil glede odpadkov ter odpravo dvojne regulacije v kemijski regulativi. Zavzel se je za pohitritev evropske harmonizacije standardov, odpravo dvojnega poročanja na področju kibernetске varnosti in ovir za mednarodne tokove podatkov ter nedoslednosti na področju zakonodaje o umetni inteligenci. Dodal je, da »Orgalimov 10-točkovni akcijski načrt ponuja konkretne rešitve za bolj učinkovito in usklajeno EU regulativo.«





Na okrogli mizi z naslovom Kako ostati v igri: Elektroindustrija med inovacijami, talenti in pritiski trga so govorci razpravljali o tem, kako ohraniti konkurenčnost slovenske elektroindustrije v hitro spreminjajočem se okolju. Svoje videnje so predstavili mag. Sintija Križnič (Elpro Križnič), Janez Gostiša (Kolektor Etra) in Inženirka leta 2024 Rebeka Kropivšek Leskovar (Interblock).

Kot je povedala mag. Sintija Križnič, njihovo podjetje konkurenčnost gradi s kakovostnimi produkti in storitvami, pa tudi z jasno trajnostno strategijo in iskanjem partnerstev. Prav strateško sodelovanje je označila kot ključnega pomena. Izpostavila je, da družinsko podjetništvo prinaša določene posebnosti, saj je usklajevanje zasebnega in poslovnega življenja posebej zahtevno. »Če želiš, da je družinsko podjetje več generacij uspešno, moraš vizijo za prihodnost postaviti že, ko se otrok rodi. Je pa druga zgodba, če bo tej viziji tudi sledil,« je komentirala. Podjetje se zaveda svoje vloge v elektroindustriji, ki je eden najmočnejših segmentov družbe, saj brez elektrike ni življenja. Poudarjajo lasten razvoj in odgovornost do preteklih ter prihodnjih generacij ter ostajajo odprti za sodelovanje in dialog. Posebno pozornost namenjajo razvoju notranjega podjetništva in spodbujanju občutka odgovornosti pri zaposlenih. Uspeh vidijo kot tek na dolge proge, ki zahteva stalna vlaganja v znanje in trajnost. Križnič je še izpostavila, da je vrednota znanja pri nas premalo poudarjena. V prihodnost zrejo preko zelenega prehoda.

Po besedah Janeza Gostiše je bilo poslovanje v zadnjih letih zaznamovano z inovativnostjo, največ prebojev pa so dosegli na področju prodaje. Kljub dvema zahtevnima obdobjema so izšli kot relativni zmagovalci v primerjavi s tekmeci. Povpraševanje na trgu presega njihove proizvodne zmogljivosti, kar povzroča izzive na nabavni strani, medtem ko so na prodajnem področju dosegli zelo dobre rezultate. Ključ do uspeha je bila

gradnja močne blagovne znamke. Izpostavil je, da se je smiselno usmerjati v produkte višje v dobavni verigi, saj ima Slovenija dovolj kakovostnih podjetij in tehničnega znanja za tak razvoj. Velik poudarek dajejo kadrom – mlajšim generacijam želijo ponuditi prostor in jim omogočiti, da s svojimi pogledi sooblikujejo razvoj podjetja. »Privlačnost panoge za kader danes je stabilnost,« je bil jasen. Posebno pozornost namenjajo vodstvenim kompetencam predvsem v srednjem menedžmentu in sodelovanju z izobraževalnimi ustanovami. Prepričani so, da bo prav znanje odločilni dejavnik prihodnje konkurenčnosti: kdor ga bo imel, bo delal za zahtevne kupce, drugi bodo izpadli.

Rebeka Kropivšek Leskovar je izrazila zadovoljstvo, da je imela priložnost del akademskega načina dela prenesti v industrijo – da si je treba vzeti tudi čas za razmislek, ali je določeno delo sploh smiselno, ne pa zgolj slediti konkurenci in pritiskom trga. Tak pristop po njenem mnenju prinaša višjo kakovost produktov in rešitev. Pri medgeneracijskih izzivih pa je ključna sistemska prilagoditev. Svet se hitro spreminja, spremembe pa prinašajo tudi inovacije in prostor, kjer mladi lahko ustvarjajo in se počutijo varne. Opozorila je tudi na pomen regulative: ne gre le za njeno zmanjševanje, temveč za pametno in smiselno ureditev, pri ustvarjanju katere morajo aktivno sodelovati strokovnjaki iz industrije. Dodaja še, da je spodbujanje mladih v inženirske poklice njena strast in poslanstvo, in to bi se moralo dogajati tudi na nivoju države. Dan slovenske elektroindustrije se je zaključil z otvoritvijo razstave »Inovativna elektroindustrija« in predstavitvijo podjetij Iskraemeco in Danfoss Trata – njuni inovaciji sta na regionalnem izboru prejeli zlati priznanji in bosta kandidirali za priznanja za najboljše inovacije na nacionalni ravni, ki bodo podeljena na Dnevu inovativnosti 16. septembra.

https://www.gzs.si/zbornica_elektroindustrije



Kondenzatorji so ključni sestavni deli načrtovanja telekomunikacijske infrastrukture 5G

DigiKey
 Avtor: Rolf Horn

Že pred začetkom uvajanja leta 2018 so komunikacijski protokoli mobilne radijske frekvence (RF) 5. generacije (5G) obljubljali izboljšave v velikem obsegu na področju pošiljanja in prejemanja podatkov s strani posameznih uporabnikov, industrijskih strojev in strežnikov za računalništvo v oblaku.

Standard 5G, ki ga je določil projekt 3rd Generation Partnership Project (3GPP) v skladu z zahtevami International Mobile Telecommunications-2020 (IMT-2020), zahteva hitrost prenosa podatkov do 10 Gbps, kar je 10- do 100-krat hitreje od prejšnjih standardov 4G. Zahteva tudi tisočkrat večjo pasovno širino na enoto površine, kar omogoča do 100-krat več naprav za povezavo na tej površini v primerjavi s protokoli 4G LTE. Hkrati vztrajajo na 99,999-odstotni razpoložljivosti omrežja in nižji porabi energije za omrežne bazne postaje in povezane naprave.

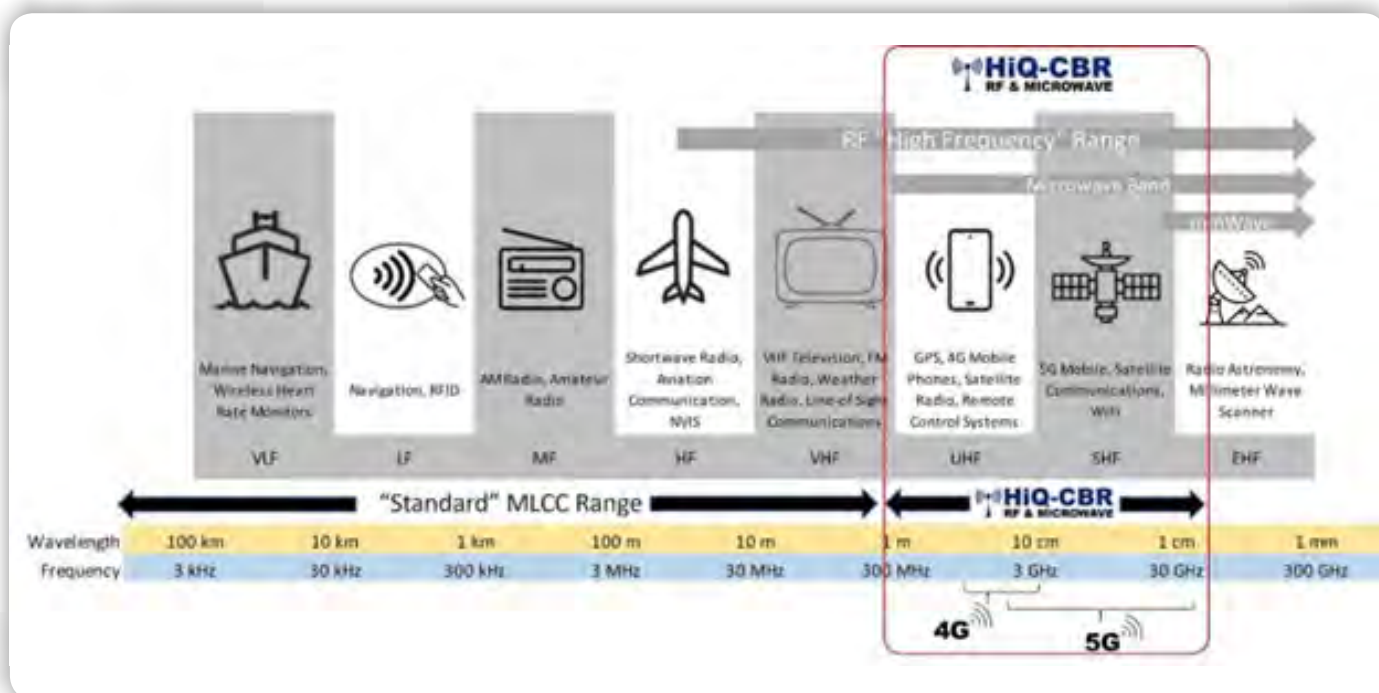
Do sredine leta 2025 je bilo po vsem svetu več kot 2,25 milijarde 5G povezav, od tega več kot 182 milijonov v Severni Ameriki. Arhitekti omrežij prehajajo na samostojno (angl. standalone: SA) opremo, ki podpira samo 5G frekvence in protokole, ponuja hitrejše hitrosti nalaganja in prenosa ter podpira napredno industrijsko internetno povezovanje stvari (IIoT) in komunika-

cijo med stroji (M2M) z latenco omrežja, ki je nižja od 1 ms.

Razvoj nove opreme za izgradnjo infrastrukture 5G je povečal povpraševanje po vseh vrstah elektronskih komponent, vključno s povsod prisotnimi kondenzatorji. V aplikacijah 5G kondenzatorji med drugim filtrirajo neželene frekvence in dušijo RF motnje, se povezujejo s tuljavami za prilagoditev anten, ločujejo napajalne vodnike za stabilizacijo napetosti in balansirajo antenske povezave. Inženirji, ki načrtujejo naprave in mobilne bazne postaje, združljive s 5G, morajo izbrati kondenzatorje, ki izpolnjujejo zahteve glede zmogljivosti, velikosti in cene za vsako aplikacijo.

Kondenzatorji za 5G antene

Antene za 5G infrastrukturo podpirajo tri pasove v višjem RF območju: nizki pas pod 2 GHz, srednji pas od 2 GHz do 6 GHz



Slika 1: MLCC se uporabljajo v celotnem spektru RF komunikacij. Inženirji morajo pazljivo izbirati kondenzatorje, da lahko prenesejo višje RF tokove, ki jih uporablja infrastruktura 5G. (Vir slike: KEMET Corporation)

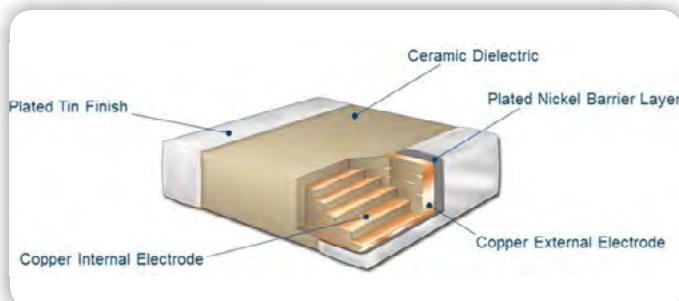
in visoki pas od 24 GHz do 100 GHz. Večplastni keramični kondenzatorji (MLCC) se v kombinaciji s tuljavami uporabljajo za izdelavo oscilatorjev, ki se lahko nastavijo na določene radijske frekvence. Kondenzatorji za infrastrukturo 5G morajo biti sposobni prenesti višje frekvence protokola (slika 1).

Ena takšnih kondenzatorskih linij je serija HiQ-CBR [1] (slika 2) proizvajalca KEMET [2]. Kondenzatorji te serije imajo kapacitivnosti od 0,1 pF do 100 pF in so zasnovani za dolgotrajno delovanje pri frekvencah od 1 MHz do 50 GHz brez pregrevanja ali izgube kapacitivnih lastnosti. Ker kondenzatorji HiQ-CBR uporabljajo dielektrik razreda I, lahko delujejo pri temperaturah od -55 °C do +125 °C s spremembami kapacitivnosti manj kot ± 30 ppm/°C. Delovanje kondenzatorja je stabilno tudi v območju enosmernih napetosti od 6,3 V do 500 V in se s časom ne stara.



