

SE
346

REVILJA ZA ELEKTRONIKO, AVTOMATIKO, RAČUNALNIŠTVO IN TELEKOMUNIKACIJE

svet ELEKTRONIKE

ISSN 1318-4679



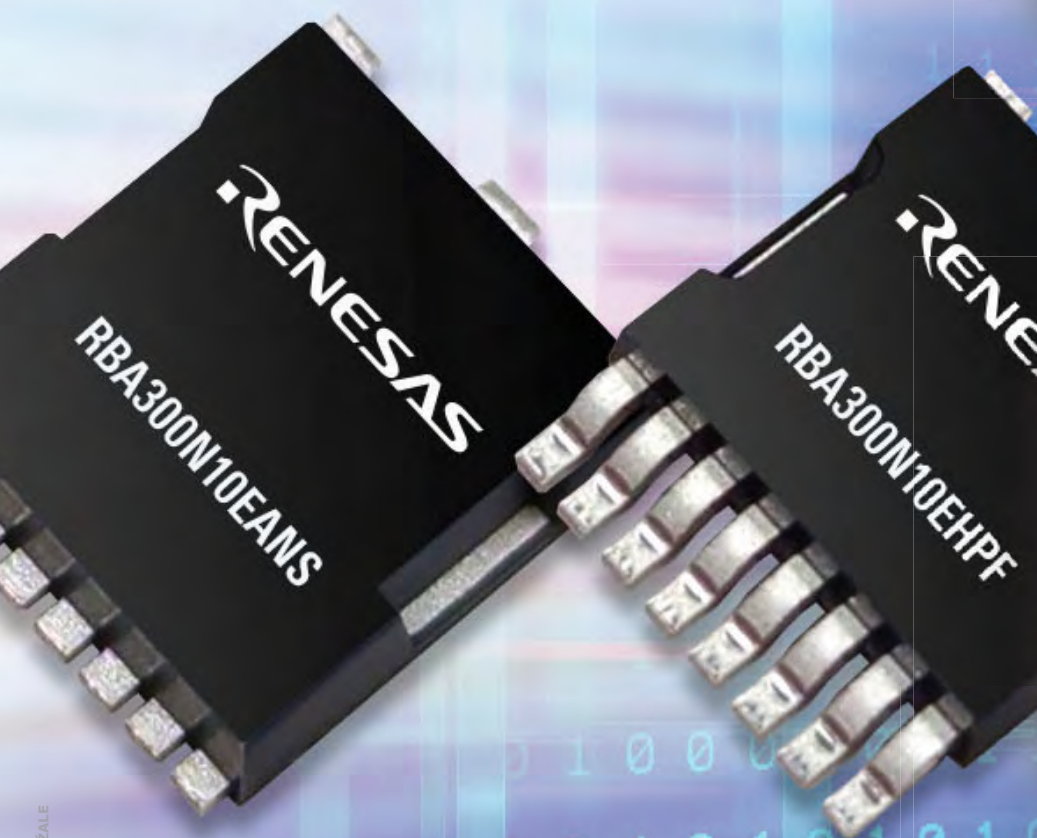
9 771318 467014



letnik XXXII
december 2025
številka 346
cena:

5,50 €

100V HIGH POWER MOSFET-1



**Integrirana vezja
iz galijevega nitrida
povečajo učinkovitost**



**Preizkusili smo novo
Arduino Uno Q
razvojno ploščo**



**Od mikrokontrolerjev
do FPGA**

**Najbolj učinkovit toplotni gel za enkratno
uporabo ponuja vertikalno lepljivost**

**IIoT in internet stvari, natančno
pozicioniranje in zelo hitri prenos**

**KIST v razvoju superkondenzatorja,
ki premaga omejitve**

Home Assistant – 5.del

Z našo ponudbo izdelkov prispevamo k višji kakovosti življenja

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

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

Poiščite svoj izdelek na digikey.si



DigiKey

we get technical

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 Konec leta
Jurij Mikeln

NOVICE

- 5 Najbolj učinkovit toplotni gel za enkratno uporabo ponuja vertikalno lepljivost
<https://www.parker.com>
- 6 Power Integrations predstavlja referenčni komplet
<https://www.power.com>
- 7 Proizvajalec brezžičnih modulov Embit podpisal licenčno pogodbo za brezžični protokol NeoMesh
<https://neocortec.com>
- 8 Nova družina IC za nadzor baterijskih celic podjetja NXP prinaša napredne nove energetske rešitve
<https://www.nxp.com>
- 10 CrowPanel 1,28-palčni HMI ESP32 z enkoderjem in 240 x 240 IPS okroglim zaslonom občutljivim na dotik
<https://www.elecrow.com/>
- 12 KIST v razvoju superkondenzatorja, ki premaga omejitve
<https://eng.kist.re.kr/eng>

PREDSTAVLJAMO

- 14 Metcal MicroFine - natančnost na mikroravni
<https://www.tme.eu>
- 16 Integrirana vezja iz galijevega nitrida povečajo učinkovitost napajanja
Avtor: Rolf Horn
<https://www.digikey.com>
- 19 IIoT in internet stvari, natančno pozicioniranje in zelo hitri prenos
Avtor: Torsten Killinger
<https://www.rutronik.com>
- 21 Implementacija USB v ugnjezenih sistemih
Avtor: Robert Perkel
<https://www.microchip.com>
- 24 Elektromagnetna združljivost, 8. del
Fakulteta za elektrotehniko Univerza v Ljubljani
Avtor: Izr. prof. dr. Marko Jankovec

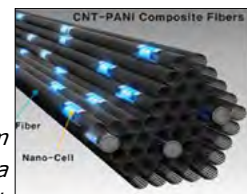
PROGRAMIRANJE

- 28 Preizkusili smo novo Arduino Uno Q razvojno ploščo
Avtor: Brian Millier
- 36 Home Assistant – 5.del
Avtor: dr. Simon Vavpotič
- 40 Pametni hišni vrt (2)
Avtor: mag. Vladimir Mitrović
- 44 Od mikrokontrolerjev do FPGA: Novi pristop avtomatizacije gospodinjstev
Avtor: Klemen Bravhar
- 49 Napredna IoT naprava za merjenje parametrov okolja
Avtor: Tomas Urbanavičius
<https://hackster.io>

KIST v razvoju superkondenzatorja, ki premaga omejitve

Raziskovalna skupina pod vodstvom dr. Bon-Cheola Kuja in dr. Seo Gyuna Kima iz Centra za raziskave ogljikovih kompozitnih materialov na Korejskem inštitutu za znanost in tehnologijo (KIST) ter profesorja Yuanzhe Piaoa iz Seulske nacionalne univerze (SNU) je razvila visoko...

Stran:12



Integrirana vezja iz galijevega nitrida povečajo učinkovitost

V današnjem elektronskem svetu so pretvorniki energije potrebni za vse, od medicinskih naprav do polnilnikov za mobilne telefone in prenosne računalnike ter pomožnih napajalnikov. Zmanjševanje velikosti ohišij, upravljanje toplotne, spremenljive vhodne napetosti in pametni protokoli polnjenja otežujejo zasnovo napajalnikov in pretvornikov, hkrati pa se povečuje poudarek...

Stran:16



Preizkusili smo novo Arduino Uno Q razvojno ploščo

Arduino zdaj prodaja svojo najnovejšo Arduino ploščo – Uno Q. Kot namiguje ime, uporablja velikost in format starejše plošče Uno, vključno z originalnima dvema ženskima I/O konektorjema, ki sta na plošči Uno. Slika 1 prikazuje fotografijo te plošče. Razpored priključkov teh konektorjev je v bistvu enak kot...

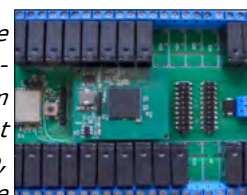
Stran:28



Od mikrokontrolerjev do FPGA

Avtomatizacija različnih procesov se že nekaj časa seli iz industrijskega okolja v gospodinjstva, kjer uporabnikom pomaga pri vsakdanjih opravilih, kot so varčevanje z električno energijo, upravljanje razsvetljave, načrtovanje delovanja pametnih gospodinskih aparatov in številne druge storitve. Vse te naprave temeljijo na mikrokontrolerjev...

Stran: 44





Jurij Mikeln

Konec leta

Drage bralke in dragi bralci revije Svet elektronike. Pred vami je zadnja letošnja številka revije Svet elektronike. Če bi se na hitro ozrl nazaj in se vprašal, kaj je zaznamovalo leto 2025 bi rekel, da je to gotovo izjemno hiter razvoj umetne inteligence. In to na vseh področjih, ne samo na področju tehnike.

Pred nekaj meseci sem vam kot »kost za glodanje« ponudil 3 uvodnike, ki jih je napisal ChatGPT v mojem imenu. Od vas bralcev sicer nisem dobil kakšnih povratnih informacij, kako ste vi videli napisane uvodnike. Uvodniki so bili sicer korektno napisani, saj je ChatGPT korektno povzel navodila, ki sem mu jih napisal. Ampak meni so se »strojno« napisani uvodniki zdeli brez duše – to česar stroj nima.

Gotovo bo umetna inteligenca pomagala na različnih področjih. Mene predvsem zanimajo tehnološki preboji, ki jih v zdajšnji generaciji kar ni in ni. Če se spomnite - generacija po vojni je izumila tranzistor. S pomočjo tega tranzistorja je človeštvo najprej poletelo na Luno in naredilo veliko dobrega (in seveda tudi slabega, da ne bo pomote!). Iznajdba tranzistorja je torej bila en takšen tehnološki preboj v zgodovini človeštva, podobno kot parni stroj. Kakšen je pa preboj zdajšnje generacije – oziroma generacije ljudi, ki so bili rojene po letu 1960 in se zdaj počasi upokojujejo? Je umetna inteligenca ta preboj? Morda pa je res, saj tudi v času izuma tranzistorja marsikdo ni vedel – niti (pred)videl, kaj vse pomeni ta izum za človeštvo.

V tokratni reviji boste spet lahko prebrali marsikateri zanimivi članek, med drugim kaj vse ponujajo GaN polprevodniki. Do nedavna nisem vedel, da GaN polprevodniki lahko delujejo do 400 °C – ste vi to vedeli? Cel kup prednosti omogočajo te polprevodniki – mogoče prav v vaši novi napravi, ki jo načrtujete.

Nova pa je tudi Arduino Uno Q razvojna plošča, ki jo opisuje Brian. Plošča je tako nova, da je na koncu članka opozorilo, da se bo nadgradnja plošče dogodila do časa, ko bo ta članek objavljen. Nova Arduino Uno Q razvojna plošča je gotovo zanimiva, ker jo lahko primerjamo z RPi, morda jo celo uporabimo namesto RPi.

Naj vam ob koncu leta 2025 v imenu celotnega uredništva želim vse dobro v letu 2026 in da bo revija Svet elektronike še velikokrat na vaši mizi!

Lep pozdrav!
Jure

REVIJA ZA ELEKTRONIKO,
AVTOMATIKO,
RAČUNALNIŠTVO
IN TELEKOMUNIKACIJE

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

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

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

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

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

Antivirusni program: PANDA security

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

Direktor:
JURIJ MIKELN, dipl.inž.

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

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

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

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



Najbolj učinkovit toplotni gel za enkratno uporabo ponuja vertikalno lepljivost

Parker Hannifin Corporation

Novi termični gel Parker Chomerics je idealen za zahtevne industrijske aplikacije.

Podjetje Chomerics Division of Parker Hannifin, svetovno vodilni proizvajalec tehnologij za gibanje in nadzor, je predstavilo svoj novi THERM-GAP™ GEL 75VT, visoko zmogljiv termični gel za nanašanje, ki ponuja tipično toplotno prevodnost 7,5 W/m-K. Popolnoma utrjen izdelek deluje zanesljivo v vertikalnih aplikacijah in aplikacijah z visokimi vibracijami, vključno s tistimi, ki so ključnega pomena.

Da bi zagotovili primernost za odvajanje toplote iz elektronike v hladilnike ali ohišja v zahtevnih delovnih pogojih, je Parker Chomerics GEL 75VT podvrzel več dolgoročnih testov zanesljivosti. Izdelek je uspešno preстал avtomobilski vertikalni »slump« test, test visokih vibracij in postopke preverjanja toplotnih materialov za telekomunikacije. Zaradi svoje dolgoročne zanesljivosti THERM-GAP™ GEL 75VT izpolnjuje zahteve projektantov, da njihove nove elektronske naprave zagotavljajo dosledno toplotno učinkovitost skozi mnoga leta zahtevnega, neprekinjenega delovanja.



Ta enokomponentni material, ki je odporen proti vertikalnemu sesedanju („VT“ ali vertikalna lepljivost), zanesljiv v delovnih pogojih z visokimi vibracijami in ima visoko toplotno zmogljivost, je primeren za uporabo v širokem spektru sistemov. Med potencialnimi uporabniki so avtomobilski senzorji in naprave, telekomunikacijski moduli, moduli BESS (baterijski in energetski shranjevalni sistemi), industrijska elektronika, omrežna in IT infrastruktura, močnostna elektronika in potrošniška elektronika.



GEL 75VT ne zahteva mešanja ali sekundarnega strjevanja, njegova pretočna hitrost 15–25 g/min pa zagotavlja enostavno nanašanje in popravke/popravila na terenu. Za deformacijo pod pritiskom pri sestavljanju je potrebna le zelo majhna tlačilna sila. Uporabniki lahko toplotni gel (ročno ali z avtomatskimi dozirnimi stroji) nanašajo v različnih debelinah lepilne plasti – običajno do 4 mm – za zapolnitev vrzeli, ki nastanejo zaradi toleranc pri sestavljanju ali proizvodnji.

THERM-A-GAP™ GEL 75VT je v celoti skladen z direktivo RoHS, njegove pomembne električne lastnosti pa vključujejo: dielektrično trdnost 7,9 kV/mm (preskusna metoda ASTM D149); prostorski upor 1014 Ωcm (ASTM D257); 5,2 dielektrična konstanta pri 1000 kHz/0,76 mm debeline (ASTM D150); in 0,003 faktor izgube pri 1000 kHz/0,76 mm debeline (preskusna metoda Chomerics).

Ročna brizga, plastični vložek, plastični vložek EFD, aluminijasti vložek in vedra so med možnostmi pakiranja za GEL 75VT, ki ponujajo različne prostornine polnjenja do 2500 cm³.

Za več informacij o THERM-A-GAP™ GEL 75VT obiščite:

- <https://ph.parker.com/us/en/product-list/therm-a-gap-gel-75vt-thermally-conductive-gel>

<https://www.parker.com>



Power Integrations predstavlja referenčni komplet

Power Integrations

Referenčni komplet je idealen za sončne dirkalne avtomobile z visoko učinkovitim integriranim vezjem iz galijevega nitrida.

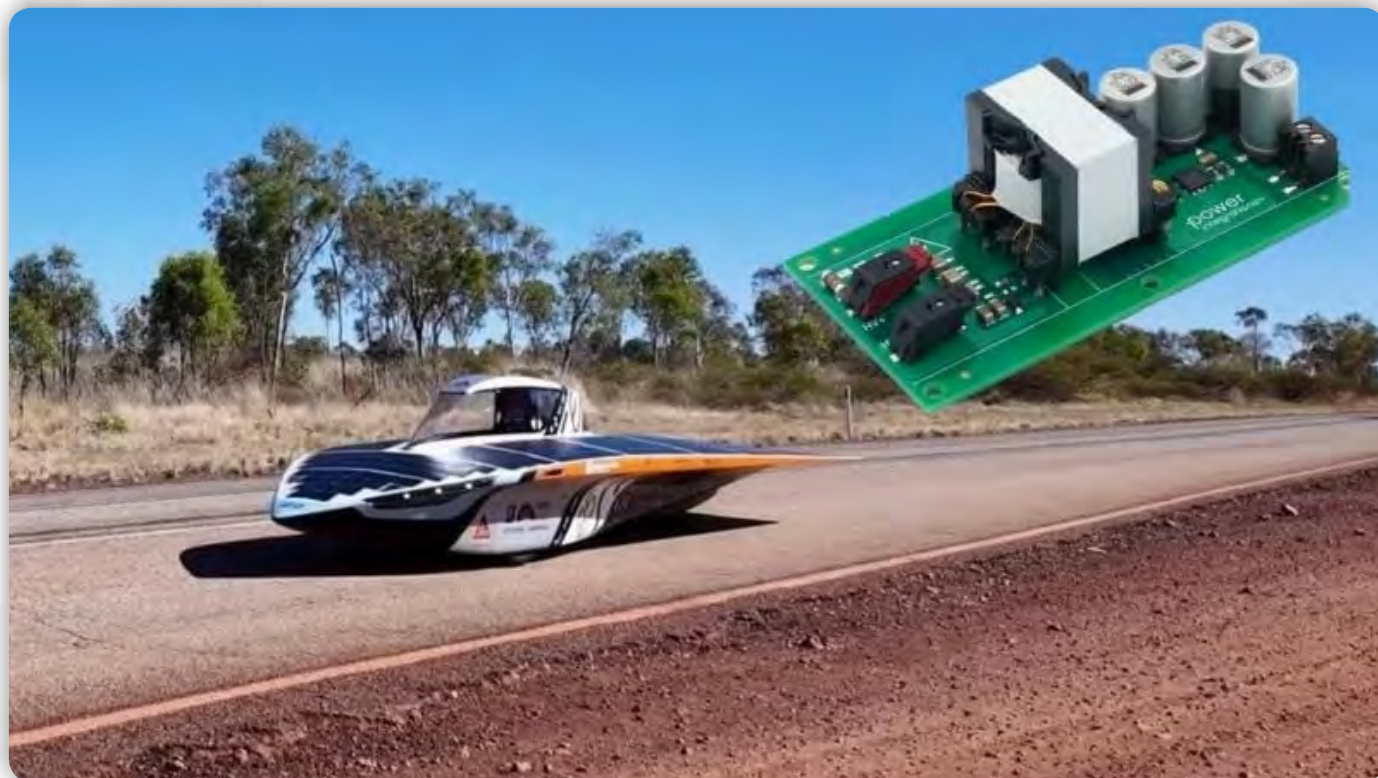
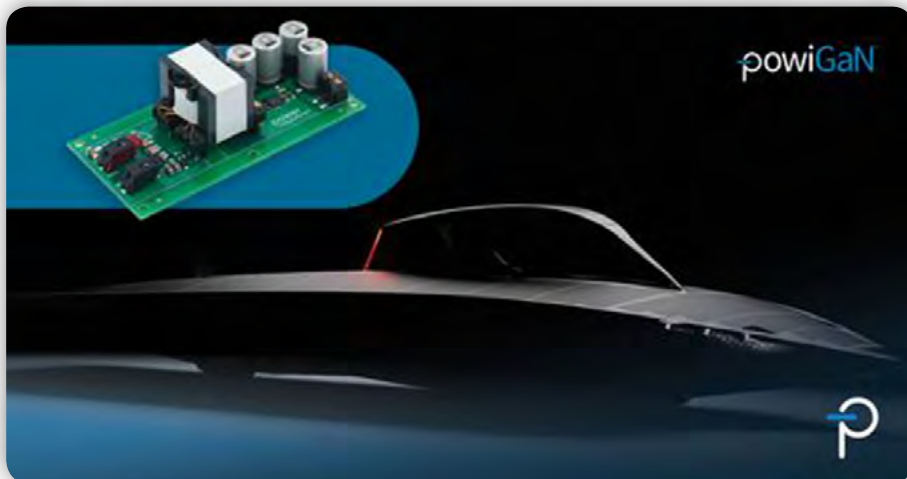
PowiGaN deluje s 95-odstotno učinkovitostjo za kritične operativne in varnostne funkcije pri nizki in polni obremenitvi.

Power Integrations predstavlja nov referenčni komplet, ki je posebej prilagojen za dirkalne avtomobile na sončno energijo, saj se 37 študentskih ekip pripravlja na dirko čez avstralsko puščavo v okviru Bridgestone World Solar Challenge.

Slika RDK-85SLR vsebuje vse, kar je potrebno za izdelavo 46-vatnega napajalnika. Ekipe sončnih dirkalnih avtomobilov lahko komplet dobijo brezplačno, če se registrirajo na spletu.

Komplet RDK-85SLR vsebuje integrirano vezje PI™ InnoSwitch™3-AQ IC, ki vključuje tehnologijo PowiGaN™ stikal iz galijevega nitrida podjetja PI. Komplet je navdihnil dizajn, ki so ga ustvarili inženirji spletne podpore PI PowerProsSM v sodelovanju z ekipo ETH Zurich aCentauri, katere avtomobil razreda challenger #85 „Silvretta“ uporablja ta dizajn za maksimalno učinkovitost pomožnega napajanja.

„Tisoči študentov inženirstva vsako leto sodelujejo v tekmovanjih sončnih avtomobilov po vsem svetu, in ti inovatorji bodo pomagali ustvariti bolj trajnostno prihodnost,“ je dejal Andy Smith, direktor za tehnično ozaveščanje in usposabljanje pri Power Integrations. „Ponujamo ta referenčni komplet, da bi mladim inženirjem pomagali izkoristiti najnovejše, najbolj energetske učinkovite tehnologije, kot je PowiGaN, v njihovih projektih.“



Razvojni komplet vsebuje vse, kar je potrebno za izdelavo 46-vatnega napajalnika, ki za krajši čas zagotavlja do 80 vatov, kar ga naredi idealnega za uporabo kot pomožni napajalnik v solarnem dirkalnem avtomobilu. Uporablja IC napajalnik InnoSwitch3-AQ flyback z visoko učinkovitim PowiGaN stikalom in odpravlja potrebo po hladilniku, kar omogoča bolj kompaktne, lahke in stroškovno učinkovite zasnove. Komplet vsebuje vzorčno napajalno enoto, štiri IC-je InnoSwitch3-AQ in prazno tiskano vezje. Priloženo je navodilo za izdelavo napajalne enote in transformatorja, sheme, navodila za razporeditev elementov na tiskano vezje, seznam delov in izčrpni podatki o zmogljivosti. Tehnična podpora v živo je na voljo pri ekipi PowerPros podjetja Power Integrations.

„Zanesljivost, zmogljivost in učinkovitost PowiGaN smo dokazali na Bridgestone World Solar Challenge v letu 2023,“ je dejal Aaron Griesser, vodilni električni inženir ekipe aCentauri 2023. „Dosegli smo 95-odstotno učinkovitost pri nizkih in polnih obremenitvah s širokim razponom moči od 5 do 60 W. Poleg tega so

bili sodniki presenečeni, ko so videli pomožni napajalnik brez hladilnika.“ Power Integrations je ponosen sponzor ekipe aCentauri in bo o dirki poročal na Mr. Green's Blogu in družbenih omrežjih PI z uporabo hashtaga #PowiGaNVan.

Viri in dobavljivost

Referenčni komplet RDK-85SLR stane 50 dolarjev. Ekipa sončnih dirkalnih avtomobilov lahko komplet dobijo brezplačno, če se registrirajo na spletu. Več informacij je na voljo na <https://www.power.com/>

Vir:

- <https://investors.power.com/news/news-details/2025/Power-Integrations-Rolls-Out-Reference-Design-Kit-for-Solar-Race-Cars-Featuring-High-Efficiency-Gallium-Nitride-IC/default.aspx>

<https://www.power.com>



neo.cortec

Proizvajalec brezžičnih modulov Embit podpisal licenčno pogodbo za brezžični protokol NeoMesh

Neo Cortec

Copenhagen – November 12, 2025 – NeoCortec, proizvajalec dvosmernega brezžičnega omrežnega protokola z izjemno nizko porabo energije, je objavil, da je italijanski proizvajalec brezžičnih modulov Embit podpisal licenčno pogodbo za programsko opremo NeoMesh.

Pogodba omogoča podjetju Embit, da ponuja popolnoma prilagojene rešitve modulov z integriranim brezžičnim protokolom NeoMesh, ki izkoriščajo izjemno nizko porabo energije in izjemno prilagodljivost NeoMesh.

Fabio Bonizzi, izvršni direktor podjetja Embit, je dejal: „Po začetnem sodelovanju z Neocortec pri razvoju našega prvega 2,4 GHz LoRa modula z uporabo NeoMesh programske opreme – in kasneje dvopasovnega (sub-GHz/2,4 GHz) vgrajenega LoRa-omogočenega NeoMesh brezžičnega omrežnega modula in LoRaWAN® programske opreme – smo zdaj navdušeni, da lahko ponudimo popolnoma prilagojene rešitve z uporabo NeoMesh. To našim strankam ponuja



Powered by
neo.cortec
NeoMesh using LoRa® modulation

pomembno konkurenčno prednost zaradi izboljšane učinkovitosti in prilagodljivosti.”

Thomas Steen Halkier, izvršni direktor podjetja NeoCortec, dodaja: »Veselimo se nadaljevanja našega tesnega sodelovanja s podjetjem Embit. Zelo smo zadovoljni, da so v celoti sprejeli našo tehnologijo NeoMesh in da lahko zdaj ponujajo prilagojene rešitve z NeoMesh v celotni svoji ponudbi izdelkov.«

Za več informacij o tehnologiji NeoMesh podjetja NeoCortec obiščite spletno stran www.neocortec.com.

O podjetju NeoCortec

Podjetje NeoCortec je bilo ustanovljeno leta 2007 z namenom razvijati in patentirati več inovacij, povezanih z brezžičnimi

senzorskimi omrežji. Glavni izdelek je NeoMesh. NeoMesh je brezžični komunikacijski protokol, ki se vgradi v pametne naprave, da omogoči komunikacijo med napravami in z oblakom. NeoMesh je bil razvit popolnoma od začetka, da bi premagal nekatere omejitve, ki jih imajo npr. Zigbee, Zwave, Bluetooth in Thread: prilagodljivost glede števila naprav, dometa in porabe energije. V podjetju NeoCortec si prizadevajo, da bi z uporabo NeoMesh pametnejše naredili tudi neinteligentne in velike stavbe. Enostavna nadgradnja brez kableske povezave. NeoMesh je na voljo na dvosmernih brezžičnih komunikacijskih modulih z izjemno nizko porabo energije ter na podlagi licence na številnih različnih naborih čipov.

<https://neocortec.com>



Nova družina IC za nadzor baterijskih celic podjetja NXP prinaša napredne nove energetske rešitve

NXP Semiconductors

Nova družina integriranih vezij BMx7318/7518 ponuja napredno, stroškovno učinkovito rešitev za 18-kanalni krmilnik litij-ionskih baterijskih celic, ki je zasnovana za izboljšanje zmogljivosti in varnosti v električnih vozilih, sistemih za shranjevanje energije in 48-voltnih aplikacijah.

NXP Semiconductors je predstavil novo družino 18-kanalnih krmilnikov litij-ionskih baterijskih celic BMx7318/7518 IC, zasnovano za sisteme upravljanja visokonapetostnih baterij (HVBMS) v električnih vozilih, industrijske sisteme za shranjevanje energije (ESS) in sisteme upravljanja 48-voltnih baterij.

Na podlagi nove napredne arhitekture NXP z namenskim analognodigitalnim pretvornikom (ADC) na kanal, družina ponuja fleksibilno in raznoliko izbiro delovnih števil z združljivostjo PIN-to-PIN med derivati naprav, kar strankam zagotavlja stroškovno učinkovito rešitev in hkrati izboljša splošno zmogljivost sistema za upravljanje baterij. Nova družina IC izpolnjuje funkcionalne varnostne certifikate ASIL C za avtomobilsko industrijo in SIL 2 za industrijo.

Svetovno povpraševanje po prilagodljivih in stroškovno učinkovitih energetskih rešitvah narašča, zato morajo sistemi za upravljanje baterij najti ravnovesje med natančnostjo, življenjsko dobo, zanesljivostjo in prilagodljivostjo. Nova arhitektura

čipov družine BMx7318/7518 IC zmanjša potrebo po zunanjih komponentah za 50 % in tako znatno zniža stroške za proizvajalce originalne opreme (OEM) in dobavitelje prvega reda, saj združuje odpornost pred elektromagnetnimi motnjami (EMI) in eno od vodilnih robustnih zasnov za dovajanje toka (BCI). Hkrati rešitev v enem čipu združuje analogni vhod, baterijsko priključno omarico in funkcije vrat (kot so I-sense ali SPI2TPL bridge). Podpira pol-centralizirane arhitekture BMS in omogoča optimizacijo stroškov na ravni sistema, hkrati pa zagotavlja stabilnost BMS.

Naomi Smit, podpredsednica in generalna direktorica, Driver and Energy Systems pri NXP Semiconductors je dejala:

„Družina integriranih vezij BMx7318/7518 predstavlja nov korak naprej v inovacijah na področju upravljanja baterij. Z vključitvijo napredne arhitekture ADC, izravnave visokih tokov in robustne odpornosti proti elektromagnetnim motnjam našim strankam omogočamo, da oblikujejo učinkovitejše in bolj prilagodljive energetske sisteme. Ta rešitev zmanjšuje kompleksnost sistema



in izpolnjuje zahtevane varnostne standarde za avtomobilске in industrijske aplikacije. Ponosni smo, da lahko s tehnologijo, ki zagotavlja zmogljivost, prilagodljivost in zanesljivost, podpiramo rastoče povpraševanje po trajnostni energiji."

Več informacij

BMx7318/7518 uporablja novo zasnovo integriranega vezja, da doseže popolno neodvisnost kanala za zajemanje napetosti celic, prepreči prekrivanje signalov in izboljša natančnost filtriranja. Zasnova podpira prilagodljivo razporeditev do 18 celic in ima zmogljivost vzporednega uravnavanja vseh kanalov do 150 mA (podpira okoljsko temperaturo do 125 °C), pri čemer posamezni kanal doseže do 300 mA, kar znatno izboljša učinkovitost uravnavanja baterije. Hkrati ima ta sistem način izredno nizke porabe energije (samo 5 μ A), da zadovolji potrebe dolgoročnega skladiščenja in prevoza v tujino, namenski priključek za alarm pa omogoča hiter odziv na preobremenitve.

Družina BMx7318/7518 bo predvidoma na voljo novembra 2025. Za več informacij obiščite spletno stran NXP.

