SE
332

REVIJA ZA ELEKTRONIKO, AVTOMATIKO, RAČUNALNIŠTVO IN TELEKOMUNIKACIJE

svet ELEKTRONIKE

ISSN 1318-4679

letnik XXXI
september 2024
številka 332
cena:
5,00 €

Blues predstavlja revolucionarno satelitsko podatkovno povezljivost

HOLTEK predstavil kombinirani MCU in detektor dima ter CO/plina

Induktivni senzorji položaja rešujejo problem z blodečim magnetnim poljem

Toshiba je predstavila novo serijo eFuse, elektronskih varovalk

Mikrokontrolerji za vrhunske industrijske sisteme

Bascom-AVR knjižnice za DS1820 in DS18B20 z offset temperaturno kalibracijo

DDS generator signalov z integriranim testerjem komponent

TISKOVINA - POŠTNINA PLAČANA PRI POŠTI 1230 DOMŽALE

Deli, ki jih prodajamo, nam pomagajo doseči zvezde

Ko smo prvič začeli raziskovati onstran varnega zavetja jam, smo postali raziskovalci narave. Strast do odkrivanja neznanega, ki leži za naslednjim hribom, obzorjem ali zvezdo, je v naših genih.

Naši deli in storitve poganjajo novo dobo raziskovanja. Tako kot vi, komaj čakamo, da vidimo, kaj prinaša.

Milijoni delov vas čakajo na digikey.si

DigiKey

we get technical

DigiKey je pooblaščeni distributer za vse partnerske dobavitelje. Dnevno dodajamo nove izdelke. © 2024 DigiKey Electronics, 701 Brooks Ave. South, Thief River Falls, MN 56701, ZDA

ECIA MEMBER
Supporting The Authorized Channel

UVODNIK

4 Nov pričetek
Jurij Mikeln

NOVICE

5 Blues v sodelovanju s Skylo Technologies predstavlja revolucionarno satelitsko podatkovno povezljivost
https://blues.com

6 HOLTEK predstavil nov BA45F6966, ki je kombinirani MCU in detektor dima ter CO/plina
https://www.holtek.com

7 Toshiba je predstavila novo serijo integriranih vezij eFuse, elektronskih varovalk
https://www.toshiba.com

8 Jutrišnji materiali za baterije že danes: modeliranje materialov jutrišnjega dne
https://www.kit.edu

10 Podjetje onsemi je izbralo Češko republiko za vzpostavitev celovite proizvodnje silicijevega karbida za napredne energetske polprevodnike
https://www.onsemi.com

PREDSTAVLJAMO

13 Induktivni senzorji položaja rešujejo nov problem z blodečim magnetnim poljem
Avtor: Dustin Tenney
https://www.microchip.com

16 Pomoč pri doseganju neto nič CO^2 emisij z Ethernetom po eni parici
Avtorica: MeghanKaiserman
https://www.analog.com

19 Kako zagotoviti učinkovit in stabilen enosmerno napetost (DC) za zeleni vodik
Avtor: Rolf Horn
https://www.digikey.com

24 Mikrokontrolerji za vrhunske industrijske sisteme
RUTRONIK GmbH
Avtorja: Andreas Heder in Panagiotis Venardos,
https://www.rutronik.com

27 Robustno in zanesljivo krmiljenje motorjev za industrijsko področje
Avtor: Joseph Png
https://www.renesas.com

PROGRAMIRANJE

30 Bascom-AVR knjižnice za programsko podporo DS1820 in DS18B20 digitalnih temperaturnih senzorjev z offset temperaturno kalibracijo
Avtor: Mladen Čempuh

34 DDS generator signalov z integriranim testerjem komponent
Avtor: Brian Millier

43 Shield-B, razvojna ploščica za Arduino Uno (3) - servo motor
Avtorja: Mag. Vladimir Mitrović, Robert Sedak

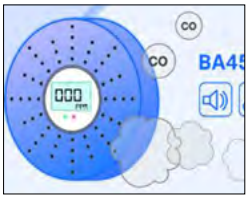
47 M5Dial - brezžične komunikacije
Avtor: dr. Simon Vavpotič

Blues predstavlja revolucionarno satelitsko podatkovno povezljivost

Starnote bo omogočil cenovno ugodno dostopnost, ter zanesljivost brez mesečnih uporabnin ali minimalnih zneskov. Podjetje Blues, vodilno na področju tehnologije IIoT, ki omogoča rešitve za globalno povezljivost, je objavilo, da v sodelovanju z operaterjem storitev nezemeljskeg...

Stran:5

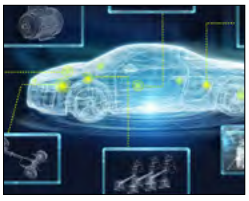
HOLTEK predstavil kombinirani MCU in detektor dima ter CO/plina



Podjetje Holtek je najavil izdajo novega Flash MCU detektorja dima in CO/plina, BA45F6966. V primerjavi s prejšnjim MCU BA45F6956 ima ta novi MCU večji Flash programski pomnilnik in RAM pomnilnik, da bi izpolnil zahteve bolj raznolikih kombiniranih izdelkov za zaznavanje. Ti vključujejo izdelke...

Stran:6

Induktivni senzorji položaja rešujejo problem z blodečim magnetnim poljem



Čista in učinkovita zasnova hibridnih in električnih vozil vedno večjega števila dobaviteljev pritegne pozornost mnogih, saj spodbujajo gibanje za trajnostne rešitve z elektrifikacijo motornih vozil. Z uvedbo različnih elektromotorjev in baterij se v svetu elektronike na visoki ravni...

Stran:13

Mikrokontrolerji za vrhunske industrijske sisteme

Robotika in industrijski pogoni zahtevajo tehnično raznolikost, veliko računsko moč ter visoko raven varnosti. Industrijski sistemi postavljajo razvojnikom številne izzive. Njihovo obvladovanje zahteva...

Stran:24

https://www.renesas.com

Jurij Mikeln

Nov pričetek

Spet je konec počitnic in spet bomo pričeli novo šolsko leto. Pa ne samo novo šolsko leto, vedno je še kaj drugega novega.

V uredništvu revije Svet elektronike je tudi nekaj novega. Povezali smo se z znano ameriško revijo Circuit Cellar. S to povezavo bomo lahko našim bralcem omogočili, da bodo v slovenščini prebrali nekaj najboljših člankov iz te znane revije. Več o tem boste lahko prebrali v številkah, ki prihajajo jeseni.

Takoj v začetku septembra pa prihaja – kot vsako leto, Mednarodni obrtni sejem MOS v Celju. Mi se že veselimo, da bomo tam razstavljali in se srečali z marsikom od vas. Po sejmu MOS pa proti koncu leta prihaja največji sejem elektronike v Evropi, če ne celo na svetu. Seveda je to sejem electronica München, ki si ga boste naročniki na tiskano revijo lahko ogledali brezplačno.

Tako kot zadnjih nekaj let, tudi letos podjetje Power Integrations sponzorira prevoz naših naročnikov na sejem electronica. Ogledu se lahko pridružite tudi tisti, ki niste naročniki. Za zelo »sindikalno« ceno se boste v dobri družbi strokovnjakov peljali na sejem in nazaj. Takšni skupinski ogledi so vedno zanimivi, saj se na poti tja in nazaj spletejo razne povezave med udeleženci. Debata med udeleženci je vedno zanimiva – in tudi iskriva, zato vabljeni, da se pridružite!

Da pa ne bo beseda tekla samo o sejmih, naj vam na kratko predstavim vsebino tokratne številke, ki je zelo zanimiva.

Spet bo veliko praktičnih člankov. Brian je opisal DDS generator signalov, ki ga lahko uporabimo kot preizkuševalnik komponent v vezju. V reviji boste našli članek, kjer Mladen pokaže, kako uporabiti senzor temperature DS18B20.

Meni osebno pa je najbolj zanimiva novica, v kateri predstavljamo Starnote razvojno ploščo, ki omogoča komunikacijo preko satelita – in to brez satelitskega krožnika! Zadeva je izredno zanimiva za vse tiste primere, ko ni na voljo GSM signala, naša naprava pa mora poslati/sprejeti relativno majhno število podatkov.

V reviji je seveda še veliko več člankov, zato vabljeni, da si jo priskrbite.

In pridite na sejem MOS v Celje! Kot običajno bomo ponudili brezplačne vstopnice.

Lep pozdrav!
Jure

REVIJA ZA ELEKTRONIKO, AVTOMATIKO, RAČUNALNIŠTVO IN TELEKOMUNIKACIJE

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

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

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

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

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

Antivirusni program: PANDA security

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

Direktor:
JURIJ MIKELN, dipl.inž.

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

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

Cena za posamezni izvod je 5,00 EUR, za letno naročnino priznavamo 25% popust za dijake in študente s potrdilom o šolanju, 20% popust ostalim fizičnim osebam ter 10% popust za podjetja. Za revijo Svet elektronike se plačuje in obračunava 5% DDV.

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

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

Blues v sodelovanju s Skylo Technologies predstavlja revolucionarno satelitsko podatkovno povezljivost

Blues

Starnote bo omogočil cenovno ugodno dostopnost, ter zanesljivost brez mesečnih uporabnin ali minimalnih zneskov.

Podjetje Blues, vodilno na področju tehnologije IIoT, ki omogoča rešitve za globalno povezljivost, je objavilo, da v sodelovanju z operaterjem storitev nezemeljskega omrežja (NTN) Skylo Technologies uvaja Starnote - dodatno razširitev svojega paradnega izdelka Notecard. Starnote bo Bluesovim strankam omogočil satelitsko povezljivost prek poenostavljenega stroškovnega modela in neprimerljive dostopnosti za razvijalce.

Slika: Starnote Starter KIT

Starnote strankam zagotavlja stroškovno učinkovit in zanesljiv modul, ki služi kot rezervna možnost satelitske povezljivosti, če je naprava stranke zunaj dosega mobilnega omrežja, in omogoča stalno povezljivost ne glede na napravo ali lokacijo. Razširitev se brez težav poveže z že nameščeno kartico Notecard in zagotavlja samodejno nadomestno satelitsko povezavo za naprave, katerih primarna povezljivost je LTE Cat-M, LTE Cat-1, NB -IoT, GPRS ali celo Wi-Fi.

„Satelitska povezljivost je za razvijalce in podjetja povsod po svetu zdaj realna možnost. Starnote je z zagotavljanjem neprekinjene satelitske pokritosti z nizkimi stroški uporabe podatkov in brez mesečnih pristojbin ali minimalnih zneskov odprl novo pot. V preteklosti so visoke cene in visoke mesečne minimalne vsote preprečevale, da bi satelitsko pokrivanje prišlo v poštev pri nizkocenovnih izdelkih z velikim obsegom. S partnerstvom s podjetjem Skylo bo Blues temeljito spremenil pokrajino in pripravil teren za izjemno rast," je dejal Ray Ozzie, ustanovitelj in izvršni direktor podjetja Blues. „Starnote je tako cenovno dostopen in enostaven za uporabo, da lahko zdaj vsak razvijalec razvije fiksne ali mobilne rešitve za spremljanje in nadzor na daljavo brez skrbi glede pokritosti na oddaljenih območjih. Z uporabo preprostega Notecard API vmesnika bodo podatki strank samodejno prešli na najboljšo in najcenejšo tehnologijo, ki je v tistem trenutku na voljo: Wi-Fi, mobilno omrežje ali satelit."