Slika 2: Kondenzatorji HiQ-CBR so MLCC-ji, zasnovani za delovanje pri višjih frekvencah, ki jih uporablja infrastruktura 5G. Keramični dielektrik razreda I je kombiniran z vodniki iz navadne kovine in končnimi pokrovi iz matiranega kositra v komponentah za površinsko montažo (SMD). (Vir slike: KEMET Corporation)

HiQ-CBR kondenzatorji (slika 3) so sestavljeni iz več plasti elektrod iz osnovnega kovinskega materiala – v tem primeru bakra, ločenih in vgrajenih v keramiko. V tem primeru CaZrO_3 , dielektrik razreda I, COG. Kovinski pokrovi zagotavljajo električno povezavo z elektrodami in olajšujejo spajkanje te komponente za površinsko montažo (SMD) na tiskano vezje (PCB).



Slika 3: MLCC-ji, kot so tisti iz serije HiQ-CBR, imajo plasti notranjih elektrod, vgrajenih v keramični dielektrik s kovinskimi povezavami na končnih priključkih. (Vir slike: KEMET Corporation)

Materiali in konstrukcija kondenzatorjev HiQ-CBR jim zagotavljajo nizke izgube, kar je označeno s kakovostnim faktorjem

Q, ki je obratna vrednost faktorja disipacije (DF). HiQ-CBR kondenzatorji s kapacitivnostjo 30 pF ali več imajo Q večji ali enak 1000, ko so testirani pri 1 MHz ± 100 kHz in 1,0 $\pm 0,2$ VRMS. Za kondenzatorje v tej produktliniji z manjšo kapacitivnostjo velja $Q = 400 + 20C$, kjer je C vrednost kapacitivnosti.

Inženirji, ki razvijajo elektroniko za visokofrekvenčne RF aplikacije, iščejo tudi kondenzatorje z nizko ekvivalentno serijsko upornostjo (ESR) in nizko ekvivalentno serijsko induktivnostjo (ESL), ki prispevajo k visoki lastni resonančni frekvenci (SRF). SRF je frekvenca, pri kateri resonanca v kondenzatorju povzroči izgubo njegove kapacitivnosti in deluje kot tuljava, zato mora biti SRF precej nad delovno frekvenco. Kondenzatorji HiQ-CBR imajo SRF v razponu od 600 MHz za kondenzatorje 100 pF do 12.000 MHz za kondenzatorje 0,1 pF.

Da bi zmanjšali motnje in šum signala, lahko projektanti dodajo izdelek, kot je KEMET-ov FLEX SUPPRESSOR® za Wi-Fi pas in 5G [3]. Ta polimerno-kovinski kompozit v obliki plošče ali zvitka (slika 4) vsebuje mikronski magnetni prah, razpršen po fleksibilni polimerni podlagi, ki duši elektromagnetne valove ali resonanco, izboljša konvergenco magnetnega pretoka ali zmanjša šum, ki ga ustvarjajo elektronske naprave na frekvencah v 5G pasovih, od 3 GHz do 40 GHz.



Slika 4: FLEX SUPPRESSOR® za Wi-Fi pas in 5G je fleksibilni polimer, ki vsebuje magnetni prah v mikronskem obsegu. Uporabniki lahko liste razrežejo na želeno velikost, da zmanjšajo elektromagnetno resonanco ali spodbudijo konvergenco magnetnega pretoka. (Vir slike: KEMET Corporation)

HiQ-CBR kondenzatorji so zasnovani za spajkanje na standardna tiskana vezja s pomočjo matirane kositrne površine na njihovih končnih priključkih. Na voljo so v običajnih velikostih ohišja, vključno z 0201 (0,2 palca x 0,1 palca), 0402 (0,4 palca x 0,2 palca), 0603 (0,6 palca x 0,3 palca) in 0805 (0,8 palca x 0,5 palca). So certificirani kot brez svine in so skladni z direktivo RoHS.

Kondenzatorji z značilnostmi delovanja in oblikami, ki so na voljo v seriji HiQ-CBR, delujejo dobro v 5G mobilnih baznih postajah in telekomunikacijskih omrežjih skupaj z RF močnostnimi ojačevalniki (PA), brezžičnimi lokalnimi omrežji (LAN), omrežji globalnega pozicioniranja (GPS) in Bluetooth komunikacijami. Ti kondenzatorji se uporabljajo tudi v operacijah obdelave signalov, kot so blokiranje enosmernega toka, filtriranje, prilagajanje impedance, sklopljanje in premostitev.

Kondenzatorji za infrastrukturo 5G, ki presega oscilatorje

Kondenzatorji se nahajajo tudi v mnogih drugih aplikacijah 5G infrastrukture, kot so DC/DC pretvorniki, zaščita pred izgubo napajanja, trdni diski, usmerjevalniki in stikala. Polimerni elektrolitski kondenzatorji, znani po svojih visokih kapacitivnih vrednostih, in metalizirani filmski kondenzatorji, ki lahko obvladujejo valovite tokove, delujejo bolj ali z višjo volumetrično učinkovitostjo kot MLCC v nekaterih aplikacijah.

Eden od tipov polimernih elektrolitskih kondenzatorjev je serija T523 podjetja KEMET [4] (slika 5). V teh kondenzatorjih je tantalovo jedro, anoda je obdana s tantalovim pentoksidom (Ta_2O_5) dielektričnim slojem, nato pa s slojem prevodnega polimernega elektrolita, ki prav tako vsebuje tantal. Ta sloj v kombinaciji s tretjim slojem ogljika in četrtem slojem srebra tvori katodo.

Kondenzatorji serije T523 imajo kapacitivnost od 47 μF do 1000 μF , ki je stabilna pri nazivni napetosti od 6,3 V do 35 V. Njihova ESR je nizka, od 30 m Ω do 100 m Ω , kar prispeva k tej stabilnosti, do nazivne frekvence 1 MHz.

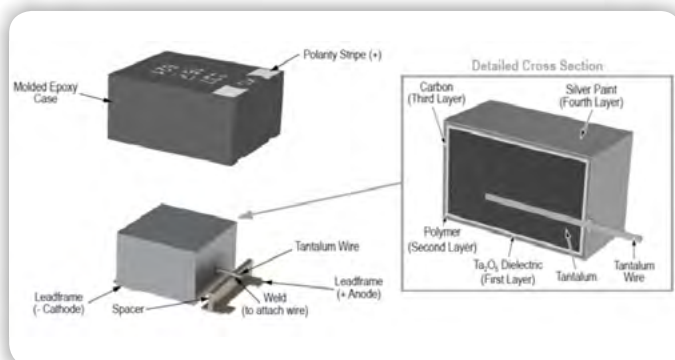
Tehnologija polimernega elektrolita se nahaja tudi v polimernih aluminijevih organskih kondenzatorjih serije A798 [5] podjetja KEMET (slika 6). Ti kondenzatorji uporabljajo trdno prevodno polimerno katodo v kombinaciji z aluminijasto anodo, da dosežejo kapacitivnost 470 μF , ki je stabilna pri delovnih napetostih od 2 V do 2,5 V. ESR za te kondenzatorje je v razponu od 3 m Ω do 9 m Ω , najnižje vrednosti ESR pa se pojavijo, ko kapacitivnost doseže vrh pri frekvencah okoli 100 kHz.



Slika 5: Polimerni elektrolitski kondenzatorji T523 imajo tantalovo anodo in tantalovo-polimerni elektrolit, ki tvori del katode. Oblikovano epoksi ohišje se pritrdi na tiskano vezje s tehnologijo površinske montaže (SMT). (Vir slike: KEMET Corporation)

Tako kot MLCC-ji, sta oba tipa kondenzatorjev namenjena za delovanje pri temperaturah od -55 °C do +125 °C. Vendar pa imajo kondenzatorji na polimerni osnovi, za razliko od MLCC-jev, omejeno življenjsko dobo, ki je odvisna od delovne temperature in vlažnosti. Kondenzatorji T523 so namenjeni za 2000 ur delovanja pri nazivni napetosti in 85 °C, medtem ko kondenzatorji A798 pri nazivni napetosti in 125 °C delujejo več

kot 5500 ur, če so zasnovani za podaljšano življenjsko dobo. Pri obeh vrstah kondenzatorjev se pričakuje, da bodo pri nazivni napetosti in temperaturah pod 85 °C delovali 10 let ali več.



Slika 6: Polimerni elektrolitski kondenzatorji serije A798 imajo aluminijasto anodo in aluminijasto polimerno katodo. Tako izdelani kondenzatorji imajo odlično temperaturno stabilnost in visoko kapacitivnost. (Vir slike: KEMET Corporation)

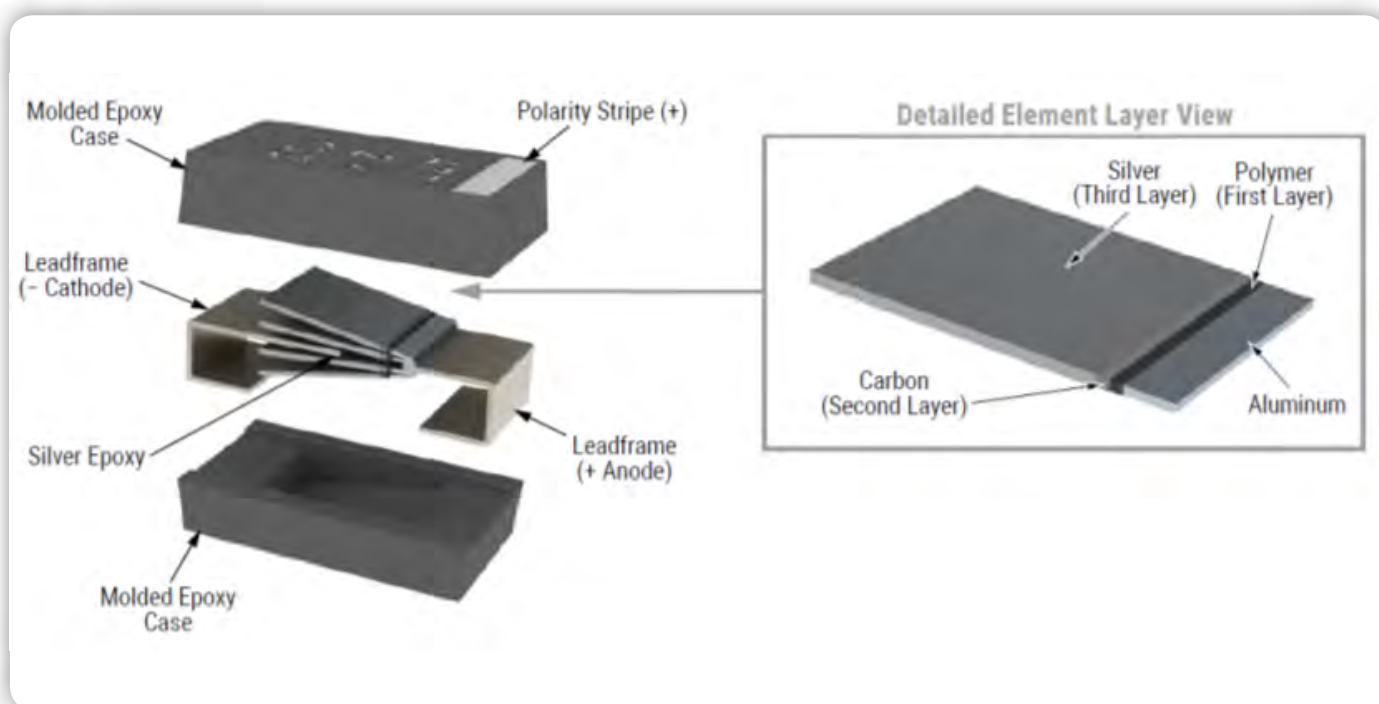
Obe liniji polimernih elektrolitov se nahajata v SMT ohišjih in sta na voljo v podobnih velikostih z dolžinami od 0,138 do 0,287 palca, širinami od 0,110 do 0,236 palca in višinami od 0,043 do 0,110 palca. Ti polimerni elektrolitski kondenzatorji imajo večkrat večjo kapacitivnost kot MLCC in visoko volumetrično učinkovitost. V aplikacijah, kjer se lahko uporabljajo, lahko polimerni elektrolitski kondenzatorji zagotovijo enako ali večjo kapacitivnost v manjšem prostoru v primerjavi z MLCC.