Rešitve NXP za elektrifikacijo upravljajo pretok energije v elektrificiranem ekosistemu, vključno z električnimi vozili, domovi in stavbami ter pametnimi omrežji. V električnih vozilih fleksibilnost in natančnost našim strankam omogočata, da podaljšajo doseg vožnje in in da vozilo dalj časa ohranijo na cesti. S celovitimi sistemskimi rešitvami za električna vozila, vključno s krmilniki baterijskih celic, baterijsko priključno omarico, komunikacijskim vmesnikom in mikrokontrolerjem, rešitve NXP za elektrifikacijo zagotavljajo optimizirano zmogljivost in integrirano varnost, ki jo potrebujejo proizvajalci originalne opreme.

Za več informacij obiščite [nxp.com/electrification](https://www.nxp.com/electrification).
Slika vir: NXP

Povzeto po:

- <https://www.nxp.com/company/about-nxp/newsroom/NW-BATTERY-CELL-CTRL-IC-FAMILY>

<https://www.nxp.com>



KNJIGA ELEKTRONIKA ZA ZAČETNIKE



Oglejte si
VSEBINO!



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

CrowPanel 1,28-palčni HMI ESP32 z enkoderjem in 240 × 240 IPS okroglim zaslonom občutljivim na dotik

ELECROW

Rotacijski enkoder z okroglim zaslonom, ki je občutljiv na dotik je že dobavljiv.

Kaj je vrtljivi zaslon?

Vrtljivi zaslon je inteligentna interaktivna naprava, ki je običajno sestavljena iz krožnega gumba – enkoderja in zaslona. Gumb oziroma enkoder se lahko vrti za upravljanje različnih funkcij, zaslon pa se uporablja za prikazovanje relevantnih informacij. V bistvu se zaslon ne vrti, pač pa se vrti enkoder.

ESP32 zaslon – 1,28-palčni zaslon uporablja visoko zmogljiv čip ESP32-S3, opremljen z 32-bitnim dvojednim čipom. Največja taktna frekvenca doseže 240 MHz, z močno zmogljivostjo in zmogljivostjo obdelave zahtevnih nalog.

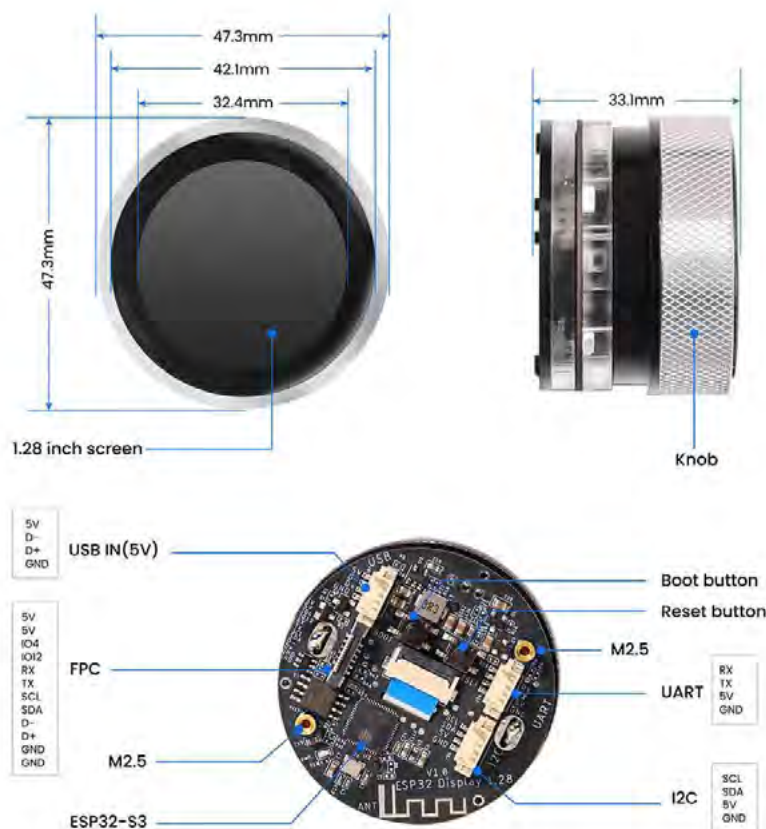
Podpira 2,4G WiFi in BLE nizkoenergijski Bluetooth, kar omogoča zanesljivo brezžično komunikacijo, enostavno povezavo z internetom in je primeren za pametne domove, industrijski nadzor, prenosne naprave in druge scenarije.

Podpira kapacitivni dotik in vnos z gumbom. Gumb podpira vrtenje v smeri urinega kazalca, proti urinemu kazalcu in polno pritiskanje, gladek občutek in različne načine interakcije.

5V vmesnik za polnjenje podpira napajanje in zapisovanje programov, opremljen pa je tudi s tremi razširitvenimi vmesniki UART, I2C in FPC, da zadovolji razvojne potrebe.

Oblika ambientalne svetlobe dodaja prijeten občutek, nizka poraba energije pa jo naredi primerno za pametne gospodinske aparate in prenosne naprave.

Podpira Arduino IDE, Espressif IDF, Lua RTOS, Home Assistant/PlatformIO/Micro python in knjižnico LVGL; UI vmesnik lahko oblikujete sami, saj je idealna platforma za DIY projekte, kot je mehanski gumb za tipkovnico.



ESP32 Display – 1,28-palčni zaslon ni le interaktiven modul, ampak inteligentna rešitev za interakcijo, ki združuje visoko zmogljivost, večfunkcionalnost in enostavnost uporabe. Ne glede na to, ali ste razvijalec IoT, navdušenec nad pametnimi domovi ali profesionallec, lahko najdete učinkovito orodje, ki ustreza vašim potrebam.

ESP32 Display je združljiv z grafično knjižnico LVGL in podpira več razvojnih okolij.

Lastnosti:

- **Način interakcije:** podpira vnos z gumbom, gumb podpira vrtenje v smeri urinega kazalca, vrtenje v nasprotni smeri urinega kazalca in polno pritiskanje ter omogoča nastavitve glasnosti, svetlosti itd.

- **Dotik:** podpira kapacitivni dotik, občutljivo delovanje in zagotavlja gladko uporabniško izkušnjo.
- **Visoko zmogljivo glavno upravljanje:** opremljeno s 32-bitnim dvoje-drnim čipom ESP32-S3, opremljenim z 8M PSRAM in 16M Flash pomnilnikom, največja frekvenca takta pa je 240 MHz.
- **Brezžična komunikacija:** podpira 2,4G WiFi in BLE nizkoenergijski Bluetooth za izmenjavo podatkov in daljinsko upravljanje med napravami.
- **Razširitveni vmesnik:** opremljen z 5V vmesnikom za polnjenje, podpira napajanje in zapisovanje programov; ponuja tri razširitvene vmesnike: UART, I2C in FPC.
- **Oblika z nizko porabo energije:** podpira način nizke porabe energije, primeren za pametne gospodinske aparate in prenosne naprave.
- **Oblika z ambientno svetlobo:** dodaja napravi kul občutek in izboljša uporabniško izkušnjo.
- **Razvoj v večjem številu programskih jezikov:** podpira Esphome-homeassistant/PlatformIO/Micro python, podpira pa tudi knjižnico LVGL.
- **Scenariji uporabe:** primeren za pametne domove, industrijski nadzor, projekte IoT, sisteme za nadzor dostopa, industrijski nadzor, prenosne naprave in druge scenarije.

ESP32-S3-LCD-1.28



1.28 Inch



240x240 Pixels



Rotary Input



IPS Display



ESP32-S3



Capacitive Touch Screen



WiFi/BLE



Ambient Lighting

Kdo ga potrebuje?

Proizvajalci/navdušenci odprtokodne strojne opreme: DIY pametni krmilniki za dom, regulatorji svetlobe, namizni instrumenti, prilagojene vhodne naprave itd.

Proizvajalci gospodinskih aparatov ali IOT: razvoj prilagojene krmilne opreme, skrajšanje cikla oblikovanja izdelkov, namera za masovno proizvodnjo itd.

Izobraževalne ustanove: zagotavljanje učnih kompletov za tečaje, povezane z vgrajenimi sistemi, internetom stvari in oblikovanjem uporabniškega vmesnika, ki so za študente enostavni za začetek in intuitivni za uporabo.

Izdelek vsebuje:

- 1x ESP32 Display-1.28 inch Rotary Display
- 1x 4pin Dupont kabel
- 1x 50 cm MX1.25 na USB kabel

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

Povzeto po:

- <https://www.elecrow.com/crowpanel-1-28inch-hmi-esp32-rotary-display-240-240-ips-round-touch-knob-screen.html>

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



Compatible with LVGL graphics library



KIST v razvoju superkondenzatorja, ki premaga omejitve

The Korea Institute of Science and Technology

Raziskovalna skupina pod vodstvom dr. Bon-Cheola Kuja in dr. Seo Gyuna Kima iz Centra za raziskave ogljikovih kompozitnih materialov na Korejskem inštitutu za znanost in tehnologijo (KIST) ter profesorja Yuanzhe Piaoa iz Seulske nacionalne univerze (SNU) je razvila visoko zmogljiv superkondenzator, ki naj bi postal naslednja generacija naprav za shranjevanje energije.

Tehnologija, ki so jo razvili raziskovalci, premaga omejitve obstoječih superkondenzatorjev z uporabo inovativne strukture vlaken, sestavljene iz enoslojnih ogljikovih nanocevk (CNT) in prevodnega polimera polianilina (PANI). V primerjavi s konvencionalnimi baterijami superkondenzatorji omogočajo hitrejšo polnjenje in večjo gostoto moči, pri čemer se njihova zmogljivost po več deset tisoč ciklih polnjenja in praznjenja manj poslabša. Vendar njihova relativno nizka energijska gostota omejuje njihovo uporabo v daljšem časovnem obdobju, kar je omejilo njihovo uporabo v praktičnih aplikacijah, kot so električna vozila in droni.

Da bi rešili ta problem, so raziskovalci na nano ravni enotno kemično povezali enoslojne ogljikove nanocevk (CNT), ki so visoko prevodne, s polianilinom (PANI), ki je primeren za obdelavo in poceni. Tako je nastala sofisticirana vlaknena struktura, ki hkrati izboljša pretok elektronov in ionov, kar ima za posledico superkondenzator, ki lahko shrani več energije in jo hkrati sprošča hitreje. Razviti superkondenzator je pokazal, da ohranja stabilno delovanje tudi po več kot 100.000 testih polnjenja in praznjenja ter je trpežen tudi v visokonapetostnih okoljih. Zaradi teh lastnosti se tehnologija lahko uporablja kot nadomestilo ali dopolnilo obstoječim baterijskim sistemom. V električnih vozilih na primer lahko zagotavlja učinkovito dobavo energije s hitrim polnjenjem, kar izboljša tako doseg kot zmogljivost. Druge aplikacije, kot so droni in roboti, bi lahko imele koristi od daljšega delovnega časa in večje zanesljivosti. Poleg tega imajo razvita kompozitna vlakna (CNT-PANI) visoko mehansko prožnost, tako da se lahko zvijejo in zložijo, kar omogoča njihovo uporabo v

elektronskih napravah naslednje generacije, kot so nosljive naprave.

Drugi pomemben dosežek raziskave je zmanjšanje proizvodnih stroškov in možnost masovne proizvodnje. Kljub odličnim lastnostim je bilo enoslojne ogljikove nanocevk (CNT) težko komercializirati zaradi visokih proizvodnih stroškov, vendar so raziskovalci ta problem rešili tako, da so jih kombinirali z nizkocenovnim prevodnim polimerom polianilinom (PANI). Poleg tega so položili temelje za masovno proizvodnjo s preprostim postopkom in nedavno uspeli razviti filmsko podobne strukture na podlagi te tehnologije, s čimer so še dodatno pospešili komercializacijo. V prihodnosti se bo uporabljala kot ključna tehnologija za prehod na ogljično nevtralno družbo v različnih panogah, kot so električna vozila, roboti, droni in nosljive naprave.

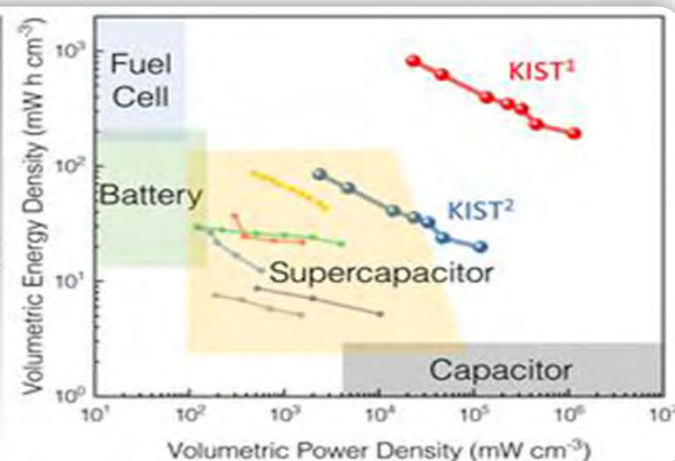
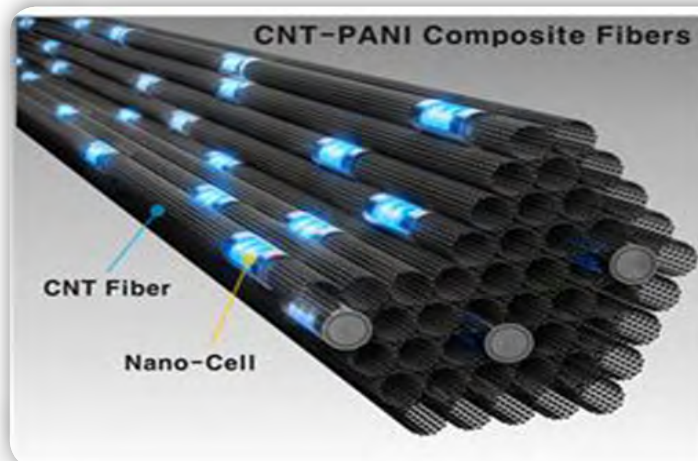
„Ta tehnologija premaga pomanjkljivosti superkondenzatorjev z uporabo enoslojnih ogljikovih nanocevk in prevodnih polimerov,“ je dejal dr. Bon-Cheol Ku iz KIST. „Še naprej bomo razvijali in industrializirali ultra visoko zmogljiva ogljikova vlakna na osnovi ogljikovih nanocevk.“

Slika vir: KIST

Povzeto po:

- <https://kist.re.kr/eng/newscenter/latest-research-news.do?mode=view&article-No=16353>

<https://eng.kist.re.kr/eng>



Cenejši telefoni

**Danes telefoni stanejo od 100 do 2000 evrov.
Kateri je najboljši za povprečnega uporabnika?**



INSTATEXT

Želite popraviti in izboljšati svoje besedilo? Preizkusili smo slovenski izdelek Instatext, ki se tu odlično izkaže!



MONITORPRO:

- IT v bančništvu
- IT v zavarovalništvu

Bilijoni okrog nVidie | Samsung S25 Edge | Huawei Pura 80 Ultra
Mladostniki in socialna omrežja | Umetna inteligenca in psihične težave | Smrt robots.txt

Monitor
www.monitor.si

Metcal MicroFine - natančnost na mikroravni

Transfer Multisort Elektronik Sp. z o.o.

Metcalovi spajkalniki so zasnovani za najzahtevnejše profesionalce, za katere je pomembna natančnost, temperaturna stabilnost in popoln nadzor procesa spajkanja. Orodje, zasnovano za inženirje, ki potrebujejo zanesljive rešitve za delo z najobčutljivejšimi komponentami.

Do najmanjše podrobnosti izpopolnjeni spajkalniki

Z mislijo na to vrsto uporabe, je serija MicroFine iz serije Metcal, zasnovana za natančno spajkanje in delo pod mikroskopi. Idealna je za montažo in popravilo miniaturnih komponent SMD, senzorjev, BGA vezij in mikrožic. Serija MicroFine je zasnovana, za delo s spajkalnimi postajami Seriji MX in CV, s čimer se razširijo njune zmogljivosti za opravljanje najzahtevnejših nalog mikrosostavljanja.



Konice za spajkanje MicroFine

Ključno vlogo v seriji MicroFine imajo ultra-thin-spajkalne konice, zasnovane posebej za delo s komponentami v zelo majhnih ohišjih - celo 01005 ali 0201. Natančnost oblikovane konice omogoča natančno spajkanje na območjih z omejenim prostorom, visoko kakovostni materiali zagotavljajo odlično toplotno prevodnost in dolgo življenjsko dobo konic.

Konice so na voljo v številnih različicah - od klasičnih stožcev, do kopit, izvijači in noži, do posebnih oblik - omogoča, da izberete popolno orodje za vsako fazo montaže in predelave. Enakonica ustreza eni specifični delovni temperaturi, tako da se spremembe temperature izvajajo z zamenjavo konice.

Puščične konice MicroFine so na voljo v treh temperaturnih različicah: 357°C, 4143 °C in 468 °C. Njihov sistem zamenjave je hiter in za zamenjavo ne zahteva orodja, zato lahko takoj zamenjate konfiguracijo orodja brez prekinitve dela.



MFTC-7CNBR4501. Konica z grelnikom v obliki podolgovatega upognjenega stožca.
*Pios, vena, nonum spertem dessili supereí tur. Rissime clut rei pri pris hui culatiam
Romante et, tertilis esiliss essimus, coene post ne consil vitil tum nondum non ta ves?*

Vroče mikro klešče omogočajo natančno segrevanje in spajkanje. Njihova simetrična zasnova in zamenljive konice omogočajo enakomerno porazdelitev toplote in delo v gosto popolnjenih vezjih, značilno za avtomobilsko industrijo, letalski in vesoljski, letalski in vesoljski industriji ter slušnih aparatih.



CV-H10-MFT. Mikro klešče za spajkalne postaje iz serije CV.

Dodatki za spajkalne postaje z mikrofinim spajkanjem

Natančno spajkanje ne zahteva le odličnih spajkalnih konic, ampak tudi ergonomsko in varno delovno mesto. Linija MicroFine zato vključuje stojala in čistila, namenjena natančnim delovnim konicam. Poleg tega, Metcal ponuja široko paleto

dodatkov, potrebnih za spajkalne postaje - Absorberji hlapov z ustreznimi cevmi, filtri in glavami, čistila v različnih oblikah in za različne načine uporabe, brizge in dozirnike z zamenljivimi konicami in še veliko več.

Tehnologija v službi natančnosti

Serija MicroFine zagotavlja celovito rešitev za laboratorijske, proizvodne obrate in servisne centre, kjer se zahtevata najvišja kakovost in ponovljivost postopka spajkanja. Orodje, ki združujejo ergonomijo, natančnost in sodoben nadzor temperature, omogočajo delo na ravni mikroskopske natančnosti.

Zaradi združljivosti s priljubljenima serijama MX in CV, lahko uporabniki prilagodljivo razširijo svoje delovne postaje, pri čemer lahko ohranijo popolno doslednost in zanesljivost - ne glede na obseg projekta.

Besedilo sestavilo podjetje Transfer Multisort Elektronik Sp. z o.o.

- <https://www.tme.eu/si/sl/news/about-product/page/73014/metcal-microfine-natančnost-na-mikroravnini/>



<https://www.tme.eu>



MFH-WS9. Stojalo za spajkanje s čistilcem za spajkalne konice.

Integrirana vezja iz galijevega nitrida povečajo učinkovitost napajanja

DigiKey
Avtor: Rolf Horn

V današnjem elektronskem svetu so pretvorniki energije potrebni za vse, od medicinskih naprav do polnilnikov za mobilne telefone in prenosne računalnike ter pomožnih napajalnikov.

Zmanjševanje velikosti ohišij, upravljanje toplote, spremenljive vhodne napetosti in pametni protokoli polnjenja otežujejo zasnovo napajalnikov in pretvornikov, hkrati pa se povečuje poudarek na učinkovitosti.

V zadnjem desetletju so se pojavile nove tehnologije polprevodniških stikal, ki uporabljajo integrirana vezja (IC) na čipih iz galijevega nitrida (GaN). GaN vezja se na atomski ravni obnašajo drugače, kar predstavlja izzive in rešitve za načrtovalce močnostnih pretvornikov.

GaN polprevodniki imajo široko energijsko vrzel; s 3,4 eV je več kot trikrat večja od energijske vrzeli silicijevih polprevodnikov. Podobno kot drugi materiali s široko energijsko vrzeljo, lahko GaN polprevodniki delujejo pri višjih napetostih in temperaturah do 400 °C, kar omogoča njihovo uporabo v aplikacijah z višjo močjo, in višjih frekvencah, zaradi česar so uporabni v radiofrekvenčnih (RF) in 5G aplikacijah.

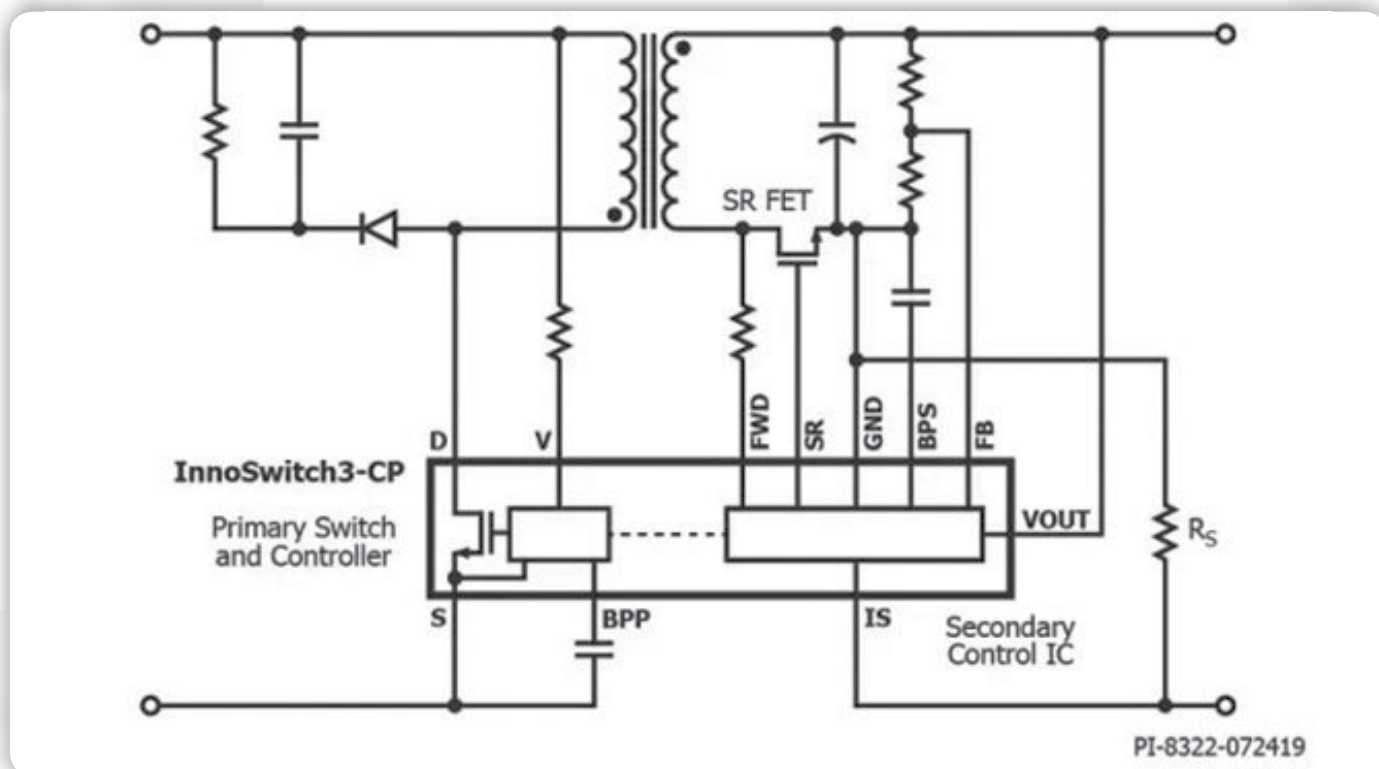
V aplikacijah močnostnih pretvornikov integrirana vezja GaN optimizirajo izgube, povezane s tranzistorji, kot so serijska

impedanca (RDS(ON)) in vzporedna kapacitivnost (COSS), pri manjših fizičnih velikostih kot silicijeva integrirana vezja. Pri enaki površini kot silicijeva integrirana vezja lahko GaN integrirana vezja obdelujejo višje frekvence in pri tem generirajo manj toplote, kar načrtovalcem omogoča, da zmanjšajo ali odpravijo obsežne hladilnike.

Vendar pa je krmiljenje GaN tranzistorjev lahko zahtevno. Zaradi njihove tolerance za visoke frekvence mora biti krmilnik fizično blizu tranzistorja, da se odstrani zakasnitev in učinkovito upočasni hitrost preklapljanja tranzistorja, s čimer se izogne neželenim elektromagnetnim motnjam (EMI). Načrtovalci močnostnih pretvornikov, ki uporabljajo GaN, premagujejo te izzive z uporabo ene same naprave, ki združuje visokonapetostna močnostna stikala za primarno stran (vhod) in krmilna integrirana vezja za sekundarno stran (izhod) skupaj z vezjem povratne vezave.

Stikalne lastnosti

Power Integrations je ustvaril več družin teh ohišij z uporabo



Slika 1: Družina preklopnih integriranih vezij InnoSwitch3-CP ima primarne in sekundarne krmilnike, ki so galvanjsko ločeni, vendar si delijo povratne informacije prek magnetne povezave (črtkana črta). (Vir slike: Power Innovations)

svoje tehnologije InnoSwitch3 s PowiGaN™. Na primer, družina preklopnih integriranih vezij InnoSwitch3-CP (slika 1) uporablja kvazi-rezonančne (QR) flyback krmilnike za zagotavljanje izhodov s konstantno napetostjo (CV)/konstantnim tokom (CC) za profil konstantne moči (CP).

Primarna in sekundarna stran IC sta galvanjsko ločeni, vendar se informacije o izhodni napetosti in toku prenašajo iz sekundarnega krmilnika v primarni krmilnik prek induktivnega sklopa. Ta komunikacijska tehnologija FluxLink hitro prenaša natančne informacije, kar omogoča hitre odzive na prehodne obremenitve in preklopne frekvence do 70 kHz.

IC-ji iz družine InnoSwitch3-CP lahko obdelujejo moč od 50 W do 100 W brez potrebe po hladilnih telesih, kar zmanjša skupno prostornino napajalnika. Te komponente so namenjene za neprekinjeno delovanje pri 650 V, vendar lahko prenesejo tudi napetostne sunke do 750 V. Industrijski modeli so zasnovani tako, da prenesejo 900 V ali 1700 V.

Napajalniki, ki uporabljajo integrirana vezja iz družine InnoSwitch3-CP, dosegajo 94-odstotno učinkovitost v celotnem dovoljenem območju obremenitve, v primerjavi s približno 90 % pri silicijevih stikalih. Ta visoka učinkovitost, skupaj z minimalno porabo energije (manj kot 30 mW), pomaga družini InnoSwitch3-CP izpolnjevati globalne predpise o energetske učinkovitosti.

Za zagotovitev varnosti in dolge življenjske dobe komponent je družina integriranih vezij InnoSwitch3-CP okrepila 4000 VAC galvanjsko ločitev v skladu s standardom Underwriters Laboratories (UL) 1577 med primarno in sekundarno stranjo, vsaka enota pa je testirana s HIPOT. Druge varnostne funkcije vključujejo zaznavanje in odzivanje na odprta vrata v sinhronem usmernikovem polprevodniškem tranzistorju (SR FET), prenizko ali previsoko napetost na vhodni liniji in previsoko napetost na izhodu. IC krmilnik lahko tudi omeji prenapetost in se izklopi pred pregrevanjem.

Integrirana vezja iz družine InnoSwitch3-EP (slika 2) so podobna tistim iz družine InnoSwitch3-CP. Namesto da bi bila optimizirana za en sam izhod s konstantno močjo, uporabljajo ponderirano regulacijo na sekundarni strani (SSR), da iz povprečne napetosti na več izhodih izračunajo krmilni signal.

Družina integriranih vezij InnoSwitch3-EP ima tudi napetostno odvisen izhod. Pri 750 V integrirana vezja InnoSwitch3-EP dosežejo izhodno moč od 50 W do 100 W, pri 1250 V pa do 85 W. Zasnovana so za delovanje visokonapetostnih stikal in imajo prebojno napetost 1700 V.

Na sekundarni strani je za družino InnoSwitch3-EP na voljo opcijski upor za zaznavanje toka. Ko je ta funkcija zaznavanja omogočena, je mogoče enote nastaviti tako, da se samodejno ponovno zaženejo, ko je tok obremenitve višji od nastavljenе mejne vrednosti za vnaprej določeno časovno obdobje.

Integrirana vezja InnoSwitch3-CP se pogosto izberejo za potrošniške pretvornike napetosti, kot so tisti, ki so izdelani v skladu s protokolom USB Power Delivery (PD), protokolom QuickCharge (QC) ali drugimi lastniškimi protokoli. Zaradi svoje večje napetostne zmogljivosti in prilagodljivosti, so integrirana vezja InnoSwitch3-EP dobra izbira za napajalne vire v industrijskih okoljih ter za merilnike porabe energije in pametna omrežja. Uporabljajo se tudi v pomožnih, rezervnih in prednapetostnih napajalnih virih gospodinjskih aparatov.



Slika 2: Družina preklopnih integriranih vezij InnoSwitch3-EP ima razpon izhodne moči, ki je odvisen od vhodne napetosti. Shematsko so podobni integriranim vezjem InnoSwitch3-CP, imajo pa dodatni upor za merjenje toka na sekundarni strani. (Vir slike: Power Innovations)

Programabilna moč

Z integriranimi vezji InnoSwitch3-Pro (slika 3) je mogoče bolj dinamično upravljati vhodne in izhodne signale ter napake prek Inter-Integrated Circuit (I2C) digitalnega vmesnika. Uporabniki lahko nastavijo frekvenco preklapljanja pri polni obremenitvi na poljubno vrednost med 25 kHz in 95 kHz, pri čemer izberejo nižjo vrednost, da zmanjšajo kopičenje toplote v velikih transformatorjih, ali višje frekvence za majhne transformatorje.