Današnja globalna celična omrežja so v osnovi zasnovana za visoko razpoložljivost „tam, kjer so ljudje"; naložbe v infrastrukturo se izvajajo glede na gostoto prebivalstva. To je povzročilo izzive za podjetja, ki potrebujejo povezljivost v oblaku na oddaljenih območjih, vključno s pametnim kmetijstvom, pomorsko telematiko, železnico, globalno logistiko in ladijskim prometom, gradbeništvom, nafto in plinom ter drugimi. Zaradi izjemno visokih stroškov satelitske povezljivosti podjetja do zdaj niso imela druge izbire, kot da zgradijo in upravljajo svoja lastna oddaljena omrežja ter svoje podatke posredujejo z uporabo širokega nabora radijskih tehnologij dolgega dosega.

Podjetje Starnote, ki temelji na novem poslovnem modelu, ki

ga je uvedel Bluesov mobilni izdelek Notecard, revolucionarno spreminja satelitski internet stvari, saj ga dela dostopnega, cenovno ugodnega in odpravlja mesečne pristojbine. Z družbo Starnote stranke ne bodo plačevale nobenih stroškov, povezanih s satelitom, kadar naprava ni aktivna ali kadar slučajno deluje na območju z dobro mobilno pokritostjo. Podjetjem tako ni treba vlagati v delovno silo ali sisteme za spremljanje, kdaj naprave postanejo aktivne ali neaktivne, kar je bilo tradicionalno potrebno zaradi varčevanja. Poleg tega je vsakemu modulu Starnote priloženih dovolj predplačanih podatkov za eno leto ali več, odvisno od uporabe: samo vklopite ga in deluje.

„Podjetje Skylo je počaščeno, da lahko sodeluje z družbo Blues pri širjenju intuitivne in cenovno dostopne satelitske povezljivosti," je dejal Tarun Gupta, glavni produktni direktor in soustanovitelj podjetja Skylo Technologies. „Z vključitvijo satelitskih podatkov v svoje običajne naprave IoT lahko Blues v ekosistem IoT vnese še nepoznano količino inovacij."

Podjetje Blues je k sodelovanju s Skylo Technologies pritegnila njegova dokazana sposobnost, da IIoT napravam omogoča neposredno povezavo prek obstoječih satelitskih konstelacij z neprekinjeno pokritostjo. Skylo je eden redkih ponudnikov povezljivosti NTN, ki deluje po načelu „poveži in pošlji kadar koli" z uporabo geostacionarnih ekvatorialnih orbit (GEO) v nasprotju s pristopom „načrtuj in pošlji, ko je satelit nad glavo", ki ga uporabljajo operaterji, ki uporabljajo redke nizke zemeljske orbite (LEO). Ta pristop „pošiljanja kadar koli" omogoča takojšnje časovno občutljivo opozarjanje, ki je potrebno pri spremljanju kritične infrastrukture ali okolja.

Starnote bo na voljo v dveh konfiguracijah, z vgrajenimi antenami in z antenami, ki jih zagotovi stranka, da bi izpolnili edinstvene zahteve podjetij glede zasnove izdelkov.

O podjetju Blues

Blues verjame, da ima vsak posameznik moč za pozitiven vpliv na okolico, v kateri se nahaja. Njihovo poslanstvo je spremeniti vsak fizični izdelek v inteligentno storitev, ki skupnostim in podjetjem pomaga prihraniti čas in denar ter izboljšati svet.

Blues pomaga organizacijam po vsem svetu samozavestno ustvarjati zanesljive in inovativne rešitve povezljivosti, ki prinašajo merljivo vrednost z uporabo podatkovne inteligence, ki jo poganja IIoT. Z Bluesom lahko stranke enostavno pošiljajo in prejemajo informacije v in iz katere koli naprave, kjer koli in kadar koli, s čimer izboljšajo poslovanje in hkrati zmanjšajo stroške. Bluesova vodilna izdelka, Notecard in Notehub, rešujeta največje izzive, povezane z IIoT povezljivostjo, in omogočata enostavno varno povezavo v oblak s katerim koli fizičnim izdelkom.

https://blues.com

HOLTEK predstavil nov BA45F6966, ki je kombinirani MCU in detektor dima ter CO/plina

HOLTEC

Podjetje Holtek je najavil izdajo novega Flash MCU detektorja dima in CO/plina, BA45F6966.

V primerjavi s prejšnjim MCU BA45F6956 ima ta novi MCU večji Flash programski pomnilnik in RAM pomnilnik, da bi izpolnil zahteve bolj raznolikih kombiniranih izdelkov za zaznavanje. Ti vključujejo izdelke, kot so glasovni alarmni detektorji dima in CO/plina z LCD zaslonom, alarmni detektorji dima in CO/plina z NB-IoT/Wi-Fi itd.

MCU vsebuje programski Flash pomnilnik 16K × 16, RAM 2048 × 8 in EEPROM 256 × 8. Kar zadeva periferne funkcije, MCU vsebuje tudi IAP, 10-bitni PTM, 10-bitni STM, CRC funkcijo, večkanalni 12-bitni A/D pretvornik ter SPI, I²C in UART komunikacijske vmesnike. Vgrajena so tudi AFE vezja za filtriranje in ojačenje, ki jih zahtevajo IR-senzorji za požar in dim, ter dvokanalni IR LED gonilnik s stalnim tokom, da se izboljša natančnost in zmanjša stopnja lažnih alarmov. AFE za zaznavanje CO/plina vključuje vezja za samopreizkušanje in ojačenje, ki jih zahtevajo senzorji, da se zagotovi zanesljivost izdelka. MCU vključuje tudi temperaturni senzor, ki se lahko uporablja za kompenzacijo temperature CO senzorja. Notranji 16-bitni D/A pretvornik za tvorbo avdio signalov lahko izvaja funkcijo glasovnega alarma. Vgrajeno funkcijo LED/LCD pogona je mogoče uporabiti za prikaz trenutne ravni koncentracije CO/plina, kar

močno zmanjša potrebno število perifernih komponent in s tem poenostavi zasnovo izdelka.

Lastnosti

Delovna napetost:

- *fSYS =2 MHz: 2,2 V~5,5 V*
- *fSYS =4 MHz: 2,2 V~5,5 V*
- *fSYS =8 MHz: 2,2 V~5,5 V*

Do 0,5 µs cikel inštrukcije z 8MHz sistemskim taktom pri VDD = 5 V.
Funkciji izklopa in bujenja za zmanjšanje porabe energije.

Vrste oscilatorjev:

- *Notranji počasen 32 kHz RC - LIRC*
- *Notranji hiter 2/4/8 MHz RC - HIRC*

Popolnoma integrirani notranji oscilatorji ne potrebujejo zunanjih komponent.
Delovanje v več načinih: hitro, počasi, v mirovanju in v stanju mirovanja.
Vsi ukazi se izvedejo v 1 do 3 instrukcijskih ciklih.

Ukazi za branje tabel:

- *115 zmogljivih ukazov*
- *Ugnezditev podprogramov na 8 ravneh*
- *Ukaz za manipulacijo bitov*

Naprava se nahaja v 48-pinskem LQFP ohišju, ki izpolnjuje zahteve za uporabo kombiniranih izdelkov, povezanih z detektorji dima in CO/plina. Razporeditev priključkov je združljiva z BA45F6956.

https://www.holtek.com

TOSHIBA

Toshiba je predstavila novo serijo integriranih vezij eFuse, elektronskih varovalk

Toshiba

Predstavili so kompaktno visokonapetostno serijo TCKE9.

Podjetje Toshiba Electronic Devices & Storage Corporation („Toshiba“) je predstavilo linijo osmih kompaktnih visokonapetostnih elektronskih varovalk (integriranih varovalk eFuse) serije TCKE9, ki podpirajo več funkcij za zaščito napajalnih vodov. Dobava prvih dveh izdelkov „TCKE903NL“ in „TCKE905ANA“ se je že začela v juliju 2024, drugi pa bodo sledili.

Izdelki serije TCKE9 imajo funkcijo tokovne omejitve in napetostne omejitve za zaščito linij v napajalnih tokokrogih pred previsokim tokom in prenapetostjo, česar standardne fizične varovalke ne zmorejo. Tudi v

primeru nenormalno visokega toka ali prenapetosti se ohranita predpisana tok in napetost.

Novi izdelki imajo tudi zaščito pred previsoko temperaturo in zaščito pred kratkim stikom, ki varuje vezje tako, da takoj izklopi integrirano varovalko eFuse IC, ko se v vezju pojavi prekomerna toplota ali nepričakovan kratek stik. Dodatna prednost integriranega vezja eFuse je odprava zapletene zasnove vezja in zmanjšano število komponent, kar omogoča veliko preprostejše zasnove vezja z manj komponentami in manjšo površino, kot je to mogoče pri zaščitni funkciji, zavarovani z diskretnimi komponentami.

Toshiba namerava za integrirana vezja eFuse pridobiti certifikat IEC 62368-1, mednarodni varnostni standard za visoko stopnjo varnosti, kar bo poenostavilo tudi certifikacijske teste, ki jih morajo opraviti naprave strank. Linija izdelkov ponuja osem izdelkov: štirje, 3,3 V, 5 V, 12 V, 20 V, so primerni za prenapetostno zaščito različnih napajalnih napetosti, vsak pa ima dve vrsti - tip samodejnega ponovnega vzpostavljanja, pri katerem integrirana varovalka eFuse samodejno obnovi napajanje vezja, in vrsto varovalke, pri kateri napajanje vezja sproži zunanji signal. Stranke lahko izberejo ustrezen izdelek glede na svoje zahteve in velikost svoje opreme.