Slika 7: Metalizirani filmski kondenzatorji se običajno pritrdijo na tiskano vezje s klasično tehnologijo skozi luknjo (THT). Njihovi nizki faktorji razpršitve jim omogočajo delovanje v aplikacijah z visokim dv/dt in valovitimi tokovi pri pretvorbi energije. (Vir slike: KEMET Corporation)

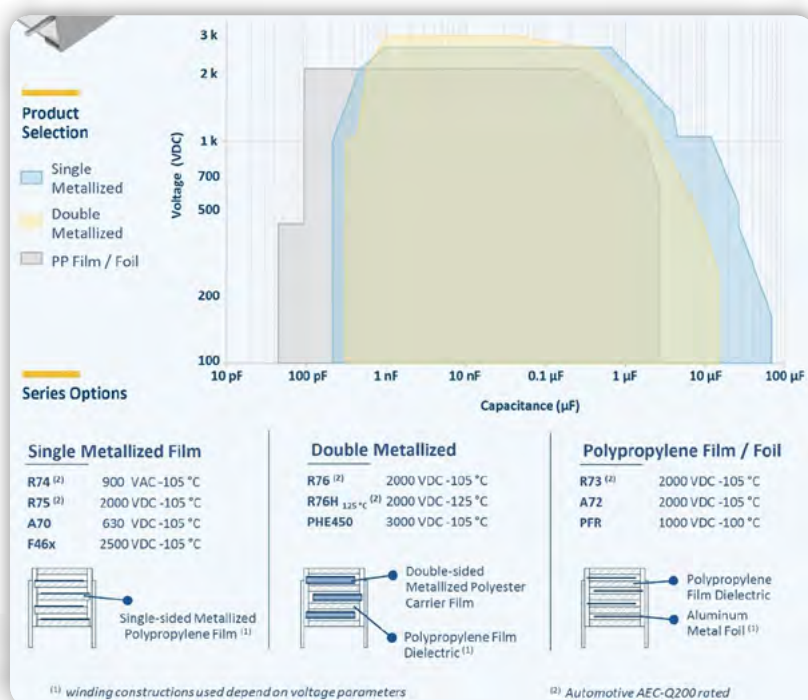
Druga vrsta kondenzatorja, ki se pogosto uporablja v DC/DC pretvornikih, je metalizirani filmski pulzni kondenzator (slika 7), ki deluje elektrostatično in ne elektrolitsko. Ti kondenzatorji so sestavljeni iz plasti neprevodnega filma polipropilenskega dielektrika, ki je na eni strani prevlečen s kovino, prepreden s kovinsko prevlečenim poliestrom ali prekrit s kovinsko folijo.

Metalizirani filmski pulzni kondenzatorji [6], ki jih ponuja podjetje KEMET, so na voljo v različnih velikostih in z različnimi lastnostmi, tako da so primerni za številne aplikacije v infrastrukturi 5G. Inženirji lahko izbirajo med izdelki s kapacitivnostjo med 40 pF in 100 μF ter enosmerno napetostjo med 100 V in 2500 V (slika 8). ESR za to vrsto kondenzatorjev je od 0,5 m Ω do 6,366 Ω .



Slika 8: Metalizirani filmski kondenzatorji imajo film polipropilenskega dielektrika, ki je prekrit s kovino. Ti kondenzatorji se običajno pritrdijo na tiskano vezje s THT tehnologijo. (Vir slike: KEMET Corporation)

Njihova površina je lahko majhna, od 0,283 palca do 0,098 palca, ali velika, od 1,634 palca do 1,181 palca. Večina pulznih kondenzatorjev iz metalizirane folije se pritrdi na tiskano vezje skozi luknje, zato imajo nekoliko višji profil, od 0,236 palca do 1,776 palca.



Zaključek

Načrtovanje 5G telekomunikacijske infrastrukture predstavlja izzive, ki so enakovredni obljubljenim koristim. Kondenzatorji vseh vrst, od MLCC-jev z nizko kapacitivnostjo za visoke frekvence do polimernih elektrolitskih kondenzatorjev z večkrat večjo kapacitivnostjo, do metaliziranih filmskih kondenzatorjev, ki so odporni na spremembe napetosti in valovitost tokov, imajo svojo vlogo v infrastrukturi 5G danes in v prihodnosti.

Viri:

- <https://www.digikey.com/en/product-highlights/k/kemet/hiq-cbr-series>
- <https://www.digikey.com/en/supplier-centers/kemet>
- <https://www.digikey.com/en/product-highlights/k/kemet/kemet-flex-suppressor-for-wi-fi-band-and-5g-in-shf-band>

- <https://www.digikey.com/en/product-highlights/k/kemet/t523-series-polymer-electrolytic-capacitors>
- <https://www.digikey.com/en/product-highlights/k/kemet/a798-series-aluminum-organic-capacitor>
- <https://www.digikey.com/en/product-highlights/k/kemet/mkp-metallized-film-pulse-capacitors>

<https://www.digikey.com>

USB-C PD 3.1 EPR: Celovita rešitev za sistemsko zasnovo, od stene do baterije

Renesas Electronics Corporation

Avtor: Marco Ruggeri, vodja arhitekture energetskih in podatkovnih centrov

Protokol USB-C Power Delivery (PD) 3.1 Extended Power Range (EPR) predstavlja pomemben napredek v sodobni tehnologiji polnjenja baterij.

S tem, ko postajajo potrošniške elektronske naprave vse močnejše, se je dramatično povečala potreba po hitrem polnjenju baterij prek kompaktnih in univerzalnih priključkov. USB-C PD 3.1 EPR izpolnjuje to zahtevo, saj omogoča zagotavljanje moči do 240 W, kar je občutno izboljšanje v primerjavi s prejšnjo omejitvijo 100 W prejšnjih standardov USB-C PD. Ta napredek širi že tako bogato paleto naprav, ki jih je mogoče napajati prek USB-C PD, kot so visoko zmogljivi prenosni računalniki, električna orodja, sesalniki, periferne naprave z visoko porabo energije in celo majhni gospodinjstvi aparati. Poleg tega izboljša uporabniško izkušnjo z enim standardiziranim konektorjem in krajšim časom polnjenja baterije.

Ta članek predstavlja celovito izvedbo rešitve »Wall-to-Battery« standarda USB-C PD 3.1 EPR. V spodnjih odstavkih so poudarjeni vsi temeljni elementi sistema, od AC-DC adapterja do USB-C PD polnilnika, na koncu pa je opisan tudi sistem za upravljanje baterije (BMS).

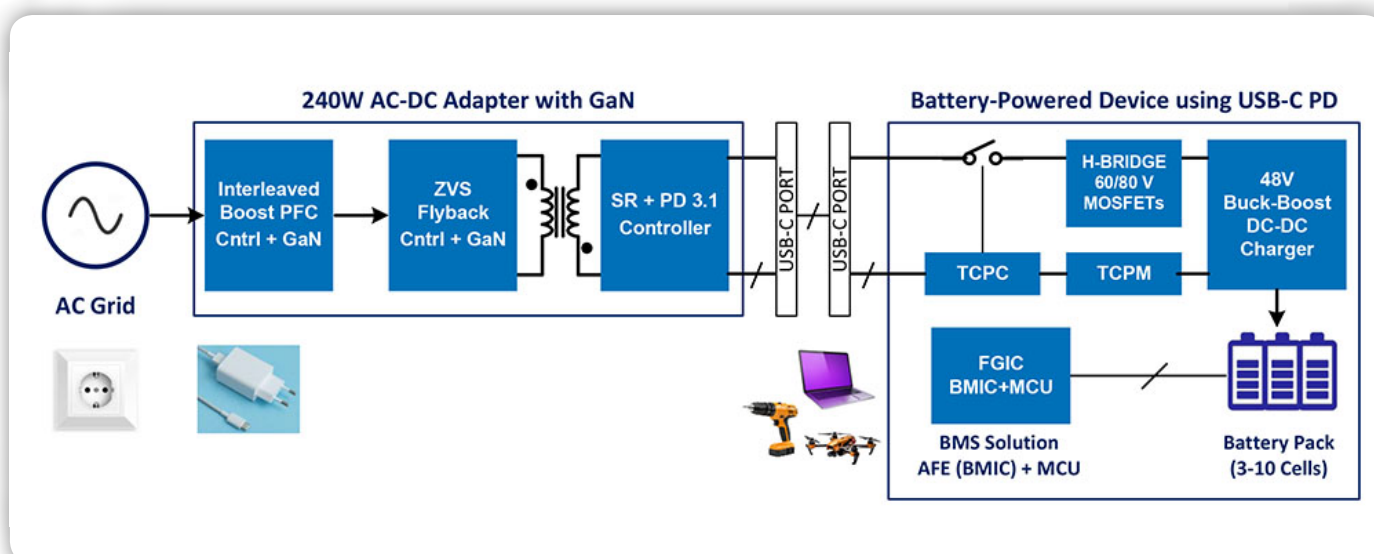
USB-C PD 3.1 EPR: Pregled rešitve

USB-C PD tehnologija igra ključno vlogo pri poenostavitvi napajanja široke palete naprav, hkrati pa znatno skrajša čas polnjenja, izboljša energetske učinkovitost in izboljša uporabniško

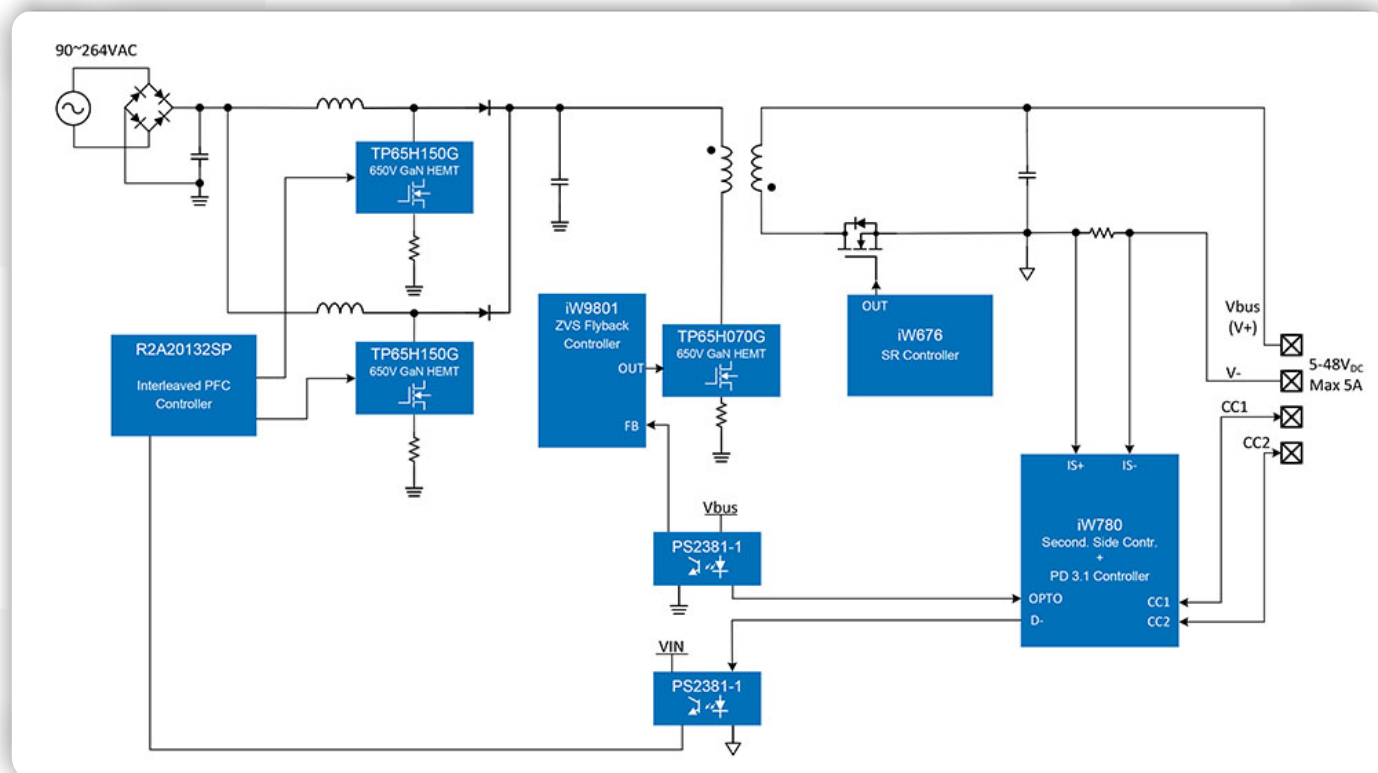
izkušnjo. Tipični kompletni USB-C PD 3.1 EPR sistem sestavljajo:

- Visoko učinkovit AC-DC USB-C 240W adapter. Ta adapter izkorišča polprevodnike s široko energijsko vrzeljo, kot je galijev nitrid (GaN), da zagotovi izjemno učinkovitost, hkrati pa poveča frekvenco preklapljanja, s čimer zmanjša velikost polnilnika. Vezju prepletenega korekcijskega faktorja moči (PFC) sledi izoliran DC-DC pretvornik. Flyback in asimetrični polmost sta zagotovo med najpogostejšimi izoliranimi DC-DC topologijami, primernimi za izhodno moč 240 W.
- Rešitev za dvosmerno polnjenje z razširjenim napetostnim območjem (EPR) 48 V.
- Dvosmerni 48-voltni stikalni polnilnik omogoča delovanje v načinu »Sink in Source USB-PD«. IC krmilnik poganja štiri zunanje MOSFET-e v konfiguraciji H-mostič za izvedbo močnostne stopnje. Ta podsistem običajno vključuje krmilnik vrat tipa C (TCPC), ki upravlja Bus stikalo in CC priključke, ter krmilnik vrat tipa C (TCPM), ki krmili ena ali več vrat. TCPC in TCPM sta pogosto integrirana v enem ohišju, da se optimizirata prostor na plošči in stroški.
- Sistem za upravljanje baterije (BMS).
- Sistem za upravljanje baterije neprekinjeno spremlja stanje napolnjenosti baterije (SoC), stanje zdravja (SoH) in številne druge parametre, kot so temperatura in tok polnjenja/praznjenja, kar zagotavlja varno in zanesljivo

PREDSTAVLJAMO



Slika 1: Blok diagram sistema USB-C PD 3.1 EPR Wall-to-Battery



Slika 2: Blok diagram 240 W AC-DC adapterja za USB-C PD 3.1 EPR

delovanje. Prav tako uravnava količino napolnjenosti po celotnem baterijskem paketu za izboljšano zmogljivost in življenjsko dobo baterije.