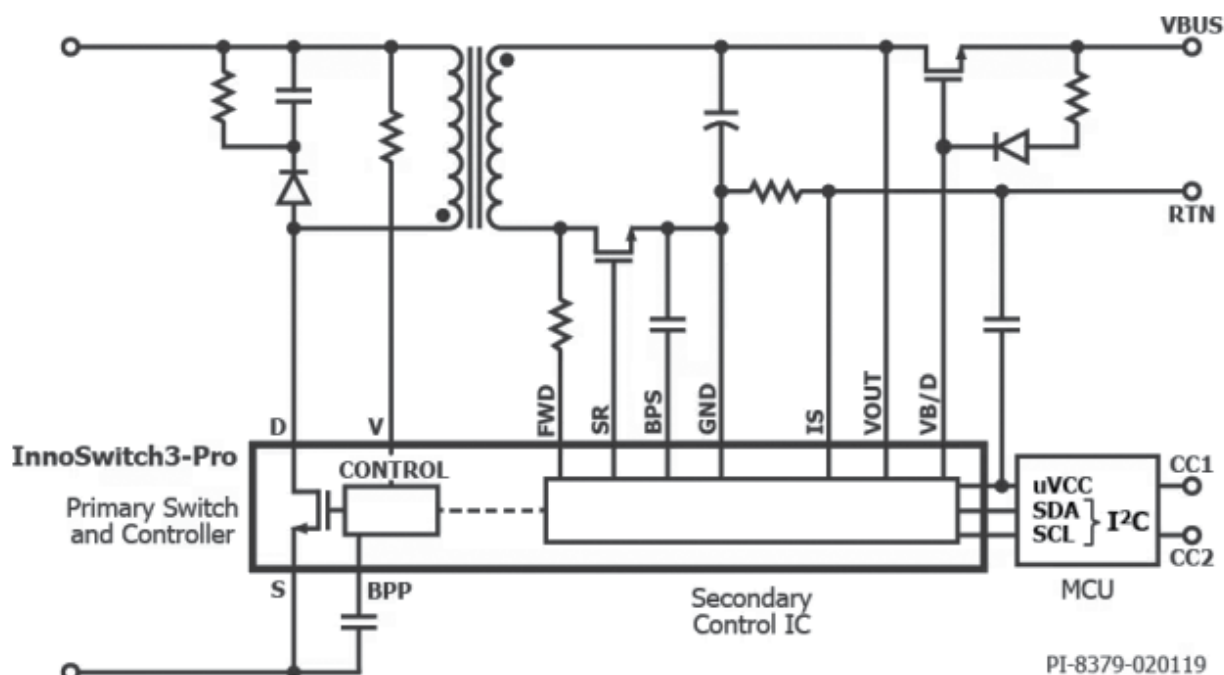
Mikrokontroler v vezju zagotavlja dodatne možnosti zaščite za integrirana vezja iz družine InnoSwitch3-Pro. Uporabniki lahko neodvisno konfigurirajo želene odzive na napake prenapetosti in podnapetosti na izhodu. Prav tako lahko spremljajo vhodno napetost in zagotovijo zaščito pred situacijami brown-in/brown-out in prenapetostjo. Mikrokontroler zazna tudi odprta vrata SR FET-a in upravlja histerezo termično izklopitev za boljšo zaščito integriranega vezja.

Visoko konfiguratívna zasnova integriranih vezij InnoSwitch3-Pro, njihovo nizko toplotno segrevanje in visoka učinkovitost jih naredijo idealne za uporabo v polnilnih adapterjih, ki izpolnjujejo protokole, kot so USB PD 3.0, QC, Adaptive Fast Charge (AFC), Fast Charge Protocol (FCP) in Super Charge Protocol (SCP). Načrtovalci jih izbirajo tudi za polnilnike baterij in nastavljive LED-predstikalne naprave, kjer so potrebne kompaktne zasnove z minimalnim kopičenjem toplote.

Kompaktni kondenzatorji

Preklopna integrirana vezja, kot so tista iz serije InnoSwitch3, so le majhen del arhitekture napajalnikov in pretvornikov energije. Na primer, veliki kondenzator, ki je komponenta za shranjevanje energije, ki izravnava nihanja v izmenični energiji, ki vstopa v napajalnik, lahko zavzame do 25 % prostora v tem napajalniku.

Z uporabo tehnologije preklapljanja IC PowiGaN je podjetje Power Integrations razvilo MinE-CAP, IC stikalo in krmilnik, ki deluje z dvema manjšima kondenzatorjema, da zagotovi ustrezno kapacitivnost za dano napajalno napetost (slika 4). Keramični ali elektrolitski kondenzator, ki lahko prenese do 400 V in ima nazivno vrednost od 1 μ F do 5 μ F, je vedno aktiven. MinE-CAP aktivira dodatni elektrolitski kondenzator z nazivno vrednostjo 160 V, vendar z višjo kapacitivnostjo, ko zazna nižjo napetost.



Slika 3: Družina stikalnih integriranih vezij InnoSwitch3-Pro je konfigurirana za digitalno krmiljenje prek vmesnika I2C, ki omogoča daljinsko spremljanje stanja, nastavitve napetosti in toka ter prilagojeno frekvenco preklapljanja. (Vir slike: Power Innovations)

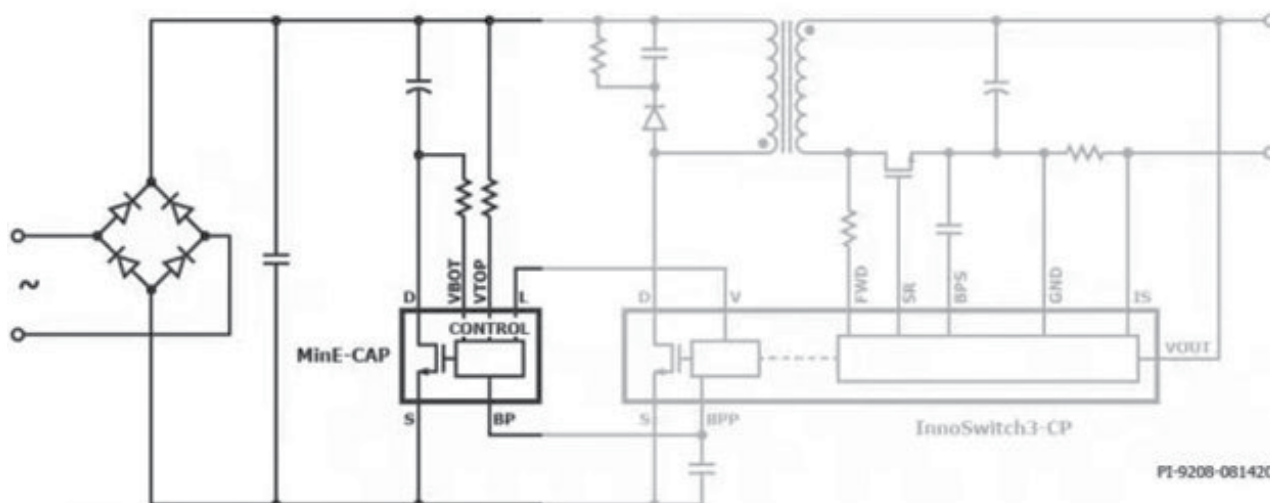
Poleg zmanjšanja potrebnega prostora za do 40 % z razdelitvijo velikega kondenzatorja na dve manjši polovici, MinE-CAP tudi odpravlja potrebo po termistorju z negativnim temperaturnim koeficientom (NTC) za zagonski tok. Kondenzatorji, ki jih nadzira MinE-CAP, so namesto tega dimenzionirani tako, da lahko ob vklopu napajanja obvladujejo zagonski tok.

Zaključek

Preklopna integrirana vezja, ki združujejo tranzistorje, krmilna integrirana vezja in povratne vezave z uporabo GaN

polprevodnikov, izkoriščajo odpornost materiala na visoke temperature, napetosti in frekvence. Ta integrirana vezja omogočajo manjša tiskana vezja, odpravo hladilnikov in kreativno namestitvev kondenzatorjev, kar omogoča, da se več funkcijski napajalnik namesti v bolj kompaktna ohišja. GaN izdelki, kot so Power Integrations InnoSwitch3 z PowiGaN linijami, bodo verjetno še naprej zanimali načrtovalce, ki si prizadevajo za večjo gostoto moči in nadaljnjo miniaturizacijo.

<https://www.digikey.com>



Slika 4: MinE-CAP je IC krmilnik na osnovi GaN, ki omogoča razdelitev glavnega kondenzatorja napajalnika na dve manjši enoti, s čimer se potrebni volumen zmanjša za do 40 %. MinE-CAP je zasnovan za delovanje z izdelki za pretvorbo InnoSwitch3 DC/DC. (Vir slike: Power Innovations)

IIoT in internet stvari, natančno pozicioniranje in zelo hitri prenos

RUTRONIK GmbH

Avtor: Torsten Killinger, vodja oddelka za brezžične izdelke v podjetju Rutronik

Ultraširokopasovna tehnologija (UWB) je postala pomembna brezžična komunikacijska tehnologija z izjemno širokim spektrom uporabe. Z nadaljnjim razvojem in širjenjem bo igrala ključno vlogo pri naslednji generaciji brezžične komunikacije in natančnega pozicioniranja.



Standardi, ki so jih razvili IEEE, WiMedia Alliance in ECMA, opredeljujejo osnovne specifikacije in protokole ter zagotavljajo združljivost naprav UWB različnih proizvajalcev. To omogoča razvoj zmogljivih in zanesljivih komunikacijskih sistemov.

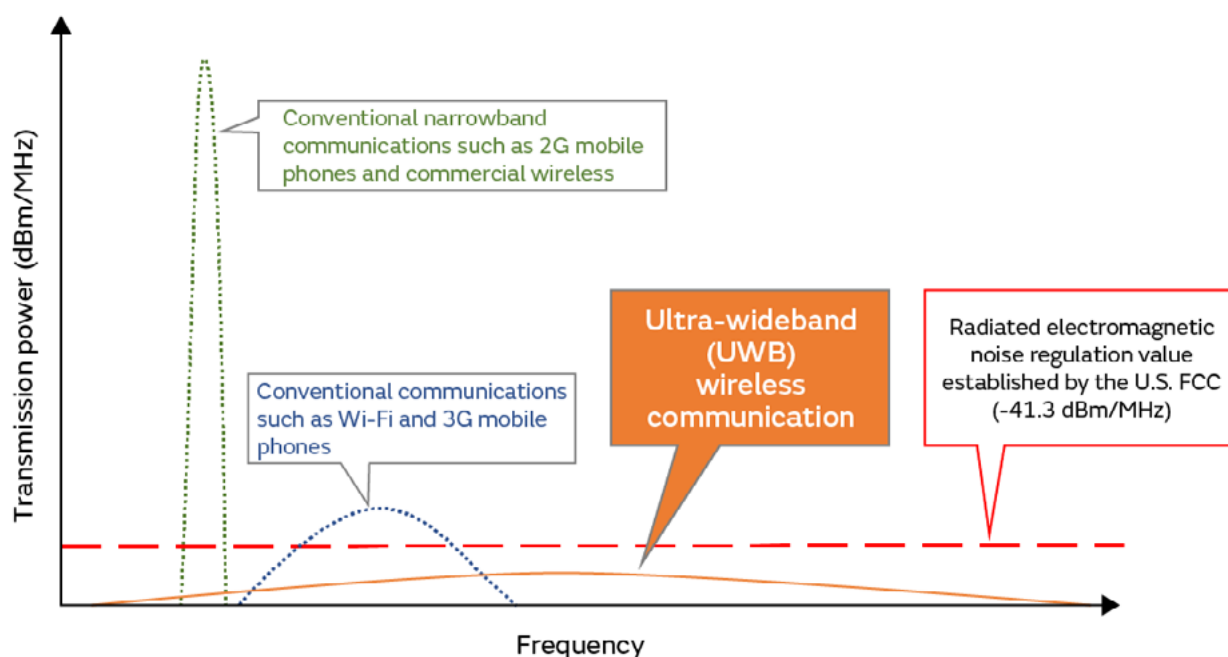
Razlike in metode pozicioniranja

S pasovno širino najmanj 500 MHz (ali 20 % povprečne nosilne frekvence) ponuja UWB bistveno višje hitrosti prenosa od drugih tehnologij, kot sta Wi-Fi (20–320 MHz) in Bluetooth (1–2 MHz). Uporablja zelo širok frekvenčni pas (3,1–10,6 GHz) ter več prekrivajočih se kanalov. Posebnost je tudi delovanje pri zelo nizkih močeh oddajanja, blizu meje šuma, kar zmanjšuje motnje.

UWB danes in v prihodnosti

UWB se razvija že od začetka 2000-ih let. Sprva je bila uporabljena predvsem v vojaške namene in pri razvoju radarskih naprav, danes pa je zaradi visoke natančnosti pozicioniranja in hitrega prenosa podatkov našla svoje mesto tudi v komercialnih aplikacijah.

Te lastnosti omogočajo zelo natančno določanje položaja.



Slika 1: Primerjava pasovne širine spektralne gostote moči med UWB in drugimi tehnologijami



Slika 2: Murata 2AB – kompakten UWB + BLE modul za natančno zaznavanje

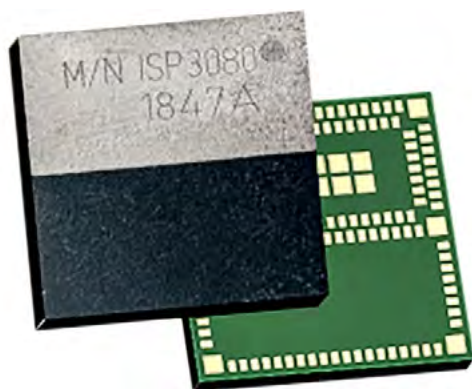
Najpogostejše se uporabljajo metode:

- Dvosmerno merjenje razdalje (TWR) – meri čas potovanja signala med oznako in sidrom. DS-TWR z dodatnim merjenjem dosega še večjo natančnost.
- Časovna razlika prihoda (TDoA) – določa položaj glede na časovne razlike signala na več sprejemnikih in je učinkovita v okoljih z več točkami sprejema.

Integracija v obstoječa omrežja

Integracija UWB v obstoječa Wi-Fi ali druga omrežja zahteva natančno načrtovanje. Standard IEEE 802.15.4z zagotavlja združljivost in brezhibno soobstoj z Wi-Fi ali Bluetooth. Motnje se obvladujejo s časovnim multipleksiranjem, izbiro frekvenc in podobnimi mehanizmi.

Hibridni sistemi, ki združujejo UWB z Wi-Fi ali Bluetooth Low Energy, omogočajo izjemno natančno lokalizacijo v zaprtih prostorih, medtem ko druge tehnologije nudijo širšo povezljivost na prostem. UWB lahko služi tudi kot povratna (back-haul) povezava v omrežjih, kjer je ožičenje nepraktično.



Slika 3: Insight SiP ISP3080 – samostojna rešitev za RTLS in notranje pozicioniranje

Aplikacije: notranja lokalizacija, zdravstvo, pametna hiša

UWB se odlikuje v notranji lokalizaciji zaradi centimetske natančnosti, manjše občutljivosti na motnje in učinkovitega obvladovanja odbojev iz večjega števila smeri. Med uporabniki so Apple iPhone (od modela 11 dalje) ter avtomobilski proizvajalci, kot so VW, Audi in Cupra, ki z UWB izboljšujejo varnost sistemov, ki se odpirajo brez ključa.

Izbrani moduli:

- **Murata 2AB** – kompakten UWB + Bluetooth Low Energy modul, zgrajen na Qorvo IC QM33120W, s 75 % manjšim prostorom montaže, integriranim senzorjem gibanja in podporo do treh anten.
- **Murata 2DK** – temelji na NXP Trimension SR040 in QN9090, optimiziran za baterijsko napajane aplikacije, skladno s FiRa Consortium specifikacijami.
- **Murata 2BP** – primeren za infrastrukturo (nadzor dostopa, plačilni terminali) ter potrošniške izdelke; podpira 3D-AoA za večjo natančnost.
- **Insight SiP ISP3080** – miniaturiziran LGA modul (12 × 12 × 1,5 mm) z integrirano večpasovno anteno, Cortex™ M4 procesorjem, podporo Bluetooth 5.1 in možnostjo zunanje UWB antene.
- **MinewSemi MS01SF1** – UWB + Bluetooth Low Energy 5.2 modul, integriran z Qorvo DW3120 SoC in nRF52833, podpira TWR in TDoA z natančnostjo do 10 cm.



Slika 4: MinewSemi MS01SF1 – modul za skladiščenje, logistiko in nadzor dostopa, s TWR in TDoA

Povzetek

UWB je tehnologija prihodnosti, ki bo s svojo natančnostjo in visoko hitrostjo prenosa revolucionirala številne aplikacije. Standardizirani protokoli, združljiva strojna oprema in programska podpora omogočajo enostavno integracijo v obstoječa omrežja. V prihodnjih letih bo UWB ključna tehnologija brezžične komunikacije in pozicioniranja.



<https://www.rutronik.com>

Implementacija USB v ugnezdenih sistemih

Microchip Technology Inc.

Avtor: Robert Perkel, Inženir za aplikacije v poslovni enoti 8-bitnih mikrokontrolerjev Microchip Technology

Čeprav je USB izredno pogost serijski komunikacijski protokol, ki se nahaja na velikih mikrokontrolerjih (MCU) in mikroprocesorjih (MPU), ga v ugnezdenih sistemih ni vedno mogoče najti.

To je posledica večjega števila dejavnikov: zahtev glede električnih signalov, dodatnih stroškov protokola in razpoložljivosti enostavnejših komunikacijskih protokolov, kot so Serial Peripheral Interface (SPI), I2C ali UART. Čeprav USB ne bo nadomestil enostavnejših komunikacijskih protokolov, je vredno razmisliti o njegovi uporabi v prenosnih napravah.

Obstajata dva načina za dodajanje USB v zasnovo – bodisi z uporabo aplikacijsko specifičnega integriranega vezja (ASIC) bodisi z izbiro mikrokontrolerja s podporo za USB-strojno opremo. Vsak pristop ima svoje prednosti in slabosti.

Implementacija USB z uporabo ASIC čipov

Preprost način za dodajanje USB v zasnovo je uporaba ASIC-a, ki notranje obdeluje USB komunikacijo in izpisuje želene podatke in signale. Eden najpogostejših USB ASIC-ov je USB-UART most, ki je (relativno) transparenten vmesnik za prenos podatkov iz USB gostitelja v ugnezden sistem. Pogosto ima obliko virtualnih COM vrat na gostitelju, ki jih je mogoče odpreti s serijsko terminalsko aplikacijo za dvosmerno komunikacijo. Pogosto ti ASIC vključujejo tudi druge funkcionalnosti, kot so USB-I2C, nadzor I/O linije, analogno vzorčenje in tako naprej. Te naprave so pripravljene za vključitev v zasnovo, zato je njihova implementacija minimalna, kar jih naredi idealne za dodajanje v zasnovo v zadnjem trenutku.

Vendar pa obstaja nekaj omejitev pri uporabi teh ASIC-ov. Ena od pomanjkljivosti je, da gre za enoten pristop. Če obstaja funkcionalnost, ki je z ASIC-om ni mogoče doseči, je ta pristop neizvedljiv. Druga slabost so dodatni sestavni deli, ki se dodajo seznamu materialov (BOM). Ti deli zahtevajo prostor na tiskalnem vezju in povečajo stroške zasnove.

Implementacija USB z mikrokontrolerjem

Če je že pred izbiro mikrokontrolerja znano, da bo potrebna USB-komunikacija, je dobra izbira naprava z vgrajenimi USB-periferijskimi napravami. Takšne naprave so na voljo v široki paleti mikrokontrolerjev, od visoko učinkovitih 8-bitnih do visoko zmogljivih 32-bitnih naprav. Izbira pravega mikrokontrolerja je odvisna od namena uporabe.

Za preproste aplikacije, kot so tipkovnice, miške in pretvorniki USB-UART, so primerni 8-bitni mikrokontrolerji. Te naprave

zdržujejo majhnost, zmanjšano porabo energije, nizko ceno in delovanje z napetostjo +5 V.

Za računsko intenzivne aplikacije je priporočljivo uporabiti 32-bitne mikrokontrolerje, ki so zmogljivejši in imajo več prostega pomnilnika. Vendar so 32-bitni mikrokontrolerji lahko dragi, veliki in imajo omejen razpon delovne napetosti. V spodnji tabeli so prikazane prednosti in slabosti različnih pristopov.

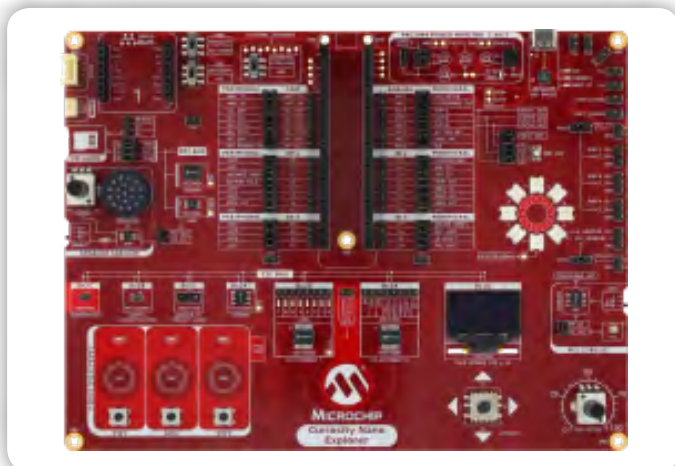
	Enostavna zamenjava?	Dodaten BOM?	5V Delovanje?	Uporaba
ASIC	Da	Da	Včasih	Drop-In dodatek
8-bit	Ne	Ne	Da	Poceni naprave
32-bit	Ne	Ne	Ne	Zahtevne aplikacije

Slika 1 – Primerjalna tabela različnih pristopov k izvajanju

Izdelava USB aplikacij na AVR® DU

Na voljo je veliko različnih mikrokontrolerjev z USB perifernimi napravami. V tem poglavju se bomo osredotočili na družino mikrokontrolerjev AVR® DU [1], duhovnega naslednika družine mikrokontrolerjev XMEGA® D.

Družina AVR DU prinaša več izboljšav v primerjavi s starejšimi napravami. Med drugim ne potrebuje več zunanega kristala, kar zmanjša BOM stroške. Družina DU vsebuje tudi integriran linearni regulator napetosti (LDO) za USB vezje, če je mikrokontroler napajan z 3,9 V ali več. Nazadnje, družina AVR DU vsebuje funkcijo Program and Debug Interface



Disable (PDID), ki trajno zaklene napravo in prepreči, da bi se mikrokontroler ponovno prebral, izbrisal ali programiral.

Naslednji primeri so preproste aplikacije, razvite na družini AVR DU [1]. Ti primeri uporabljajo MPLAB® Code Configurator (MCC), brezplačno orodje, ki konfigurira in generira API za vgrajene strojne periferne naprave z vključeno knjižnico USB Stack Library. Knjižnica naravno podpira Communications Device Class (CDC) in Human Interface Devices (HID), kot so tipkovnice in miške.

CDC aplikacija: USB na SPI/I2C

Ta primer izvaja pretvornik USB v SPI/I2C, ki deluje brez posebnega gonilnika. To se doseže z identifikacijo mikrokontrolerja kot generične naprave razreda CDC. Večina operacijskih sistemov ima generični gonilnik za to vrsto komunikacije, ki uporabniku omogoča pošiljanje in sprejemanje podatkov brez namestitve posebnega gonilnika.

Za začetek serijskega delovanja uporabnik pošlje mikrokontrolerju posebej oblikovan »stavek«. Podatki, ki jih prejme mikrokontroler, se razčlenijo in pretvorijo (če je mogoče) v delovanje vodila SPI ali I2C. Nato mikrokontroler poroča o napakah ukazov, napakah komunikacije (samo I2C) ali podatkih, ki so bili prebrani med izmenjavo. Za SPI so »stavki« oblikovani na naslednji način:

```
spi eeprom/dac/usd <byte data to send>
```

Kjer »eeprom«, »dac« in »usd« označujejo komponente na

Curiosity Nano Explorer [2], ki se uporabljajo v tej aplikaciji. Naslednji odlomek je primer »stavka« uporabnika za komunikacijo z napravo EEPROM (25CSM04) na Explorer plošči. Ta ukaz prebere identifikacijski register pomnilniškega čipa.

```
spi eeprom 9F 00 00 00 00 00
> FF 29 CC 00 01 00
```

I2C ima tri podobne, vendar različne oblike za »stavke«, saj je I2C vodilo skupno za vse priključene naprave.

```
i2c <address> r <number of bytes to read>
i2c <address> w <bytes to write>
i2c <address> wr <register address byte>
<number of bytes to read>
```

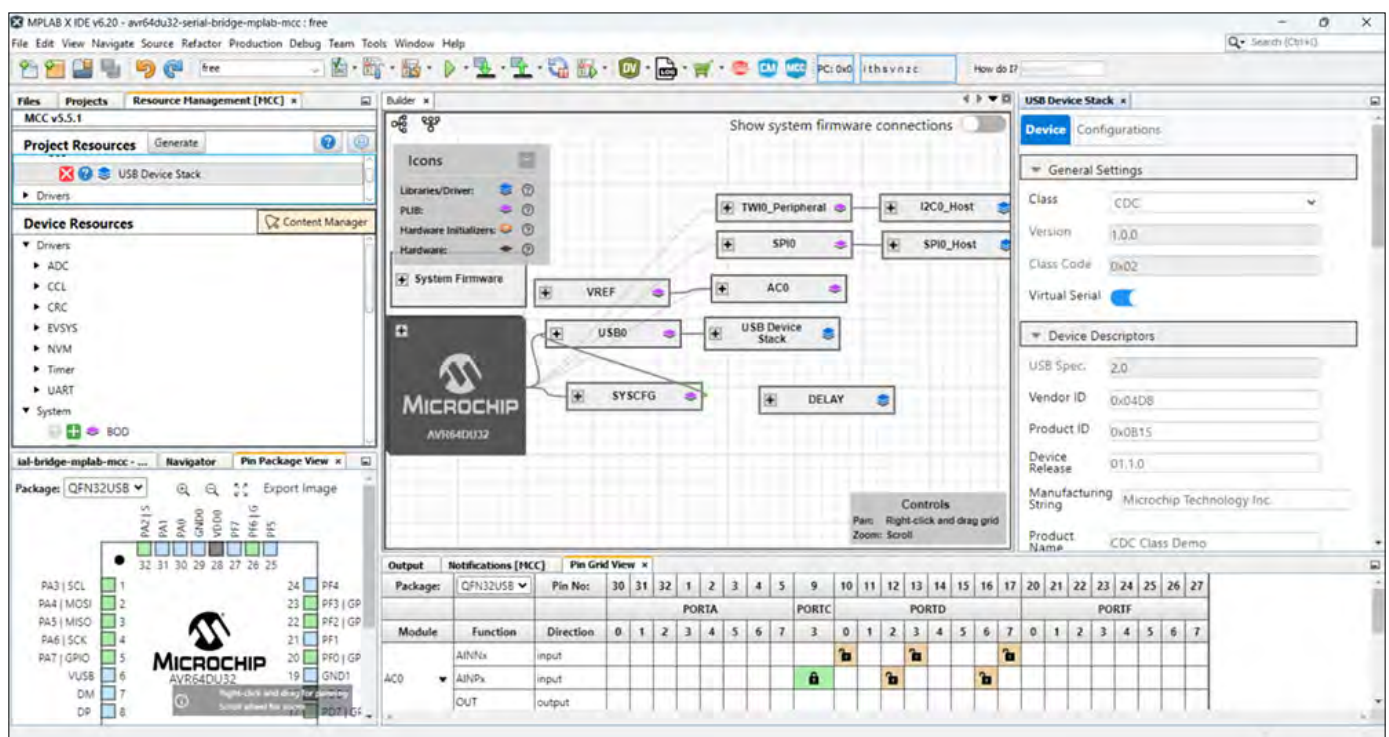
Podobno kot pri SPI, je hiter test za prebrati ID proizvajalca senzorja – v tem primeru senzorja temperature MCP9808.

```
i2c 1c wr 06 02
> 00 54
```

Ta primer je na voljo na Github [3].

HID aplikacija: USB tipkovnica

Preprost, a lahko prilagodljiv primer USB komunikacije je implementacija tipkovnice. Običajno, ko tipkovnica zazna pritisk tipke, se gostitelju pošlje poročilo, ki navaja tipko(-e), ki jo(-ih) uporabnik pritiska. Ko se tipka sprosti, se pošlje novo poročilo, ki navaja, da je uporabnik sprostil tipko(e).



Slika 2 – Odpiranje projekta USB-SPI/I2C v MCC

Ta primer je izveden drugače. Namesto da poroča o eni sami tipki ali gumbu, kot standardna tipkovnica, ta primer poroča o več tipkah za en sam pritisk gumba, da ustvari funkcionalne makre. Na primer, pritisk na SW0 na AVR64DU32 Curiosity Nano pošlje poročilo s tipkami „AVR DU“ na gostiteljski računalnik. LED na Curiosity Nano prikazuje stanje Caps Lock na gostiteljskem sistemu.

Poleg Curiosity Nano je prek Curiosity Adapter Board [4] priključen tudi 2x2 Click. Gumbi so dodeljeni makrom: CTRL + C (kopiraj), CTRL + V (prilepi), CTRL + Z (razveljavi) in CTRL + X (izreži). Dodatno je mogoče priključiti zunanji gumb za pošiljanje ALT + F4 gostitelju. Ta primer je na voljo na GitHubu [3].

Zaključek

Čeprav je USB eden najbolj zapletenih tipov serijske komunikacije v ugnezenih sistemih, je njegova razširjenost pomembna dodana vrednost za zasnove.

USB se lahko enostavno doda v zasnovo z uporabo ASIC na računan večjega BOM ali pa se lahko izbere mikrokontroler z vgrajeno USB-strojno opremo.