Več informacij je na voljo na www straneh podjetja Toshiba:

https://toshiba.semicon-storage.com/info/lookup.jsp?pid=RD241a

https://www.toshiba.com

Karlsruher Institut für Technologie

Jutrišnji materiali za baterije že danes: modeliranje materialov jutrišnjega dne

Karlsruhe Institute of Technology

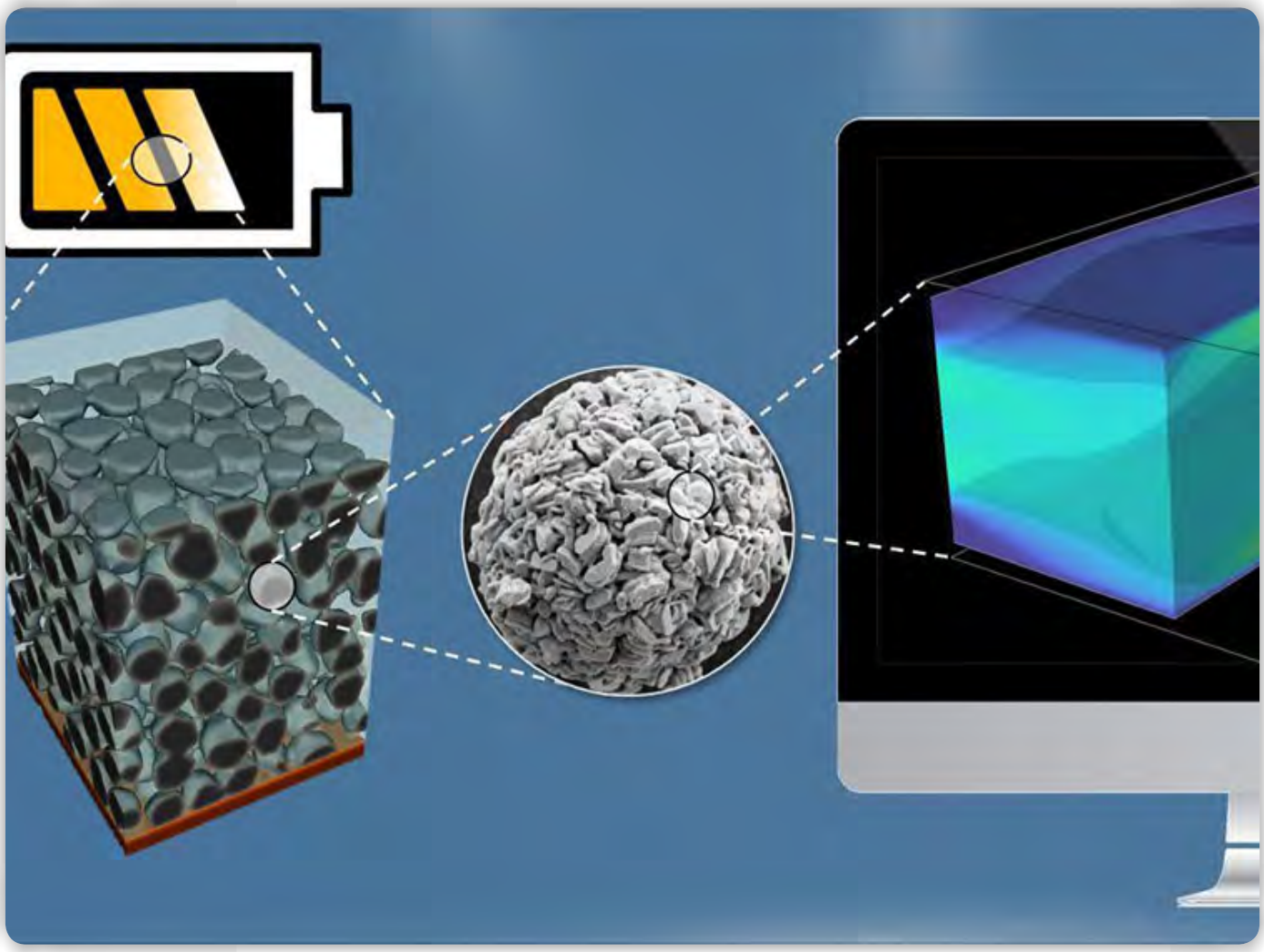
Simulacije mikrostrukture razkrivajo močan vpliv elastične deformacije na polnilno obnašanje oksidov v plasteh, ki se uporabljajo kot katoda v natrij-ionskih baterijah.

Kateri dejavniki določajo, kako hitro je mogoče napolniti baterijo? To in druga vprašanja proučujejo raziskovalci Tehnološkega inštituta Karlsruhe (KIT) s pomočjo računalniških simulacij. Mikrostrukturni modeli pomagajo pri odkrivanju in raziskovanju novih materialov za elektrode. Simulacije razkrivajo spremembe kristalne strukture med polnjenjem pri uporabi natrij-nikelj -manganovega oksida kot katodnega materiala v natrij-ionskih baterijah. Te spremembe povzročijo elastično deformacijo, zaradi katere se zmogljivost zmanjša. Raziskovalci poročajo v npjComputationalMaterials (DOI: 10.1038/s41524-024-01258-x).

Raziskave novih materialov za baterije so namenjene optimizaciji njihove zmogljivosti in življenjske dobe ter zmanjšanju stroškov. Prav tako potekajo prizadevanja za zmanjšanje porabe redkih elementov, kot sta litij in kobalt, ter strupenih sestavin. Natrij ionske baterije veljajo v tem pogledu za zelo obetavne. Temeljijo na podobnih načelih kot litij ionske baterije, vendar se lahko proizvajajo iz surovin, ki so v Evropi široko dostopne. Primerne so za stacionarne in mobilne aplikacije. Dr. Simon Daubner, vodja skupine na Inštitutu za uporabne materiale - modeliranje in simulacija mikrostrukture (IAM-MMS) na inštitutu KIT in avtor študije, pravi: „Slojeviti oksidi, kot so natrijevi, nikljevi in manganovi oksidi, so zelo obetavni katodni materiali". V okviru grozda odličnosti POLiS (kratica za Post LithiumStorage) raziskuje natrij ionsko tehnologijo.

Hitro polnjenje povzroča mehanski stres

Vendar imajo katodni materiali te vrste težavo. Natrij-nikelj -manganovi oksidi spreminjajo svojo kristalno strukturo glede na količino shranjenega natrija. Če se material polni počasi, se vse odvija na dobro urejen način. „Natrij zapušča material plast za plastjo, tako kot avtomobili zapuščajo parkirišče eden



Slika: Katodna plast, sestavljena iz sferičnih delcev, in simulacija natrijevega deleža. (Za podroben opis glejte konec besedila. Grafika: Simon Daubner, KIT)

za drugim," pojasnjuje Daubner. „Če pa je polnjenje hitro, se natrij izloča z vseh strani." To povzroči mehanske napetosti, ki lahko trajno poškodujejo material.

Raziskovalci Inštituta za nanotehnologijo (INT) in IAM-MMS inštituta KIT so skupaj z znanstveniki Univerze Ulm in Centra za sončno energijo in raziskave vodika Baden-Württemberg (ZSW) pred kratkim izvedli simulacije, da bi pojasnili situacijo. O tem poročajo v ComputationalMaterials, reviji iz portfelja Nature.

Eksperimenti potrjujejo rezultate simulacij

„Računalniški modeli lahko opisujejo različne dolžinske lestvice, od razporeditve atomov v elektrodnih materialih, njihove mikrostrukture do celice kot funkcionalne enote vsake baterije," pravi Daubner.

Za preučevanje plastnatega oksida NaXNi1/3Mn2/3O2 so mikrostrukturne modele kombinirali s poskusi počasnega polnjenja in praznjenja. Ugotovljeno je bilo, da ima material več mehanizmov razgradnje, ki povzročajo izgubo zmogljivosti. Zato še ni primeren za komercialno uporabo. Sprememba kristalne strukture povzroči elastično deformacijo. Kristal se skrči, kar lahko povzroči nastanek razpok in zmanjšanje zmogljivosti. Simulacije INT in IAM-MMS kažejo, da ta mehanski vpliv odločilno vpliva na čas, potreben za polnjenje materiala. Eksperimentalne študije na ZSW potrjujejo te rezultate.

Ugotovitve študije je mogoče delno prenesti na druge plastovite okside. „Zdaj razumemo osnovne procese in lahko delamo na razvoju baterijskih materialov, ki so obstojni in jih je mogoče polniti čim hitreje," povzame Daubner. To bi lahko v petih do desetih letih privedlo do široke uporabe natrij-ionskih baterij.

Izvirna objava (odprt dostop):
Simon Daubner, ManuelDillenz, Lukas FridolinPfeiffer, CorneliusGauckler, Maxim Rosin, Nora Burgard, Jan Martin, Peter Axmann, MohsenSotoudeh, AxelGroß, Daniel Schneider, Britta Nestler: Npr.: Combinedstudyofphasetransitions in the P2-type NaXNi1/3Mn2/3O2 cathode material: experimental, ab-initioandmultiphase-fieldresults.
DOI: 10.1038/s41524-024-01258-x

https://www.kit.edu

Podjetje onsemi je izbralo Češko republiko za vzpostavitev celovite proizvodnje silicijevega karbida za napredne energetske polprevodnike

ONSEMI

Naložba bi v Srednjo Evropo prinesla ključne proizvodne zmogljivosti energetsko učinkovitih čipov, ki bodo poganjali prihodnost elektrifikacije, obnovljivih virov energije in umetne inteligence.

Elektrifikacija, obnovljivi viri energije in umetna inteligenca so globalni megatrendi, ki se združujejo in spodbujajo zahteve po naprednih energetskih polprevodnikih, ki lahko optimizirajo pretvorbo in upravljanje energije. Kot strateško potezo v smeri izpolnjevanja teh zahtev je podjetje onsemi napovedalo načrte za vzpostavitev najsodobnejšega, vertikalno integriranega proizvodnega obrata silicijevega karbida (SiC) na Češkem. V njem bi proizvajali inteligentne energetske polprevodnike podjetja, ki so bistveni za izboljšanje energetske učinkovitosti aplikacij v električnih vozilih, obnovljivih virih energije in podatkovnih centrih z umetno inteligenco.

„Z našo naložbo v industrijsko cono bomo vzpostavili srednjeevropsko dobavno verigo, s katero bomo bolje zadovoljili hitro naraščajoče povpraševanje naših strank po inovativnih tehnologijah, ki izboljšujejo energetsko učinkovitost njihovih aplikacij," je dejal Hassane El-Khoury, predsednik in izvršni direktor podjetja onsemi. „S tesnim sodelovanjem s češko vlado bi širitev tudi okrepila našo proizvodnjo inteligentnih energetskih polprevodnikov, ki so bistveni za pomoč pri zagotavljanju, da bo Evropska unija lahko uresničila svoje ambicije za znatno zmanjšanje emisij ogljika in vpliva na okolje."

Slika: Proizvodnja polprevodnikov (vir: onsemi)

Slika: Rezina SiC (vir: onsemi)

Načrtovana večletna naložba podjetja onsemi v višini do 2 milijard dolarjev bi utrdila dobavno verigo naprednih močnostnih polprevodnikov za njeno evropsko in svetovno bazo strank. Vertikalno integriran obrat za proizvodnjo silicijevega karbida prinaša v regijo napredne zmogljivosti pakiranja in je v najboljšem položaju za izpolnjevanje naraščajočega povpraševanja po čistih in energetsko učinkovitih polprevodniških rešitvah. Podjetje onsemi sodeluje z vlado Češke republike pri pripravi svežnja spodbud, ki bi podprle naložbo. Naložba bo ena največjih naložb zasebnega sektorja v zgodovini Češke republike in ena prvih naložb v napredno proizvodnjo polprevodnikov v srednji Evropi.

„Odločitev podjetja onsemi za širitev na Češko je jasna potrditev privlačnosti naše države za tuje naložbe in bo pomenila pomemben zagon za razvoj našega gospodarstva," je dejal Jozef Síkela, minister za industrijo in trgovino Češke republike. „Ta naložba ne le krepi naš položaj na področju polprevodnikov, temveč lahko prispeva tudi k razvoju avtomobilske industrije in nam pomaga pri njenem prilagajanju na vzpon elektromobilnosti."