V naslednjih poglavjih so opisani vsi podbloki, ki izvajajo rešitev Wall-to-Battery, tj. AC-DC adapter, rešitev za USB-C PD polnilnik in sistem za upravljanje baterije.

240W AC-DC USB-C PD adapter

Najnovejši protokol USB-C PD 3.1 EPR zahteva učinkovito pretvorbo izmenične v enosmerno napetost in vključuje več ključnih komponent. Vezje za korekcijo faktorja moči (PFC) zagotavlja, da je moč, ki se črpa iz omrežja, v skladu s predpisi o faktorju moči (PF) in skupnem harmoničnem popačenju (THD). Zmanjšuje jalovo moč in izboljšuje splošno energetske učinkovitost. Sekundarni izolirani DC-DC regulator učinkovito pretvarja visokonapetostni izhod PFC (običajno v območju od 360 V do 400 V) na raven 48 V, kar je največja napetost, ki jo omogoča standard USB-C PD 3.1 EPR.

AC-DC rešitve podjetja Renesas, kot je prikazano na sliki 2, omogočajo hiter čas polnjenja in učinkovito pretvorbo z uporabo naprednega krmilnika v kombinaciji s HEMT stikali iz galijevega nitrida (GaN). Krmilnik R2A20132SP Interleaved PFC, skupaj s stikalom TP65H150G GaN HEMT, zagotavlja visoko učinkovitost, majhno nihanje in visokonapetostno enosmerno vmesno napetost.

iW9801 Flyback pretvornik s preklopom skozi ničlo (angl. Zero-Voltage Switching - ZVS), v kombinaciji s TP65H070G GaN

HEMT, ki ima 70 mΩ ON-upornost, omogoča potrebno moč za napajanje sekundarnega krmilnika, iW780, ki zmora na izhodu dobaviti do 48V/5A DC.

Zgoraj omenjeni sekundarni krmilnik iW780 izvaja protokol USB-C PD 3.1 EPR, zaradi česar je AC-DC pretvornik univerzalno primeren za adapterje z enim ali več izhodi, kot je prikazano na sliki 2. Te certificirane rešitve se lahko enostavno vključijo v katero koli zasnovo izdelka, proizvajalcem pa zagotavljajo zanesljive in učinkovite rešitve za polnjenje, ki so v skladu z najnovejšimi specifikacijami USB-C in evropskimi standardi za skupni konektor.

Dvosmerne 48V USB-C PD rešitve polnjenja

Rešitev za polnjenje USB-C PD 3.1 Extended Power Range (EPR) je zasnovana za zagotavljanje moči do 240 W v obeh načinih delovanja, Sinking in Sourcing. Ta rešitev deluje z napetostjo vodila do 48 V in največjim tokom 5 A. Da bi zmanjšali izgube pri pretvorbi energije in se izognili morebitnim toplotnim problemom, se uporablja visoko učinkovit dvosmerni Buck-Boost DC-DC pretvornik. Običajno je sestavljen iz štirih krmilnih zank (vhodne in izhodne CC/CV zanke), ki poganjajo štirih diskretne 60/80V MOSFET-e v H-mostni konfiguraciji. TCPC mikrokontroler se uporablja za krmiljenje stikal vodila, branje CC signalov ter pošiljanje in sprejemanje sporočil iz in v TCPM mikrokontroler. Pogosto sta krmilnik vrat in upravitelj vrat vgrajena v isti čip. Renesas USB-C PD 3.1 EPR rešitev je prikazana na sliki 3. Portfelj podjetja ponuja najsodobnejši krmilnik Buck-Boost: RRB86848 podpira dvosmerni pretok toka in zagotavlja robustno delovanje,

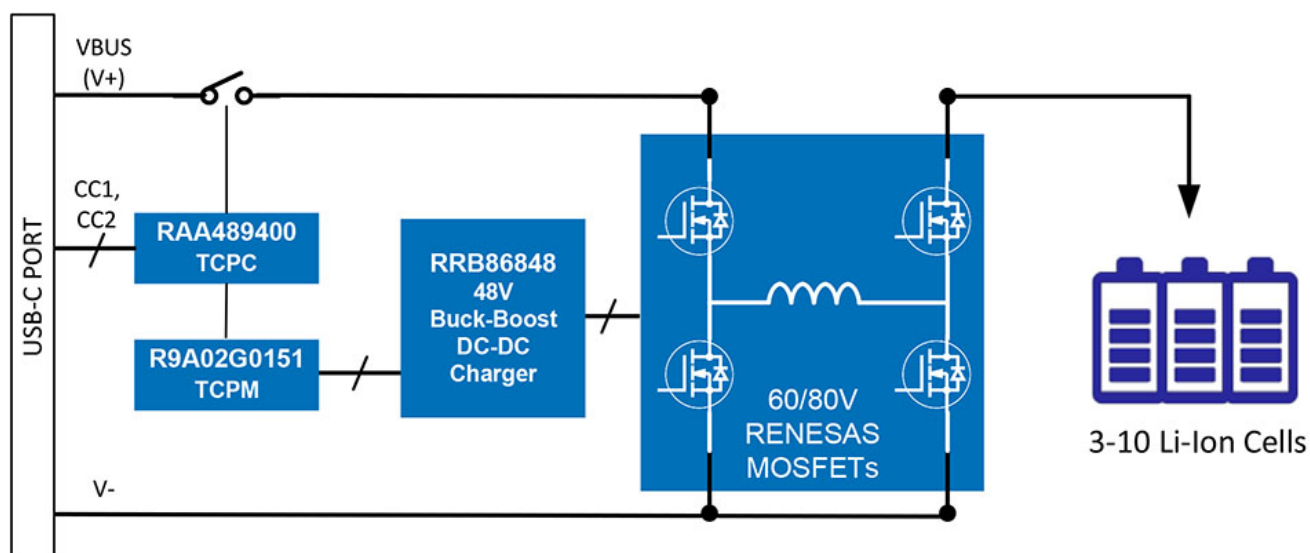
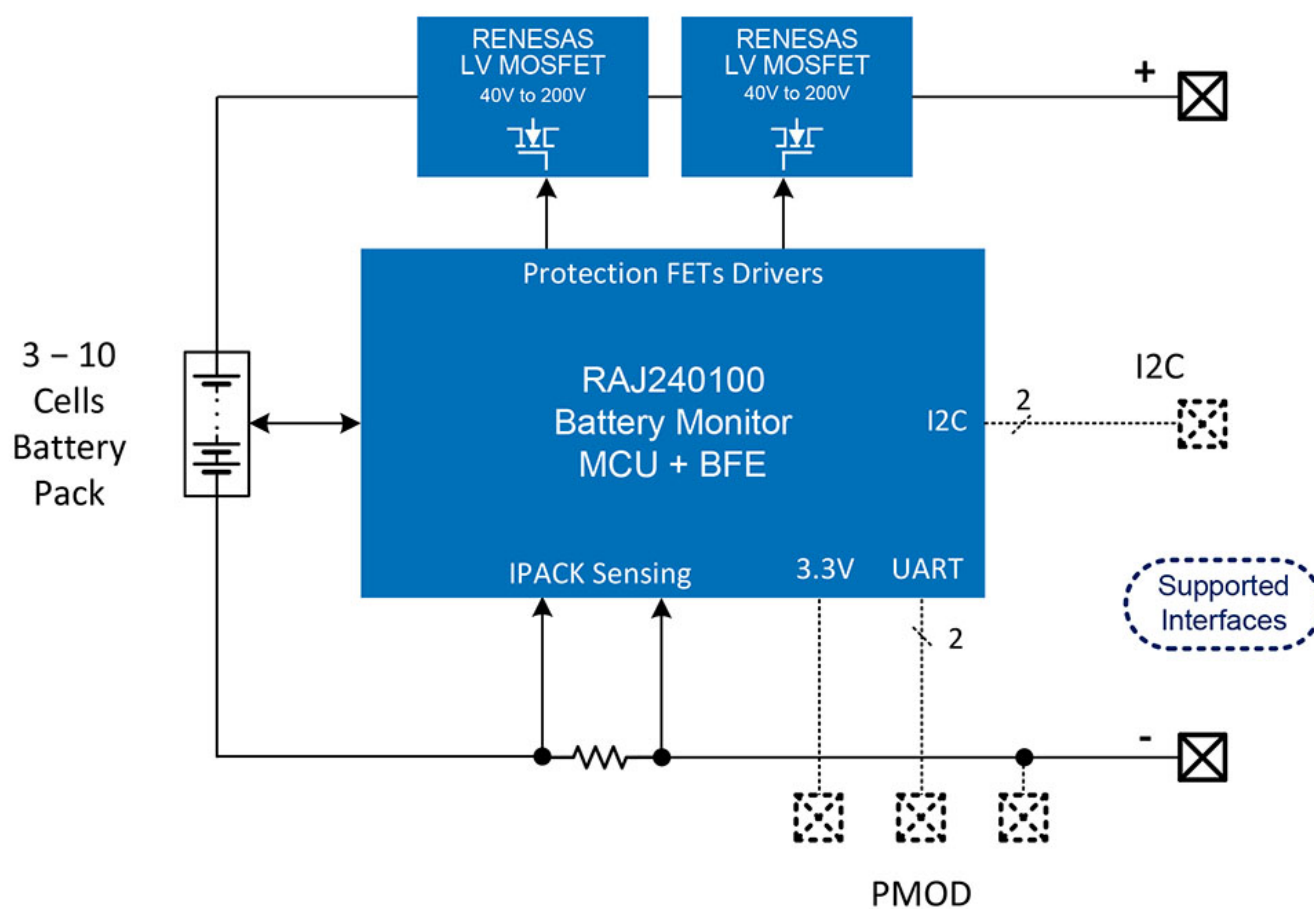


Figure 3: Blok diagram USB-C PD 3.1 EPR rešitve

ki prenese vhodne in izhodne napetosti do 54 V. Nova tehnologija Renesas Split-Gate MOSFET omogoča nizko RDS(on) in preklapljanje za visokozmogljive in visokofrekvenčne aplikacije.

Enotni upravitelj vrat USB tipa C, R9A02G0151, se kombinira

z več napravami RAA489400 za nadzor vrat tipa C, da se izvedejo vse funkcije USB PD (kot so pogajanja o napajanju in podpora alternativnega načina) za upravljanje več vrat USB tipa C. Ta funkcija zmanjša skupno velikost in stroške rešitve, saj v zasnovi zmanjša število upraviteljev vrat.