Od tam boste morali odločiti, ali vaš mikrokontrolerski dizajn zahteva moč 32-bitne naprave ali pa bo za dizajn zadostovala enostavnejša, a stroškovno učinkovitejša 8-bitna naprava, kot je družina AVR DU.

O avtorju:

Robert Perkel je inženir za aplikacije pri podjetju Microchip Technology. V tej vlogi razvija tehnične vsebine, kot so opombe k aplikacijam, prispevki in videi. Odgovoren je tudi za analizo primerov uporabe perifernih naprav ter razvoj primerov kode in predstavitev. Perkel je diplomiral na Virginia Tech, kjer je pridobil naziv Bachelor of Science iz računalniškega inženirstva.

Viri:

- 1: <https://www.microchip.com/en-us/products/microcontrollers-and-microprocessors/8-bit-mcus/avr-mcus/avr-du>
- 2: <https://www.microchip.com/en-us/development-tool/EV58G97A>
- 3: <https://github.com/microchip-pic-avr-examples/avr64du32-serial-bridge-mplab-mcc>
- 4: <https://www.microchip.com/en-us/development-tool/AC164162>

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>



DualPack3 Moč gostote, poenostavljeno za vas

Stroškovno učinkovita zmogljivost v industrijsko standardni embalaži

Novi moduli DualPack3 s tehnologijo IGBT7 zagotavljajo gostoto moči, stroškovno učinkovitost in robustno delovanje v kompaktnem, preizkušenem ohišju. DualPack3 ohišje je na voljo v različicah z nazivnimi tokovi od 300 do 900 A pri 1200 V in 1700 V in je zasnovano za današnje zahtevne aplikacije.

Ključne lastnosti

- Visoka gostota moči na manjšem prostoru
- Do 20% zmanjšane izgube v primerjavi z IGBT4
- Kompaktne dimenzije ohišja 152 x 62 x 20 mm
- Večji izhodni tok brez vzporednega povezovanja modulov
- Poenostavljeno krmiljenje vrat z natančnim nadzorom dV/dt
- Zanesljivo delovanje do preobremenitvene temperature 175 °C
- Varnost dobavne verige s podporo večjim številom dobaviteljev



microchip.com/DualPack3



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. MEC2633A-SLO-11-25

Elektromagnetna združljivost, 8. del

Fakulteta za elektrotehniko Univerza v Ljubljani

Avtor: Izr. prof. dr. Marko Jankovec

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

Verjetno ste, dragi bralci, že do grla siti teorije in mnogih pravil, ki jim je treba slediti pri načrtovanju vezij, da dosežemo čim manjše emisije elektromagnetnih motenj. Tako, da je sedaj pa res končno čas, da si pogledamo en konkretni primer iz prakse.

Na sliki 1 sta dva polnilnika za telefon, beli je od uveljavljene znamke, črni pa ne. Slika 2 prikazuje spekter generiranih prevodnih motenj obeh polnilnikov. Črni za več kot 40 dB presega dovoljen nivo prevodnih emisij, kar je več kot 100-krat.



Slika 1: Polnilnika za telefon različnih proizvajalcev

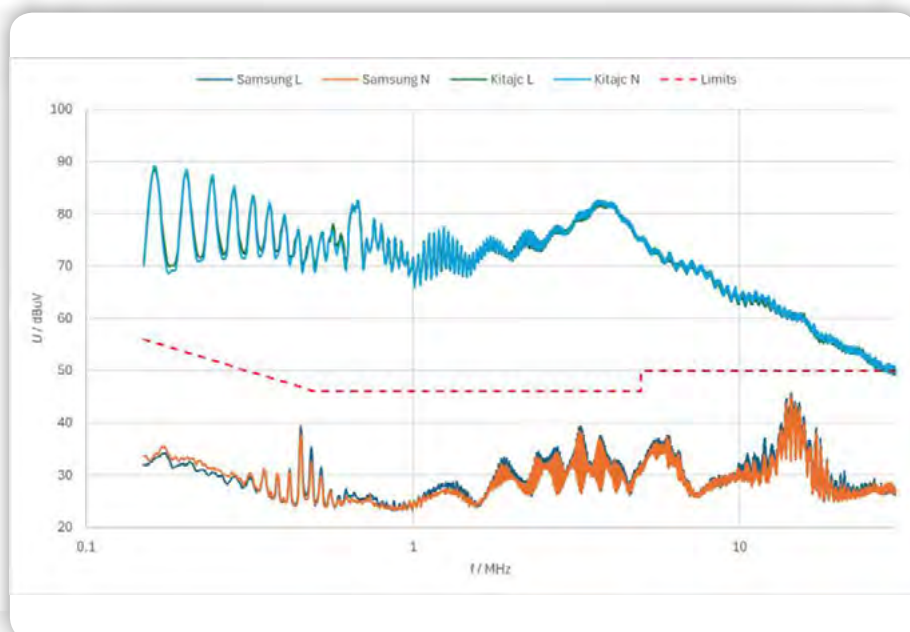
f / MHz	U _{CM} / dBm	U _{DM} / dBm	meje / dBm	IL _{CM} / dB	IL _{DM} / dB
0.164	78.6	89.2	56.0	32.6	43.2
0.204	88.1	80.6	53.6	44.5	37.0
0.681	68.8	82.1	46.0	32.8	46.1
1.25	76.8	68.0	46.0	40.8	32.0
3.86	83.0	67.6	46.0	47.0	31.6
10	63.9	55.0	50.0	23.9	15

Tabela 1: Tabela meritev in minimalnih vstavitvenih dušenj filtra za nekatere tipične frekvence motenj

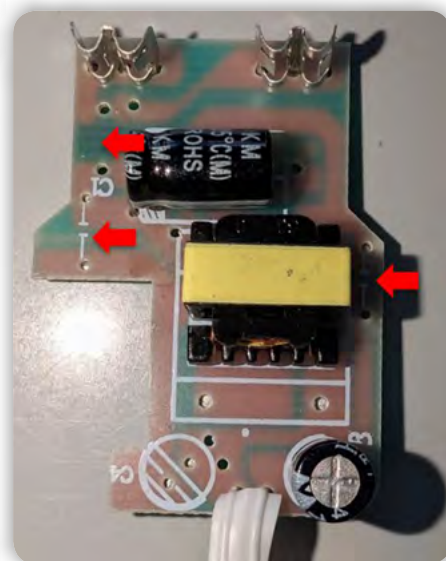
Od kod izvira tako velika razlika, je razvidno že iz teže obeh polnilnikov, saj beli tehta 40g, medtem ko črni zgolj 21g. Razlika v teži je v glavnem posledica filterških komponent. In v črnem polnilniku, kot vidimo na sliki 3, manjkajo, čeprav je za njih predviden prostor.

Kako se bi torej kot načrtovalec polnilnika lotil načrtovanja filterškega vezja? Potek načrtovanja lahko strnemo v naslednje korake:

- Najprej je potrebno izmeriti, kakšna je narava generiranih prevodnih emisij, kolikšen delež je sofaznih in diferencialnih motenj.
- Glede na zakonske meje emisij določimo potrebno dušenje obeh vrst motenj



Slika 2: Rezultati prevodnih motenj na obeh priključkih (L in N) obeh polnilnikov.



Slika 3: Flyback stikalni pretvornik v polnilniku z manjkajočimi komponentami filtra, označenimi s puščicami.

- Nato glede na tip naprave ocenimo, kateri so viri motenj in kolikšne se njihove impedance
- Nato s simulacijo izberemo ustrezne komponente diferencialnega in sofaznega filtra, s katerimi dosežemo željeno vstavitevno dušenje
- Filter izdelamo in preverimo, če smo z njim dosegli željeno dušenje

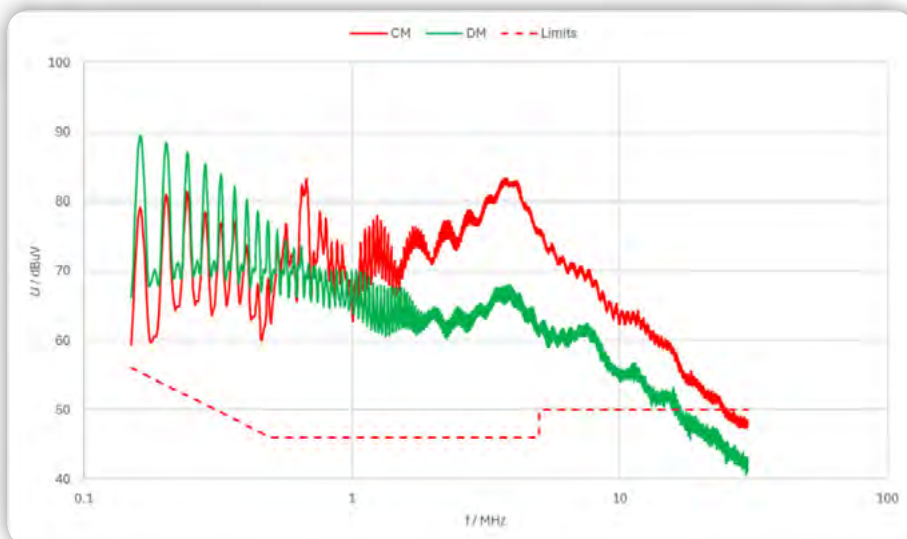
Meritev motenj lahko izvedemo s posebnim LISN vezjem, ki ima poleg merjenja prevodnih motenj na fazi in nevtralnem vodniku dodaten pretvornik, ki obe motnji odšteje ali sešteje in tako izseje spektra sofaznih in diferencialnih motenj. LISN vezje, ki sem ga uporabil je sicer namenjen meritvam fotovoltaičnih naprav na DC strani, a je bil edini, ki ima omenjeni preklopnik.

Iz primerjave spektra motenj in meje določimo minimalno potrebno dušenje za obe vrsti signalov, tabela 1.

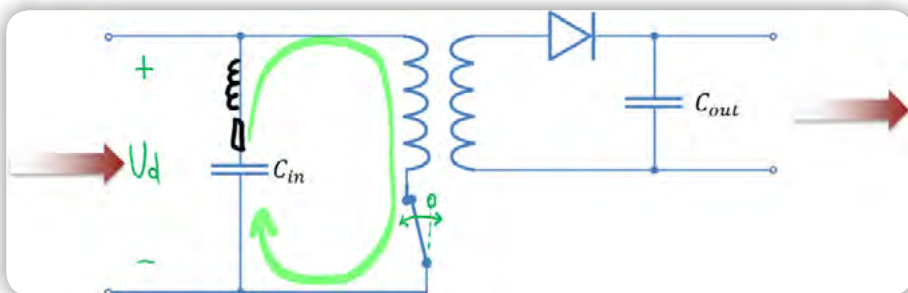
Sedaj pa sledi najtežji del. Treba je določiti najbolj verjetne mehanizme generiranja motenj. Najprej se lotimo diferencialnih motenj. V polnilniku se nahaja klasični flyback stikalni pretvornik, katerega načelna shema brez vhodnega usmernika je prikazana na sliki 5. Stikalo z visoko frekvenco preklaplja tok skozi primarno navitje transformatorja. Energijo za tokovne sunke ob preklapih dovaja vhodni kondenzator C_{in} , ki pa ni idealen (ima serijsko upornost in induktivnost) in zato se na njemu pojavijo napetostni skoki U_d , ki se prenašajo po dovodnih vodnikih prek usmernikov diod v omrežje. Tukaj torej gre za tokovno generiranje diferencialne motnje. Vam zveni znano? Če ne, si preberite 6. del EMC zgodbe 2 številki nazaj (SE344).

Način tokovno generiranih diferencialnih motenj lahko opišemo z vzporedno vezavo tokovnega vira in kondenzatorja, kot kaže slika 6. Točno tak vir motnje pa smo obravnavali v prejšnji številki revije. Kako prikladno!

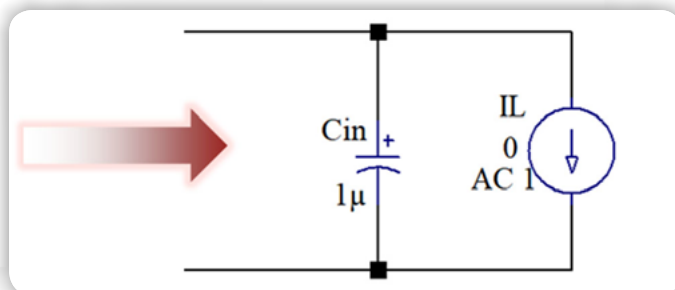
Sofazne motnje se generirajo preko napetostnih skokov na tranzistorju-stikalu, kot kaže slika 7. Ko se stikalo sklene, je na njem skoraj ničelna napetost, medtem ko v razklenjenem stanju napetost v trenutku doseže preko 600 V. Ta visoki pravokotni signal se preko parazitne medvojnje kapacitivnosti transformatorja sklepa na sekundarno stran, kar povzroči nihanje sekundarnega dela. Se spomnite prenosa motnje preko kapacitivnega sklopa, obravnavanega v 3. delu serije v reviji št. 341? Če želimo zmanjšati prenos motnje prek



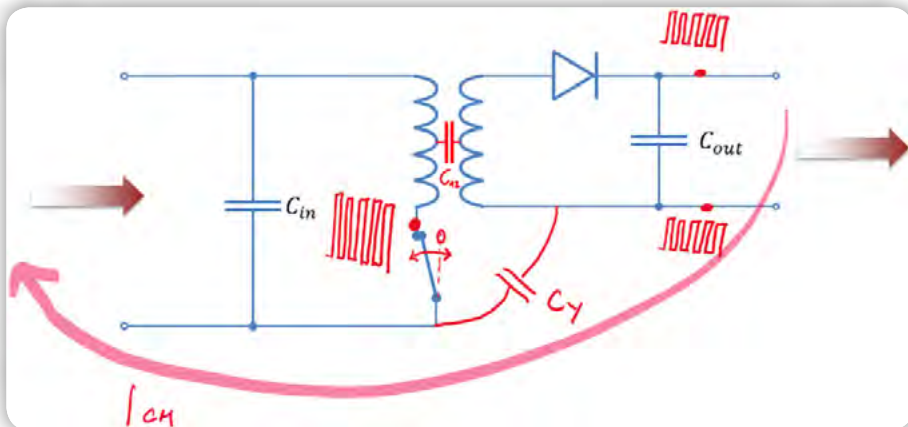
Slika 4: Spekter diferencialnih (zeleno) in sofaznih (rdeče) prevodnih motenj



Slika 5: Načelna shema generacije prevodnih diferencialnih motenj flyback stikalnega pretvornika.

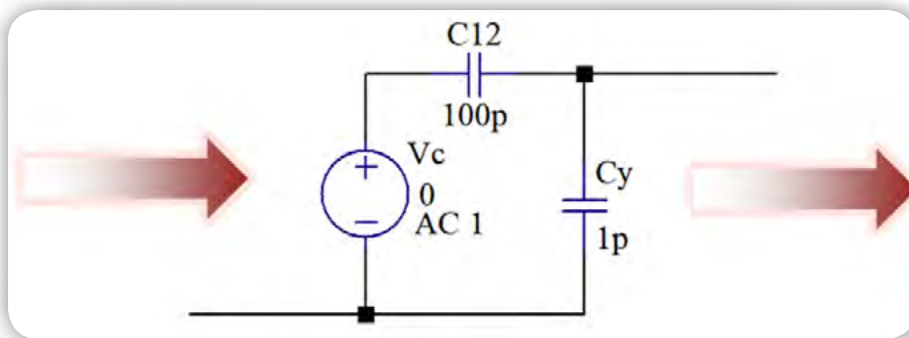


Slika 6: Model generacije prevodnih diferencialnih motenj



Slika 7: Načelna shema generacije prevodnih sofaznih motenj flyback stikalnega pretvornika.

kapacitivnega sklopa, moramo žrtev zaključiti z nizko impedanco proti viru motnje. To pri nas pomeni, da damo kondenzator med masi sekundarne in primarne strani. Zakaj pa ne kar upor? Upor, še posebej tak z nizko upornostjo, nam ne bi zagotavljal galvanske ločitve med nevarno in varno stranjo. Tudi kondenzator mora zagotavljati visoko prebojno napetost in je posebne vrste, ki ne sme odpovedati v kratek stik, čemur ustrezajo t.i. Y-kondenzatorji. V tem primeru gre za napetostno generirane sofazne motnje, ravno tako opisane dve številki revije nazaj (SE344).

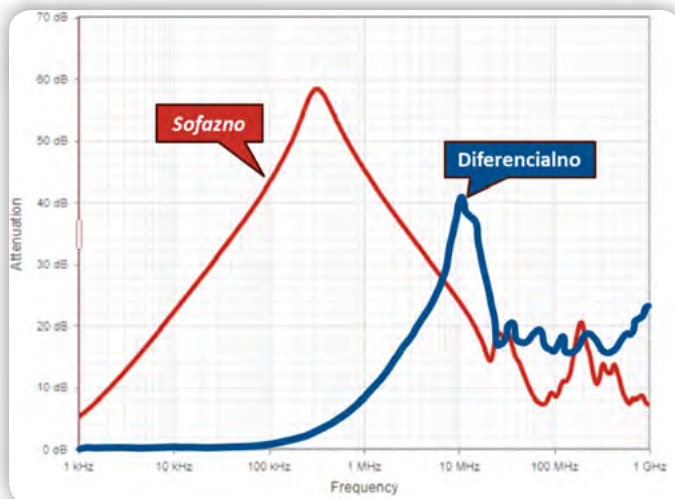


Slika 8: Model generacije prevodnih sofaznih motenj

Način tokovno generiranih sofaznih motenj lahko opišemo z napetostnim virom s zaporedno vezanim kondenzatorjem, kot kaže slika 8, ki smo ga ravno tako obravnavali v prejšnji številki revije. Y-kondenzator lahko seveda izpustimo, če ga v vezju ni. In v našem primeru ga je izpustil kar proizvajalec polnilca sam. Verjetno za znižanje stroškov proizvodnje.

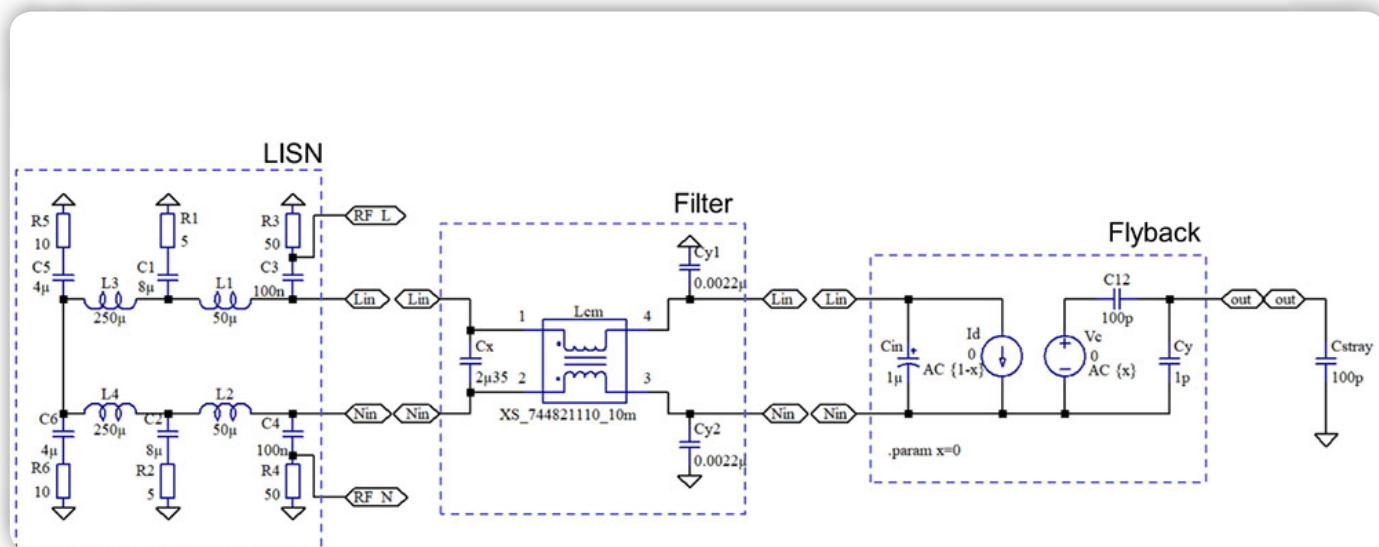
Sedaj, ko smo pravilno zmodelirali oba glavna vira motenj, se lahko lotimo simulacij. Oba modela motenj združimo in ju povežemo na model vezja LISN, s katerim merimo motnje. Tako imamo znane vse impedance vira motenj na eni strani kot tudi žrtve (vezja LISN) na drugi strani, vmes pa damo naš načrtovani filter, kot prikazuje slika 9. Kapacitivnost na izhodu flyback pretvornika predstavlja oceno kapacitivnosti polnilnega kabla in bremena na ozemljeno kovinsko ploščo, ki je del merilne postavitve. Prek nje se sklapijajo sofazna komponenta motenj.

Filter je kombinacija sofaznega in diferencialnega filtra. V predhodnem članku v prejšnji številki smo na podlagi teoretičnih osnov določili pravila, kako izbiramo filter glede na impedanco vira motnje. Sofazne motnje, ki jih modeliramo z vezjem na sliki 8, dušimo s CL filtrom, saj s tem kombiniramo visoko impedanco medovojne kapacitivnosti (kapacitivnost je nizka) z nizko impedanco Y-kondenzatorjev C_{y1} in C_{y2} , katerih

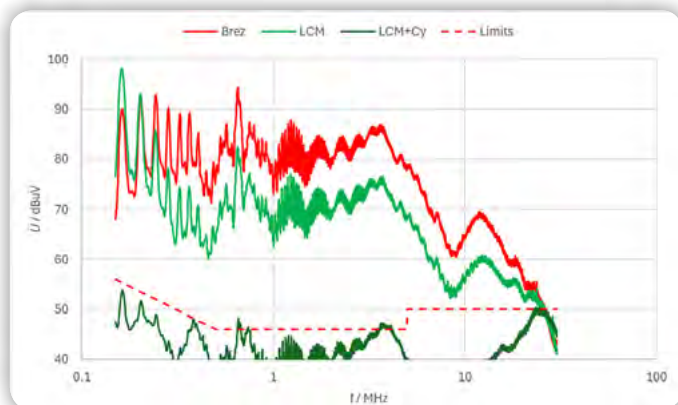


Slika 10: Sofazno (rdeče) in diferencialno (modro) dušenje izbrane sofazne dušilke, v 50Ω sistemu.

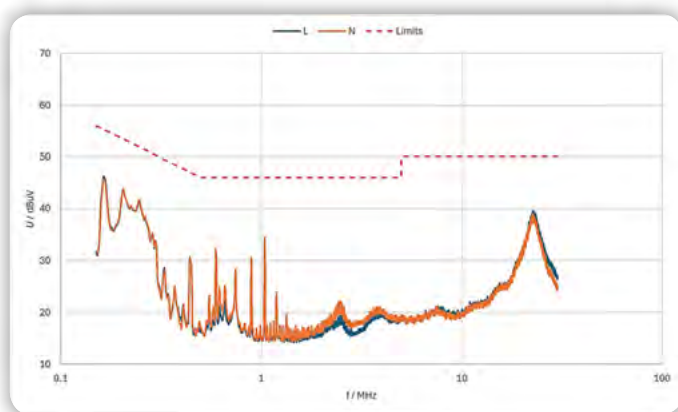
kapacitivnost je bistveno višja. Nato sledi sofazna dušilka L_{CM} z visoko impedanco. Diferencialne motnje, ki jih modeliramo z vezjem na sliki 6 pa bi najučinkovitejše dušili z LC filtrom, saj nizko impedanco vhodnega kondenzatorja pretvornika zaključimo z visoko impedanco tuljave in nato z nizko impedanco kondenzatorja. V našem primeru dodatne diferencialne dušilke



Slika 9: Simulacijski model celotnega vezja za simulacijo vstavitvenega dušenja filtra za dušenje prevodnih motenj flyback stikalnega pretvornika



Slika 11: Dušenje sofaznih motenj brez filtra (rdeča), svetlo zelena (samo s sofazno dušilko), temno zelena (dodani y kondenzatorji).



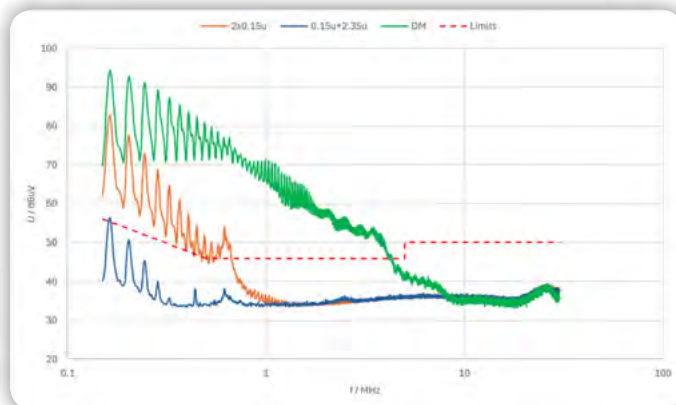
Slika 13: Končna meritev polnilnika za telefon z dodanim filtrom

nismo dali, ampak se zanašamo na diferencialni del impedance sofazne dušilke L_{CMF} , ki smo jo spredaj in zadaj zaključili z dvema X-kondenzatorjema (C_{x1} in C_{x2}). X-kondenzatorji so varnostno nekoliko manj zahtevni od Y-kondenzatorjev, saj njihova odpoved ne povzroča tolikšnega tveganja električnega udara. Tukaj bi lahko sedaj napisal še kakih 5 strani postopka, kako sem izbral primerno tuljavo in kondenzatorje, a če strnem vse v eno stavek: Vzameš iz kataloga primerne, poizkusiš in menjaš, dokler simulacije ne pokaže dovolj velikega dušenja.

Ker bi bil članek absolutno predolg, da bi kazal vse vmesne rezultate simulacij, sem se tukaj osredotočil le na meritve ob dodajanju posameznih komponent. Najprej sem izbral ustrezno sofazno dušilko, ki je po katalogu obljubljala vstavitveno dušenje v frekvenčnem območju med 100 kHz in 2 MHz nad 40 dB z maksimumom pri 58 dB. Na sliki 10 sta njena kataloška poteka sofaznega in diferencialnega dušenja, ki sta izmerjena pri standardni impedanci vira in bremena (žrtve) 50 Ω .

Ko sem jo vstavil notri in pomeril, so bile sofazne motnje zgolj za 10 dB nižje, kot kaže slika 10 (svetlo zelena črta). Z dodatkom y-kondenzatorjev vrednosti 2,2nF se je dušenje bistveno izboljšalo, kot pravi tudi teorija in sedaj je bil spekter sofaznih motenj (slika 11, temnozeleno črta) v večini frekvenčnega področja pod dovoljeno mejo.

Dušenja diferencialnih motenj sem se lotil z dodajanjem



Slika 12: Dušenje diferencialnih motenj brez filtra (zeleno), oranžna (C_{y1} in $C_{y2} = 150$ nF), modra ($C_{y2}=2.35$ uF).

x-kondenzatorjev, dokler nisem dosegel dovolj nizkega spektra pri vrednosti $C_{x2} = 2,35$ μ F. Kondenzator C_{x1} ni bistveno vplival na rezultat, saj je k dušenju pripomoglo tudi diferencialna induktivnost sofazne dušilke (slika 12).

Na koncu sem pomeril napajalnik s kompletnim filtrom in pravi LISN vezjem po standardu in dobil rezultat, prikazan na slikah 13 in 14.

S poznavanjem teorije smo tudi v praksi uspeli kreirati ustrezen filter, ki je zagotovil skladnost napajalnika. Izvedba samega filtra na posebni ploščici ni ravno elegantna, a pokaže, da ni to neka vesoljska znanost in prav gotovo se tega zaveda tudi proizvajalec. A kaj ko so filterske komponente drage, če želimo doseči kvaliteto in varnost, kar pa ni v skladu z tržno politiko novodobnih ponudnikov elektronike iz kitajskih spletnih trgovin. Saj veste, katere mislim.



Slika 14: Slika končne meritve s filtrom.

Preizkusili smo novo Arduino Uno Q razvojno ploščo

Avtor: Brian Millier
email: bmillier1@gmail.com

Arduino zdaj prodaja svojo najnovejšo Arduino ploščo – Uno Q. Kot namiguje ime, uporablja velikost in format starejše plošče Uno, vključno z originalnima dvema ženskima I/O konektorjema, ki sta na plošči Uno.

Slika 1 prikazuje fotografijo te plošče. Razpored priključkov teh konektorjev je v bistvu enak kot pri originalni Uno plošči, zato je mogoče na to ploščo priključiti in na njej uporabljati veliko različnih Arduino ščitov. Vendar pa se tu podobnosti med ploščama končajo. Morda vas bo zanimalo, da se shema originalne plošče Uno udobno prilega na eno A4 stran. Shema Uno Q pa se razteza na 24 straneh! V tem članku bom predstavil stvari, ki sem jih odkril med pregledovanjem te nove plošče, od katerih mnoge niso omejene v prvotni dokumentaciji Arduina.

Medtem ko je originalni Uno vseboval 8-bitni mikrokontroler Atmel AVR Mega328, ta nova plošča vsebuje srednje zmogljiv 32-bitni mikrokontroler STM ARM ter Qualcomm QRB2210 SOC. 32-bitni mikrokontroler STM32U585 krmlji vrata za GPIO, SPI, I2C in UART, ki so priključena na dva starejša 0,1-palčna konektorja na plošči. Čeprav mikrokontroler STM32U585 deluje na 3,3 V, so njegove digitalne I/O linije tolerantne do 5 V, kar je za ARM mikrokontrolerje nekoliko nenavadno.

Qualcomm QRB2210 je štirijedrni sistem na čipu Arm Cortex-A53. Dopolnjuje ga 16 GB eMMC Flash pomnilnik in 2 GB LPDDR4x SDRAM. Arduino je na ta SOC vnaprej naložil Debian Linux, priljubljeno distribucijo Linuxa. V uporabniškem priročniku je priporočeno, da kupite različico 32 GB eMMC + 4 GB SDRAM, če nameravate razvijati programsko opremo v načinu eno-ploščnega računalnika z operacijskim sistemom Linux na plošči. Vendar pa te različice z razširjenim pomnilnikom v spletni trgovini Arduino še nisem videl. Osnovna različica, ki je na voljo, stane 47,58 € v trgovini Arduino in 44 USD v trgovini Digikey.