Načrt podjetja onsemi za razširitev proizvodnje SiC z večletno naložbo v višini do 2 milijardi USD (44 milijard CZK) je del predhodno razkritega dolgoročnega cilja podjetja glede kapitalskih izdatkov. Ta naložba bi nadgradila sedanje dejavnosti podjetja na Češkem, ki vključujejo rast silicijevih kristalov, proizvodnjo silicijevih in silicijevokarbidnih rezin (poliranih in EPI) ter tovarno silicijevih rezin. Danes lahko na lokaciji proizvedejo več kot tri milijone rezin letno, vključno z več kot milijardo močnostnih naprav. Po dokončanju bo dejavnost letno prispevala k BDP države več kot 270 milijonov ameriških dolarjev (6 milijard čeških kron).

https://www.onsemi.com

Mladina d.d., Dunajska 51, Ljubljana

Novi val osebnih računalnikov

Novi računalniki PC vsebujejo namenske procesne enote za umetno inteligenco. Microsoft jih imenuje Copilot+ PC in preizkusili smo prvega med njimi.

ORIGINAL!
Nekje je nekaj preskočilo in Google s telefoni Pixel v Slovenijo vstopa skozi velika vrata – k operaterju (Telekom Slovenija) in v distribucijo (Big Bang).

Monitor PRO

MONITORPRO:
• Računalništvo v oblaku • Poslovna programska oprema
• IT v izobraževanju • e-Podpisovanje

AI modeli in Slovenščina | Samsung Galaxy Fold6 in Flip6 | Honor 200 | novi fotofoni | Revolut eSIM | slušalke Sonos Ace | dosje Intel | modri zasloni Crowdsource | kolesa na vodik

Monitor
www.monitor.si

Induktivni senzorji položaja rešujejo nov problem z blodečim magnetnim poljem

Microchip Technology Inc.
Avtor: Dustin Tenney, višji inženir za trženje izdelkov, Microchip Technologies Inc.

Čista in učinkovita zasnova hibridnih in električnih vozil vedno večjega števila dobaviteljev pritegne pozornost mnogih, saj spodbujajo gibanje za trajnostne rešitve z elektrifikacijo motornih vozil.

Z uvedbo različnih elektromotorjev in baterij se v svetu elektronike na visoki ravni kaže stara težava: neželena blodeča magnetna polja.

Te elektromagnetne motnje (EMI) pustošijo po trenutno priljubljenih rešitvah za senzorje položaja, ki nimajo ustrezne odpornosti, kot so Hallovi senzorji, ali pa imajo odpornost, vendar je njihova izvedba draga, kot so magnetni resolverji in linearni diferencialni transformatorji (LVDT). Zato je bil uveden induktivni senzor položaja, ki zagotavlja visoko natančnost zaznavanja položaja kljub temu, se nahaja v okolju, bogatem z blodečimi magnetnimi polji.

Magnetna polja v svetu polprevodnikov in elektronike niso neznan artefakt ali celo na novo odkrit element. So del integralne funkcije polprevodnikov in so upoštevana pri zasnovi vsakega čipa. Kadar pa so enosmerni brezkrtačni motorji (BLDC), sinhronski motorji s trajnimi magneti (PMSM), tokovi motorjev ali veliki tokovi baterij v bližini elektronskih modulov in senzorjev, blodeča magnetna polja povzročajo motnje in lahko celo povzročijo napake v varnostno pomembnih aplikacijah.

BLDC in PMSM motorji so eni najpogostejših pogonskih motorjev, ki se uporabljajo v električnih in hibridnih dvo- in štirikolesnih vozilih.

Obe vrsti motorjev uporabljata zelo močne magnete na rotorju in delujeta, ko iz krmilnika motorja tečejo tokovi na stator, ki aktivirajo elektromagnete. Tako magneti kot tokovi, ki tečejo v motorju, sevajo elektromagnetne motnje v okolico.

Drugi BLDC motorji so prisotni na številnih področjih vozila, vključno z zavornimi in krmilnimi motorji. Pri zasnovi vseh električnih vozil so ključni tudi akumulatorji, ki prispevajo k prisotnosti blodečih magnetnih polj, natančneje, vir EMI je električni tok, ki teče pri polnjenju akumulatorjev ali napajanju vozila z visokimi tokovi.

Nekatera vozila uporabljajo več tisoč baterij, ki pošiljajo tok v sistem, zaradi česar so glavni povzročitelj blodečih magnetnih polj, ki povzročajo težave pri tradicionalnih senzorskih rešitvah.

Zaznavanje položaja je ključni del zasnove številnih elektronskih naprav, vključno s tistimi, ki se uporabljajo v različnih aplikacijah v vozilih, kot so stopalke, upravljanje plina, pozicioniranje zavor, sledenje menjalnika, gumbi za infozabavo, prestavne ročice, senzorji za krmiljenje in drugo.

V preteklosti so se kot glavni elementi zaznavanja položaja uporabljali magnetni rezolverji, linearni diferencialni transformatorji (LVDT) in Hallovi senzorji. Hallovi senzorji so ena od najbolj razširjenih rešitev in so zasnovani tako, da določajo jakost in smer magnetnega polja, s čimer lahko določijo položaj magneta ali elektromagneta, ki je nameščen v bližini senzorja.

Zaznavni del te naprave je tanek kos silicija, ki pod vplivom magnetnega polja potiska elektrone in verzeli na nasprotne robe silicija. To ustvari zelo majhen napetostni potencial, znan kot Hallov učinek, in zahteva močna magnetna polja, da se ustvari okolje za zaznavanje. Ko se v enačbo dodajo še elektromagnetne motnje, se Hallovi senzorji soočajo z nevarnostjo popačenega, prezgodnjega ali lažnega zaznavanja magnetov in lahko tvegajo trajno poškodbo.

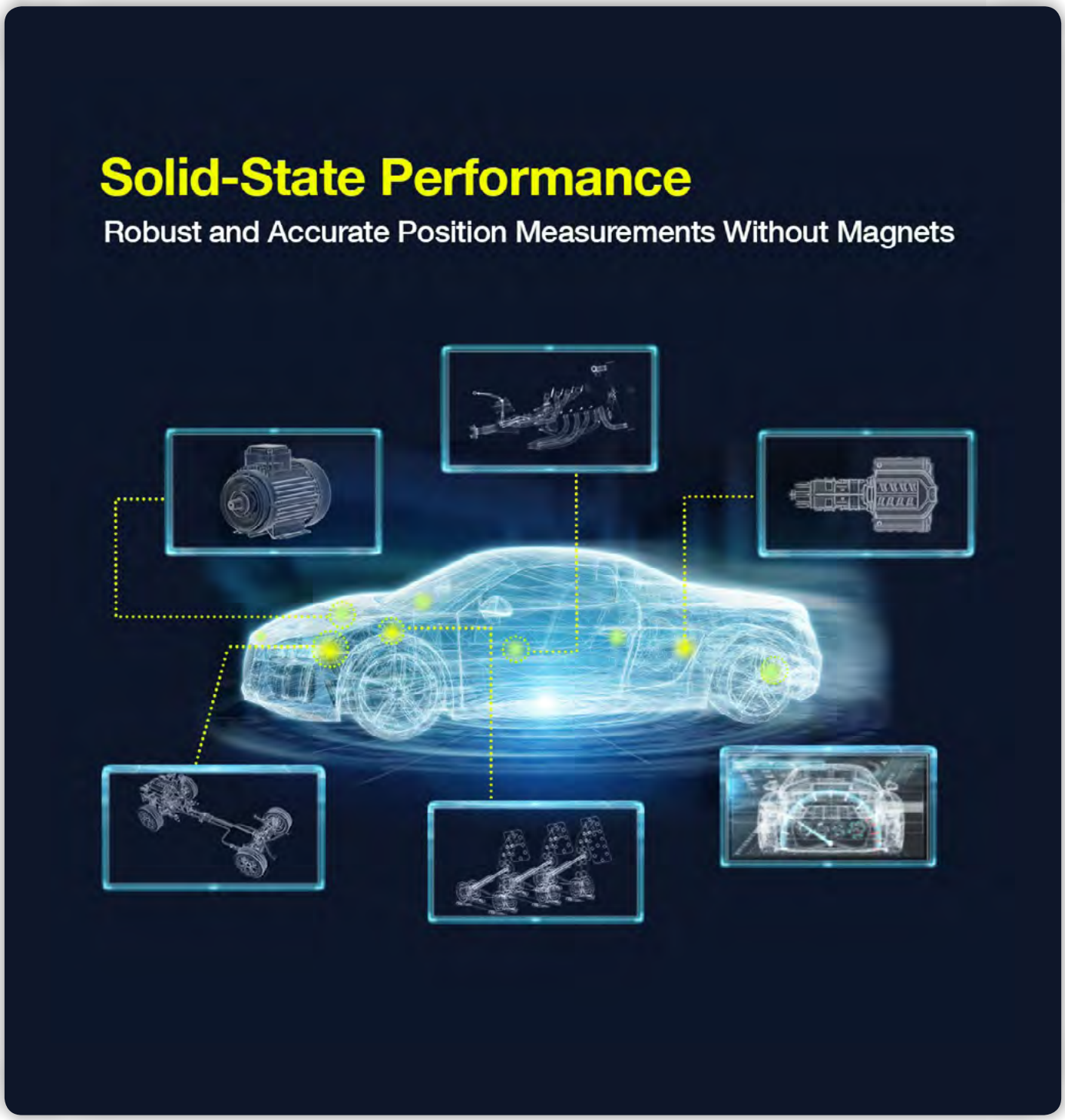
Da bi zmanjšali tveganje okvare zaradi EMI, se uporabljajo kovine, ki absorbirajo magnetne vplive, da se senzor zaščiti pred blodečimi magnetnimi polji, kar povečuje velikost in stroške rešitev.

Vedno bolj priljubljena rešitev za zmanjšanje tveganja, stroškov in velikosti v aplikacijah, obremenjenih z EMI, je induktivni senzor položaja. Ti senzorji niso magnetni, prav tako jim ni treba uporabljati magnetov ali magnetnih kovin, temveč so, kot pove že ime, rešitev, ki temelji na induktivnosti tuljave.

Z zasnovo ohišja senzorja, ki je tanko tiskano vezje z vgrajenim navitjem kovinskih trakov, se doseže pasivno dušenje EMI. Ko prevodni kos kovine, imenovan tarča, prečka senzor, se magnetna polja, ki jih oddaja primarna tuljava na tiskanem vezju (podobno kot primar na transformatorju), prekinejo in magnetno polje se na mestu, kjer je tarča, zmanjša na nič.

V tiskano vezje sta vgrajeni tudi dve sprejemni tuljavi (sekundarni del transformatorja), ki se uporabljata za zaznavanje različnih napetosti zaradi motenj v magnetnem polju.

Nastale informacije se obdelajo v integriranem vezju in sistemu vrnejo izhodno vrednost, ki temelji na položaju. V zasnovo



teh naprav so vgrajene ključne metode za dušenje blodečih magnetnih polj, ki bi običajno motila sistem.