Slika 4: Blok diagram BMS, zlasti IC za merjenje porabe (FGIC)

Sistem za upravljanje baterij

Sistem za upravljanje baterij (angl. Battery Management System - BMS) je ključni sestavni del vseh naprav, ki jih poganja baterija, saj zagotavlja varno in učinkovito delovanje baterijskega paketa. Med tri glavne funkcije sistema BMS spadajo nadzor, zaščita in uravnavanje celic. Sistem BMS neprekinjeno nadzoruje stanje posameznih celic v baterijskem paketu glede napetosti, temperaturo in stanje napolnjenosti. Preprečuje tudi pojave, kot so prekomerno polnjenje/praznjenje, kratki stiki in termični beg. Nazadnje zagotavlja enakomerno porazdelitev napolnjenosti med celicami, da se maksimalno podaljša življenjska doba in zmogljivost baterije. Te funkcije se lahko izvajajo z ločenimi napravami ali integriranim vezjem za upravljanje baterije (BMIC). Stikala, kot so MOSFET tranzistorji, nadzorujejo procese polnjenja in praznjenja. Omogočajo natančen nadzor nad tokom, kar je bistveno za zaščito baterijskih celic in ohranjanje učinkovitosti.

Nato se z analognimi-digitalnimi pretvorniki izvede postopek pridobivanja in obdelave natančnih podatkov za merjenje napetosti, toka in temperature. Nazadnje je stabilna oskrba z električno energijo za BMS in njegove komponente ključnega pomena za ohranjanje zanesljivosti in natančnosti pri nadzoru in upravljanju.

Renesas FGIC, RAJ240100, združuje vse zgoraj navedene bloke, kar zmanjšuje velikost in stroške. Vključuje tudi MCU za merjenje količine goriva. Podpira baterijske pakete s 3 do 10 ce-

licami, ki se pogosto uporabljajo v električnih orodjih, visoko zmogljivih dronih, profesionalnih prenosnih računalnikih in še mnogih drugih napravah. Blok diagram je prikazan na sliki 4. RAJ240100 se dobavlja s firmware-om za merjenje porabe, ki je že naložen v IC. Priloženi firmware načrtovalcem omogoča, da skrajšajo čas raziskav in razvoja (R&D) ter proces testiranja in validacije, kar skrajša čas do uvedbe končnega izdelka na trg.

Zaključek

Renesas je idealni partner za oblikovanje sistemov in aplikacij, ki zahtevajo obsežno strokovno znanje na področju upravljanja z energijo, ugnezenih procesorjev, rešitev za povezljivost, analognih vezij in integracije senzorjev.

Naš raznolik portfelj napajalnikov vključuje DC-DC pretvornike, AC-DC pretvornike in diskretne napajalne elemente, kot so silicijevi MOSFET-i in GaN HEMT, ki zagotavljajo visoko učinkovitost in zanesljivost, prilagojeno različnim zahtevam po napajanju. To nas dela idealnega partnerja za oblikovanje AC-DC adapterjev, USB-C PD polnilnikov in sistemov za upravljanje baterij za vse vrste aplikacij.

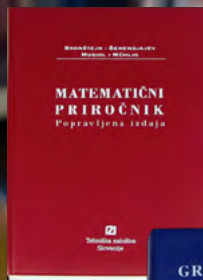
Ponujamo tudi obsežno tehnično podporo in razvojna orodja, ki omogočajo nemoteno integracijo sistemov v širokem spektru industrije.

<https://www.renesas.com>



Za brezskrben korak od šole do faksa!

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



odkrijte
ponudbo

10%
popusta



Tehniška založba Slovenije

Lahko Waveshare ESP32-P4 Module nadomesti Raspberry Pi 5?

Avtor: dr. Simon Vavpotič

Waveshare je domače samograditelje in tiste, ki se z razvojem elektronike ukvarjajo poslovno, presenetil z Raspberry Pi 5 podobnim računalnikom za razvoj nadzornih plošč.

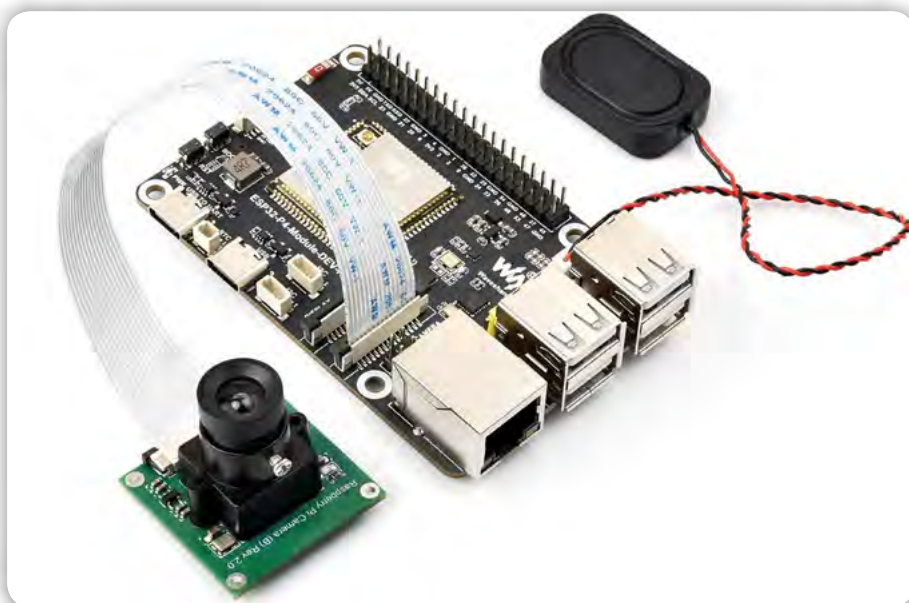
Če so bili doslej Raspberry Pi in podobni računalniku na eni ploščici tiskanega vezja zaradi enostavnosti programiranja in uporabe ter možnosti priklopa vsakovrstne periferije, popularni tudi pri gradnji industrijskih krmilnih naprav, so za enostavnejše projekte energetsko preveč potratni. Delovanje pri frekvencah med 1 GHz on 2,4 GHz zahteva vsaj pasivno hlajenje sistema v enem čipu (SoC), kar pomembno vpliva na velikost naprave.

Čeprav ESP32-P4NRW32 čip izdelujejo pri Espressif Systems, kjer so izdelali tudi razvojno ploščo ESP32-P4 Function EV, je Waveshareova ESP32-P4 Module razvojna plošča nekaj posebnega, saj je podobna veliko zmogljivejšemu Raspberry Pi 5 in ima veliko priključkov na istih mestih. 40-polna razširitvena vtičnica je električno združljiva s tisto na Raspberry Pi-jih, obenem pa je enaka tudi 4-polna vtičnica za napajanje iz Etherneteta. ESP32-P4 Modul lahko iz Etherneteta zato napajamo kar s pomočjo klobuka za Raspberry Pi 5. Tudi priključek za baterijo za napajanje ure realnega časa omogoča uporabo polnilnih baterij za Raspberry Pi 5. Če vseeno želimo uporabiti navadno baterijo, jo lahko, tako kot pri Raspberry 5, vežemo prek usmerniške diode (npr. 1N4001).

Razvojno ploščico, ki na Amazon.de stane okoli 35 evrov, lahko napajamo z enakim napajalnikom kot Raspberry Pi 4 ali 5 prek priključka USB-C. Zaradi majhne porabe energije je 3-amperški napajalnik za Raspberry Pi 4 povsem dovolj, razen če priključimo USB naprave z visoko porabo. ESP32-P4 ima dva USB-C priključka, prek katerih ga lahko napajamo. Prvi je povezan z vgrajenim zaporednim vmesnikom, prek katerega lahko ESP32-P4 napajamo, programiramo in razhroščujemo. Drug priključek prav tako omogoča napajanje in programiranje. Ker je neposredno povezan s ESP32-P4 čipom, nimamo možnosti razhroščevanja.

Zgradba

Od zunanjih priključkov so najbolj impresivni štirje priključki USB 2.0, ki so razporejeni v skupini po dva, prav tako kot pri Raspberry Pi 5. Natančnejši pregled električnega načrta



Slika 1: Waveshare ESP32-P4 modul z miniaturnim 2-vatnim zvočnikom in digitalno kamero

razvojne plošče, ki je za razliko od Raspberry Pi 5 javno objavljen na spletni strani Waveshare.com, razkrije vgrajeni USB 2.0 spojnik (CH334F) in USB 2.0 preklopnik (FSUSB42UMX). Slednji omogoča izbiro načina delovanja USB priključkov. V običajnem načinu je USB 2.0 spojnik vezan na običajni gostiteljski USB 2.0 izhod ESP32-P4NRW32 čipa, v načinu delovanja kot naprava pa je aktiven le četrti priključek, ki je povezan neposredno s priključkom ESP32-P4NRW32 čipa – torej mimo spojnika. Tako lahko razvojno ploščo povežemo na primer s PC kot napravo.

Za povezovanje prikazovalnika je namesto HDMI izhodov na voljo le izhodni 2-kanalni MIPI (DSI) priključek, ki je tak kot na Raspberry Pi 4, medtem ko ima Raspberry Pi 5 drugačna 4-kanalna priključka, od katerih lahko vsak deluje kot izhod za digitalni prikazovalnik, ali vhod za digitalno kamero. Drugi 2-kanalni MIPI priključek je vhodni (CSI) in omogoča enak priklop digitalne kamere kot za Raspberry Pi 4.

Med priključki za krmiljenje industrijskih vezij sta pomembna še I2C port in I3C port, ki sta med priključkom USB-C in enim od priključkov MIPI. Vsak izmed njiju ima 4-polni konektor, ki je videti kot tisti, ki ga Raspberry Pi 5 uporablja za pogon ventilatorja.

Na mestu, kjer ima Raspberry Pi 5 16-polni priključek za vodilo PCIe x1 sta še 4-polni priključek in 2-polni priključek. Prvi je namenjen predvsem programiranju ESP32-C6 modula, saj omogoča serijsko povezavo z njim, drugi pa je le 5-voltni napajalni priključek.

Pri Waveshare so se res potrudili, da bi bila vsaj vizualna podobnost z Raspberry Pi 5 kar se da velika, zato so vtičnico za SD kartice namestili na isto mesto. Prav tako so LED za prikaz prisotnosti napajalne napetosti namestili na isti mesto, kot pri Raspberry Pi 5, le da ima Raspberry Pi 5 še dodatno LED, ki prikazuje morebitno kodo napake ob neuspelem zagonu, v operacijskem sistemu pa hitrost prenosa podatkov.

Vseeno od ESP32-P4 Modula ne smemo pričakovati preveč, saj na primer nima PCIe vodila in HDMI priključkov. Zato nanje ne moremo povezati najzmogljivejših klobukov in razširitevni plošč za Raspberry Pi 5.

Procesorska jedra in pomnilniki

ESP32-P4 Modul pod velikim kovinskim pokrovčkom na miniaturni ploščici tiskanega vezja, ki je s spodnje strani prispajkana na razvojno ploščo s krogličnimi kontakti, skriva kar dva sistema v enem čipu (SoC): Zmogljivejši ESP32-P4NRW32 poganja dve glavni 64-bitni procesorski jedri RISC-V s taktom do 400 MHz, ki so med izdelovalci procesorskih čipov in SoC priljubljeni zaradi visoke zmogljivosti in zaradi brezplačnega dizajna, ki ga lahko po svojih željah dopolnijo. ESP32-P4NRW32 čip ima še manj zmogljivo RISC-V procesorsko jedro s taktom do 40 MHz, ki lahko zagotavlja minimalno funkcionalnost SoC v varčnem načinu delovanja, v katerem lahko daljši čas deluje tudi na baterijsko napajanje.