Morda se sprašujete, zakaj ne bi kupili Raspberry Pi namesto Uno Q. Najbližji model bi bil Raspberry Pi 4 Model B z 2 GB RAM-a, ki je približno enako drag, vsaj tukaj v Kanadi. Vendar je primerjava med tema dvema modeloma kot primerjava jabolk in pomaranč. Razlikujeta se precej, razen v tem, da oba vsebujeta SOC in delujeta na operacijskem sistemu Linux. Tabela 1 prikazuje primerjavo značilnosti med tema dvema ploščama.

Tako plošča Raspberry Pi kot plošča Uno Q uporabljata štirijedrni Arm Cortex procesor – plošča Uno Q deluje z višjo takratno



Slika 1: Fotografija Arduino Uno Q

frekvenco, vendar ima Raspberry Pi 4 nekoliko močnejša A-72 Arm jedra. Uno Q uporablja eMMC Flash pomnilnik, ki je boljši od uSD kartice Pi 4. Vendar pa Flash pomnilnika ni mogoče razširiti, ko ste se odločili, kateri model plošče Uno Q boste kupili. Za prikaz videa je Pi 4 boljša izbira, saj ima dvojno 4K HDMI zmogljivost prek mikro-HDMI vtičnic. Da bi dobili HDMI video iz Uno Q, morate uporabiti USB-C dock, ki omogoča HDMI izhod. Če nameravate ploščo uporabljati kot samostojni enoploščni računalnik (SBC), ima Pi 4 tako HDMI video kot 4 USB vrata za miško, tipkovnico itd. Za delovanje v SBC načinu bo Uno Q potreboval USB-C hub za naprave uporabniškega vmesnika in za HDMI video izhod.

Uno Q se odlikuje po svojem ST32U585 Arm MCU. Ta pomožni MCU deluje s frekvenco 160 MHz in je zasnovan za obdelavo različnih I/O perifernih naprav v realnem času. Njegova razvojna platforma je Arduino C++, ki deluje na Zephyr RTOS. V zadnjem letu je Arduino prenesel pakete podpore za svoje Arm MCU-je iz zdaj že zastarele platforme Mbed na Zephyr RTOS.

Omeniti moram, da če k Uno Q ne dodate USB-C huba, bo plošča konfigurirala svoj USB-C vmesnik kot napravo, ne pa kot gostitelja. Če na primer priključite USB-C kamero ali mikrofona na USB-C vmesnik, ta ne bo prepoznan.

Feature	Arduino Uno Q	Raspberry Pi 4
Main processor (SOC)	Qualcomm QRB2210	Broadcom BCM2711
SOC Cores and speed	4- Cortex-A53 @ 2 GHz	4-Cortex-A72 @ 1.8 GHz
Flash Memory	16 GB eMMC	uSD card
RAM memory	2 GB (4 GB option)	2 GB (various options)
SOC GPU	Adreno 702 GPU	VideoCore VI GPU
Video outputs	HDMI via USB-C cable	dual micro-HDMI sockets
Camera capability	MIPI CSI via 60-pin header	MIPI CSI on an FPC connector
SOC OS	Debian Linux	Debian Linux
Auxiliary MCU	STM32U585	none
Aux. MCU memory	2 MB Flash, 786 KB SRAM	Not applicable
Aux. MCU Speed	160 MHz	Not applicable
Aux. MCU OS	Arduino C++ using Zephyr RTOS	Not applicable
I/O Bus	32-pin Uno-style female header	Raspberry Pi 40-pin male header
Peripheral devices on STM32U585 MCU)	UART, SPI, I2C, GPIO, CAN, PWM, Timers, 8x13 LED array	Not applicable
Peripheral devices (via SOC)	MIPI CSI, DSI, Audio in/out, GPIO (via two 60-pin headers)	UART, SPI, I2C, I2S, GPIO, PWM (via 40 pin header) MIPI DSI, CSI
Analog Peripherals	ADC (14-bit, 6 chan.), DAC (12-bit x 2)	No ADC or DAC but low-resolution Audio out
MCU-SOC Bridge	Yes- using SPI/UART and RPC function calls	Not applicable
Connectivity	WiFi dual band, Bluetooth	WiFi dual Band, Bluetooth
Power supply	USB-C, 5-V, 7-24v unreg.	USB-C, 5-V
Board Size	68.6 x 53.4 mm	85.6 x 56.7 mm

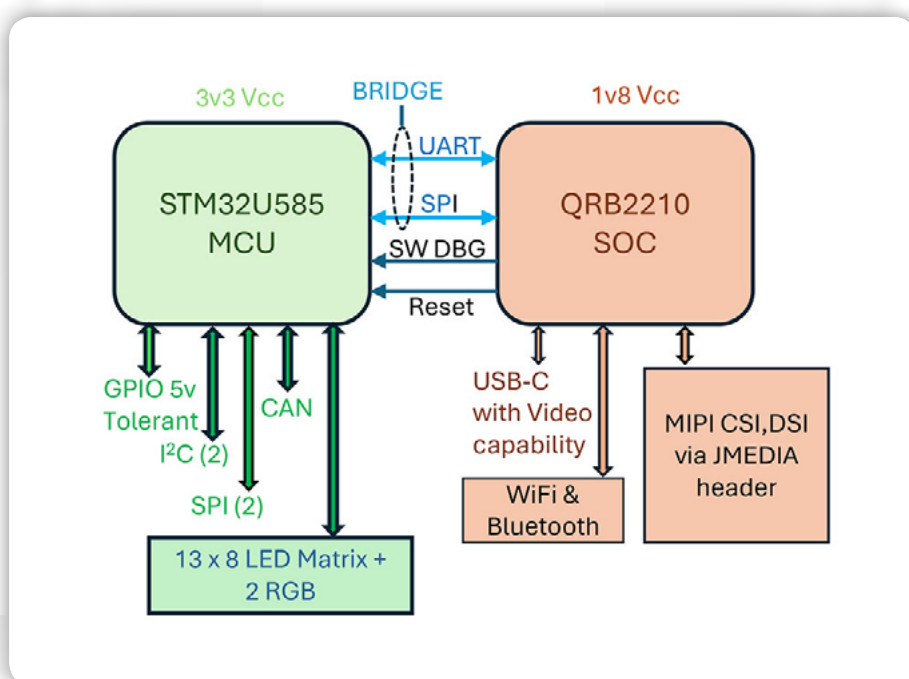
Tabela 1

Torej, to je le najnovejša Arduino plošča z Arm MCU, ki je sprejela Zephyr RTOS. Večina I/O funkcionalnih blokov plošče Uno Q je vsebovana v STM32U585, tj. SPI, I2C (2), UART, CAN, kot tudi standardna skupina GPIO priključkov, ki so bili prisotni na prejšnjih Uno ploščah. Uno Q ponuja 14-bitni ADC s 6 multipleksiranimi kanali, ki so na voljo na 14-pinskem ANALOG priključku. Na 14-pinskem ANALOG priključku sta na voljo tudi dva 12-bitna DAC-a.

Če ste podobni meni, nimate veliko izkušenj z uporabo plošč, ki vsebujejo tako Linux SOC kot pomožni MCU. Najbližje, kar sem prišel, je razvojna plošča BeagleY-AI, ki sem jo prejel za pregled. Vsebuje zelo zmogljiv Texas Instruments AM67A SOC, ki vsebuje štiri procesorje Arm Cortex-A53, tri enojedrne procesorje Arm R5F in dva matrična pospeševalnika, vsak z DSP C7x @ 1 GHz. Pripravljen sem priznati, da nisem imel pojma, kako uporabljati katerega koli od drugih zmogljivih procesorjev, vsebovanih v AM67A SOC. BeagleY-AI bi lahko bil tudi Raspberry Pi z operacijskim sistemom Linux, kar zadeva mene.

Ko sem izvedel, da Arduino Uno Q vsebuje Linux SOC in pomožni MCU STM32U585, sem bil nekoliko skeptičen, ali bom lahko uporabil oba procesorja. Prvo, kar mi je prišlo na misel je bilo, kako bosta komunicirala med seboj. Oblikoval sem nekaj projektov, ki so vsebovali dva ločena MCU, in uskladitev komunikacije med tema dvema napravama je bila pravi izziv.

Arduino je zagotovil več orodij, ki olajšujejo vključitev Linux SOC in ST MCU v zasnovo. Na najosnovnejši ravni, da bi omogočili komunikacijo med obema procesorjema, potrebujete nekaj,



Slika 2: Blok diagram Uno Q

kar Arduino imenuje Bridge. Bridge je v bistvu kombinacija vrat na vsakem procesorju, ki so med seboj povezana. Vsaj ena od teh vrat morajo biti sposobna prenašati podatke v obe smeri in to po možnosti zelo hitro.

Slika 2 je blok diagram Uno Q. Upoštevajte, da je večina perifernih blokov, kot so GPIO, SPI itd., povezanih na STM32U585. Vsi bloki v zeleni barvi so povezani na STM32U585 in delujejo na 3,3 V.

Digitalne linije STM32U585 so tolerantne do 5 V. Roza bloki so povezani na QRB2210 SOC in delujejo na 1,8 V. Periferne SOC naprave delujejo na 1,8 V in so priključene prek JMEDIA in JMISC vtičnic na dnu plošče. Te linije niso združljive s 3,3

ali 5 V. JMEDIA konektor vsebuje signale SOC MIPI CSI in DSI za kamere in LCD zaslone. Predvidevam, da bo Arduino v prihodnosti ponudil nosilno ploščo, ki omogoča uporabo dveh glav z visoko gostoto na dnu Uno Q.

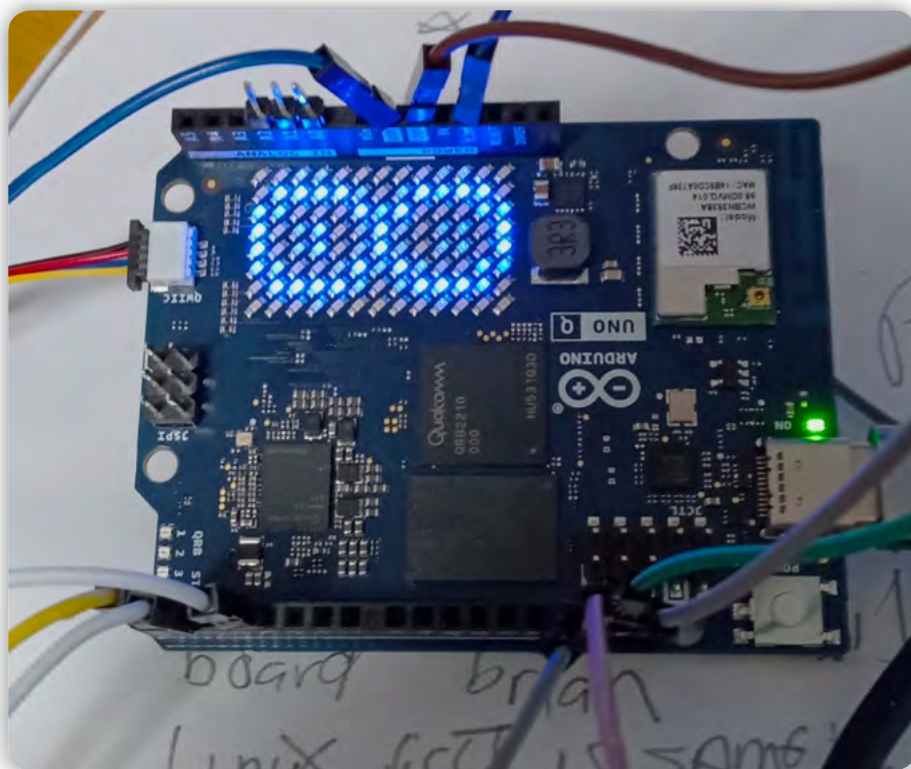
Most, omenjen zgoraj, je sestavljen iz SPI in UART vrat na vsakem procesorju. Čeprav to na sliki 2 ni prikazano, so na SPI in UART vratih nujno potrebni pretvorniki nivoja. Način izmenjave podatkov med mikrokontrolerjem STM32U585 in SOC ni opisan v dokumentaciji uporabniškega priročnika. Namesto tega obstaja API na visokem nivoju, imenovan Remote Procedure Call (RPC), ki upravlja pretok podatkov in ukazov med obema procesorjema. Ta RPC zmogljivost je prisotna v programski opreми obeh procesorjev in deluje enako v obeh domenah.

STM32U585 deluje kot podrejeni procesor pod nadzorom SOC QRB2210. Na sliki 2 so pod povezovalnimi vodili mostu prikazana SW Debug vodila. Programiranje mikrokontrolerjev Arm se običajno izvaja s pomočjo SW debug (tj. Swd) – pogosto s pomočjo namestitve ločenega mikrokontrolerja na razvojno ploščo, programirano za izvajanje tega protokola za utripanje/debug. Ta programski mikrokontroler se običajno poveže z računalnikom prek USB.

Uno Q uporablja SW debug za programiranje Flash pomnilnika STM32U585, vendar se to izvaja drugače kot pri drugih MCU razvojnih ploščah. V primeru Uno Q SOC QRB2210 prejme programirne ukaze/podatke iz vašega računalnika (prek USB-C) in jih nato preprosto posreduje mikrokontrolerju STM32U585 prek SW Debug linij, ki povezujejo oba procesorja. To se zgodi, ko izvajate programsko opremo Arduino App Lab PC v načinu USB ali omrežnem načinu (pojasnjeno kasneje). Vendar pa lahko programsko opremo Arduino App Lab zaženete tudi neposredno na samem SOC QRB2210, če uporabljate Uno Q v načinu SBC. V tem primeru programsko orodje Linux Swd za programiranje še vedno uporablja SW debug linije med dvema procesorjema.

Upoštevajte prisotnost linije Reset, ki izvira iz SOC in se povezuje s STM32U585. Za razliko od drugih MCU razvojnih plošč, ki ste jih morda že uporabljali, Uno Q deluje drugače. Ko se plošča Uno Q vklopi, traja vsaj 30 sekund, da SOC QRB2210 naloži Linux. V tem času bo LED matrični zaslon, ki ga nadzira STM32U585, prikazoval dinamični logotip Arduino, kot je prikazano na sliki 3. Ko se to ustavi in se nadomesti z ikono srca, to pomeni, da je SOC končal z nalaganjem Linuxa in mora nato poslati signal STM32U585, da lahko začne izvajati program vaše skice. To mi je bilo nekaj časa nekoliko nejasno – naveden sem, da MCU začne izvajati mojo skico skoraj takoj, ko se plošča vklopi.

Če pogledamo shemo plošče Uno Q vidimo, da je linija GPIO_38



Slika 3: Zagon Uno Q

SOC povezana z linijo NRST STM32U585 prek TXS0104 nivojskega premika. Tako SOC resetira mikrokontroler STM32U585, kar mu omogoča, da začne prikazovati zgoraj omenjeni dinamični logotip Arduino. Upoštevajte, da bo STM32U585, razen v primeru vklopa, ko ponovno programirate STM32U585 (na primer po urejanju kode), začel izvajati takoj, ko bo programiranje končano. V tem primeru dinamični prikaz LED matrike ne bo na voljo.

Na drugih MCU ploščah, če ste v MCU naložili spremenjen program in ta ne deluje kot pričakovano, lahko preprosto pritisnete gumb za ponastavitev plošče in ponovno opazujete izvajanje programa. Na Uno Q to ni mogoče. Plošča Uno Q ima tipko z oznako Power. Ta tipka ne deluje tako, kot bi pričakoval. Namesto tega deluje na naslednji način:

- Ko priključite napajalno napetost na Uno Q, se samodejno zažene. Zagon sistema Linux SOC traja 30 sekund, po tem času pa STM32U585 lahko začne izvajati svoj program (pred tem LED matrika prikaže zgoraj omenjeni logotip).

Medtem ko je napajanje vklopljeno, bo pritisk na tipko za vklop ponovno zagnal Linux SOC, vendar to ne vpliva na delovanje STM32U585 – ta bo nadaljeval z izvajanjem programa, ki je bil naložen.

Eden od načinov za ponovni zagon skice na mikrokontrolerju STM32U585 Uno Q je ponovno nalaganje skice s ponovnim programiranjem skice. To velja, če za razvoj uporabljate Arduino IDE različico 2.x.x. Za programsko opremo Arduino App Lab se postopek programiranja izvede s pritiskom na tipko Run. S tem se ponovno programira mikrokontroler STM32U585 in (ponovno) programira python program, ki teče na SOC-u.

Na konektorju JANALOG je priključek z oznako RESET. Ta je

neposredno povezan z linijo NRST mikrokontrolerja STM32U585 in izvede trdo ponastavitev STM32U585 mikrokontrolerja, ko je priključek NRST priključen na maso. Dinamični prikaz logotipa na LED matrici se ne pojavi, ko je ta linija RESET aktivna – morda obstaja linija GPIO do SOC, ki določa, ali se ta rutina izvede ob zagonu – to mi ni jasno.

Še vedno se sklicujemo na sliko 2, opazite, da WiFi in Bluetooth povezljivost krmili ločen modul, ki je povezan na SOC. Najprej morate v operacijskem sistemu Linux vnesti poverilnice za WiFi dostopno točko. Nato se ta poverilnica shrani nekje v eMMC Flash pomnilniku. Čeprav ne morete dostopati do WiFi/Bluetooth modula neposredno iz STM32U585, obstaja knjižnica z naslovom »Arduino RouterBridge«, ki jo lahko vključite v svojo STM32U585 skico. To vam omogoča dostop do WiFi povezave na podoben način, kot bi ga imeli, če bi uporabljali MCU z WiFi v Arduino IDE (na primer ESP32). Razlika je v tem, da vam ni treba vključiti poverilnic za WiFi dostopno točko v skico, saj so že shranjene v Linux SOC eMMC Flash pomnilniku.

Nekaj, kar mi je bilo nekoliko nejasno, je bil način, na katerega se Uno Q prepozna kot USB-naprava na vašem računalniku. Ko Uno Q priključite na USB vrata računalnika, se v upravitelju naprav Windows pod COM-vrati približno 30 sekund ne prikaže nič. To je približno čas, ki ga Uno Q potrebuje za zagon sistema Linux. Nato se bo prikazal v upravitelju naprav brez drugega opisa kot „USB Serial Device (COMx)“. Enaka zamuda se pojavi, če uporabljate Arduino IDE 2.x.x. V tem primeru se bo v seznamu vrat prikazala kot »COMx (Arduino Uno Q)«. Če ste malo nestrpni, lahko pride do tega, da boste mislili, da vaš računalnik ne prepozna vaše plošče, če ji ne daste dovolj časa.

Arduino App Lab programska oprema

Ko na računalniku zaženete Arduino App Lab, se prikaže zaslon, kot je prikazan na sliki 4. Ta zaslon bo prikazan vsaj 30 sekund, če ste Uno Q pravkar priključili na USB-vrata računalnika, saj Uno Q še vedno zaganja Linux.

Približno v istem trenutku, ko Windows z zvočnim signalom opozori na novo USB-napravo, se zaslon spremeni v zaslon, prikazan na sliki 5. Prikazana bo samo možnost USB na levi strani. Možnost Network se ne bo prikazala, dokler ne zaključite postopka nastavitve Linux sistema, opisanega v uporabniškem priročniku, in vnesete svoje podatke za WiFi. Tudi takrat se možnost Mreža prikaže šele približno 30 sekund po prikazu USB možnosti. Četudi je bil vaš Uno Q že priključen na USB vrata računalnika in popolnoma zagnan, bo še vedno trajalo približno 10 sekund, preden ga bo programska oprema Arduino App Lab prepoznala in prikazala možnosti povezave, prikazane na sliki 5.

Upoštevajte, da obe možnosti prikazujeta »brian«, ime plošče, ki sem ga dodelil med začetno nastavitvijo.

Malo me je motilo, da programske opreme Arduino App Lab ni mogoče zagnati, dokler nimaš na voljo plošče Uno Q, ki jo je mogoče priključiti prek USB-ja ali omrežja. Preden sem naročil/



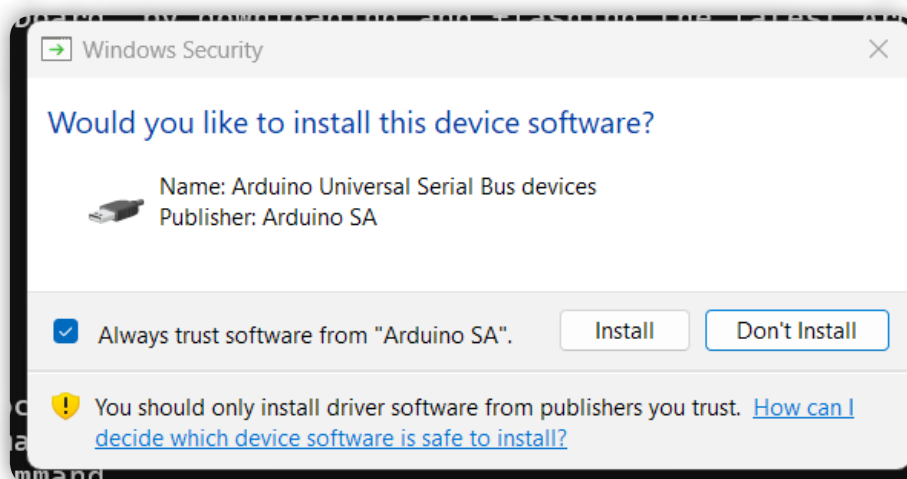
Slika 4: Zagon Arduino App Lab



Slika 5: Možnosti povezave

prejel Uno Q sem upal, da bom lahko preizkusil programsko opremo App Lab. Zelo me je zanimalo tudi število primerov, ki so bili na voljo, saj se ta plošča zelo razlikuje od drugih MCU plošč, ki jih redno uporabljam. Upoštevajte, da čeprav program App Lab deluje na računalniku (v načinu USB in omrežnem načinu), podjetje navaja, da so primeri na voljo v datotečnem sistemu Linux plošče (tj. eMMC).

Ko prvič prejmete Uno Q, vas bo App Lab večkrat pozval, da posodobite firmware plošče. Prva posodobitev, s katero sem se srečal, je vključevala zamenjavo več datotek, ki so bile očitno posodobitve Zephyr RTOS za STM32U585. To je trajalo približno 2 minuti in ni zahtevalo nobenega truda s strani uporabnika, razen čakanja.



Slika 6: Posodobitev

Kasneje pa me je med delovanjem Uno Q v načinu eno-ploščnega računalnika pozval, naj opravim posodobitev, za katero je bilo treba posodobiti celotno sliko sistema. To od uporabnika zahteva nekaj truda. Datoteko Flasher je treba naložiti na računalnik z operacijskim sistemom Windows, razpakirati in zagnati. Arduino ponuja dokaj dobro dokumentacijo o tem, vendar sem opazil napako. V skladu z njihovimi navodili morate zagnati »arduino-flasher-cli« iz ukazne vrstice, nato pa naj bi Windows zaprosil za dovoljenje za namestitev gonilnika. Pri meni se to ni zgodilo – edino, kar se je zgodilo, je bilo, da je ta pripomoček flasher prikazal meni za pomoč. Na koncu sem iz ukazne vrstice zagnal »arduino-flasher-cli flash latest«. Šele takrat me je prosil za namestitev gonilnika za Windows, kar sem tudi storil (glej sliko 6).

Čeprav je to navedeno v dokumentaciji Arduina, bom to poučaril tudi tukaj, saj sem sam zgrešil naslednji korak! Da bi izvedli ponovno nalaganje slike, morate namestiti mostiček med dva priključka 10-pinskega konektorja JCTL. Ti dva priključka sta najbližja čipu LPDDR4 RAM (in najbolj oddaljena od vrat USB-C). Ti dva priključka sta in GND. Če ta korak pozabite, bo postopek ponovnega nalaganja slike porabil precej časa za prenos 2,3 GB datoteke iz interneta, vendar bo nato spodletel, ko bo poskušal dejansko ponovno naložiti datoteko slike. Ko je mostiček nameščen, boste morali začeti od začetka in ponovno prenesti to veliko datoteko.

Po ponovnem ustvarjanju slike boste morali ponovno vnesti podatke za WiFi in ime plošče, ki ste jih vnesli prej, skupaj



Slika 7: Anker 332 USB-C hub

z vsemi drugimi nastavitvami, ki ste jih spremenili/dodali.

Tudi po ponovni namestitvi sistema me je Linux OS ob ponovnem zagonu ponovno pozval k dodatnim posodobitvam, ki so bile izvedene brez posredovanja uporabnika. Poleg tega se zdi, da je programska oprema Arduino App Lab na računalniku zaznala ponovno namestitev sistema in me pozvala k posodobitvi same programske opreme App Lab na računalniku. Skratka, veliko posodobitev!

Ko sem dobil Uno Q, sem se odločil, da ga najprej preizkusim v načinu eno-ploščnega računalnika (SBC). Za priklop miške, tipkovnice in HDMI monitorja morate uporabiti USB-C hub. Jaz uporabljam Anker 332 USB-C hub, kot je prikazano na sliki 7.

Ta vsebuje 2 USB-A vtičnici, USB-C vtičnico in HDMI vtičnico. Ima tudi USB-C PD vtičnico, ki je nujno potrebna, saj morate v to vtičnico priključiti USB-C napajalnik, da napajate hub, ploščo Uno Q, tipkovnico, miško itd. Uporabil sem rezervni 15-vatni USB-C napajalnik, ki je zagotovil dovolj moči.

Ko Uno Q prvič vklopite v tem SBC načinu, vas bo hitro pozval, da vnesete uporabniško ime in geslo. Privzetega uporabniškega imena „Arduino“ nisem mogel spremeniti, vendar sem lahko vnesel geslo po lastni izbiri. Kasneje v postopku nastavitve vas pozove, da vnesete podatke za prijavo v Linux račun. Ne vem, kakšna je razlika, vendar sem uporabil enake podatke kot prijavne podatke – „arduino“ in svoje geslo.

Pred ponovnim ustvarjanjem slike je Linux ob zagonu samodejno zagnal program App Lab. Na namizju je bila tudi ikona App Lab. Po ponovnem ustvarjanju slike je namizje izgledalo enako, vendar ikona App Lab ni bila več prisotna in App Lab se ob zagonu ni samodejno zagnal. Če želite ikono Arduino app lab ponovno prikazati na namizju, odprite aplikacijo Application Finder, poiščite »app lab« in jo povlecite na namizje. V meniju Settings je vnos za AutoStart/sessions. Tukaj lahko dodate/odstranite Arduino lab AutoStart, odvisno od vaših preferenc. Pri kasnejših posodobitvah to morda ne bo potrebno.

Tako kot tipka Power na Uno Q ne izklopi napajanja plošče, tudi ukaz Linux Shutdown samo ponovno zažene Linux. Ta ukaz Shutdown se nahaja v meniju, ki se prikaže, ko izberete ikono „arduino“ v zgornjem desnem kotu namizja Linux.

Med preizkušanjem operacijskega sistema Linux na Uno Q sem opazil nekaj stvari. Mislim, da bi bil najlažji način za prenos Arduino skic iz mojega računalnika z uporabo USB-ključa. Pred ponovno namestitvijo operacijskega sistema se USB-ključ ni prikazal v aplikaciji File Manager. Po ponovni namestitvi pa se je v File Managerju prikazal. Nisem se mogel povezati z domačim NAS, ki uporablja protokol SMB, z uporabo možnosti Go > Browse Network (Pojdi > Brskaj po omrežju) v upravitelju datotek. Ta možnost še ni implementirana.

Feature	Arduino 2.x.x	Arduino App Lab
Target Board Selection	Yes	No- defaults to Uno Q
COM port selection	Yes- user must select correct port.	Automatically finds Uno Q board
Library Manager	Yes	There is an icon (an open book) for libraries. I don't see how it works, yet.
Board Manager	Yes	No-currently only works with Uno Q
Serial terminal	Yes-port selectable	Yes but only uses the Uno Q's USB serial port and sketch must use Monitor.print() instead of Serial.print()
Keywords color-coded	Yes	Yes
Right click to load/examine included library code	Yes	No
Board and Library updates	Yes- user has the option to perform them	Yes- automatic- user has no choice- they can be lengthy
Hover on Class keyword to reveal the class members	Yes	No (or not evident to me)
Hover on function keyword to reveal parameter list and types	Yes	No (or not evident to me)
Upload sketch code to the Uno Q flash	Yes- the upload routine uses the Uno Q's Linux SOC to perform the flash operation	Yes

Tabela 2: Značilnosti in razlike med dvema razvojnima IDE-jema

Pisanje programa za STM32U585 MCU

Za razvoj programske kode za STM32U585 na Uno Q Arduino plošči ponuja dve razvojni okolji (brez upoštevanja njihovega IDE v oblaku). Lahko nadaljujete z uporabo Arduino IDE v2.x.x ali pa zaženete Arduino App Lab in razvijete svojo skico za STM32U585 s pomočjo tega programa.

Če vas ta plošča zanima, boste verjetno uporabljali tudi Linux SOC. V tem primeru je smiselno uporabiti Arduino App Lab tudi za razvoj Linux aplikacije (v Pythonu) in za integracijo skice in Python kode.

Vendar pa boste za kodo skice morda lažje uporabljali priljubljeno Arduino IDE v2.x.x. Tabela 2 prikazuje nekatere značilnosti in razlike med tema dvema razvojnima IDE-jema. V naslednjem delu članka sem uporabil Arduino IDE v2.3.6, da sem preveril številne I/O funkcije STM32U585.

V tej zgodnji fazi se mi je to zdelo bolj priročno. App Lab vzdržuje mapo za skice, ki ste jih napisali z uporabo App Lab. Ne prikaže nobenih skic, ki ste jih prej napisali z uporabo Arduino IDE v2.x.x. Po mojih dosedanjih izkušnjah morate za uvoz obstoječe skice v App Lab iz Arduino IDE v2.x.x:

- Ustvariti novo aplikacijo z ikono »Create New App«. Ta se nahaja v skrajnem desnem zgornjem kotu okna App Lab (na mojem ultraširokem zaslonu ni tako opazna).
- Izbrišite kratko skico „predloge“, ki je priložena.
- Kopirajte/prilepite svojo skico iz Arduino IDE v2.x.x.