Aktivno in pasivno filtriranje šuma je nekaj ključnih funkcij, ki so vgrajene v številne induktivne senzorje položaja. Aktivno dušenje blodečih magnetnih polj se doseže z dobro znanimi tehničnimi lastnostmi sinhrone demodulacije in pasovne širine filtrov.

Kombinacija teh tehnik omogoča merjenje specifičnih signalov ob hkratnem ignoriranju sicer motečega šuma iz okolja.

Oddajnik in sprejemnik izhajata iz istega sistema, zato lahko izračunamo natančno fazo med obema signaloma in aktivno izločimo šum magnetnega polja. Pasivno filtriranje je omogočeno z uporabo tuljav za zaznavanje napetosti.

Motnje, zaznane na teh tuljavah, se lahko uporabijo za izračun natančnega položaja na podlagi razmerja sinusa in kosinusa. Kovine zunaj območja učinkovite zračne reže se v zaznavnem vezju ne registrirajo zaradi uporabe metričnih izračunov razmerja z uporabo signalov iz sprejemnih tuljav.

Izvajanje teh metod za zmanjševanje šumov zagotavlja zelo natančno zaznavanje položaja, ki je odporno na blodeča magnetna polja, hkrati pa odpravlja potrebo po težkih in dragih magnetih ali zaščiti pred elektromagnetnimi motnjami.

V podporo tem trditvam o neverjetni odpornosti na elektromagnetne motnje je ekipa podjetja Microchip Technology zbrala dokaze s poskusi na induktivnih senzorjih položaja z induciranimi magnetnimi polji v neposredni bližini senzorja. V enem od poskusov je bil neodimov magnet nameščen približno 15 mm nad linearnim telesom senzorja z akrilno strukturo tako, da je tarča prosto prehajala pod magnetom, magnet pa se je lahko tudi statično ali dinamično premikal vzdolž telesa senzorja. Vzdolž senzorja je bila nameščena tudi merilna sonda, ki je zaznavala moč magneta.

Čeprav je sonda zaznala magnetno polje 7,2 mT (5716,9 A/m), to ni vplivalo na natančno zaznavanje položaja tarče med premikanjem po računalniku.

Drugi preskusi v skladu z avtomobilskimi standardi ISO11452-8 dokazujejo, da ravni odpornosti teh enkoderjev ustrezajo stopnji IV in jo celo presegajo, saj dosegajo odpornost na elektromagnetno prevodnost 7000 A/m (8,8 mT) pri frekvenci 10 Hz. Tehnologija induktivnega enkoderja dosledno deluje brez motenj kljub temu, da v senzor vdirajo silnice magnetna polja.

Zaradi sinhrone demodulacije in delovne frekvence zasnove integriranega vezja se natančnost in točnost zaznavanja cilja ne zmanjšata ali popačita.

Ker sodobne zahteve glede načrtovanja zahtevajo nenehno zmanjševanje oblike ob hkratnem ohranjanju ali izboljšanju zmogljivosti, je induktivni senzor položaja odlična nadgradnja starajočih se magnetnih rešitev. Isti IC lahko podpira zasnove linearnega in rotacijskega zaznavanja položaja z uporabo preprostega telesa senzorja na tiskanem vezju in majhne kovinske tarče.

Ta rešitev je odporna na blodeča magnetna polja, hkrati pa ohranja zelo visoko natančnost in lahko podpira visoko zanesljivost (AEC Q100 Grade 0) in varnostno oceno (ASIL D). Z napredkom v tej smeri induktivnega zaznavanja položaja je Microchipov portfelj najobsežnejši v panogi, ki podpira številne aplikacije za zaznavanje pri nizkih in visokih hitrostih, vključno z nadzorom motorjev.

Ti senzorji so kot nalašč za natančne zasnove senzorjev položaja, vključno s tistimi, pri katerih so prisotne visoke stopnje magnetnih motenj.

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

Enostavnejša rešitev za polnilnik v vozilu

Vključuje nadzor, krmiljenje, pogon vrat in močnostno stopnjo

Odkrijte prihodnost polnjenja električnih vozil z najnovejšimi dosežki na trgu polnilnikov v vozilu (angl.: on-board charger - OBC). Zaradi vse večje priljubljenosti električnih vozil je povpraševanje po hitrejših in učinkovitejših polnilnih rešitvah izjemno pomembno. Novi val OBC naprav se s tem izzivom spopada z večjo močjo za hitro polnjenje in večjim udobjem za uporabnike. Vključitev dvosmernosti spreminja pravila igre, saj omogoča inovativno upravljanje energije prek sistema V2G (angl.: vehicle-to-grid) in drugih funkcionalnosti, ki omogočajo dvosmerni pretok energije. Kompaktne zasnove predstavljajo revolucijo na tem področju, saj vključujejo ključne komponente, kot so nizkonapetostni DC-DC pretvorniki za brezhibno učinkovitost. Te inovacije ne oblikujejo le prihodnosti, temveč pospešujejo uvajanje električnih vozil z zagotavljanjem uporabniško usmerjene, visokozmogljive in integrirane izkušnje polnjenja, ki daje prednost hitrosti, učinkovitosti in povezljivosti.

MICROCHIP

microchip.com/OBC

Ime in logotip Microchip ter logotip Microchip sta registrirani blagovni znamki podjetja Microchip Technology Incorporated v ZDA in drugih državah. Vse druge blagovne znamke so last njihovih registriranih lastnikov.
© 2024 Microchip Technology Inc. Vse pravice pridržane.
MEC2576A-SLO-08-24

Pomoč pri doseganju neto nič CO^2 emisij z Ethernetom po eni parici

Analog Devices, Inc.
Avtorica: MeghanKaiserman, direktorica strateškega trženja

Da bi dosegli cilje glede neto nič CO2 emisij, mora gradbeni sektor posodobiti svojo komunikacijsko infrastrukturo. Ta članek prikazuje, kako Ethernet po eni parici, natančneje 10BASE-T1L, omogoča enostavno posodobitev stavb, ki uporabljajo starejše povezave, kot je RS-485, da se izboljša digitalizacija, omogoči avtomatizacija, izboljša varnost in znatno zmanjša poraba energije za doseganje večje trajnosti.

Več kot 90 držav dejavno razvija politike za odpravo podnebnih sprememb in trajnostnega razvoja, ki predvidevajo nič neto CO2 emisije. Na kratko, neto ničelna vrednost je dosežena, ko se CO2 emisije, ki jih povzroča človek, zmanjšajo in izravnajo z drugimi dejavnostmi.

Temeljni dejavnik pri doseganju ničelne neto vrednosti je zmanjšanje CO2 emisij v vseh panogah. Vendar po podatkih Mednarodnega združenja za energijo (IEA) gradbeni sektor ni na dobri poti, da bi dosegel globalne cilje glede neto ničelnih emisij CO2 do leta 2050. Natančneje, cilji za leto 2030 predvidevajo 35 % manjšo porabo energije na kvadratni meter v primerjavi z letom 2021 [1]. Ker stavbe danes predstavljajo 30 % svetovne porabe energije, obstaja skrb, da cilji glede emisij ne bodo doseženi, če industrija ne bo sprejela posebnih ukrepov za digitalizacijo sistemov in uvedbo avtomatizacije. Izziv dodatno otežuje dejstvo, da je za izvajanje učinkovite avtomatizacije potreben večji zajem podatkov v realnem času na ravni, ki presega sedanjo prepustnost in odzivnost starejše infrastrukture na osnovi RS-485. Poleg tega povezovanje naprav in sistemov v stavbi z omrežjem izpostavlja te sisteme kibernetskim napadom, kar zahteva napredno varnost, ki presega trenutne zmogljivosti teh starejših omrežij.

V tem članku je predstavljeno, kako lahko Ethernet po eni parici pomaga gradbeništvu pri doseganju ciljev neto ničelne vrednosti, hkrati pa podpira avtomatizacijo na podlagi umetne inteligence na varen in stroškovno učinkovit način. Ethernet po eni parici omogoča povezljivost z dolgim dosegom do roba tako pri novih kot pri naknadnih namestitvah, zato je ključno orodje za nemoten prenos podatkov med področji IT in OT.

Prihranki energije z digitalizacijo

Načrt IEA Net Zero 2030 [3] zahteva ~15-odstotno zmanjšanje emisij z zmanjšanjem povpraševanja s pomočjo tehnik, kot so spremembe vedenja in digitalizacija. Učenje ljudi, kako varčevati z energijo, je lahko učinkovito, vendar študije IEA [4] primerov kažejo, da ima največji potencial za zmanjšanje porabe energije avtomatizacija in ne sprememba vedenja.

Vse večja digitalizacija poslovnih stavb bo upravljavcem omogočila ne le merjenje izboljšav v poslovanju, temveč tudi vzpostavitev temeljev za avtomatizacijo poslovanja. Z dostopom do ustreznih podatkov iz senzorjev in nadzornih zmogljivosti je mogoče optimizirati delovanje stavb, da se zmanjša poraba energije in hkrati kar najbolje služi ljudem v njih.

Potreba po izboljšanju kakovosti zraka v zaprtih prostorih na primer postavlja dodatne zahteve za delovanje stavb. Novi predpisi, kot je ANSI/ASHRAE 62.1, zahtevajo vnos večje količine zunanjega zraka, za zagotavljanje najboljših praks, na področju zdravja in higiene pa so lahko potrebne dodatne količine [2]. Zaradi teh standardov za prezračevanje se bo povečala poraba energije, kar pomeni, da bo treba potrebe po energiji še dodatno zmanjšati. Za doseganje optimalnega delovanja morajo številni HVAC sistemi v stavbi sodelovati, da ne bi prišlo do navzkrižnega delovanja sistemov.

Za združitev delovanja različnih HVAC sistemov, razsvetljave, požarnih sistemov in sistemov za nadzor dostopa, je potreben dostop do pravih podatkov in nadzora. Ti omogočajo optimizacijo z umetno inteligenco in strojnim učenjem (ML), da se določi idealna uporaba svetlobe, ogrevanja ali hlajenja na podlagi trenutnih in načrtovanih dejavnosti ljudi. Omogočajo tudi nadzor pretoka zraka, ki pomaga zagotoviti ustrezno kakovost zraka v prostorih in hkrati uravnotežiti porabo energije.

Vendar pa je težko združiti podatke iz več sistemov, saj različni ponudniki vzdržujejo ločene podatkovne zbirke, kar vodi do podatkovnih silosov. Po mnenju IEA skupine, ki pripravlja smernice za izmenjavo podatkov [5] za stavbe in HVAC sisteme, je torej izziv združiti različne vire podatkov na en sam zaslon, tako da je mogoče primerjati trende in uporabiti analitiko ter pridobiti nova spoznanja, kot je prikazano na sliki 1.