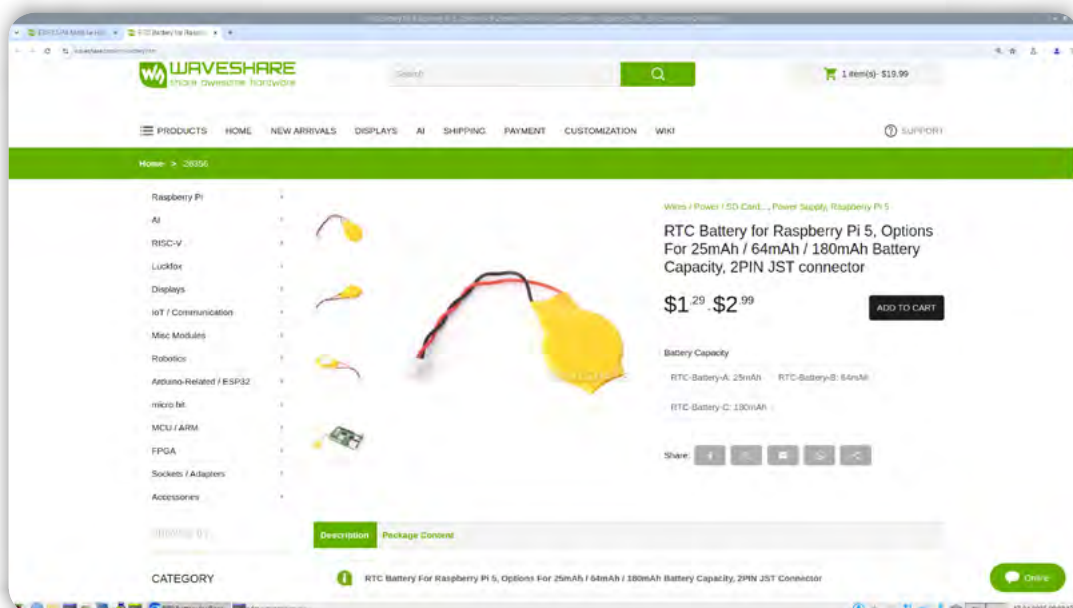
ESP32-P4NRW32 čip ima 768 kB RAM za visoko zmogljiv RAM in 32 kB RAM z nizko porabo, od katerih sta oba dostopna tako visokozmogljivima jedroma, kot tudi nizko zmogljivemu jedru. Enako velja tudi za ROM z vnaprej vgrajenimi programčki za zagotavljanje osnovnega delovanja SoC, kot je možnost samodejnega zaganjanja uporabniške programske



Slika 2: Raspberry Pi 5 ima zelo podobno razporeditev konektorjev.



Slika 3: CH334F USB spojnik iz 1 na 4, ki ga lahko uporabimo tudi v lastnih projektih, je pa tudi del ESP32-P4 Modula



Slika 4: Za ESP32-P4 Modul in Raspberry Pi 5 lahko uporabimo enako polnilno litijevo baterijo.

kode iz zunanjih pomnilnikov, ki so z SoC povezani prek enote za upravljanje pomnilnika (MMU). Dodatnih 8 kB RAM je dostopnih samo visoko zmogljivima jedroma. ROM (bralni pomnilnik) je razdeljen na 128 kB za podporo delovanju visoko zmogljivih jeder in 16 kB za podporo delovanju nizko zmogljivega jedra.

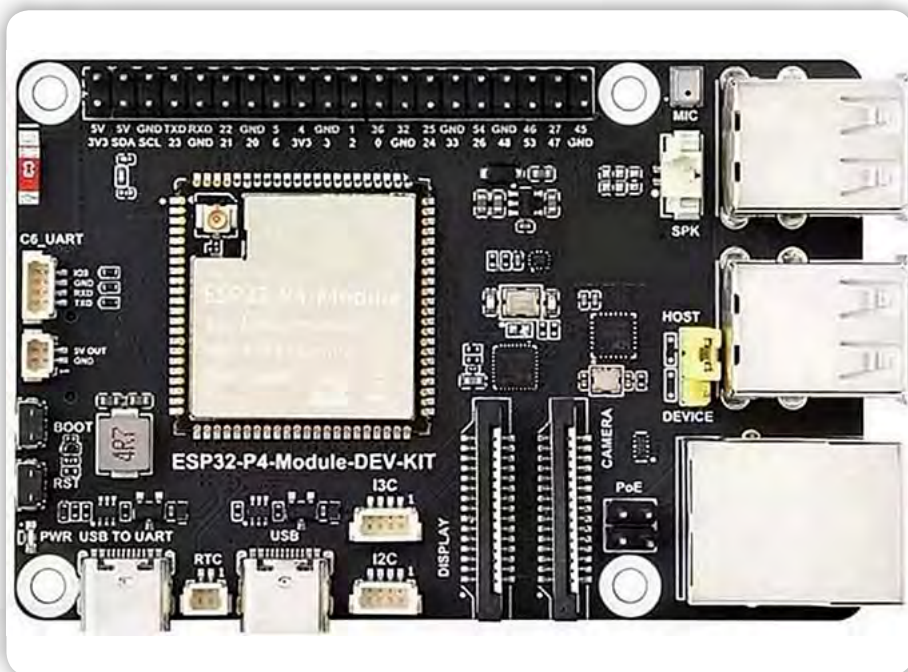
Visoko hitrost delovanja omogočajo tudi sorazmerno veliki predpomnilniki visoko zmogljivih jeder: 96 kB prvo-nivojskega predpomnilnika, od tega 16 kB za ukaze in 64 kB za podatke. Večji drugo-nivojski predpomnilnik ima 128 kB za ukaze in 256 kB za podatke. Če primerjamo razmerja velikost med glavnim pomnilnikom in predpomnilniki, ugotovimo, da je glavni pomnilnik skoraj nesorazmerno majhen. Vendar je to smiselno, ker lahko z ESP32-P4NRW32 prek vgrajene MMU in povezave 1-, 2-, 4- ali 8-bitne SPI ali QPI povezave povežemo tudi zunanji EEPROM pomnilnik in/ali zunanji RAM s skupno kapaciteto do 64 MB. Branje podatkov pri tem poteka v 8-, 16-, 32- ali 128-bitnih besedah, odvisno od implementacije. ESP32-P4 Modul ima vgrajenega 32 MB PSRAM (RAM z zaporednim dostopom), medtem ko za trajno shranjevanje programov in podatkov uporabljamo SD kartico.

Zajemanje in predvajanje zvoka

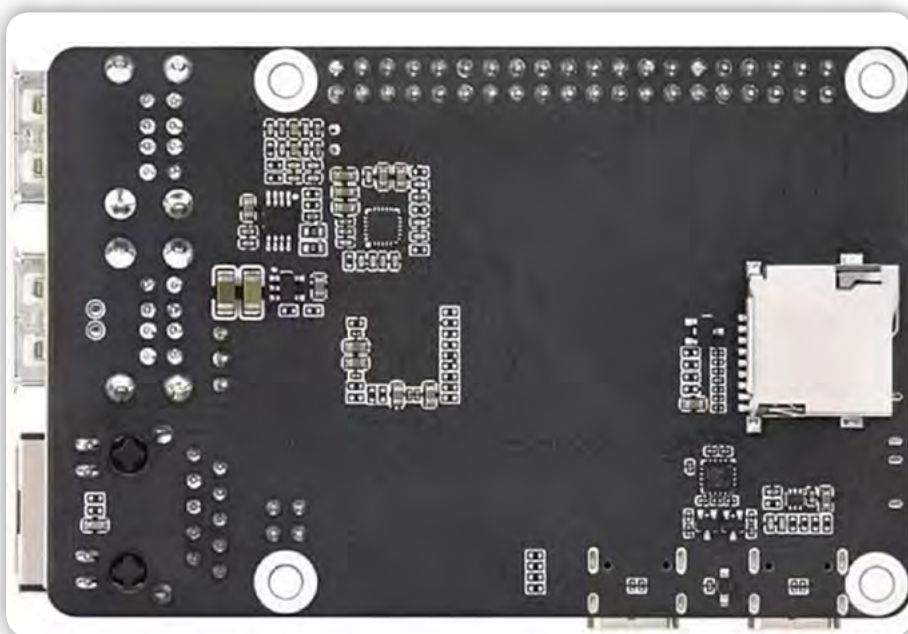
ESP32-P4 modul ima grajen tudi enokanalni avdio kodek, ki omogoča zajemanje in predvajanje enokanalnega (mono) zvoka, kar je še posebej zanimivo pri gradnji pametni komunikacijskih panelov z glasovnim upravljanjem, za katere potrebujemo le še ustrezen prikazovalnik. Za predvajanje zvoka moramo lahko prek posebnega konektorja za priključku USB povežemo 8-ohmski 2-vatni zvočnik, medtem ko je mikrofonski že serijsko vgrajen nad konektorjem za zvočnik.

Komunikacije

Zanimivo pa je, da ESP32-P4NRW32 čip nima vgrajenega Wi-Fi/Bluetooth vmesnika, kot smo ga vajeni pri ESP32-S(2) moduli. Namesto tega je v ESP32-P4 Modul grajen še ESP32-C6 SoC, ki temelji na dveh 32-bitnih RISC-V jedrih, katerega osnovni namen je zagotavljanje hitrih brezžičnih komunikacij. Eno od jeder je visoko zmogljivo z delovno frekvenco do 160 MHz, medtem ko je drugo, z delovno frekvenco do 20 MHz, namenjeno predvsem delovanju v načinih z nizko porabo energije.



Slika 5: ESP32-P4 Module s prednje strani.



Slika 6: ESP32-P4 Module z zdnje strani.

Po drugi strani je v ESP32-P4NRW32 čip vgrajen Ethernet krmilnik, ki je povezan z vmesniškim čipom, slednji pa na 100-megabitno Ethernet vtičnico (RJ45). Najvišja hitrost prenosa podatkov je tako sicer desetkrat nižja kot pri Raspberry Pi 5, a je vseeno glede na zmogljivost ESP32-P4NRW32 čipa povsem dovolj.

Programiranje

Pri programiranju ESP32-C6 modula si lahko pomagamo s tipko, ki je ob 4-polni vtičnici, s katero izberemo način zagona za programiranje. Ker zanj nimamo na voljo USB-serijskega vmesnika, kot za ESP32-P4NRW32 čip, moramo uporabiti zunanjeje s TTL nivoji. Uporabimo lahko takega, ki ga uporabljamo

tudi za programiranje ostalih ESP32 modulov, denimo ESP32-CAM modula.

Pri tem si lahko pomagamo tudi s tipko reset, s katero ponovno zaženemo tako ESP32-C6 kot ESP32-P4NRW32 čip.

Glede programske opreme za programiranje povejmo, da razvojno okolje za ESP32-P4 Modul poganjamo v klasičnem PC iz Microsoft Visual Studio Community z dodatki za programiranje ESP32 modulov. Programiramo ga lahko tudi iz Arduino okolja in okolja IDF, na katerega se navezuje tudi podpora v Visual Studiu Community.

Različice razvojnih kompletov

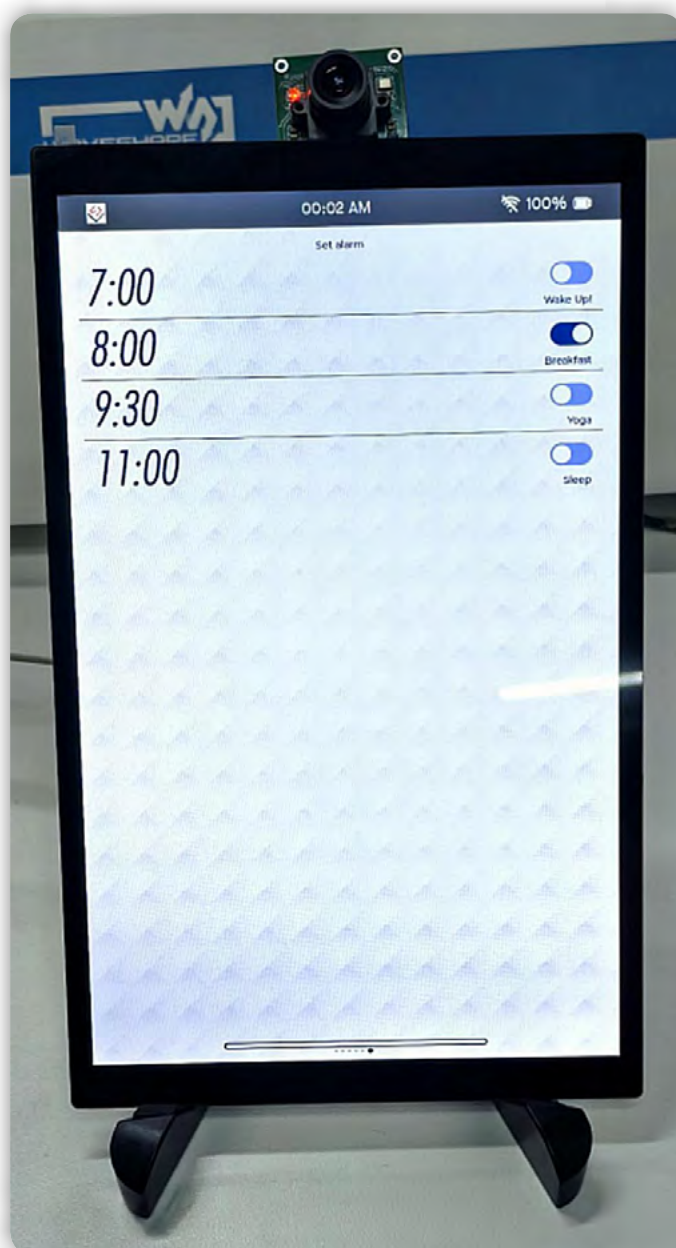
Najenostavnejši in najcenejši razvojni komplet (na Amazon.de stane okoli 30 evrov) vsebuje zgolj ESP32-P4 Modul razvojno ploščico, ostale dodatka pa si moramo zagotoviti sami. V nekoliko dražji komplet za okoli 45 evrov so priloženi še digitalna kamera s kablom in 2-vatni zvočnik, medtem ko najdražja kompleta vsebujeta še 7-inčni oziroma 10-inčni prikazovalnik z zaslonom na dotik.