OPOMBA: ukaz *Prilepi* (z desnim klikom miške) tukaj ne deluje. Kombinacija tipk *CTRL-V* deluje.

Skica, napisana z Arduino IDE v2.x.x, bo sestavljena iz mape, v kateri bo samo datoteka .ino (razen če posebej ne vključite drugih datotek s kodo). V App Lab bo tudi najpreprostejša mapa projekta samodejno vsebovala več datotek: sketch.ino, sketch.yaml app.yaml, main.py, README.md, pa tudi vse potrebne knjižnice.

Preverjanje vhodno-izhodnih funkcij Uno Q

Osebnost bi, če bi potreboval SBC na podlagi Linuxa, verjetno uporabil enega od Raspberry Pi SBC-jev, ki jih imam na voljo. Uno Q bi bil bolj uporaben za projekte, ki vključujejo veliko zbiranja/nadzora podatkov, kjer je pomemben čas. V tem primeru bi pričakoval, da bi bila vključitev hitrega STM32U585 Arm MCU v Uno Q najbolj uporabna. Zato je bila ena od stvari, ki sem jo najprej preučil, preverjanje, kako dobro delujejo periferni bloki mikrokontrolerja STM32U585 in njihove knjižnice gonilnikov. Najprej moram omeniti nekaj stvari:

- Programska oprema, ki jo Arduino ponuja za STM32U585 in QRB2210 SOC, je v zgodnji različici in vsebuje nekaj napak/manjkajočih funkcij. Predvidevam, da bo to pravočasno odpravljeno.

Arduino je firmware Zephyr RTOS, ki teče na STM32U585, uporabil na nekaterih drugih ploščah z Arm mikrokontrolerji. Čeprav uporabljam Arduino IDE za številne različne mikrokontrolerje, trenutno uporabljam družino ESP32, plošče Teensy (NXP mikrokontroler) in plošče Nano Matter. Orodje Arduino za te plošče ne uporablja Zephyr RTOS. Zato nimam dovolj izkušenj z Zephyr, da bi lahko ocenil, kako učinkovito obdeluje I/O funkcije, kot so SPI, I2C, časovniki itd.

Standardni Arduino I/O konektorji (18-pin in 14-pin) so označeni s primarno funkcijo priključkov na strani obeh konektorjev. Ne vem, ali je to standard na drugih trenutnih Arduino ploščah, vendar je zelo koristno.

V naslednjem poglavju bom opisal svoje izkušnje s testiranjem različnih funkcij I/O na perifernih napravah STM32U585 Uno Q.

I2C - To je verjetno najpogostejše uporabljen protokol za periferno opremo in najlažji za testiranje. Privzeti I2C-priključek je priključen na standardni 18-pin priključek Arduino (JDIGITAL) na priključkih D20, D2. To sta ista priključka, ki se uporabljata za I2C-priključek na originalni plošči Uno. Pri dostopu do tega priključka v programski opremi bi uporabili ukaz `Wire.begin()` skupaj z drugimi funkcijami razreda `Wire`.

Obstaja še drugi I2C-priključek, ki je priključen na QWIIC vtičnico. V mikrokontrolerju STM32U585 so štirje I2C-priključki, priključek I2C4 pa se uporablja za QWIIC priključek. Za dostop do njega iz programske opreme uporabite ukaz `Wire1.begin()` in z njim povezane funkcije razreda.

Preizkusil sem oba vhoda in delovala sta pravilno. Oba I2C vhoda imata na plošči nameščena 2,2k pullup upora. Privzeto je hitrost I2C ure nastavljena s strani Zephyr firmware-a na 400 kHz. Preizkusil sem ukaz `Wire.setClock()`, za katerega vem, da je definiran v firmware Zephyr, saj v IDE prevzame barvo legitimnih ukazov in se identificira, ko z desnim klikom kliknete na sam ukaz. Vendar pa prenos vrednosti 1000000 (1 MHz) na ta ukaz ni deloval. V firmware Zephyr so definicije za različne hitrosti I2C, do 5 MHz. Opredelitev `I2C_SPEED_FAST_PLUS` naj bi nastavila hitrost I2C-ure na 1 MHz. Vendar uporaba `Wire.setClock(I2C_SPEED_FAST_PLUS)` ni privedla do 1 MHz-ure – pravzaprav menim, da jo je upočasnila na 100 kHz.

Na Arduino forumu sem opazil nekaj objav v zvezi z I2C, ki so jih napisali programerji, ki imajo veliko več izkušenj z Zephyr kot jaz. Tudi oni pa niso ugotovili, kako povečati hitrost I2C takta.

Če uporabljate I2C napravo, boste verjetno uporabljali knjižnico za to napravo, ki jo je napisal nekdo drug in je na voljo v Arduino IDE prek upravitelja knjižnic. Na splošno te knjižnice delujejo s privzetimi I2C vrati, za katere je napisana knjižnica `Wire`. Pri nekaterih mikrokontrolerjih lahko izberete, katere priključke želite uporabiti za privzeta I2C vrata. V tem primeru te definicije priključkov običajno vključite v ukaz `Wire.begin()`, tako da kot parametre v oklepajih prenesete priključke SCL in SDA.

Vendar pa morate pri Uno Q, če želite uporabljati QWIIC vrata, uporabiti funkcije `Wire1`. Odvisno od knjižnice lahko spremenite, katera I2C vrata knjižnica uporablja. Na primer, preizkusil sem senzor SGP40 (CO2) s konektorjem QWICC in spremenil naslednje v razdelku `setup()`, da je knjižnica Adafruit SGP40 delovala:

```
Replace sgp(begin()); with sgp.begin(
&Wire1);
```

Simbol „&“ je kazalec naslova za rutine `Wire1`. Nisem prepričan, vendar menim, da sem `Wire1` brez tega simbola „&“ uporabil z drugimi knjižnicami, ko sem knjižnico preusmeril na neprizeto fizično vrata.

SPI- Privzeti SPI-vmesnik je na voljo na 18-pin konektorju JDIGITAL na naslednjih priključkih:

```
SS- D10
MOSI- D11
MISO- D12
SCK- D13
```

V uporabniškem priročniku Uno Q je naveden primer skice, ki prikazuje, kako uporabljati SPI vrata. Pri izvajanju tega

primera sem na svojem osciloskopu pravilno videl signale SCK in SS. Vendar pa je bil MOSI priključek neaktiven. V firmware Zephyr je priključek D11 opredeljen kot PWM priključek, kar je ena od njegovih alternativnih funkcij. To pa onemogoča njegovo uporabo kot SPI MOSI funkcijo. Arduino je prejel zahtevek za popravek (#242), ki je bil po navedbah Arduina že izveden. Do objave tega članka ta težava ne bi smela več obstajati. Če pa SPI vmesnik pri vas ne deluje, lahko to težavo odpravite tako, da v delu `setup()` dodate naslednjo vrstico:

```
GPIOB->AFR[1] = (GPIOB->AFR[1] &
0x0FFFFFFF)
| 0x50000000;
```

Poleg te napake v firmware-u Zephyr je napaka tudi v SPI primeru v uporabniškem priročniku Uno Q. Da bi SPI vrata delovala, morate v delu `loop()` tega primera uporabiti naslednjo spremenjeno kodo:

```
SPI.beginTransaction(SPISettin-
gs(2000000,MSBFIRST,SPI_MODE0));
SPI.transfer(address);
// Send the value
SPI.transfer(value);
SPI.endTransaction();
```

Upoštevajte, da so parametri, posredovani v ukazu `beginTransaction`, neobvezni. V zgornji kodi sem nastavljal frekvenco SPI na 20 MHz in definiral način SPI. Ugotovil sem, da nisem mogel doseči višje frekvence od 20 MHz, čeprav podatkovni list STM32U585 kaže, da je MCU sposoben doseči 80 MHz (pri napajanju s 3V3). Z zgornjo kodo sem izmeril časovni interval med dvema zaporednima 8-bitnima prenosoma SPI na 8,6 µs, kar bi postavilo zgornjo mejo za 8-bitne prenose SPI na približno 117 kHz. Tudi brez tega merjenja sem opazil, da je bila hitrost osveževanja na majhnem TFT zaslonu, ki sem ga priključil, veliko počasnejša, kot sem bil navajen pri drugih mikrokontrolerjih. Da bom pošten, ko sem opravil ta test, so SPI vrata uporabljala le taktno frekvenco 5,6 MHz, kar je trenutno očitno privzeta vrednost.

Uno Q vsebuje 6-pin priključek, ki se nahaja na mestu, kjer je bil na originalni Uno plošči priključek za ISP programiranje. Na originalni Uno plošči je bilo ta vmesnik mogoče uporabiti tudi kot SPI vmesnik (čeprav je delil isti vmesnik SPI, ki je uporabljal SPI priključke na 18-pin konektorju). Pri Uno Q 6-pin SPI priključek uporablja drugačne I/O priključke kot SPI priključek na 18-pin konektorju. Vendar pa oboje vrat uporabljata priključke, ki jih je mogoče priključiti (prek notranjega multiplekserja STM32U585) samo na vrata `spi2` strojne opreme MCU. Če želite uporabiti ta 6-pin konektor za SPI (z uporabo privzete knjižnice SPI), morate izdati nekaj ukazov, da spremenite multipleksiranje priključkov za `spi2`, ki ga želite uporabiti:

```
MISO — PC2
MOSI- PC3
SCK-PD1
```

Upoštevajte, da so to dejanske oznake STM32U585 priključkov, ne pa oznake digitalnih Arduino priključkov. V vsakem primeru je, tako kot pri originalni Uno plošči, v Zephyr RTOS je opredeljen le en fizični SPI vmesnik, ki si ga delita 6-pin konektor in JDIGITAL SPI vmesnik.

ADC - Mikrokontroler STM32U585 vsebuje 14-bitni ADC in 12-bitni ADC. Vendar pa firmware Zephyr RTOS omogoča uporabo le 14-bitnega ADC, skupaj z multipleksiranjem za 6 kanalov. Ti so na voljo na A0-A5 priključkih 14-pin JANALOG konektorja. Napetostno referenco, ki se uporablja za 2 ADC, je možno nastaviti med 1V5, 1V8, 2V048, 2V5 in EXTERNAL.

Ločljivost ADC je mogoče določiti med 8 in 14 biti z uporabo ukaza `analogReadResolution()`. Medtem ko lahko 14-bitni ADC deluje s hitrostjo do 2,5 Msps, sem pri uporabi standardnega ukaza `analogRead()` izmeril hitrost vzorčenja le 29 Ksps. To se ni pospešilo, ko sem ločljivost zmanjšal s 14 bitov na 8 bitov. Domnevam, da je za to precej nizko hitrost vzorčenja kriv RTOS firmware Zephyr.

DAC - STM32U585 vsebuje dva 12-bitna DAC-a, ki sta oba priključena na 14-pin JANALOG konektor. Ta DAC-a privzeto generirata signale v območju 0-3V3. DAC-a delujeta s pomočjo funkcije `analogWrite(DACx)`, ločljivost DAC-a pa se lahko spremeni med 8 in 12 biti s pomočjo funkcije `analogWriteResolution()`. Z uporabo ukaza `analogWrite()` in sinusnim valom, generiranim s tabelo z 256 vnosi, sem dosegel največjo frekvenco 2,83 kHz. To se mi zdi nizko in lahko le ugibam, da je to posledica Zephyr RTOS.

PWM - STM32U585 vsebuje 17 časovnikov, od katerih nekateri lahko izvajajo PWM funkcije. Čeprav JDIGITAL konektor vsebuje 14 priključkov, ki jih je mogoče izmenično nastaviti kot TIMEx kanale, je v trenutnem Zephyr RTOS mogoče le 6 od teh priključkov uporabiti kot PWM kanale (D3, D5, D6, D9, D10 in D11). Privzeta ločljivost je 8 bitov, vendar jo je mogoče povečati na 10 bitov z ukazom `analogWriteResolution()`. Frekvenca je fiksna na 500 Hz.

Glede na podatkovni list STM32U585 so na voljo različni tipi časovnikov in prepričan sem, da so možnosti izbire ločljivosti

in frekvence PWM veliko bolj obsežne kot tiste, ki so trenutno na voljo v sistemu Zephyr RTOS.

GPIO - Ukazi `pinMode`, `digitalRead` in `digitalWrite` delujejo enako kot v skicah Arduino IDE v2.x.x.

Vsakič, ko v Arduinovem upravitelju plošč naložite paket podpore za ploščo, bo vključeval nekaj primerov skic. Za Uno Q boste te primere našli v razdelku »Primeri za Uno Q«. Medtem ko je primer »LED Matrix Basic« deloval brez težav z LED matriko Uno Q, sem ugotovil, da večina drugih primerov, ki sem jih preizkusil, ni delovala – običajno je prevajalnik prikazal sporočilo, da koda ni veljavna za Uno Q/Zephyr.

Opazil sem, da se to dogaja tudi z drugimi ploščami. Sprašujem se, zakaj Arduino vključuje razdelek s primeri, namenjenim določeni plošči/MCU, če ti primeri v mnogih primerih ne delujejo.

Zaključki

Ker je bil Uno Q zame popolnoma nov, sem se v 1. delu tega članka odločil, da bom igral na varno in se osredotočil na STM32U585 mikrokontroler in njegove periferne naprave. Iz podatkovnega lista STM32U585 je razvidno, da gre za zelo zmogljiv procesor, ki vsebuje veliko sofisticiranih perifernih funkcionalnih blokov.

Pričakujem, da bo Arduino (in uporabniška skupnost) sčasoma dodal podporo za firmware Zephyr RTOS, da bo mogoče bolje izkoristiti številne od teh funkcionalnih blokov.

V drugem delu bom podrobneje obravnaval App Lab in Linux SOC. Zanima me, kako hitro deluje Remote Procedure Call (RPC) – tj. mehanizem Bridge, ki povezuje dva procesorja.

Na koncu bi rad poudaril, da je bil Uno Q šele predstavljen, zato bo programska oprema, ki je na voljo zanj, še popravljena in izboljšana. Nekatere težave, na katere sem naletel v tem članku, se bodo morda spremenile do objave članka.

<https://svet-el.si>



Home Assistant – 5.del

Avtor: dr. Simon Vavpotič

YouTube: youtube.com/@pcusbprojects

Spletna stran: www.pcusbprojects.com

Vsestranska aplikacija za upravljanje doma omogoča veliko funkcionalnosti, za katere bi potrebovali dneve načrtovanja in programiranja. Omogoča ne le priklop številnih senzorjev, ampak tudi obdelavo in hrambo podatkov ter nadzor in upravljanje doma prek spletnega oblaka.

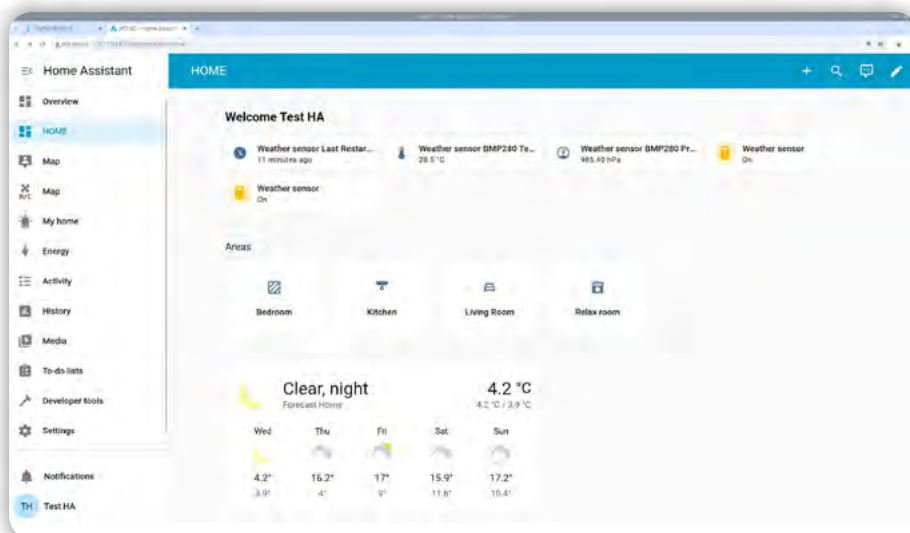
V preteklem delu smo spoznali, kaj omogoča naslednik Tasmote, ESPHome, spoznali Raspberry Pi Pico W in Pico 2 W, ki sta poceni in zelo zmogljivi alternativni ESP32 modulom in programirali v razvojnih okoljih Arduino IDE, Visual Studio Code in Thonny. Na osnovi Raspberry Pi Pico 2 smo zgradili periferno napravo, kot Docker strežnik pa smo uporabili Orange Pi 5 Max.

Tokrat nam se lotimo kompleksne avtomatizacije, v kateri si bomo prikazali samogradnjo grafičnega uporabniškega vmesnika.

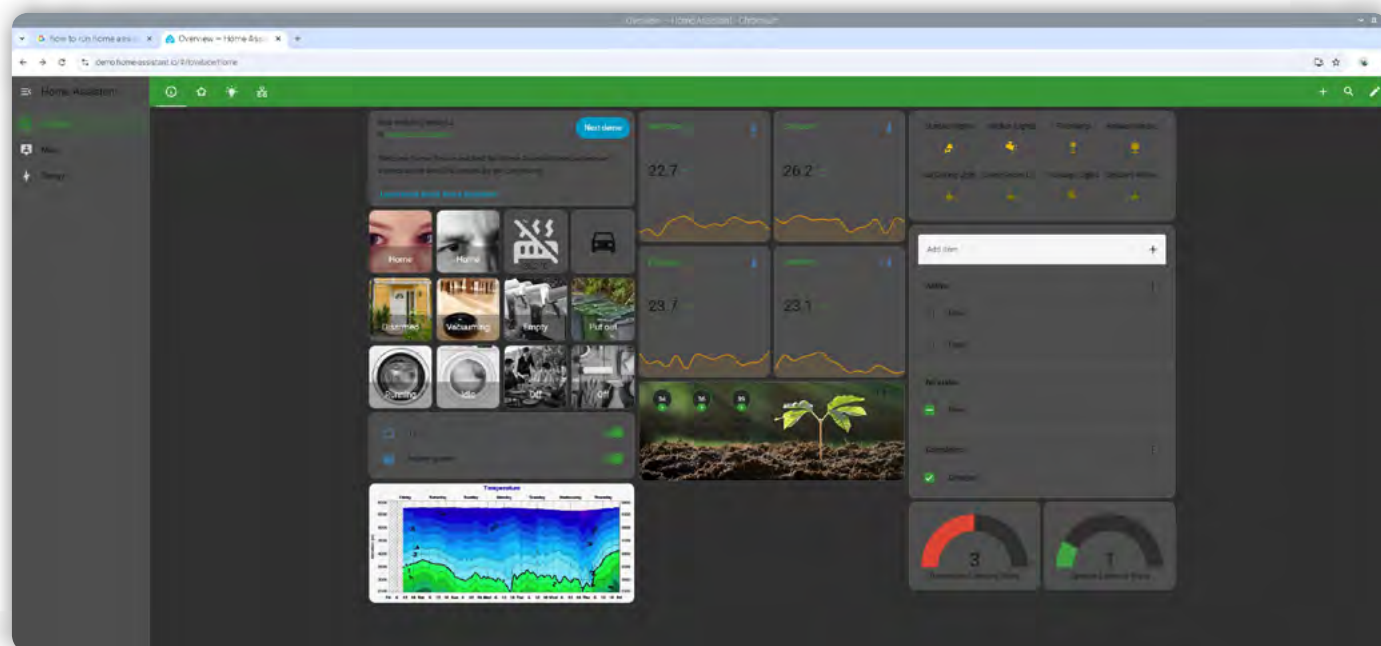
Samogradnja namizja

Začetek kompleksne avtomatizacije doma ni vedno lahek, še posebej, če se je lotevamo prvič. Na spletnem portalu demo.home-assistant.io je objavljenih več interaktivnih primerov inovativnih uporabniških namizij, ki jih lahko interaktivno preizkusimo brez nameščanja Home Assistanta, le sprememb ne moremo shraniti.

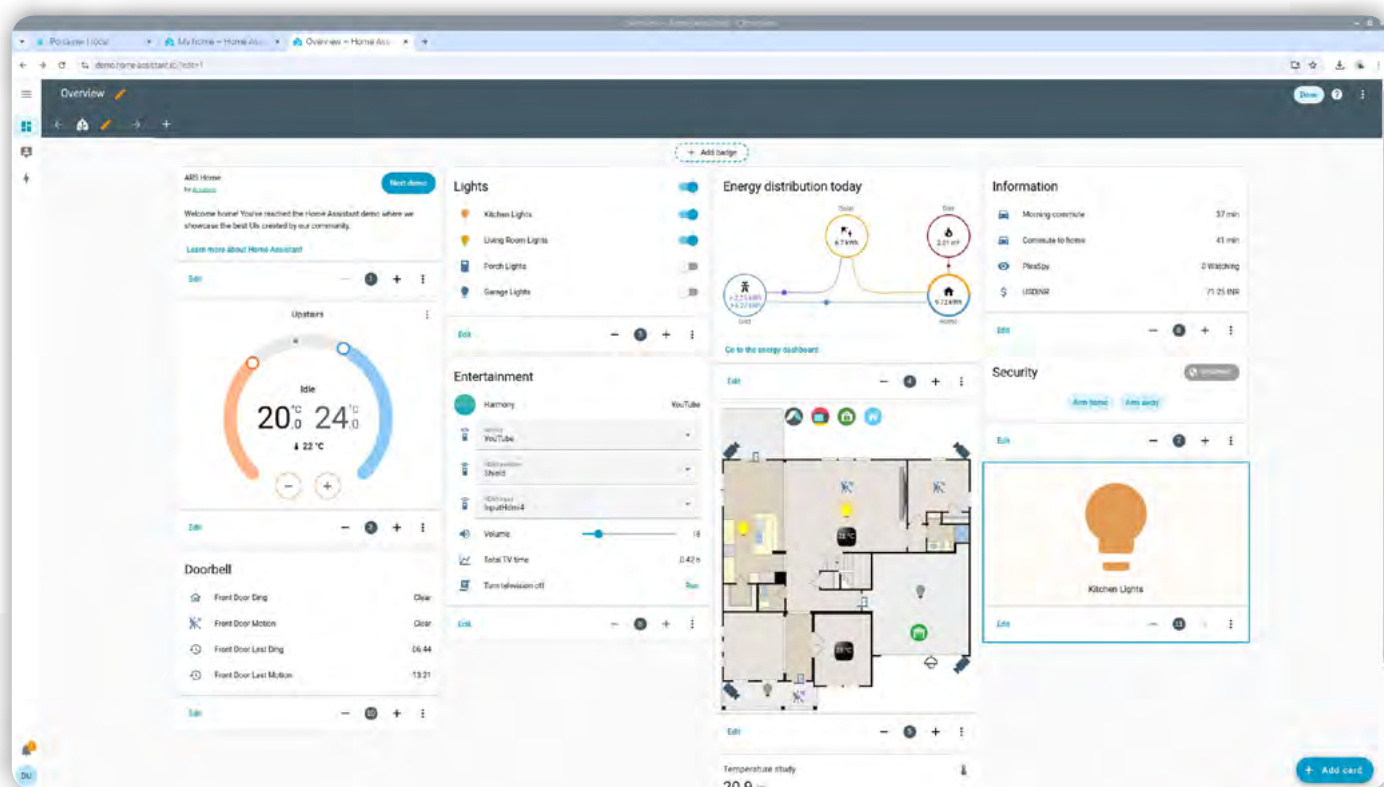
Slika 1: Od praznega (form scratch) zgrajeno namizje



Pri tem lahko uporabimo vmesnik s številnimi vizualizacijami, ali pa takega z zgoščenim pregledom podatkov in upravljaljskih funkcij, ki ne zahteva veliko brskanja. Velik poudarek je na porabi energije in zagotavljanju varnosti doma. Iz grafičnega vmesnika lahko na primer vidimo prižgane in ugasnjene luči v prostorih stanovanja, lahko pa se tudi sprehodimo po



Slika 2: Eno od alternativnih namizij, ki jih lahko preizkusimo prek spletne strani demo.home-assistant.io brez namestitve Home Assistanta.



Slika 3: Namizje z grafično ponazoritvijo tlorisa stanovanja s prikazom naprav in senzorjev, ki jih lahko s klikom nanje tudi upravljamo oz. spremljamo njihove vrednosti.

živih slikah iz varnostnih kamer. Home Assistant omogoča tudi detekcijo oseb v slikah, s čemer lahko varnostne kamere samodejno zazna tudi sumljivo potikanje okoli našega domovanja.

Za manjša stanovanja so še posebej zanimive interaktivne grafične predstavitve prostorov, prek katerih lahko električne porabnike tudi upravljamo. Denimo, prek grafične predstavitve lahko s klikom na ikono odpremo ali zapremo garažna vrata, prižgemo ali ugasnemo luč ali pa s klikom na izbrano varnostno kamero spremljamo živo sliko z nje. V prostorih, kjer so nameščeni ustrezni senzorji lahko spremljamo tudi temperaturo, vlago, zračni pritisk, osvetljenost itn. S pritiskom na posamezno tipalo se odpre tudi zgodovina meritev. Tako lahko vidimo, na primer kako v različnih časih dneva niha temperatura v izbranem prostoru; kar je lahko še posebej pomembno v neogrevanih prostorih, kjer imamo shranjeno ozimnico. Slednjo lahko na primer ob nevarnosti zmrzovanja začasno umaknemo v drug prostor.

Samodejno upravljanje

S samodejnim upravljanjem ogrevanja in hlajenja lahko veliko prihranimo, še posebej v nočnem času in takrat, ko smo zdoma. Vsi primeri namizij na spletni strani demo.home-assistant.io vključujejo tudi sledenje lokaciji dveh namišljenih stanovalcev, ki se z doma odpravita v mesto na delo ali po opravkih.

Na namizju Home Assistanta lahko (oddaljeno) spremljamo tudi predviden čas do vrnitve posameznih stanovalcev, kar omogoča načrtovanje ogrevanja in hlajenja. Ogrevanje ali hlajenje je lahko manj intenzivno, ko sta stanovalca z doma, pri

čemur Home Assistant samodejno ponovno vzpostavi nam prijetno temperaturo preden se vrnemo domov.

Sprotno merjenje temperature v prostorih in v okolici doma in osončenosti omogoča tudi samodejno spuščanje in dviganje zastorov, s čemer prav tako lahko prihranimo veliko energije, še posebej ponoči (boljša termoizolacija, če so zastrti) ali poleti, ko svetlobi s spustitvijo zastorov preprečijo ustvarjenje učinka tople grede, ko stanovalcev ni doma.

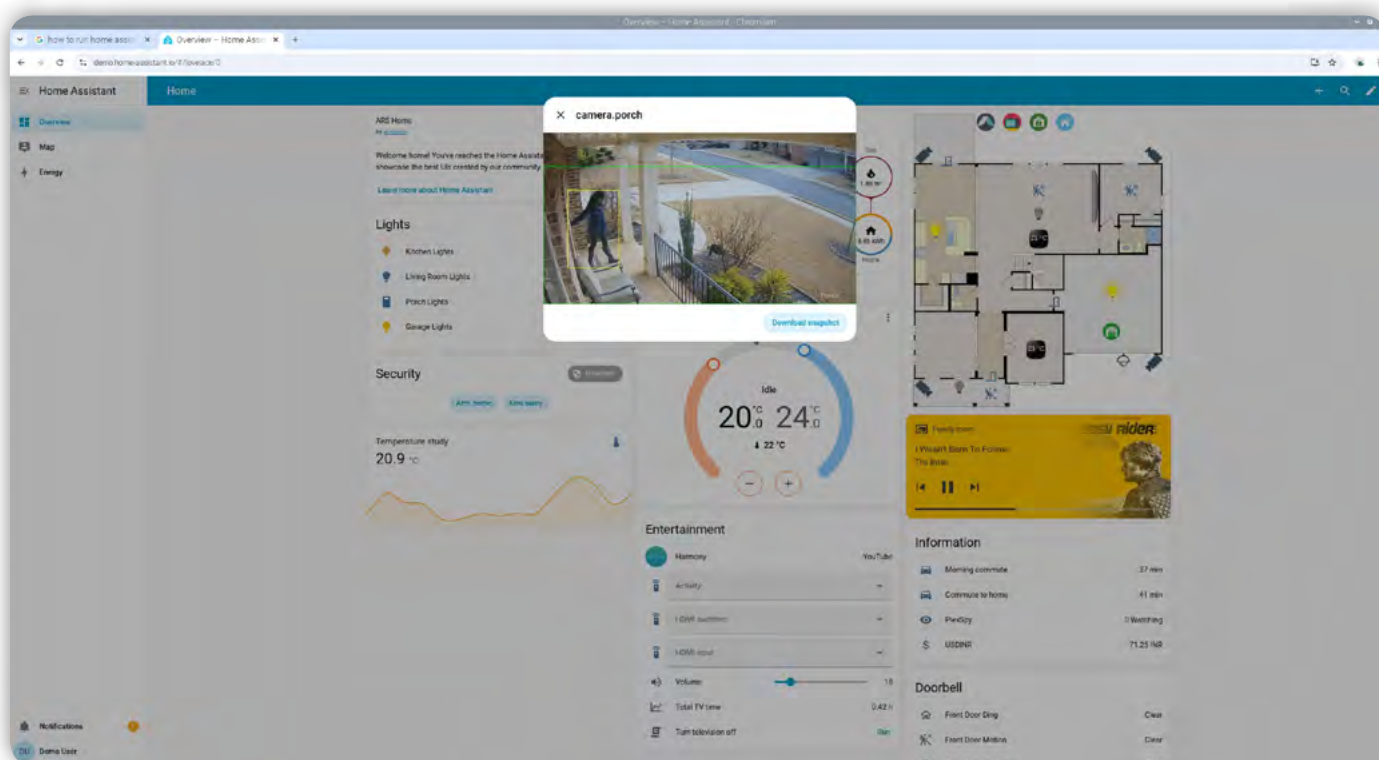
Home Assistantov Lovelace grafični vmesnik s karticami lastnosti, krmilnimi elementi za avtomatizacijo in prikazom podatkov v realnem času je zelo prilagodljiv in deluje prek vsakega novejšega spletnega brskalnika na pametnih telefonih, namiznih računalnikih in tablicah, vključno z namensko Pixlovo tablico Pixel Tablet Smart Home Dashboard.