Posodobitev komunikacijske infrastrukture

Ključnega pomena za združevanje številnih različnih virov podatkov v stavbi je uporabljena merilna in povezovalna infrastruktura. Tradicionalno so bili senzorji in krmilniki v poslovnih stavbah povezani prek žičnih zaporednih komunikacijskih povezav z RS-485 oddajniki in protokoli, kot so BACnet™, Modbus in LonWorks. [6]

Vendar je RS-485 starejši vmesnik, ki je omejen tako glede prepustnosti kot varnosti. Na primer, največja prenosna hitrost za BACnet MS/TP, običajen protokol za avtomatizacijo stavb, ki deluje na fizičnem sloju RS-485, je 115,2 kb/s [10]. Poleg tega so bili starejši komunikacijski protokoli, kot sta

BACnet in Modbus, zasnovani za zaprta omrežja in niso imeli vgrajenih možnosti šifriranja in avtentikacije. To predstavlja veliko grožnjo za kibernetsko varnost, saj so te naprave povezane z internetom prek prehodov v IT-infrastrukturo.

Ethernet po eni parici, natančneje 10BASE-T1L, je vznemirljiva nova komunikacijska metoda, ki je bila ratificirana novembra 2019, IEEE 802.3cg, in se zdaj uvaja v stavbah [9]. Žični serijski kabel, ki se uporablja za RS-485, se lahko ponovno uporabi s podatki 10BASE-T1L Ethernet, ki tečejo po njem. Tako je mogoče obstoječo infrastrukturo prilagoditi Ethernetu po eni parici. To ima številne prednosti:

- *Vozlišča lahko zdaj podpirajo večje pasovne širine do 10 Mb/s.*
- *Vozlišča je mogoče nasloviti prek IP protokola, kar poenostavlja upravljanje naprav.*
- *Doseg se poveča na 1 km, kar zadostuje za največje dolžine obstoječih RS-485 kablov. To je občutno izboljšanje v primerjavi z omejitvijo standardnega 10 Mb/s/100 Mb/s Etherneta, ki znaša le 100 m [11].*
- *IEEE 802.3cg določa Class 15 in omogoča pošiljanje do 52 W moči po eni parici skupaj s podatki 10BASE-T1L. Z nedavno izdanim LTC4296-1 krmilnikom za napajanje prek Etherneta (PoE) lahko sistemi zagotavljajo napajanje širokemu naboru končnih naprav. Upoštevajte, da je zaradi razlik v kakovosti kablov zagotavljanje napajanja priporočljivo le za nove namestitve.*

Kot prvi korak na poti digitalizacije so bili nameščeni krmilniki stavb, ki uporabljajo standardni 10 Mb/s/100 Mb/s Ethernet in komunicirajo z Ethernet različicami teh starejših protokolov, imenovanih BACnet/IP in Modbus TCP/IP [6].BACnet/IP naprave uporabljajo enake podatkovne objekte kot starejše BACnet MS/TP naprave, zato je enostavno izvesti sistem z obema vrstama naprav. Vedno več je namestitev, povezanih z Ethernetom, s protokoli na IP osnovi, kot sta BACnet/IP in Modbus TCP/IP, ki podpirajo sodobne ukrepe kibernetske varnosti [12]. BACnet ima približno 60-odstotni tržni delež [7] po vsem svetu, približno 80 % novih namestitev pa uporablja žične serijske komunikacije na osnovi RS-485. Po ocenah združenja BSRIA (BuildingServicesResearchandInformationAssociation) bo leta 2019 že 5 % HVAC senzorjev brezžičnih, pri čemer manjša zanesljivost povezave in potreba po baterijah omejujeta področja, kjer je to mogoče sprejeti [8].

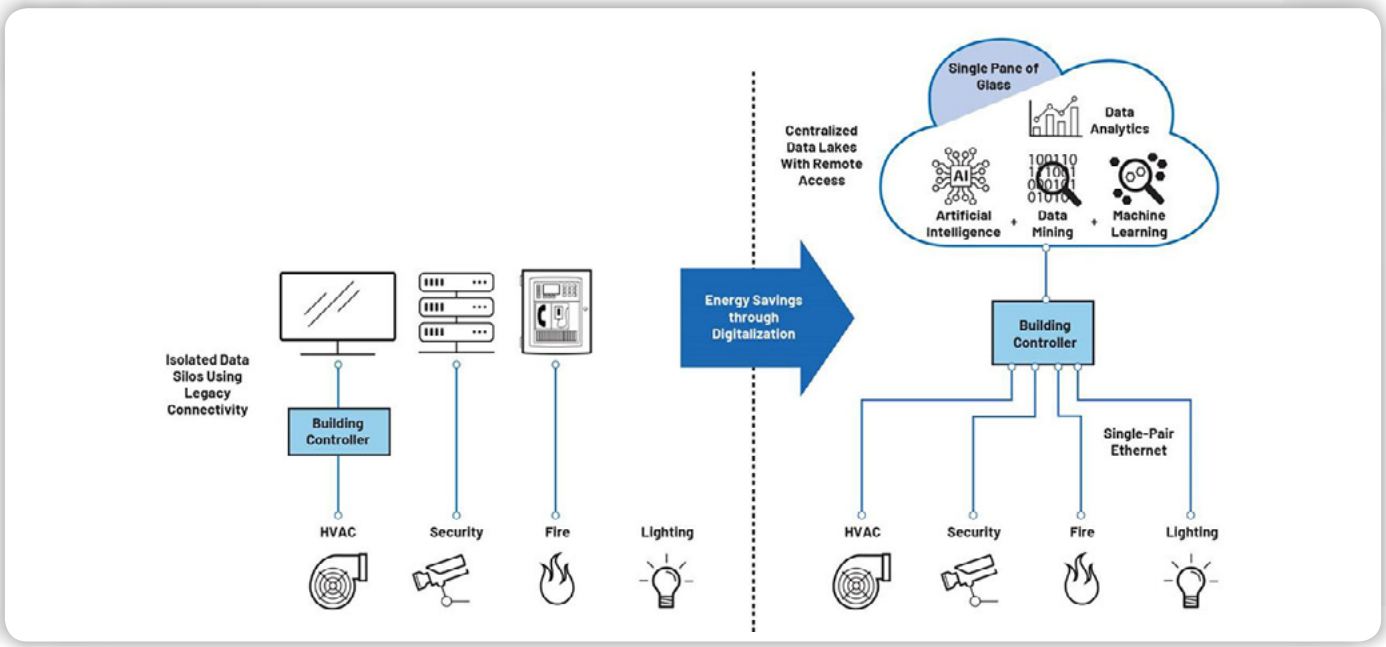
Izboljšane komunikacije

Ogrevalni in hladilni sistemi imajo več sestavnih delov, ki si morajo izmenjevati informacije za doseganje nastavljene temperature, vključno s termostati, krmilniki, enotami za obdelavo zraka in enotami s spremenljivim volumnom zraka. Pospešitev frekvence komunikacije z običajnih zaporednih hitrosti 9,6 kb/s do 115,2 kb/s na pasovno širino omrežja Ethernet 10 Mb/s pomeni znatno povečanje podatkovne prepustnosti sistema. S tako hitrimi komunikacijami na podlagi IP protokola je povezanih več pomembnih prednosti.

Analitika, ne vzorci: zaradi nizke hitrosti prenosa podatkov pri starejši komunikaciji so morali upravitelji stavb prednostno razvrstiti podatke, ki so jih zbirali, in vzorčiti podatke, ki so jih zbirali. Z Ethernetom po eni parici lahko upravniki prenehajo skrbeti za hitrost vzorčenja serijske komunikacije in se osredotočijo na razvoj širokega nabora naprednih analiz, ki jih lahko zdaj izvajajo z dodatnimi podatki, ki jih je mogoče zbrati iz sistema [14].

Varčevanje z energijo: dodatni podatki omogočajo večje prihranke energije s hitrejšimi krmilnimi zankami ali računsko intenzivnimi energetskimi optimizacijami z uporabo modelov in senzorskih vhodov v realnem času.

Združeni podatki/odprava podatkovnih silosov: za pretvorbo podatkov iz naprav na robu v pakete, ki temeljijo na Ethernetu, preden se pošljejo v oblak, je potreben prehod.



Slika 1: Konvergenčni sistemi omogočajo vizualizacijo podatkov na enem zaslonu, kar omogoča prihranek energije, če se uporabljajo skupaj z avtomatizacijo in umetno inteligenco/ML.

Nadgradnja žičnih serijskih komunikacijskih povezav z Ethernetom po eni parici 10BASE-T1L omogoča odpravo teh prehodov in ponovno uporabo obstoječih kablov. S tem se izognemo podatkovnim silosom, zmanjšamo število točk odpovedi, odpravimo stroške prehodov in zmanjšamo skupno zakasnitev.
Odzivnost v realnem času: komunikacijski protokoli in programska oprema, ki deluje na prehodih, upočasnijo odzivni čas do nekaj sekund, medtem ko aplikacije za avtomatizacijo stavb, kot je spremljanje vhodnih in izhodnih naprav, lahko zahtevajo zakasnitev 100 milisekund ali manj [13]. Večja prepustnost Etherneta po eni parici skupaj z odpravo prehodov pomeni večjo prepustnost, zato se sistemi lahko odzivajo v realnem času.

Varna komunikacija

Memoori[12], vodilno podjetje na področju raziskav pametnih stavb, navaja, da pomanjkanje učinkovitega kibernetskega kritja hitro postaja glavna ovira za nadaljnjo uporabo pametnih stavb.

Eden največjih izzivov pri digitalizaciji gradnje je zbliževanje IT in OT področij. Varnost je mogoče naknadno vgraditi v starejša OT omrežja, ki temeljijo na RS-485, z nadgradnjo na protokole, kot je BACnet/SC, vendar je to drago, dolgotrajno in zlahka spregleda ranljivosti v obstoječem sistemu. Učinkovita varnost je ključnega pomena, saj so sistemi za avtomatizacijo stavb med vsemi industrijskimi nadzornimi sistemi prejeli največ kibernetskih napadov, več kot sistemi za nafto in plin, energetiko in avtomobilska proizvodnja v študiji podjetja Kaspersky iz leta 2020 [15].

Za varno komunikacijo je bil starejši žični serijski komunikacijski protokol BACnet prilagojen protokolu BACnet/SC12, ki podpira varno komunikacijo na žični serijski povezavi in omogoča šifriranje. Vendar je treba vse BACnet naprave v omrežju hkrati nadgraditi, da bi lahko v celoti izkoristile te nove zmogljivosti. Obstoječo opremo, ki uporablja starejši BACnet sistem, bo treba preoblikovati in servisirati, da se dodajo dodatne kriptografske funkcije, ki jih zahteva BACnet/SC sistem. Ethernet po eni parici, zlasti 10BASE-T1L, omogoča, da se robno vozlišče, ki je bilo povezano z žično, nezavarovano serijsko komunikacijo, kot je BACnet, nadgradi in poveže s protokolom BACnet/IP z varnostjo na podlagi Etherneta. Pomembno je, da se ta nova in izboljšana varnostna drža doseže brez napeljave novih, dragih ethernetnih kablov po obstoječih signalnih poteh. Z nadgradnjo naprav v OT omrežjih z varnimi protokoli, ki temeljijo na Ethernetu, je mogoče zmanjšati večino tveganja, povezanega s kibernetskimi napadi. Ethernet po eni parici, 10BASE-T1L, obljublja, da bo omogočil prehod z nezanesljivih starejših komunikacij na varne komunikacije na osnovi Etherneta z eno generacijo nadgradenj strojne opreme ob ponovni uporabi obstoječe ožičene infrastrukture.