Kako deluje?

Pri Waveshare se radi pohvalijo z vzorčnimi slikami nadzor-nih panelov, denimo za motorno vozilo, ki jih lahko izdelamo a pomočjo ESP32-P4 Modula in prikazovalnika z zaslonom na dotik. Čeprav ne moremo govoriti o več kot enostavni barvni 2D grafiki, je prikaz več kot zadovoljiv za industrijske projekte. Ob izpadu napajanja iz omrežja lahko procesorska jedra z nizko porabo vzdržujejo vitalne funkcije s pomočjo baterijskega napajanja tudi daljše časovno obdobje.

Zato lahko trdimo, da ima razvojna plošča za enostavnejše in energetske varčne industrijske projekte (skoraj) vse, kar imajo veliki in še več (npr. Raspberry Pi 5 je energetsko le nekoliko manj požrešen od ultra tankih prenosnikov), kljub temu pa je cenejša in enostavna za programiranje....

<https://pcusbprojects.com>



Slika 7: Primer menija za upravljanje alarmov na 10-inčnem prikazovalniku.

KNJIGA ELEKTRONIKA ZA ZAČETNIKE



Oglejte si
VSEBINO!




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

Zaploskajmo!

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

Konec leta 2022 in v začetku leta 2023 smo v reviji Svet elektronike imeli serijo o preprostih elektronskih vezjih.

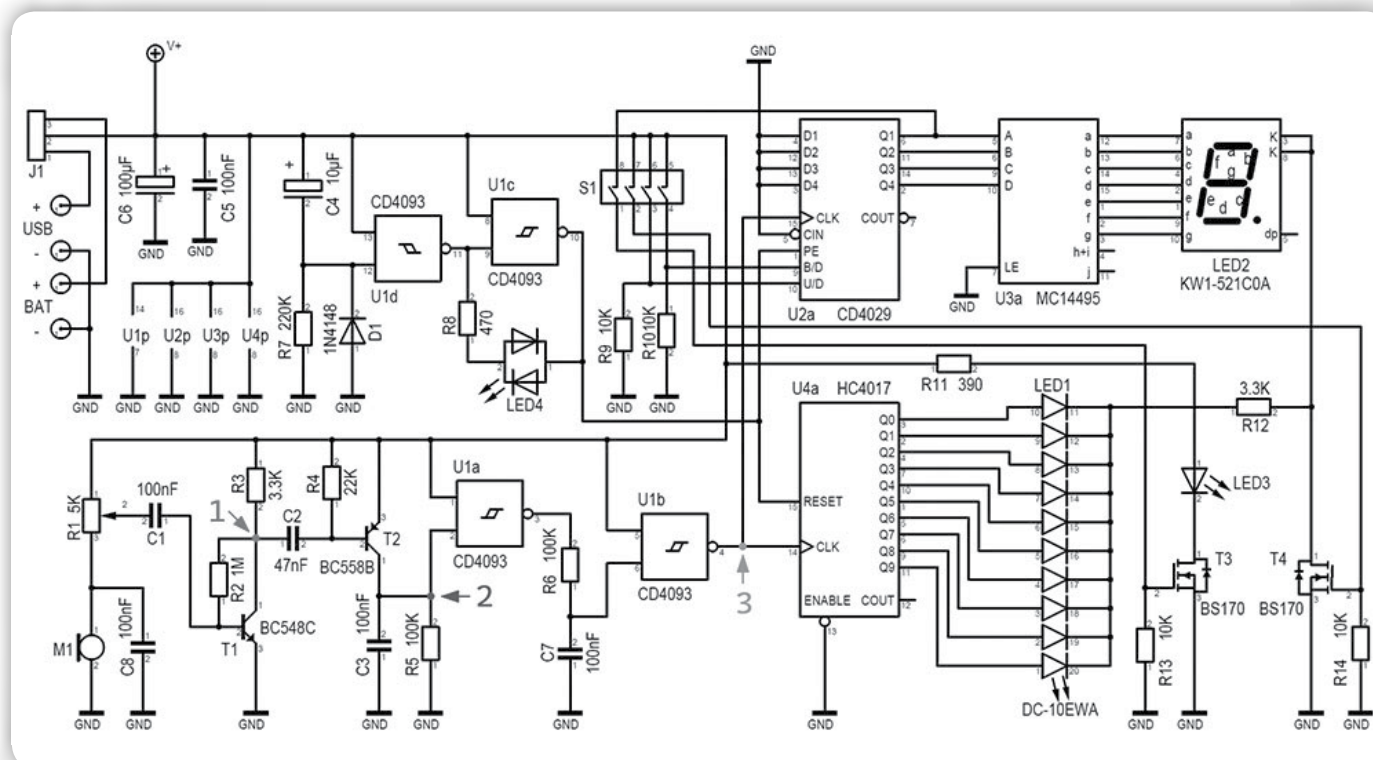
V zadnjih dveh delih te serije (SE 316 in SE 317) smo pokazali, kako lahko glasnejše zvočne signale, kot sta aplavz ali krik, oblikujemo v električni impulz, ki ga nato lahko uporabimo na primer za vklop ali izklop luči, in kako lahko takšne impulze štejemo. To je bil lep primer, kako je v današnjem času, ko mikrokontrolerji nadzorujejo vse – od otroških igrac, gospodinskih aparatov, avtomobilov do najbolj dovršenih naprav – mogoče narediti nekaj smiselnega tudi brez njih.

Kot nekakšen spin-off te serije je nastala naprava, ki jo bomo spoznali v tem članku! Naprava je sestavljena iz mikrofona, oblikovalnika impulzov in dveh števcov, katerih rezultati so prikazani na 7-segmentnem displeju in 10-bitnem nizu svetlečih diod ali pa po želji le vklopimo in izklopimo večbarvno LED diodo – delovanje naprave je konfigurirano s štirismernim stikalom. Začnimo po vrsti!

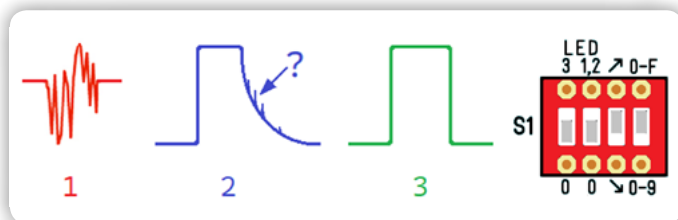
Slika 1 prikazuje shemo celotne naprave. Miniaturni kondenzatorski (elektretni) mikrofoni M1 z vgrajenim ojačevalnikom (na diagramu spodaj levo) pretvarja zvočne signale v napetostne spremembe na upor R1. Tranzistor T1 to napetost dodatno ojača, tako da na njegovem kolektorju, v točki (1), dobimo signal, kot je prikazan na sliki 2. Tukaj ni pomembna kakovost, temveč čim večje ojačenje: zvok, na katerega želimo, da se vezje odzove, mora v točki (1) ustvariti signal z amplitudo 1 V ali več.

Sledi oblikovalnik impulzov T2. Ta tranzistor deluje kot ojačevalnik C razreda: brez vzbujanja skozenj ne teče tok. Šele ko signal v točki (1) doseže dovolj veliko amplitudo, bodo njegovi negativni vrhovi "odprli" T2 in skozenj bo stekel tok, ki bo zelo hitro napolnil kondenzator C3 do napajalne napetosti (5 V) in ta napetost se bo vzdrževala, dokler bo dovolj glasno vzbujanje. Ko zvočni impulz popusti, se bo C3 začel prazniti skozi upor R5 in napetost na njem se bo postopoma zmanjševala – valovna oblika napetosti v točki (2) je prikazana tudi na sliki 2.

Vendar ni vse tako idealno. Signal v točki (1) je zelo nepravilen, tako da bodo nekateri vrhovi, tudi ko se njihova amplituda zmanjša, odprli tranzistor T2. Posledično se bodo na padajočem robu signala (2) pojavile nepravilnosti, ki jih lahko naslednja vezja "interpretirajo" kot nov impulz. Da bi zmanjšali ta neželeni pojav, je vzporedno z mikrofonom priključen kondenzator C8. Ta duši višje frekvence in s tem zmanjšuje njihov vpliv na nepravilnosti na padajočem robu signala v točki (2). Poleg tega smo na pot oblikovanja signala dodali dva Schmittova prožilnika, U1a in U1b. Schmittov prožilnik je primerjalnik, ki glede na to, ali se njegova vhodna napetost dvigne ali zniža, spremeni izhodno stanje na dveh različnih ravneh. Zaradi tega je odporen na manjše spremembe vhodne napetosti, zato je njegov odziv na "umazane" vhodne signale stabilnejši. Dodali smo tudi nizkoprepustni filter R6 + C7, da



Slika 1: Shema naprave.



Slika 2: Oblike signalov v posameznih točkah električne sheme.

bi končno dobili lepo oblikovan pravokotni impulz iz zvočnega vzbujanja, na katerega želimo, da se vezje odzove v točki (3). Ta signal dovajamo na taktna vhoda dveh števecv, U4a (HC4017) in U2a (CD4029), ki nam bosta pomagala doseči zahtevano funkcionalnost.

V praksi se moramo še vedno poigrati s trimer uporom R1! Položaj njegovega drsnika določa skupno ojačenje in s tem občutljivost vezja: "nižji" kot je (bližje izhodu mikrofona), večje bo ojačenje in obratno. Nastavili ga bomo v položaj, v katerem se vezje najčisteje odziva na vzbujanje zvoka.

Integrirano vezje CD4093 ima še dva Schmittova prožilnika, U1c in U1d. Uporabili smo ju za ustvarjanje kratkega pozitivnega impulza v trenutku vklopa napajalne napetosti, ki nato ponastavi števec in jih nastavi v začetno stanje. Ta ponastavitveni impulz dejansko ustvari kondenzator C4, ko se polni skozi upor R7, in bi ga lahko uporabili v njegovi prvotni obliki. Vendar je to „zero-waste“ vezje, v katerem je treba uporabiti vse! Poleg tega, da pomagata oblikovati že tako dobro oblikovan impulz ponastavitve, U1c in U1d krmilita dvobarvno svetlečo diodo LED4. Med ponastavitvijo bo tok tekel skozi LED4 v eno smer in bo svetila rdeče; ko je ponastavitev končana in je vezje pripravljeno za delovanje, bo tok tekel v nasprotni smeri in bo svetila zeleno!

LED1

LED1 je 10-bitna matrika LED-ic (LED bar), ki jih krmili integrirano vezje HC4017 (U4). HC4017 je dekadni števec z 10

izhodi, Q0 do Q9, njegov način delovanja pa je prikazan v tabeli na sliki 3:

- po ponastavitvi HC4017 nastavi izhod Q0 v stanje logične enice, medtem ko so vsi ostali izhodi v stanju "0" (z drugimi besedami, napetost na izhodu Q0 je 5 V, medtem ko je napetost vseh ostalih izhodov 0 V);
- z vsakim impulzom na vhodu ure (CLK) se ta logična enica premakne na naslednji izhod v zaporedju, dokler se po desetem impulzu cikel ne začne znova od začetka.

Na sliki 3 so te logične enote označene, ker so edine, ki so nam pomembne: anode 10-bitnega LED niza so priključene na izhode Q0-Q9 in prižgala se bo le LED, katere izhod je trenutno v stanju "1". Tok skozi LED diode je določen z uporom upora R2 in znaša približno 1 mA - izkazalo se je, da tudi pri tem relativno majhnem toku LED-ice iz niza DC-10EWA svetijo zelo močno. Ker bo v danem trenutku prižgana le ena od diod v nizu, si lahko delijo skupni katodni upor R12.

Dekadni števec HC4017 je prav tako implementiran v CMOS tehnologiji, pod oznako CD4017. Čeprav je pin-združljiv in funkcionalno enak števcu HC4017, tukaj nismo uporabili CMOS različice, ker ima pri napajalni napetosti 5 V previsoko izhodno upornost: če bi namesto LED1 uporabili manj občutljivo matriko, njene LED-ice ne bi mogle svetiti dovolj močno.