Ostala elektronika

Home Assistant omogoča tudi upravljanje avdio in video naprav, kot sta: radijski sprejemnik in TV. Samodejno ugašanje in prižiganje TV-sprejemnika in uravnavanje glasnosti in nastavitve slike ali izbira kanalov so lahko uporabni tudi takrat, ko nimamo pri roki daljinskega upravljalnika pa tudi, ko smo zdoma in želimo ustvariti občutek prisotnosti za mimoidoče v naselju.

Mogoče je tudi upravljanje, oziroma spremljanje funkcij hibridnega oziroma električnega avtomobila. Tako lahko sproti spremljamo stanje njegove baterije.

Home Assistant je združljiv z veliko strojne opreme različnih



Slika 4: Pregled slik s kamer na stavbi z vklopljeno zaznavo oseb.

proizvajalcev, vseeno pa velja preveriti združljivost izbrane naprave, na primer tipala za temperaturo, vlago in pritisk ali krmilnika ogrevalne naprave. Pri domači izdelavi tipal moramo preveriti združljivosti programskih knjižnic, oziroma programske opreme, ki jo bomo vgradili.

Domača izdelava interaktivnega namizja

Prvi korak je izris načrta stavbe, v katerega vrišemo vse električne naprave, ki jih bomo krmilili in vsa tipala, ki jih bomo vgradili v pametni dom. Za lažjo predstavbo možnosti avtomatizacije si pomagamo s primeri prej omenjene demo spletne strani. Pri vzpostavitvi zaresne avtomatizacije moramo s pomočjo Home Assistanta povezati veliko naprav, pri čemer je pomembna enostavnost integracije. Doma narejene naprave z vgrajeno programsko opremo Tasmota pri tem ne bi smele bit izjema.

V naslednjem koraku moramo prenesti shemo doma v Home Assistant. Najprej v stranskem meniju Settings kliknemo na rubriko Dashboards, s čemer odpremo pregled obstoječih namizij. Novo namizje lahko dodamo z gumbom Add dashboard v spodnjem desnem kotu okna.

V različici Home Assistanta 25.11 je na voljo šest možnosti: gradnja namizja od začetka (New dashboard from scratch), pregledno namizje (Overview), eksperimentalno področno namizje (Areas), v katerem vidimo prikaz naprav v vsakem področju, eksperimentalno domsko namizje (Home), ki omogoča globalni pregled stanovanja, zemljevid (Map), ki prikaže ljudi in naprave (npr. avto in članke gospodinjstva) na zemljevidu mesta, in spletna stran (Webpage), ki omogoča integracijo spletne strani spletnem strežniku kot namizja.

Uporaba predloge pri gradnji namizja se nekoliko bolj izkušenim uporabnikom nemalokrat ne izplača, saj morajo v vsakem primeru vanj prenesti tudi že definirane naprave prek menija Settings, ki jih morajo tudi pravilno umestiti. Če začnejo s prazno predlogo (...from scratch), lahko natančneje opredelijo vse elemente namizja, ki jih lahko urejajo s klikom na pisalo v desnem zgornjem kotu vsakega elementa namizja.

V osnovi je namizje sestavljeno iz glave in sekcij, ki jih lahko poljubno dodajamo. V vsaki sekciji lahko določimo širino in z določitvijo pogojev omejimo njeno vidnost. Denimo, če je temperatura dnevne sobe nad 22 st. C, ne prikažemo menija za upravljanje ogrevanja na sekciji za upravljanje dnevne sobe.

V vsako sekcijo lahko s klikom na gumb »+« dodajmo kartice in entitete. Denimo, temperaturni senzor dodamo kot entiteto, medtem ko načrt stanovanja dodamo kot kartico s sliko načrta). Nato lahko (na sliko) dodajamo različne entitete, med katerimi so tudi take, ki lahko spreminjajo stanje, denimo luč. Luč lahko nato dejansko prižgemo s klikom na njeno vizualizacijo na sliki.

Delovanje, kakor tudi potrebno programsko kodo v jeziku YAML lahko vidimo tudi v primeru na spletni strani demo.home-assistant.io. Dodajmo le še to, da lahko programsko kodo celo interaktivno spreminjamo, vendar se spremembe ne shranijo. Seveda to ni ovira, da demonstracij ne bi mogli prenesti v svojo namestitvev Home Assistanta, a vendarle je zato potrebujemo bistveno več časa.

Dodajanje oseb in sledenje njihovi lokaciji

Home Assistant se lažje prilagodi potrebam stanovalcev s



Slika 5: Porabo električne energije lahko optimiziramo s pomočjo Home Assistanta.

poznavanjem njihovih potreb in njihove trenutne lokacije. Osebe lahko dodamo iz menija Settings, če kliknemo na People, pri čemer lahko vsak stanovalac postane tudi uporabnik Home Assistanta, v katerem smo morali ob namestitvi definirati vsaj administratorja. Ob premiku stikala Allow login osebi dodamo tudi geslo in določimo njeno vlogo v aplikaciji, ki je lahko administrator ali navaden uporabnik brez administratorskih pravic. Obenem lahko dovolimo vsakršno prijavo, ali pa le prijavo iz lokalnega omrežja.

Naslednji korak je vzpostavitev sledenja osebam gospodinjstva, ki ga Home Assistant potrebuje za zagotavljanje nižje porabe energije in varovanje doma. V ta namen potrebujemo ustrezne integracije pametnih telefonov, ki prek interneta sporočajo lokacije stanovalcev, ki so hkrati njihovi uporabniki.

Mogoča je tudi integracija osebnih vozil, če to omogočajo njihovi proizvajalci. Ob kliku na povezavo ...Integrations iz zavihka z nastavitvami uporabnika se odpre nabor aplikacijskih vmesnikov različnih proizvajalcev strojne in programske opreme.

Kompleksna avtomatizacija

Celovito in učinkovito povezovanje naprav, senzorjev in kamer je mogoče le s kompleksno integracijo ali z vgradnimi moduli za Home Assistant, kar zahteva pisanje skript v grafiki ali v tekstovni obliki. Je pa res, da je vklop posameznih naprav in senzorjev v Home Assistant sorazmerno enostaven, saj lahko prek upravljaljskega panela že takoj po vklopu upravljamo njihove osnovne funkcionalnosti pa tudi zajemamo vrednosti s senzorjev. Zgodovina meritev, denimo vremenskih senzorjev (temperatura, vlaga, pritisk), se samodejno beleži in si jo lahko ogledamo s klikom na senzor.

Za konec

Čeprav Home Assistant izkušenemu programerju - avtomatiku na prvi pogled morda res daje vtis, da bi bilo lažje celotno avtomatizacijo doma sprogramirati v programskem jeziku C++, pri čemer bi uporabil aplikacijske programske vmesnike in morebitne pripadajoče programske knjižnice proizvajalcev naprav in senzorjev, šele natančnejši pregled rešitve pokaže njeno pravo vrednost. Dodajanje novih naprav je enostavno in učinkovito kljub rabi dokaj kompleksnih komunikacijskih protokolov, kot je MQTT. Programiranje v opisnem jeziku YAML ali z grafično predstavitvijo ukazov je hitrejše in veliko manj zahtevno od programiranja v programskem jeziku C++ ali podobnem, v katerem se moramo ukvarjati s kompleksnimi programskimi strukturami in rezervacijami pomnilnika zanje.

Home Assistant omogoča hiter začetek, če uporabljamo združljivo strojno opremo, kot sta Raspberry Pi 4 in 5, za katere so na voljo celo slike sistemskih pogonov. Nameščanje Home Assistanta nanju je zelo enostavno, saj lahko sliko sistema pogona iz interneta preprosto prenesemo na kartico SD, ki jo nato vtaknemo v računalnik. Namesto tega si lahko omislamo tudi namenski centralni mini računalnik za Home Assistant, ki je že pripravljen za uporabo.

Dodajanje združljivih komercialnih senzorjev in naprav je enostavno, saj so vanje že vgrajeni ustrezni komunikacijski protokoli, ki omogočajo takojšnji priklop in uporabo brez programiranja. Če se lotimo enostavne avtomatizacije doma, ki nam prek krmilne plošče omogoči skoraj vse funkcije upravljanja, je dovolj, da naprave povežemo s računalnikom. Po drugi strani, moramo za kompleksnejše avtomatizacije z veliko umetno-inteligenčnimi funkcijami in velik vgrajene logike, vložiti veliko več truda in časa, a smo nato nagrajeni z večjim udobjem...

Pametni hišni vrt (2)

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

Opisujemo pametni domači vrt, ki bo s pomočjo tehnologije eni rastlini zagotovil optimalne pogoje za rast in razvoj.

V prejšnjem nadaljevanju smo se seznanili z masko za Arduino UNO R4 WiFi, ki vsebuje vso potrebno elektroniko, zdaj pa sledi opis programske logike, ki predstavlja tudi navodila za uporabo in nastavitve parametrov.

Programska logika in navodila za uporabo

Kot smo že omenili, pametni domači vrt poganja mikrokontroler RA4M1 na plošči Arduino UNO R4 WiFi. Čeprav gre za zelo zmogljiv mikrokontroler, smo ga morali vseeno naučiti, kaj naj počne.

Ustrezni program je napisan v Arduino IDE 2.3.5 in je sestavljen iz treh funkcionalnih enot. Po inicializaciji se zažene glavna programska zanka, v kateri se večkrat pridobivajo podatki iz ure realnega časa, berejo se senzorji in položaj krmilne palice, po potrebi pa se vkloplja in izklaplja vodna črpalka. Tretji del je konfiguracija, kjer je v interaktivnem načinu (krmilna palica + zaslon) mogoče spreminjati vse parametre, ki določajo način delovanja naprave.

Inicializacija

Takoj po vklopu program vzpostavi komunikacijo z zaslonom, uro in vsemi senzorji, pridobi potrebne parametre za nastavitve

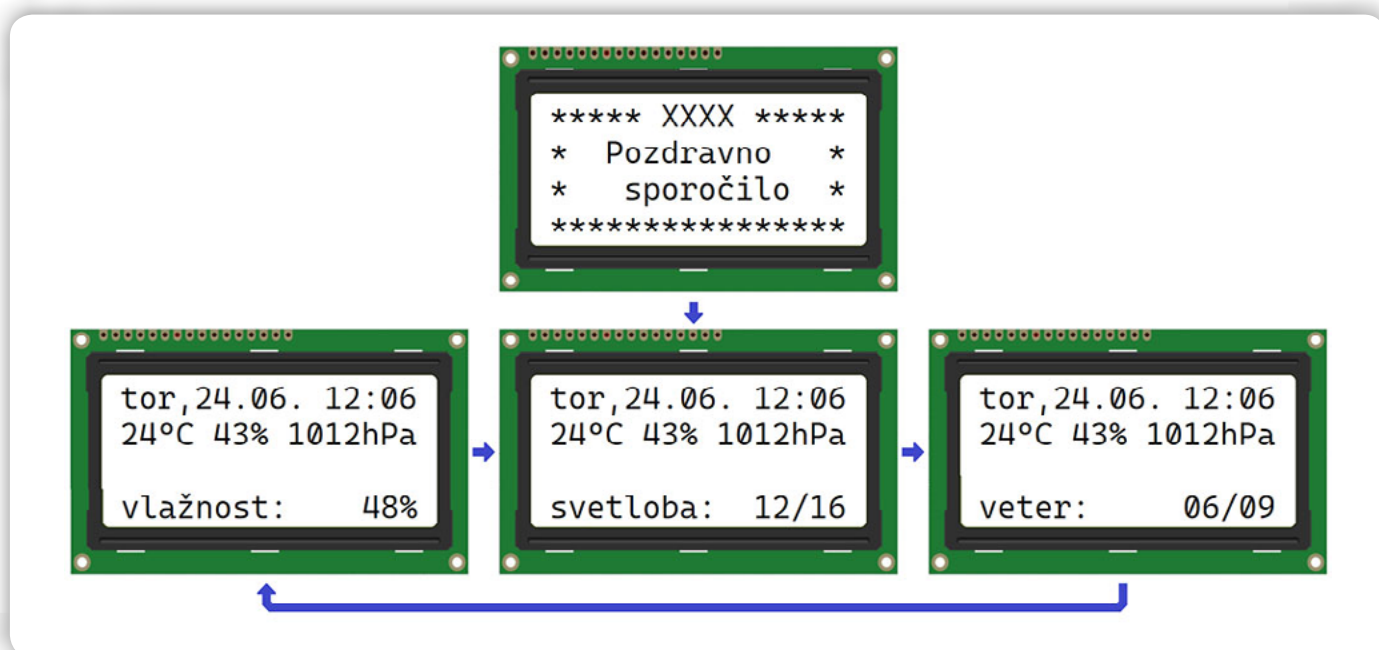
intenzivnosti osvetlitve in delovanja ventilatorja, izpiše pozdravno sporočilo in nato aktivira normalno delovanje. Pozdravno sporočilo na sliki 11 je treba prilagoditi priložnosti, za katero je bil program napisan, in ga je mogoče popolnoma izpustiti.

Normalni način dela - dnevni režim

V normalnem načinu se program izvaja v zanki, v kateri se na zaslonu izmenično prikazujejo naslednji podatki:

- zgornja vrstica prikazuje podatke, pridobljene iz ure realnega časa - dan v tednu, datum in čas;
- v drugi vrstici so prikazani podatki, pridobljeni iz senzorja BME280 - temperatura, vlažnost in zračni tlak;
- tretja vrstica je namenjena izpisu različnih sporočil, npr. ali je črpalka vklopljena in ali je treba v rezervoar dodati vodo;
- V četrti vrstici se izmenično prikazujejo izmerjena vlažnost tal, nastavljena intenzivnost osvetlitve in intenzivnost delovanja ventilatorja.

Program nadzoruje intenzivnost LED osvetlitve z uporabo pulzno-širinske modulacije: svetleče diode se izmenično vklaplajo in izklaplajo v hitrem ritmu, intenzivnost svetlobe pa je odvisna od razmerja vklop:izklop. Na voljo je 16 stopenj svetlosti in stanje ugasnjenih LED-ic. V normalnem načinu lahko intenzivnost osvetlitve spreminjate s premikanjem krmilne palice gor in dol.



Slika 11: Prikazi na displeju med inicializacijo in v normalnem načinu dela.

Program nadzoruje intenzivnost delovanja ventilatorja z uporabo pulzno-širinske modulacije: ventilator se izmenično vkloplja in izkloplja v hitrem ritmu, intenzivnost vrtenja pa je odvisna od razmerja vklop:izklop. Na voljo je skupno 9 stopenj intenzivnosti vrtenja in stanje ugasnjenega ventilatorja (odvisno od vrste ventilatorja je možno, da se ne bo vrtel niti pri nekaj nižjih nastavljenih vrednostih). V normalnem načinu lahko intenzivnost vrtenja spremenite s premikanjem krmilne palice v smeri levo-desno.

Ventilator ne deluje neprekinjeno, temveč se vklopi vsakih 15 minut za približno 5 minut. Le če temperatura okolice preseže 30 °C, bo ventilator deloval neprekinjeno in hladil napravo.

V normalnem načinu delovanja program bere tudi senzor vlage v zemlji in po potrebi vklopi in izklopi črpalko:

- Črpalka se bo vklopila, če vlažnost zemlje pade pod najnižjo dovoljeno vrednost, npr. pod 30 %;
- Črpalka se bo izklopila, če vlažnost zemlje preseže največjo dovoljeno vrednost, npr. nad 70 %

Ko je črpalka vklopljena, ne bo delovala neprekinjeno, temveč v sunkih: na primer 10 sekund vsakih 30 sekund. To daje vodi čas, da se porazdeli po zemlji in izenači vlažnost, zato bo postopek merjenja vlažnosti bolj smiseln. Pragove vlažnosti in intervale delovanja črpalke je mogoče spremeniti v postopku konfiguracije naprave, da se doseže optimalen učinek v določenem primeru.

Med delovanjem črpalke se na zaslonu prikaže ustrezno sporočilo. Če črpalka v 5 minutah ne navlaži tal, se na zaslonu prikaže sporočilo »Dodajte vodo!« kot znak, da je rezervoar prazen. V tem primeru je treba v rezervoar dodati vodo in rastlino zalivati ročno, da se vzpostavi normalen postopek zalivanja (lahko pa napravo na kratko izklopite in nato vklopite).

Normalni način dela - nočni način

Prej opisana logika programa se nanaša na dnevni način delovanja, tj. obdobje od 7:00 do 19:00 (te vrednosti so prav tako nastavljive). Izven tega obdobja program deluje v nočnem načinu: vsi senzorji se berejo, sporočila se izpisujejo na zaslonu, vendar so LED osvetlitev, ventilator in črpalka izklopljeni. Osvetlitev ozadja zaslona je prav tako izklopljena, tako da naprava v temi ne sveti moteče.

Če si želimo ogledati odčitke ali spremeniti parametre v nočnem načinu, je dovolj, da na kratko pritisnemo ali premaknemo krmilno palčko: osvetlitev ozadja zaslona se bo vklopila in vse funkcije bodo na voljo. Naprava se po kratkem času samodejno vrne v nočni način.

Konfiguracija

Nastavitve, ki smo jih spremenili med normalnim delovanjem, kot sta intenzivnost osvetlitve ali delovanje ventilatorja, bodo



BIOLOGIJA



ASTRONOMIJA



AUTOMOBILIZEM



RAČUNALNIŠTVO

+ mnoge druge tehnološke in naravoslovne tematike!

ŽIVLJENJE IN TEHNIKA

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

Naročam revijo ŽIVLJENJE IN TEHNIKA

Letna naročnina: 62 €
Letna naročnina za upokoјence/študente: 55 €
 Polletna naročnina: 32 €
 Polletna naročnina za upokoјence/študente: 28 €

Za uveljavitev popusta nam na e-naslov ali po pošti pošljite kopijo upokoјenske kartice ali potrdila o vpisu.

*Ime in priimek:

*Ulica in hišna št.:

*Poštna št.: *Kraj:

*Telefon: E-pošta:

*Datum: *Podpis:

***Izberite knjižno darilo:**

☐ Poker ☐ Ledena doba aktivnosti ☐ Iznajdbe in izumi - komunikacije

Naročnina velja do pisnega preklica. Naročnino bomo poravnali/a po prejemu položnice ali (po želji) e-računa.

*Podatki označeni z zvezdico, so obvezni. S svojim podpisom dovoljuјete Tehniški založbi Slovenije, da vaše podatke hrani v svoji evidenci ter vas redno obvešča o najboljših ponudbah in možnostih za osvoјitev privlačnih nagrad. Vaše podatke bomo hranili, dokler se morda ne boste odločili drugače - kadarkoli lahko pisno ali po telefonu zahtevate, da v roku 15 dneh trajno ali začasno nehamo uporabljati vaše osebne podatke za namen neposrednega trženja. Tehniška založba Slovenije zagotavlja varstvo osebnih podatkov po Zakonu o varstvu osebnih podatkov.



OB SKLENITVI NAROČNINE
 GRATIS IZVOD REVJE
 +
 KNJIGA PO IZBIRI*

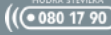
Poštnina plačana po pogodbi št. 88/1/S. Znamka ni potrebna.

Tehniška založba Slovenije

p.p. 541

1001 Ljubljana

www.tzs.si
narocila@tzs.si

MODRA ŠTEVILKA
 080 17 90



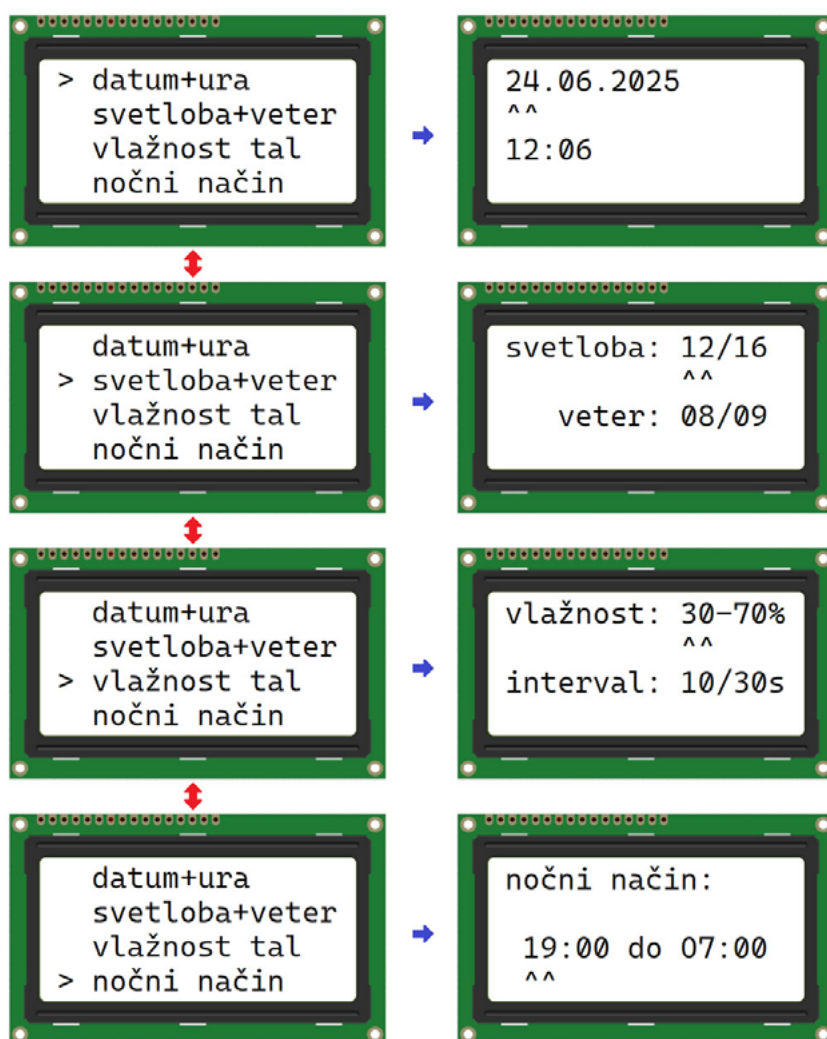
Tehniška založba Slovenije

ostale v veljavi, dokler ne izklopimo napajanja naprave: ko jo ponovno vklopimo, bodo te nastavitve prevzele svoje začetne vrednosti. Če želimo spremeniti začetne vrednosti, moramo napravo konfigurirati.

Postopek konfiguracije omogoča spreminjanje datuma in časa, osvetlitve in intenzivnosti vetra, načina delovanja črpalke in obdobja nočnega načina (slika 12), aktivira pa se s pritiskom in držanjem krmilne palice.

S premikanjem igralne palice navzgor ali navzdol (levi stolpec na sliki 12) izberemo, kaj želimo konfigurirati, in izbiro potrdimo s pritiskom na igralno palico. V vsakem od tako izbranih menijev (desni stolpec na sliki 12) se po nastavitvah premikamo s premikanjem igralne palice levo in desno. Izbrana nastavitvev je označena z znakom »^^«, njeno vrednost pa spreminjamo s premikanjem igralne palice navzgor in navzdol.

- *datum+ura*: možno je spremeniti datum, mesec, leto (2025–2099), uro in minute. Dan v tednu se izračuna samodejno. Ob vnosu so sekunde nastavljene na 0;
- *svetloba+veter*: možno je vnesti začetno vrednost intenzivnosti svetlobe (0–16) in vetra (0–9; odvisno od vrste ventilatorja je možno, da se pri nekaj nižjih nastavljenih vrednostih ne bo vrтел);
- *vlažnost tal*: možno je vnesti spodnjo mejo vlažnosti, pri kateri se črpalka vklopi (10–40 %), zgornjo mejo vlažnosti, pri kateri se črpalka izklopi (60–90 %), in interval delovanja črpalke (2–28/30 s);
- *Nočni način*: vnesti je mogoče začetni čas (18:00–23:00) in končni čas nočnega načina (05:00–10:00).



Slika 12: Prikazi na displeju med postopkom konfiguracije.



Slika 13: Udeleženci Poletne šole tehničnih dejavnosti 2025...



Slika 14: ... in njihovi izdelki.

Vse menije zapustite z daljšim pritiskom na krmilno palico, pri čemer se posodobljene vrednosti datuma in časa zapišejo v pomnilnik ure realnega časa, vse ostale pa v EEPROM mikrokontrolerja, tako da ostanejo shranjene tudi v primeru izpada električne energije.

Opis programske logike vsebuje tudi navodila za uporabo in konfiguracijo pametnega domačega vrta. Program ima več kot 1200 vrstic kode in ga tukaj ne bomo analizirali, lahko pa ga brezplačno dobite v uredništvu revije.

Udeleženci Poletne šole tehničnih dejavnosti so ustvarili 30 pametnih domačih vrtov in vsi so delovali, kot je opisano!

Izziv izven Arduino IDE

Pisanje tako obsežnega programa za Arduino IDE je za enega Bascomaša kar precejšen izziv. Ampak nisem imel izbire: Bascom-AVR ne podpira mikrokontrolerja RA4M1 ...

Prvi korak je potekal gladko: po namestitvi plošče Arduino UNO R4 WiFi se je v meniju primerov pojavilo več primerov, prilagojenih tej plošči, in lahko sem začel z raziskavo. Najprej sem moral oživiti zaslon I2C! Izkazalo se je, da prva knjižnica, ki sem jo namestil, ni mogla pravilno pisati na zaslon 16x4, zato sem uporabil nasvet umetne inteligence (ChatGPT). To je bila zelo smiselna poteza, saj je po namestitvi knjižnice:

```
#include <LiquidCrystal_PCF8574.h>
```

Moj zaslon je začel brez vprašanj ubogati programske ukaze. V drugem poskusu je bila izbrana pravilna knjižnica, ki podpira BME280, senzor temperature, vlažnosti in zračnega tlaka; vključiti je bilo treba:

```
#include <Wire.h>
#include <Adafruit_Sensor.h>
#include <Adafruit_BME280.h>
```

Z uro realnega časa je bilo več težav. Mikrokontroler RA4M1 ima vgrajen RTC in med primeri programov boste našli vse, kar potrebujete za njegovo uporabo. Vendar se je izkazalo, da vgrajeni RTC ni deloval pravilno, odstopanje je bilo več minut na dan. Po iskanju napake v programu sem pogledal po spletnih forumih in naletel na enake izkušnje. Nato sem poiskal shemo plošče R4 in na njej nisem našel niti enega kvarca ... Če delo odličnega mikrokontrolerja in njegovih RTC-jev resnično temelji na notranjih oscilatorjih, potem je to nenavadna opustitev s strani načrtovalca Arduino UNO R4 plošče! To me je usmerilo k že znanemu in zanesljivemu modulu ZS-042, ki je bil na koncu vključen v projekt. Zagnal sem ga z uporabo:

```
#include <RTCLib.h>
RTC_DS3231 rtc;
```

in dosegel želeno točnost.

Za uporabo EEPROM-a je bilo potrebno vključiti ustrezno knjižnico:

```
#include <EEPROM.h>
```

in po nasvetih v primerih delo z EEPROM-om ni predstavljalo težav!

Na koncu bi rad opozoril na nekaj, česar nikoli ne smete storiti oziroma, če že, bodite zelo previdni! Ker sem bil navajen mikrokontrolerjev z veliko manj pomnilnika, sem po končanem programu začel racionalizirati. V programih za Arduino boste najpogosteje srečali celoštevilске spremenljivke tipa »int«. Ta vrsta spremenljivke lahko shranjuje pozitivna in negativna števila in glede na vrsto plošče Arduino in vgrajenega mikrokontrolerja zaseda 2 ali 4 bajte.

V mojem programu se je to zdelo kot potrata virov, zato sem poskušal prilagoditi tipe spremenljivk dejanskim vrednostim, ki bi se vanje zapisale. Za vrednosti do 255 se je zdela zadostna spremenljivka tipa »uint8_t« (1 bajt), za vrednosti do 65535 pa spremenljivka tipa »uint16_t« (2 bajta). Oba tipa lahko shranita le pozitivna števila, kar je bilo v skladu z mojimi potrebami. Ko sem popravil neskladja, ki jih je zaznal prevajalnik, se je zdelo vse v redu, dokler se nenadoma ni pojavila napaka pri branju leta iz ure realnega časa in je bil dan v tednu zato napačno prikazan.

Med racionalizacijo sem pozabil, da imajo knjižnični programi svoja pravila, ki jih ne moremo kar tako spregledati ... Nekaj časa sem potreboval, da sem vse preveril in uskladil, a sem se iz tega nekaj naučil: bodite previdni s podprogrami, ki jih niste napisali sami!

Opomba: program HZTK_2025_terarij.ino lahko brezplačno dobite v uredništvu revije!

Od mikrokontrolerjev do FPGA: Novi pristop avtomatizacije gospodinjstev

Avtor: Klemen Bravhar

email: klemen.bravhar1@student.um.si

Avtomatizacija različnih procesov se že nekaj časa seli iz industrijskega okolja v gospodinjstva, kjer uporabnikom pomaga pri vsakdanjih opravilih, kot so varčevanje z električno energijo, upravljanje razsvetljave, načrtovanje delovanja pametnih gospodinjskih aparatov in številne druge storitve.

Vse te naprave temeljijo na mikrokontrolerjev oziroma procesorjih, integriranih v številne celostne rešitve. Rešitve delujejo po principu »plug-and-play« in omogočajo povezovanje storitvami v oblaku, kot so SpaceLYnk, Simatek, Sintel M221, in mnoge druge.