Ethernet po eni parici, 10BASE-T1L, je pomembna tehnologija, ki prinaša povezljivost IP na rob, izboljšuje varnost, ponovno uporablja ožičenje, združuje IT in OT omrežja ter celo zagotavlja napajanje. Z bistveno večjo prepustnostjo, odpravo prehodov in napredno varnostjo bo Ethernet po eni parici pomagal gradbeni industriji doseči cilj IEA Net Zero 2030 za zmanjšanje emisij za 15 %. Posodobitev komunikacijske infrastrukture v stavbah bo omogočila dostop do ogromne količine podatkov v realnem času v stavbi, hkrati pa bo odpravila podatkovne silose in omogočila pristop k upravljanju z zaslonom. Poleg tega, da bo omogočeno hitrejše zapiranje krmilne zanke za konvencionalne krmilne sheme ter podpora umetni inteligenci in ML optimizacijam, bodo upravitelji lahko ustvarili uporabne vpoglede, ki bodo omogočili znatne prihranke energije.

Analog Devices ima ekipo, ki se osredotoča na trg trajnostnih stavb in je vodilna na področju tehnologij, ki omogočajo digitalno preobrazbo, kot so Ethernet po eni parici (10BASE-T1L), varnost in inteligentni IO ter izolacija in žični oddajniki RS-485 za starejše sisteme. Podjetje Analog Devices je predstavilo več izdelkov za Ethernet po eni parici, ki omogočajo arhitekture točka-točka (ADIN1100, ADIN1110) ter linije in obroč (ADIN2111) [16]. Za napajanje prek Ethernetparice si oglejte LTC4296-1 na strani virov napajanja in LTC9111 na strani naprav.

Reference in viri:

- *1"Buildings."InternationalEnergyAssociation.*
- *2"NewVentilationDesignCriteriaforEnergySustainabilityandIndoorAirQualityin a Post COVID-19 Scenario." RenewableandSustainableEnergyReviews, Vol.182,2023.*
- *3NetZeroby2050—ARoadmapfortheGlobalEnergySector.InternationalEnergyAssociation,2021.*
- *4EnergyEfficiency2021.InternationalEnergyAssociation,2021.*
- *5IEAAnnex81ActivityA1—ADataSharingGuidelineforBuildingsandHVACSystems. InternationalEnergyAssociation,2023.*
- *6TheUltimateGuidetoBuildingAutomationProtocols.SmartBuildingsAcademy,2020.*
- *7"ResearchStudyIndicatesBACnetGlobalMarketShareover60%."BACnetInternational,2018.*
- *8"ANewDetailedUSFieldDeviceStudyIsReleased."BSRIA,2020.*
- *9"SinglePairEthernetonItsWayintotheSmartBuilding."SmartBuildingsTechnology,2020.*
- *10ImprovingBACnet®.BACnet,2020.*
- *11"HowtoCost-EffectivelyNetworkSensorsforBuildingManagementSystems."DigiKey,2023.*
- *12"CyberSecurityinSmartCommercialBuildings2022to2027."Memoori,2022.*
- *13"Industry4.0forEnergyProductivity."RACEfor2030,2021.*
- *14"HowIPControlsAreChangingBuildingAutomationControls."ControlTrends, February 2022.*
- *15"ThreatLandscapeforIndustrialAutomationSystems."Kaspersky,March2021.*
- *16"BuildingAutomationControllersandNetworks."AnalogDevices,Inc.*

O avtorju

MeghanKaiserman je direktorica strateškega trženja za trajnostne zgradbe pri podjetju Analog Devices in se osredotoča na tehnologije digitalizacije, vključno z inteligentnimi IO, Ethernetom po eni parici in varnostjo. Meghan ima več kot 18 let delovne dobe pri podjetju Analog Devices, pred tem pa je opravljala naloge na področju aplikacij in sistemskega inženiringa. Razvijala je izdelke za industrijski trg, od natančnih analognih do merjenja energije in industrijskega Etherneta. Meghan je diplomirala na Cooper Union fortheAdvancementof Science andArt v New Yorku.

https://www.analog.com

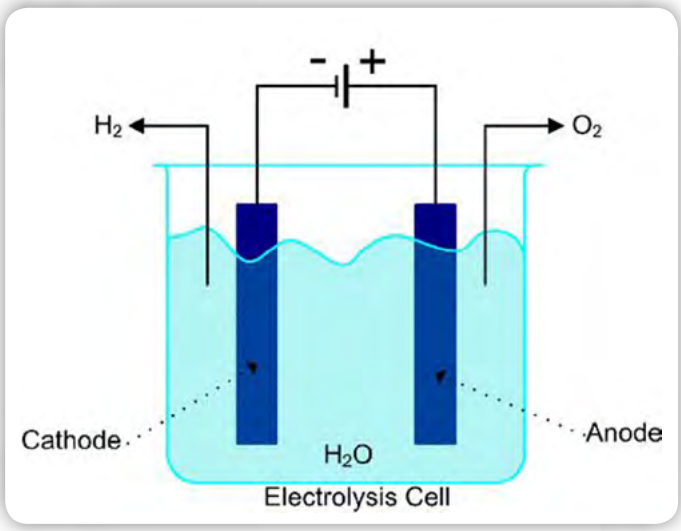
Kako zagotoviti učinkovit in stabilen enosmerno napetost (DC) za zeleni vodik

DigiKey
Avtor: Rolf Horn

Prehod na zeleni vodik obljublja zmanjšanje ravni emisij toplogrednih plinov.

Ne glede na to ali se proizvaja lokalno ali pa prenaša prek električnega omrežja, je treba električno energijo iz obnovljivih virov, ki se pridobiva s pomočjo hidroelektrarn, vetrne in sončne energije, učinkovito pretvoriti v enosmerno napetost (DC) za elektrolizo vode. Za načrtovalce sistemov je zagotavljanje visokih in stabilnih ravni enosmerne napetosti (DC) z nizkim harmonskim popačenjem, visoko gostoto toka in dobrimi faktorji moči (PF) izziv.

Članek obravnava načelo zelenega vodika. Nato predstavi komponente za električno energijo podjetja Infineon Technologies in prikaže, kako je mogoče te uporabiti za pretvorbo vhodne električne energije iz okolju prijaznih virov energije v stabilno izhodno električno energijo z značilnostmi, potrebnimi za proizvodnjo zelenega vodika.

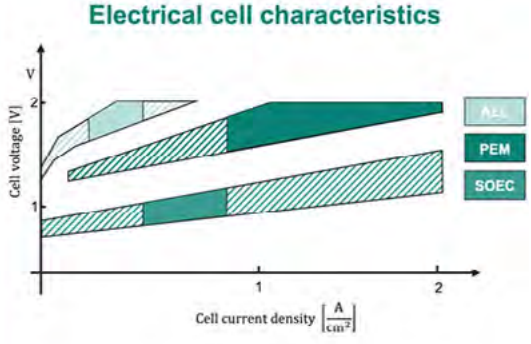


Slika 1: Osnovna celica za elektrolizo ločuje elemente vodika in kisika v vodi. (Vir slike: Art Pini)

Proizvajanje vodika z elektrolizo vode

Vodik lahko pridobivamo iz vode s postopkom elektrolize. Soprodukt tega postopka je kisik. Postopek elektrolize zahteva uporabo stabilnih visokih ravni enosmerne napetosti (DC). Postopek poteka v celici za elektrolizo ali napravi za elektrolizo, ki običajno vsebuje anodo (pozitivno elektrodo) in katodo (negativno elektrodo), kjer potekajo elektrokemične reakcije. Tekoči ali trdni elektrolit obdaja elektrode in prevaja ione med njimi. Za povečanje hitrosti reakcije bo morda, odvisno od uporabljenega postopka, potreben katalizator. Celico napaja stabilna in visoka raven vira enosmerne napetosti (DC) ali oskrbe z električno energijo (slika 1). Celica vključuje tudi ločevalnik (ni prikazan na tem diagramu), ki preprečuje mešanje proizvedenega vodika in kisika na elektrodah.

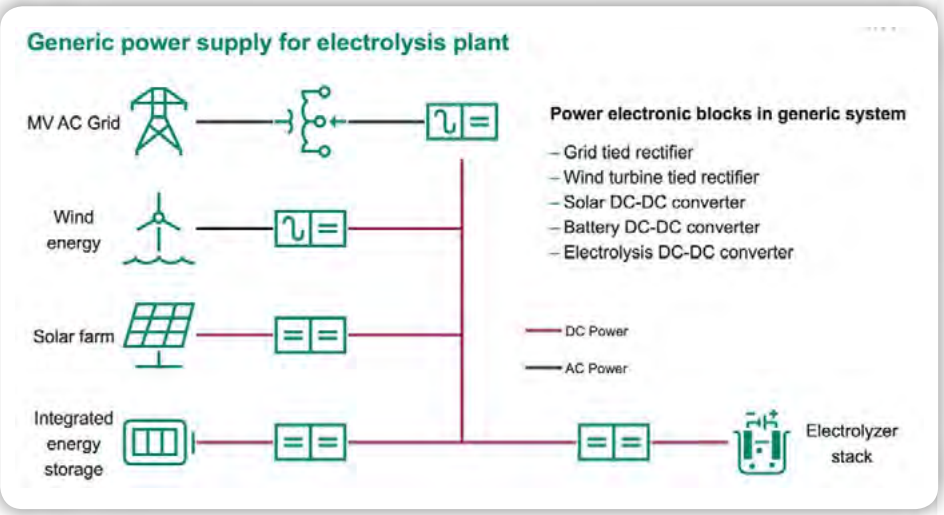
	Alkaline	PEM	SOEC
Technology	Alkaline	Proton exchange membrane	Solid oxide electrolyzer cell
Market share	75% – Mature technology – Large scale plants in operation	20% – In commercialization phase – Focus technology for electrolysis and fuel cell systems	5% – 1st technology demonstrators in use
Operating temperature	Ambient – 120°C	Ambient – 90°C	600-800°C
Load dynamics	Weak	Good Allows high power and current density	Medium High operation temperatures
Efficiency	53-70%	62-74%	75-79%



Slika 2: Primerjava značilnosti postopkov elektrolize AEL, PEM in SOEC povzema izboljšane učinkovitosti novejših naprav za elektrolizo. (Vir slike: Infineon Technologies)

Postopek zahteva visoke ravni enosmerne napetosti (DC). V idealnih pogojih in brez izgube električne energije je potrebnih najmanj 32,9 kilovatnih ur (kWh) električne energije za elektrolizo dovolj velikega števila molekul vode za proizvodnjo 1 kilograma (kg) vodika. To variira glede na učinkovitost uporabljenega postopka elektrolize.

Trenutno se uporabljajo trije različni postopki: alkalna elektroliza (AEL), membrane za protonsko izmenjavo (PEM) in trdno-oksidna elektroliza.