LED2

LED2 je 7-segmentni displej s skupno katodo, ki ga krmilita integrirani vezji CD4029 (U2) in MC14495 (U3). CD4029 šteje tudi impulze na svojem CLK vhodu, trenutna vrednost števca pa se na izhodih Q4-Q1 prikaže kot binarno število (slika 4). Zato nas vedno zanimajo logična stanja vseh štirih izhodov, zato smo jih označili v tabeli na sliki.

Po ponastavitvi bodo izhodi prevzeli stanje, ki smo jim ga dodelili z vhodi D4-D1: v našem primeru bo to stanje "0000". Način štetja CD4029 je odvisen od stanja krmilnih vhodov B/D in U/D:

- če je B/D = 0, CD4029 deluje v desetiškem načinu in šteje v območju 0-9 (0000-1001);
- če je B/D = 1, CD4029 deluje v binarnem načinu in šteje v območju 0-15 (0000-1111 ali 0-F v šestnajstiškem zapisu);
- če je U/D = 1, CD4029 šteje navzgor (od manjših do večjih števil);
- če je U/D = 0, CD4029 šteje navzdol, od večjih do manjših števil.

Pri sestavljanju smo uporabili vse štiri možnosti, izbiramo pa jih z dvema desnima segmentoma četvernega stikala S1. Način priključitve stikala S1 je viden na shemi na sliki 1, pomen posameznih položajev pa je prikazan na sliki 2. Natančneje, v

		HC4017									
		Q0	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9
0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0

Slika 3: Logična stanja števca HC4017.

CD4029				
	Q4	Q3	Q2	Q1
0	0	0	0	0
1	0	0	0	1
2	0	0	1	0
3	0	0	1	1
4	0	1	0	0
5	0	1	0	1
6	0	1	1	0
7	0	1	1	1
8	1	0	0	0
9	1	0	0	1
10	1	0	1	0
11	1	0	1	1
12	1	1	0	0
13	1	1	0	1
14	1	1	1	0
15	1	1	1	1

Slika 4: Logična stanja števca CD4029.

položaju, v katerem je stikalo prikazano na sliki 2, bi CD4029 štel navzgor v binarnem načinu (0-15).

Izhodna stanja števca želimo prikazati na 7-segmentnem displeju LED2. To pomeni, da bomo potrebovali ustrezno vezje, ki bo sposobno vklopiti ustrezne segmente 7-segmentnega displeja za vse binarne kombinacije na izhodih Q4-Q1 in jih tako prikazati v berljivi obliki. V času, ko so se 7-segmentni displeji pogosto uporabljali za prikaz podatkov, so bila integrirana vezja za ta namen zlahka dostopna.

Danes se za prikaz podatkov uporabljajo različne zasnove displejev, vendar je še vedno mogoče najti pretvornike BCD v 7-segmentni prikaz različnih zasnov. Vendar lahko prikazujejo le številke od 0 do 9, naš števec CD4029 pa v binarnem načinu šteje do 15! Našel sem le eno integrirano vezje, ki lahko prikaže binarne kombinacije 0000-1111 na 7-segmentnem zaslonu kot šestnajstiške številke od 0 do F: MC14495.

Vgrajene ima tudi upore, ki omejujejo tok skozi diode 7-segmentnega displeja, tako da je mogoče na njegove izhode neposredno priključiti displej s skupno katodo.

Edina težava je, da se to integrirano vezje ne proizvaja več in ga je nemogoče najti v "resnih" trgovinah. Da, ponuja ga več spletnih trgovin, vendar morate biti previdni: "pravi" MC14495 mi je uspelo najti šele v tretjem ali četrtem poskusu: v prvih pošiljkah so integrirana vezja sicer prišla s pravilno oznako, vendar te niso bile pravilne. Zato bodite previdni pri spletnem nakupu!

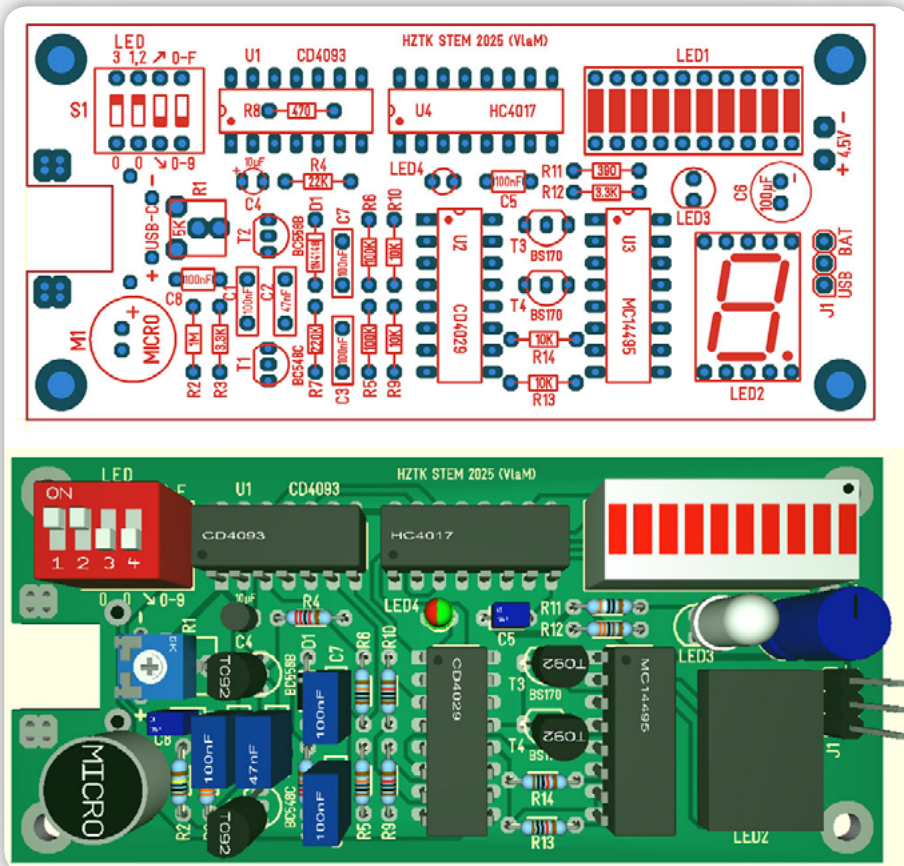
LED3

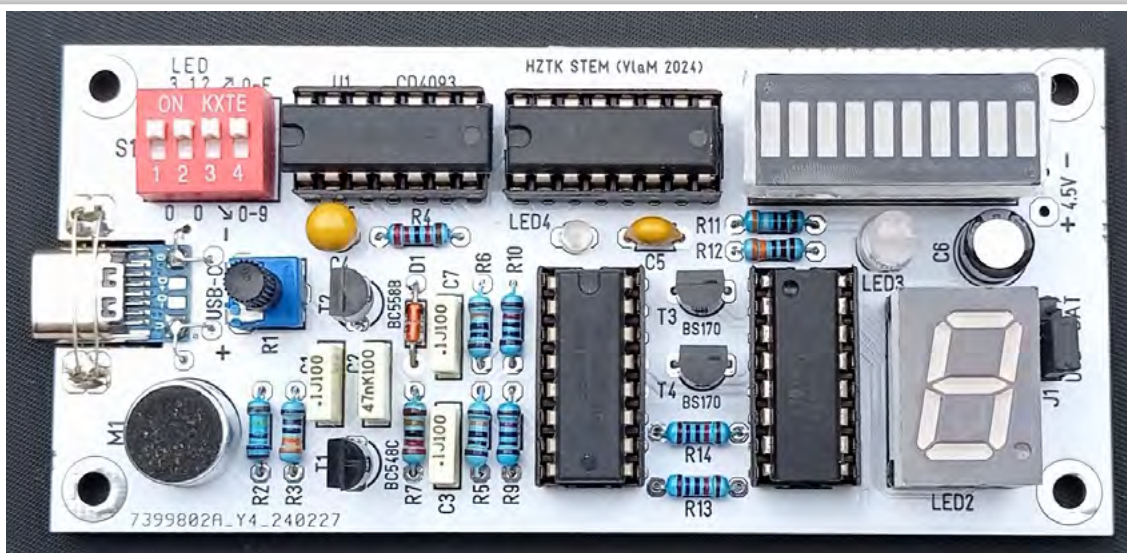
Svetleča dioda LED3 bo prižgana, če je izhod Q1 števca CD4029 v stanju "1". Če pogledamo sliko 4, bomo opazili, da je ta izhod izmenično v stanju "0" in "1", zato se bo LED3 izmenično prižgala in ugašala z vsakim novim impulzom v točki (3). Da bi bilo vezje učinkovitejše, smo za LED3 uporabili LED-ico, ki sama spreminja barve, če jo pustimo prižgano dovolj dolgo. Vrednost upora R11 je bila izbrana kot kompromis:

- to vrsto diode lahko priključimo neposredno na napetost 5 V, vendar potem sveti veliko močneje kot ostale LED-ice v našem vezju;
- če z njo zaporedno priključimo upor, se bo intenzivnost zmanjšala;
- če je upor prevelik, se bo modra barva "izgubila", kar spet ni ugodno za nas.

Stikalo S1 in tranzistorski stikali T3 in T4

Ko je prvi segment stikala S1 (slika 2) v položaju "3", napetost na izhodu Q1 števca CD4029 krmili tranzistorsko stikalo T3, ki





Slika 6: Fotografija prototipa.

nato vklaplja in izklaplja LED-ico LED3, ki deluje na prej opisani način. Ko je prvi segment v položaju "0", bo T3 izklopljen in LED3 ne sveti.

Če je drugi segment stikala S1 v položaju "1, 2", se bo tranzistorsko stikalo T4 vklopilo, zato bosta LED-ici LED1 in LED2 delovali na zgoraj opisani način. Če je drugi segment v položaju "0", bosta LED1 in LED2 izklopljeni.

Tako prvi in drugi segment stikala S1 določata, kateri del vezja bo aktiven in kateri ne. Videli smo že, kako tretji in četrti segment stikala S1 vplivata na delovanje števca CD4029.

Napajanje in izvedba

Za vezje je bilo zasnovano tiskano vezje, katerega shema sestavljanja je prikazana na sliki 5. Možna sta dva načina napajanja: iz 4,5 V baterije ali s 5 V napajanjem iz omrežnega adapterja (npr. iz polnilnika za mobilni telefon) prek priključka USB-C. Glede na izbrani način napajanja je treba srednji pin priključka J1 priključiti na pin BAT ali USB.

Slika 6 prikazuje fotografijo prototipa, ki se od končne različice razlikuje v majhnih podrobnostih. Na fotografiji si lahko ogledate, kako se droben modul s priključkom USB-C (takšni moduli so zlahka dostopni v spletnih trgovinah) namesti v za to predvideno režo na tiskanem vezju: najprej se prilepi s sekundnim lepilom, nato pa se ga ovije s koščki žice, ki ga še dodatno utrdijo.

Način uporabe

Po izbiri zelenega načina delovanja s stikalom S1 in po vklopu napajanja se bo LED L4 na kratko prižgala rdeče, nato pa bo še naprej svetila zeleno: to je znak, da je vezje pripravljeno za delovanje. Vezje se bo odzvalo na kratkotrajno ploskanje z roko in glasnejše krike, nezaželeno pa tudi na trkanje po površini, na kateri se nahaja. Zato ga je priporočljivo postaviti na trdno površino, prekrito z debelim prtom ali podobno tkanino. Po optimalni nastavitvi občutljivosti s trimmerjem R1 se bo vezje precej zanesljivo odzvalo na zvočno vzbujanje, vendar je še vedno možno, da občasno "preskoči" kakšno stanje - nismo izdelovali profesionalne naprave, temveč elektronsko igraro!

Opombe

Opisano vezje je projektirano za potrebe HZTK in je uporabljeno kot vaja za spajkanje na STEM delavnici. Ohišje je projektiral in na 3D tiskalniku izdelal Zvonimir Lapov Padovan, sodelavec HZTK.

Zaradi težav pri pridobitvi integrirane vezja MC14495 je bila izdelana tudi različica vezja, v kateri njegovo funkcijo opravlja 20-pinski mikrokontroler ATtiny2313. Ta različica ni v skladu z uvodom, v katerem smo poudarili, da se da nekaj smiselnega narediti brez mikrokontrolerja, zato o tem nismo želeli pisati.



<https://svet-el.si>

Slika 7: Fotografija prototipa vgrajenega v ustrezno ohišje.



KNJIGA **ELEKTRONIKA ZA ZAČETNIKE**

Oglejte si
VSEBINO!



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



programming has never been easier

Smo uradni zastopnik za ELNEC v Sloveniji!

BeeProg3



70-0074



BeeProg2



BeeProg2C



70-0036



BeeProg204P



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