Mikrokontrolerji imajo v številnih primerih omejitve glede števila vhodno-izhodnih signalov ter njihove funkcionalnosti. Za povečanje fleksibilnosti in razširjenosti integriranih sistemov lahko izkoristimo prednosti programabilnih logičnih vezij (Feld Programmable Gate Array – FPGA). Gre za polprevodniške komponente, ki jih je mogoče po izdelavi programsko konfigurirati za izvajanje različnih digitalnih logičnih nalog. Sestavljene so iz mreže nastavljenih logičnih funkcijskih blokov, ki so med seboj povezani preko matrik ter vhodno-izhodnih enot, kar omogoča zasnovo zelo kompleksnih digitalnih sistemov brez potrebe po razvoju namenskih integriranih vezij (Application-Specific Integrated Circuit – ASIC).

FPGA-ji se uporabljajo na številnih področjih – od obdelave podatkov v realnem času, vzporedne obdelavi podatkov, implementacije različnih algoritmov ter mikroprocesorskih arhitektur (npr. RISC-V), do prenosa velikih količin podatkov pri visokih hitrostih. Vpeljava FPGA naprav v gospodinjstvih omogoča integracijo različnih senzorjev (npr. za temperaturo, gibanje ali svetlobo), izvajanje inteligentnih algoritmov za nadzor naprav (ogrevanje, hlajenje, razsvetljava) ter upravljanje komunikacijskih protokolov, kot so ZigBee, Z-Wave in Wi-Fi, ki povezujejo pametne naprave v en sistem.

Ker so FPGA vezja razmeroma redko uporabljajo na področju avtomatizacije doma oziroma pri krmiljenju posameznih funkcionalnosti, smo v tej raziskovalni nalogi preučili okolja, v katerih bi takšna vezja lahko pokazala svoj polni potencial. Izkazalo se je, da bi se FPGA-ji zaradi svoje cenovne dostopnosti, velikega števila vhodno-izhodnih priključkov ter visoke prilagodljivosti najboljše izkazali v centraliziranih vgrajenih sistemih, kjer bi na novo razvita naprava omogočala upravljanje različnih podsistemov gospodinjstva z ene osrednje točke.

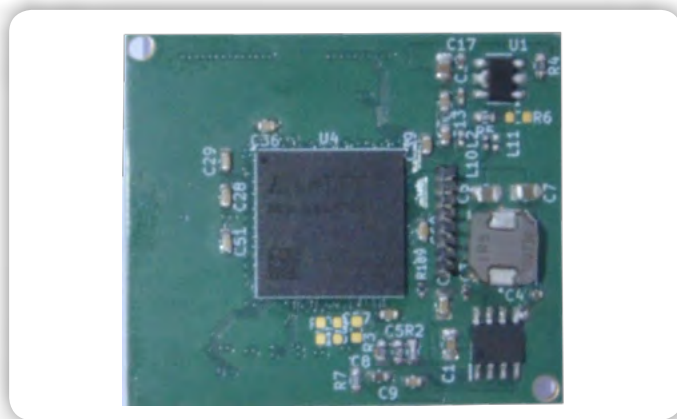
Platforme

V okviru našega projekta smo zasnovali rešitev, pri kateri bo vezje FPGA prevzelo nalogo krmiljenja različnih sistemov v stavbi, vključno z razsvetljavo, senčili in ogrevanjem. Cilj je

zagotoviti učinkovito, prilagodljivo in zanesljivo avtomatizacijo, ki omogoča optimizacijo porabe energije ter izboljšanje udobja uporabnikov.

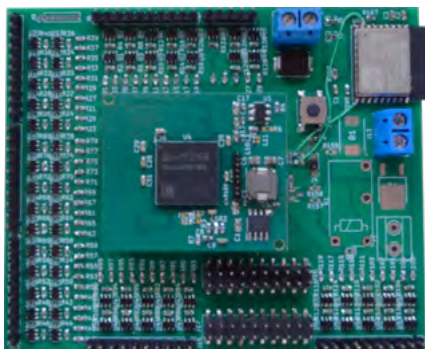
Univerzalna FPGA Platforma

Sprva bomo začeli z osnovno FPGA platformo, ki predstavlja univerzalno ali glavno enoto sistema (Slika 1). Ta platforma bo imela sposobnost krmiljenja vseh prej omenjenih funkcij, kot so razsvetljava, senčil in ogrevanja. V našem primeru smo izbrali FPGA vezje MachXO5 [1] (LFMX05-25-7BBG256C) proizvajalca Lattice, ki v enem ohišju združuje programirljivo logiko in FLASH pomnilnik. Takšna arhitektura omogoča konfiguracijo vezja FPGA in shranjevanje aplikativnih podatkov na enem mestu, kar poenostavlja razvoj in povečuje zanesljivost sistema.



Slika 1: Univerzalna FPGA platforma vsebuje komponente za napajanje FPGA-ja in samo FPGA integrirano vezje. Velikost platforme je 3,6 mm × 4,2 mm.

Univerzalna enota, ki predstavlja osnovo našega sistema, vključuje 85 priključkov s priključki z razmikom 1,27 mm. Od teh so štirje priključki rezervirani za napajanje: dva za 5 V in dva za ozemljitev. Na voljo sta tudi dva dodatna priključka, ki omogočata napajanje osnovne plošče s 3,3 V oziroma 1,8 V, s čimer je omogočena fleksibilnost pri povezovanju različnih perifernih modulov. Preostalih 79 priključkov je namenjenih uporabniškim funkcionalnostim, kot so digitalni in analogni vhodi/izhodi, komunikacijski vmesniki (npr. UART, SPI, I²C) ter druge aplikacije, ki jih sistem potrebuje za krmiljenje



Slika 2: Platforma za razsvetljavo temelji na univerzalni platformi kot osnovni enoti Slika 1 na katero so priključeni tokovni regulatorji NCR321U in mikrokontroler ESP32-C3-WROOM. Velikost celotne enote je 8,3 mm × 100 mm.

razsvetljave, senčil in ogrevanja. Takšna zasnova omogoča modularnost in razširljivost sistema glede na potrebe končne aplikacije.

Platforma za razsvetljavo

Po razvoju univerzalne FPGA enote smo nadaljevali z razvojem namenske enote za krmiljenje razsvetljave v gospodinjstvu. Na podlagi izvedene raziskave, ki je pokazala, da se vezja FPGA najbolje obnesejo kot centralne enote v sistemih za avtomatizacijo doma, smo zasnovo krmiljenja razsvetljave prilagodili tej ugotovitvi.

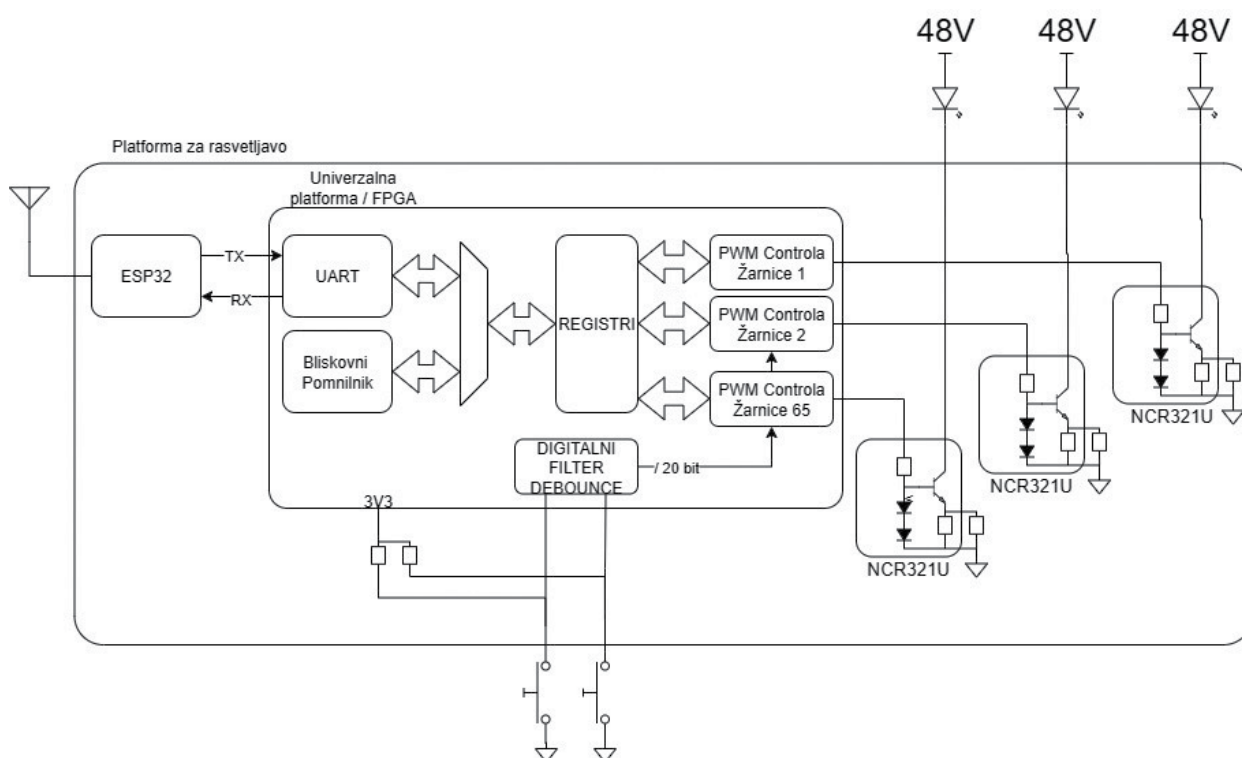
Namesto klasičnega pristopa z izmenično napetostjo 230 V, smo se odločili za uporabo enosmerne napetosti 48 V, ki jo napeljujemo od krmilne enote neposredno do posameznih svetil. Ta pristop omogoča večjo varnost, boljše energetske učinkovitost ter natančnejše krmiljenje vsake posamezne žarnice.

Za regulacijo svetilnosti posameznih žarnic uporabljamo pulzno širinsko modulacijo (PWM) v kombinaciji s tokovno krmiljenimi vezji, kot so vezja iz serije NCR321U [2]. Svetilnost je določena s tokom, ki ga omogoča vezje NCR321U v povezavi z zunanjim uporom ter dolžino PWM impulza, ki odpira in zapira bipolarni tranzistor v vezju. V našem primeru smo uporabili zunanji upor z upornostjo 13 Ω, kar določa maksimalni tok do 50 mA na žarnico.

PWM signal, ki se uporablja za krmiljenje svetilnosti posameznih žarnic, je generiran s pomočjo digitalnih komponent, integriranih v FPGA vezje. Digitalno vezje temelji na zasnovi končnega avtomata (FSM – Finite State Machine) in določa dolžino pulza glede na vhodne parametre.

Dolžina PWM pulza je odvisna od več dejavnikov, med katerimi sta ključna začetno stanje sistema in interakcija uporabnika. Začetno stanje je definirano z registri, ki hranijo informacije o trenutni konfiguraciji svetila. Ob pritisku tipke se svetilo vklopi ali izklopi. V primeru daljšega pritiska na tipko se intenzivnost svetilnosti poveča ali zmanjša.

V našem primeru sistem krmili skupno 65 svetil, ki se upravljajo preko 20 stikalnih tipk. Vsaka tipka lahko krmili eno ali



Slika 3: Blokovni diagram za krmiljenje žarnic. Žarnice imajo tokovno in PWM krmiljenje preko NCR321U, kar nam daje možnost zatemnjevanja svetlobe. Tudi žarnice so bile v tem primeru prilagojene projektu.

	Razpoložljive komponente v FPGA-ju	Uporabljene komponente za razsvetljavo	Uporabljene komponente za senčila in temperaturo
LUT4 logične funkcije Logika Distribuiran RAM Seštevalniki/odštevalniki	23040	14189 (62%) 11177 12 3000	5154 (22%) 3540 6 1608
Registri	23637	10184 (43%)	3190 (13%)
Blok EBR pomnilniki	80	10 (13%)	9 (11%)
V/I priključki Klasični V/I Hitri V/I	199 159 40	94 (47 %) 71 (45%) 20 (50%)	55 (28%) 47 (29%) 8 (20%)

Tabela 1: Tabela prikazuje velikost komponente MachXO2 in stopnjo izkoriščenosti elementov FPGA-ja za razsvetljavo, krmiljenje senčil ter ogrevanje.

najprej samodejno poišče referenčno točko, ki je najvišji položaj senčila. Ko je ta točka dosežena, sistem preide v stanje »IDLE« in omogoči uporabniško upravljanje. Nato uporabnik lahko s kratkim pritiskom na tipko popolnoma dvigne ali spusti senčilo, daljši pritisk pa omogoča nastavitve poljubne vmesne višine.

Podobno kot pri sistemu razsvetljave, lahko tudi pri krmiljenju senčil katerakoli priključena tipka aktivira funkcijo, če je to omogočeno preko FPGA registrov. Takšna zasnova omogoča centralizirano upravljanje vseh senčil, enostavno razširitev sistema in možnost vključevanja dodatnih funkcij (npr. avtomatsko zapiranje ob previsoki temperaturi ali ob zaznavi sončne svetlobe).

Krmiljenje razsvetljave, senčil in ogrevanja

Do sedaj je bil poudarek predvsem na aplikativnih vidikih sistema, medtem ko je področje krmiljenja bilo manj obravnavano. Krmiljenje FPGA vezja je ključno za zagotavljanje pravilnega delovanja, prilagodljivosti in zanesljivosti celotne arhitekture. V nadaljevanju predstavljamo konceptualni pristop, ki temelji na dveh neodvisnih metodah konfiguracije registrov, ter opisujemo vlogo komunikacijskega mostu ESP32 [3] pri povezovanju uporabnika z napravo. FPGA omogoča konfiguracijo aplikacij preko registrov, ki definirajo ključne parametre delovanja:

1. Konfiguracija preko FLASH pomnilnika

V tem pristopu so nastavitve shranjene v FLASH pomnilniku, kar omogoča avtonomno delovanje naprave. Ob zagonu naprave se podatki iz FLASH pomnilnika prenesejo v ustrezne registre, kar zagotavlja deterministično in ponovljivo konfiguracijo. Ta metoda je posebej primerna za aplikacije, kjer sta zahtevani visoka stopnja robustnosti in minimalna interakcija z zunanjimi sistemi.

2. Konfiguracija preko UART komunikacije

Drugi pristop temelji na dinamični konfiguraciji preko UART serijskega vmesnika. Uporabnik lahko z uporabo UART protokola zapisuje in bere vrednosti registrov. Poleg tega je omogočena sinhronizacija sprememb s FLASH pomnilnikom, ki zagotavlja trajnost nastavitve po ponovnem zagonu naprave.

Ker predstavljeni sistem vključuje dve aplikativni napravi, smo na vsako namestili ESP32 modul. Njegova primarna funkcija je pretvorba podatkov iz Wi-Fi protokola v UART protokol, ki omogoča oddaljeno upravljanje registrov v FPGA vezju. ESP32

tako deluje kot vmesnik med uporabnikom in pristop odpira možnosti za integracijo v IoT okolja ter omogoča nadzor in diagnostiko na daljavo.

Analogne komponente vgrajene v FPGA

Poleg že omenjene FPGA aplikacije smo v FPGA umestili tudi digitalne filtre za odpravo preskokov stikal (debounce) neposredno v logično strukturo naprave. S tem smo klasični RC filter nadomestili z digitalnim filtrom.

Rešitev prinaša več ključnih prednosti:

- *Zmanjšana kompleksnost tiskanega vezja:* Odstranitev analognih komponent kot so upori in kondenzatorji, poenostavi zasnovo vezja ter zmanjša število potrebnih elementov.
- *Manjša fizična velikost naprave:* Integracija funkcionalnosti v FPGA omogoča bolj kompaktno izvedbo, kar je posebej pomembno pri prostorsko omejenih aplikacijah.
- *Večja prilagodljivost:* Digitalni filter je mogoče enostavno prilagoditi ali nadgraditi z modifikacijo kode HDL, brez sprememb strojne opreme.
- *Deterministično delovanje:* Digitalna implementacija zagotavlja ponovljivost in stabilnost odziva, neodvisno od tolerance analognih komponent.

Implementacija

Za realizacijo našega projekta smo izbrali Lattice MachXO5-25 (LFMXO5-25-7BBG256C), ki je najmanjši model iz družine MachXO5 FPGA vezij. Kljub svoji kompaktni zasnovi se je izkazal

RAČUNALNIŠKE NOVICE
bralcem revije
SVET ELEKTRONIKE
ponujajo POSEBNO
PONUDBO!

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

Navedete geslo
SVET ELEKTRONIKE.

**12 števil
BREZPLAČNO**

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

kot popolnoma primerno integrirano vezje za vse predvidene aplikacije.

Konfiguracijski pomnilnik tega FPGA vezja temelji na SRAM pomnilnih celicah, ki omogočajo programiranje na dva načina: preko zunanega JTAG vmesnika ali, v našem primeru preko vgrajenega FLASH pomnilnika. Slednji pristop zagotavlja avtonomno delovanje naprave ob vsakem zagonu.

Zaradi razmeroma nizke kompleksnosti naših aplikacij smo uporabili le osnovne logične komponente. Za realizacijo kombinacijskih logičnih funkcij smo uporabili LUT (Look-Up Table) elemente in sekvenčna vezja. Spodnja tabela prikazuje razpoložljive logične vire v izbranem FPGA vezju ter njihovo dejansko izkoriščenost v naših aplikacijah.

Pomemben vidik vrednotenja razvitih krmilnih enot je njihova energetska učinkovitost. Meritve porabe moči so pokazale, da obe krmilni enoti v mirovnem stanju, torej brez aktivnih bremen, porabita približno 50 mA pri napajalni napetosti 5 V, kar ustreza porabi moči 250 mW na enoto, kar vključuje Univerzalno FPGA platformo in aplikativno platformo).

Pri relejni krmilni enoti, namenjeni upravljanju senčil in ogrevanja, pa se energetska poraba ob polni obremenitvi bistveno poveča. Ko so vsi releji simultano aktivirani, se poraba toka poveča na 750 mA, kar pri napetosti 5 V pomeni skupno porabo moči 3,75 W. Ta poraba je pričakovana, saj elektromehanični releji za svoje delovanje potrebujejo relativno visoke tokove za vzdrževanje magnetnega polja v tuljavi.

Kljub povečani porabi ob aktivaciji relejev, je sistem še vedno energetsko učinkovit, saj v tipičnih obratovalnih scenarijih niso vsi releji aktivirani hkrati. Povprečna poraba v

realnih pogojih uporabe je zato bistveno nižja od izmerjene maksimalne vrednosti.

Poraba žarnice ni vključena v meritve, saj žarnice uporabljajo napajalno napetost 48 V. Toda maksimalna poraba žarnice skupaj z diodnim krmilnikom NCR321U je 2,4 W oziroma 288 lm (žarnice so po prostorih razporejene z razmakom 1,5 m). Zaradi majhne porabe žarnice, te ne potrebujejo dodatnega hladilnega telesa za odvajanje toplote.

Zaključek

S kombinacijo ESP32 mikrokontrolerjev in FPGA vezij uporabljenih v našem projektu, je mogoče razviti učinkovite in prilagodljive platforme za avtomatizacijo gospodinjstev. Razviti sistem je pokazal, da takšna arhitektura omogoča visoko stopnjo fleksibilnosti pri krmiljenju različnih podsistemov doma.

Kljub ugotovljenim prednostim analiza kaže, da se FPGA vezja najbolje izkažejo v centraliziranih aplikacijah. Ta omejitev izhaja predvsem iz fizičnih dimenzij FPGA vezij ter njihove cenovne dostopnosti, ki postane ekonomsko upravičena šele pri večjem številu integriranih funkcionalnosti na eni krmilni enoti. Za decentralizirane sisteme z manjšim številom vhodno-izhodnih signalov ostajajo klasični mikrokontrolerjev bolj primerna rešitev.

Reference

- [1] MachXO5-NX Family FPGA-DS-02102-2.1
- [2] NCR320U / NCR321U 250mA LED driver in SOT457 Rev. 1 – 11 December 2018
- [3] ESP32-C3 Series Datasheet Version 2.2 Ultra-Low Power SoC with RISC-V Single-Core CPU 2.4 GHz Wi-Fi (802.11b/g/n) and Bluetooth® 5 (LE) Optional 4 MB flash in the chip's package QFN32 (5x5 mm) package



Električni pastir

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











<https://svet-el.si>

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

Napredna IoT naprava za merjenje parametrov okolja

Hackster Inc.

Avtor: Tomas Urbanavičius

Napredna postaja za spremljanje okolja in padavin uporablja LoRa komunikacijo.

Ustvariti popolnoma avtonomno, sončno napajano postajo, ki ne le beleži, kdaj dežuje, ampak tudi meri ključne atmosferske razmere pred, med in po dežju. To nam omogoča, da vidimo, kako padavine vplivajo na lokalno okolje in kakovost zraka.

Kako deluje

Oba senzorja delujeta skupaj in ustvarjata celovito sliko:

- **RAK12030 (senzor za dež):** deluje kot glavni sprožilec dogodkov. Natančno določi začetek in konec dežja, kar nam omogoča merjenje trajanja padavin.
- **RAK1906 (senzor za okolje BME680):** zagotavlja kontekst. Neprestano meri, na primer vsake 5 minut:

Temperatura in vlažnost: omogoča nam, da vidimo, kako vlažnost zraka doseže 100 % in kako temperatura pade, ko se približuje deževna fronta.

Atmosferski tlak: to je klasično orodje za napovedovanje vremena. Nenaden padec tlaka je pogosto znak, da se približuje nevihta ali dež.

Kakovost zraka (VOC): BME680 meri količino hlapnih organskih spojin v zraku. To je še posebej zanimiv »zeleni« del, saj dež dobesedno »opere« zrak, v katerem se nahajajo neželene snovi. Videli boste, kako se kazalniki kakovosti zraka izboljšajo po dežju.

Zgodovina zajetih podatkov

Na vaši podatkovni platformi (npr. Datacake ali Thingspeak) bi morali videti naslednji grafikon:

Pred dežjem: Atmosferski tlak začne padati, vlažnost zraka pa se poveča.

Začetek dežja: RAK12030 pošlje signal »dežuje«. Vlažnost doseže 100 %.

Po dežju: RAK12030 pošlje signal »ne dežuje«. Tlak se spet začne dvigovati in indikator kakovosti zraka (VOC) se znatno izboljša – zrak postane čistejši.

„Zelene“ prednosti: Spremljanje kakovosti zraka: Projekt postane pravo orodje, ki prikazuje prednosti naravnih procesov (dežja) za čistočo zraka. Je odlično izobraževalno orodje.

Hiperlokalni podatki o vremenu: Zberete izredno natančne podatke o mikroklimi vašega dvorišča, vrta ali okrožja, ki so veliko bolj dragoceni kot splošne vremenske napovedi.

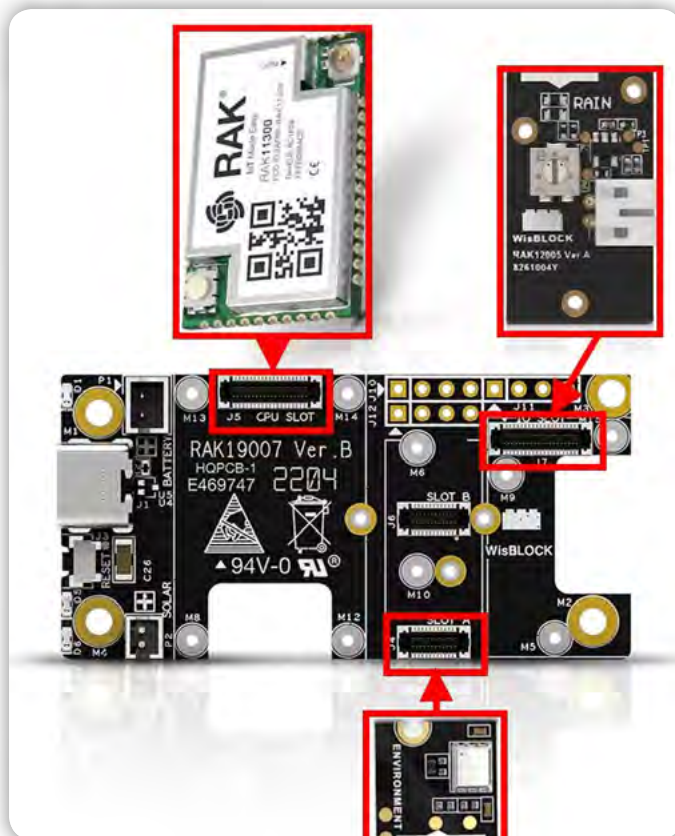
Preprosta vremenska napoved: z opazovanjem trendov padanja tlaka lahko sami napoveste prihajajoči dež.

Razumevanje vodnega kroga: vizualno vidite, kako so med seboj povezani tlak, temperatura, vlažnost in padavine.

Kaj potrebujemo za izvedbo projekta

Komponente:

- WisBlock Base Board 2nd Gen RAK19007 × 1
- RAKwireless - RAK11300 × 1



Slika 1: Sestavljanje kompleta

- PCB Antena za LoRa 863-870MHz × 1
- RAK7268V2 WisGate Edge Lite 2 × 1
- Senzor za podatke okolja BOSCH BME680 RAK1906 × 1
- Senzor za dež Microchip MCP606 RAK12005+RAK12030 × 1

Programska oprema in spletne storitve:

- Arduino IDE
- The Things Industries: The Things Stack

Ročno orodje in stroji za izdelavo:

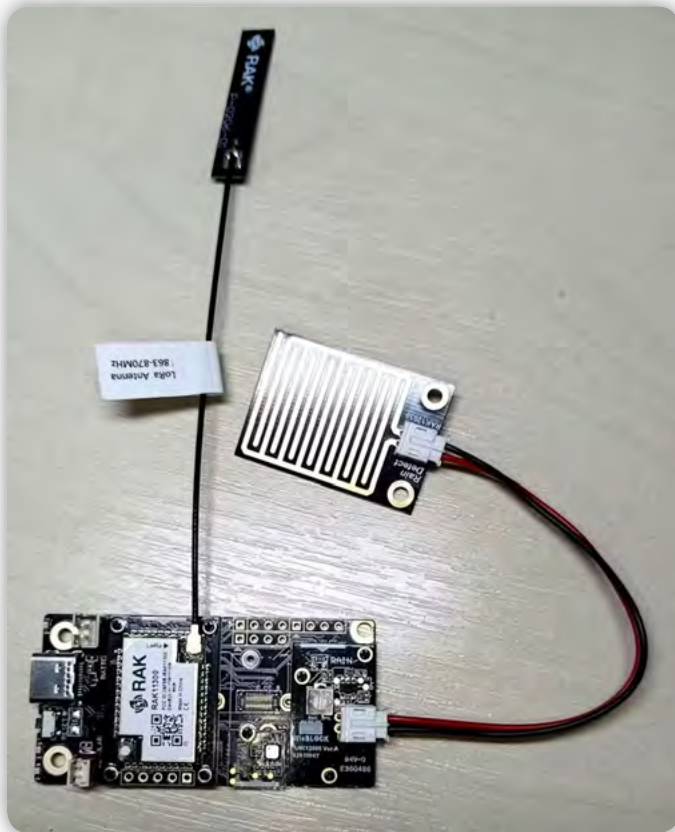
- Večnamensko orodje, izvijač

1. korak Prehod: nastavitve in konfiguracija

Da ne bi poškodovali prehoda, pred vklopom najprej priključite anteno! Ta korak je podrobno razložen v priročniku – Izobraževalni komplet IoT – Nastavitev prehoda RAK7268V2 –, ki ga najdete na [1]

2. korak: Namestitev WisBlock komponent

Mikroprocesor (RAK11300) vstavite v namensko rezo na matični plošči, pri čemer pazite, da so priključki in luknje pravilno



Slika 2: Sestavljen komplet z anteno in senzorji

poravnani. Lahko pritisnete, dokler ne zaslišite klik, nato pa ga pritrdite z vijaki in izvijačem iz kompleta. Previdno priključite anteno LoRa 863-870 MHz na določeno mesto. Sestavite modul RAK12030 (senzor dežja) in RAK1906 (senzor okolja BME680) tako, da ju namestite na matično ploščo.

3. korak: Nastavitev razvojnega okolja

Namestite Arduino IDE/PlatformIO in podporo za ploščo RAK4631. Namestite potrebne knjižnice za senzorje. Vstavite kodo [2] in napišite kodo za inicializacijo in branje podatkov iz senzorjev:

```
function decodeUplink(input) {
  var bytes = input.bytes;
  // Temperature
```

```
var temperature = new DataView(new
  Uint8Array(bytes.slice(0,4)).buffer).get-
  Float32(0,true);
// Humidity
var humidity = new DataView(new
  Uint8Array(bytes.slice(4,8)).buffer).get-
  Float32(0,true);
// Pressure
var pressure = new DataView(new
  Uint8Array(bytes.slice(8,12)).buffer).get-
  Float32(0,true);
// Air Quality
var airQualityEnum = bytes[12];
var airQuality = »Unknown«;
if(airQualityEnum === 0) airQuality =
  »Good«;
else if(airQualityEnum === 1) airQuality =
  »Moderate«;
else if(airQualityEnum === 2) airQuality =
  »Poor«;
// Rain
var raining = bytes[13] === 1;
// Round floats
temperature = Math.round(temperatu-
  re*100)/100;
humidity = Math.round(humidity*100)/100;
pressure = Math.round(pressure*100)/100;
return {
  data: {
    temperature: temperature,
    humidity: humidity,
    pressure: pressure,
    airQuality: airQuality,
    raining: raining
  }
};
}
```

Na sliki 3 vidimo dekodirano sporočilo. Celoten program najde-
te na povezavi [3].

Povzeto po:

- <https://www.hackster.io/tomasurbanavicius/advanced-environmental-and-precipitation-monitoring-station-b3912e>

Viri:

- 1: <https://www.hackster.io/520073/iot-education-kit-setup-the-gateway-rak7268v2-6b222f>
- 2: <https://www.hackster.io/tomasurbanavicius/advanced-environmental-and-precipitation-monitoring-station-b3912e>
- 3: https://www.hackster.io/code_files/672322/download



<https://hackster.io>

Slika 3: Dekodirano sporočilo



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