Slika 3: Obrati za elektrolizo morajo pretvoriti električno energijo iz vira v enosmerno napetost (DC) za celice za elektrolizo. (Vir slike: Infineon Technologies)

Najbolj uveljavljene so naprave za elektrolizo AEL, ki med kovinskimi elektrodami uporabljajo alkalno raztopino, kot je kalijev hidroksid. Te naprave so manj učinkovite kot druge vrste naprav za elektrolizo.

Naprave za elektrolizo PEM uporabljajo trden polimerni elektrolit, izboljšan s katalizatorji iz plemenitih kovin. Za njih so značilni večja učinkovitost, hitrejši odzivni časi in trdne konstrukcije.

Celice za trdno-oksidno elektrolizo (SOEC) kot elektrolit uporabljajo trden keramični material. Lahko so zelo učinkovite, vendar zahtevajo visoke obratovalne temperature. Njihov odzivni čas je počasnejši od naprav za elektrolizo PEM.

Primerjava značilnosti treh tehnik je prikazana na sliki 2.

Proizvajanje zelenega vodika trenutno stane več kot proizvodnja vodika, pridobljenega iz fosilnih goriv. To se lahko seveda spremeni z izboljšanjem učinkovitosti diskretnih komponent, vključno z napravami za elektrolizo in elektroenergetskimi sistemi, ter povečanjem obratov za pretvorbo.

Konfiguracije elektroenergetskega sistema za omrežje in zelene vire energije

Obrati za proizvodnjo vodika trenutno delujejo izven električnega omrežja. Vir električne energije naprave za elektrolizo je usmernik izmenične napetosti (AC) v enosmerno napetost (DC), ki se napaja iz linijskega transformatorja. Obrati za elektrolizo, ki se napajajo iz omrežja, morajo izpolnjevati vse standarde za omrežje in kode, kot sta doseganje enotnega faktorja moči (PF) in vzdrževanje nizkega harmoničnega popačenja. Potrebni so različni elektroenergetski sistemi, saj so zeleni viri energije vključeni v proces ločevanja vodika (slika 3).

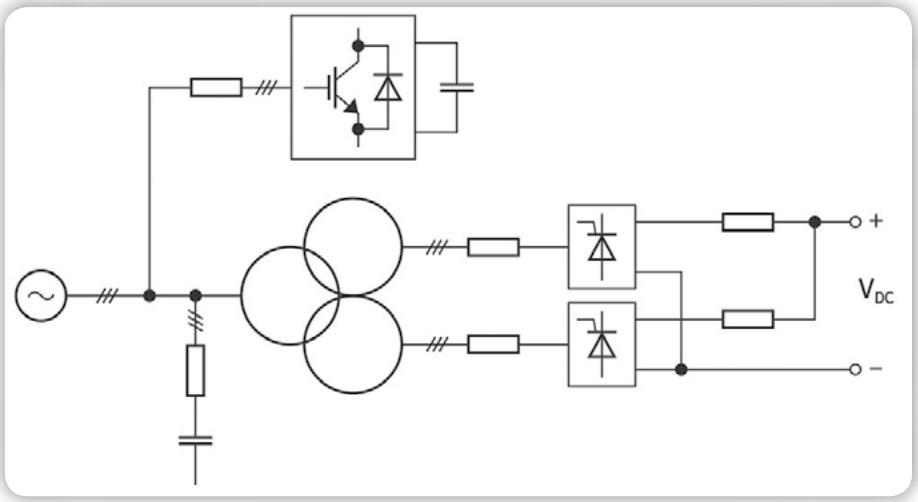
Enako kot pri električnem omrežju tudi viri električne energije, pridobljeni s pomočjo vetra, proizvajajo izmeničnonapetost (AC), za napajanje celic za elektrolizo pa je zato potreben usmernik za pretvorbo iz izmenične (AC) v enosmerno napetost (DC). Sončna energija in viri hibridne energije, ki uporabljajo baterije, se zanašajo na DC/DC pretvornike za nadzor ravni enosmerne napetosti (DC), ki poganjajo celice za elektrolizo. Celica za elektrolizo lahko uporablja tudi lokalni pretvornik DC/DC ne glede na vir napajanja. Celica za elektrolizo predstavlja konstantno obremenitev enosmerne napetosti (DC). Zaradi pomislekov o staranju v celici za elektrolizo se mora uporabljena napetost povečati v življenjski dobi celice, zato bi moral biti sistem za pretvorbo električne energije (PCS) sposoben opraviti ta postopek. Ne glede na to, ali so povezani z virom izmenične (AC) ali enosmerne napetosti (DC), bodo PCS sistemi imeli nekaj skupnih specifikacij.

Njihova izhodna napetost mora biti v območju od 400 do 1500 voltov enosmerne napetosti (DC) (VDC). Celice za alkalno elektrolizo imajo največje napetostno območje približno 800 voltov. Celice za elektrolizo PEM niso tako omejene in se bolj približujejo visokemu koncu napetostnega razpona, da zmanjšajo izgube in stroške. Razpon izhodne električne energije je lahko od 20 kilovatov (kW) do 30 megavatov (MW). Valovanje napetosti PCS sistema bi moralo biti manjše od 5 %, vendar se ta specifikacija še vedno preučuje glede vpliva na življenjsko dobo in učinkovitost celice. Zasnove usmernikov PCS sistema za vire električnega omrežja, zlasti za večje obremenitve, morajo biti v skladu z zahtevami elektroenergetskih družb za velike obremenitve in faktorjem moči (PF).

Pretvorba električne energije za vire izmenične napetosti (AC)

Obrati za proizvodnjo vodika, ki jih poganja izmenična napetost (AC), potrebujejo usmernik, ki lahko poganja celico za elektrolizo neposredno ali pa omrežje enosmerne napetosti (DC) povezano na več celic.

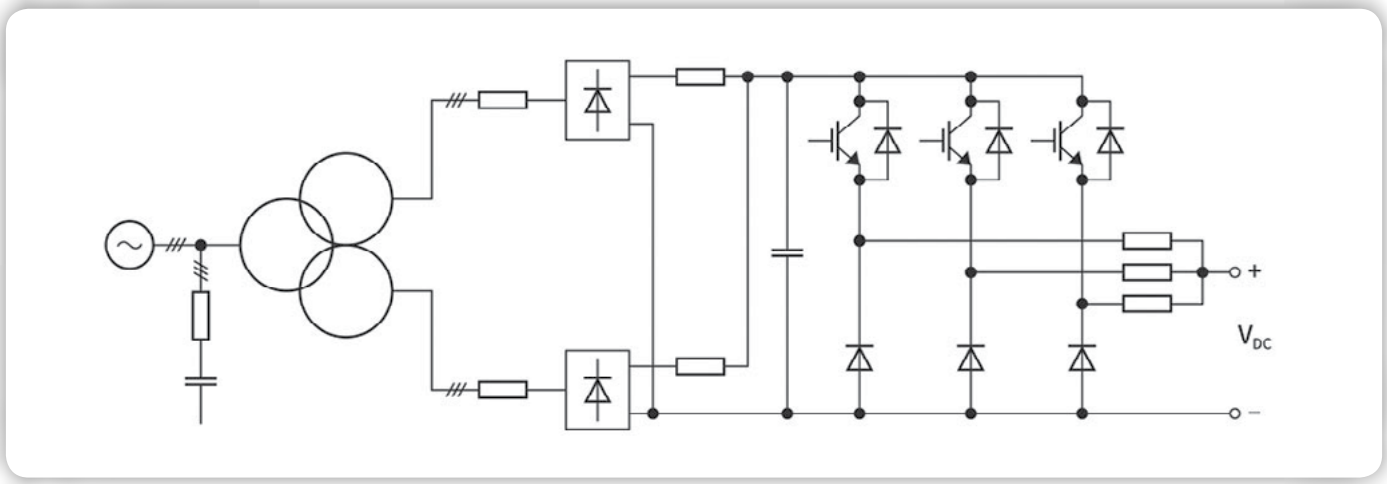
Večimpulzni usmernik je običajna izbira (slika 4). Ta zasnova usmernika, ki je narejena s pomočjo tiristorja, zagotavlja



Slika 4: Večimpulzni usmernik, narejen iz tiristorja zagotavlja visok izkoristek, je zanesljiv, podpira visoke gostote toka in uporablja nizkocenovne polprevodnike. Prikazana je 12-pulzna izvedba. (Vir slike: Infineon Technologies)

obratov transformatorja s preklapljanjem med več dostopnimi točkami ali dotikanjem enega od navitij, da zviša ali zniža napetost, ki se dovaja usmerniku.

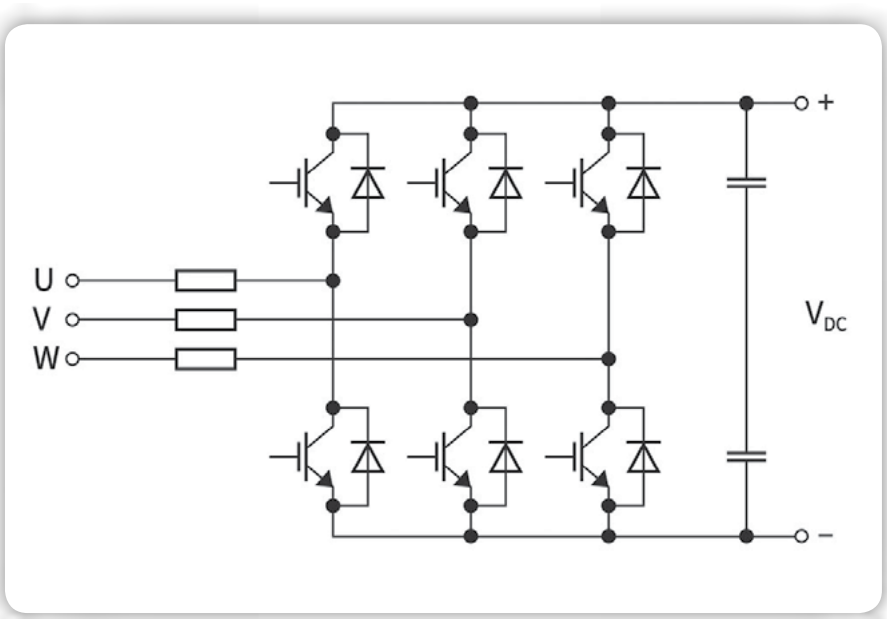
PodjetjeInfineon Technologies ponuja-razvijalcem široko paleto izbire polprevodniških komponent za PCS sistem. Usmerniki, narejeni s tiristorjem, se običajno uporabljajo za tovrstne aplikacije za vire izmenične napetosti (AC). Na primer T3800N18TOFVTXPSA1 je diskretni tiristor v ohišju TO-200AE za pritrditev na ohišje, ki je deklariranza 1800 voltov pri 5970 amperih povprečne kvadratne vrednosti (Arms) v vklopljenem stanju. Ohišje diskov nudi večjo gostoto električne energije zaradi svoje dvostranske zasnove hlajenja.



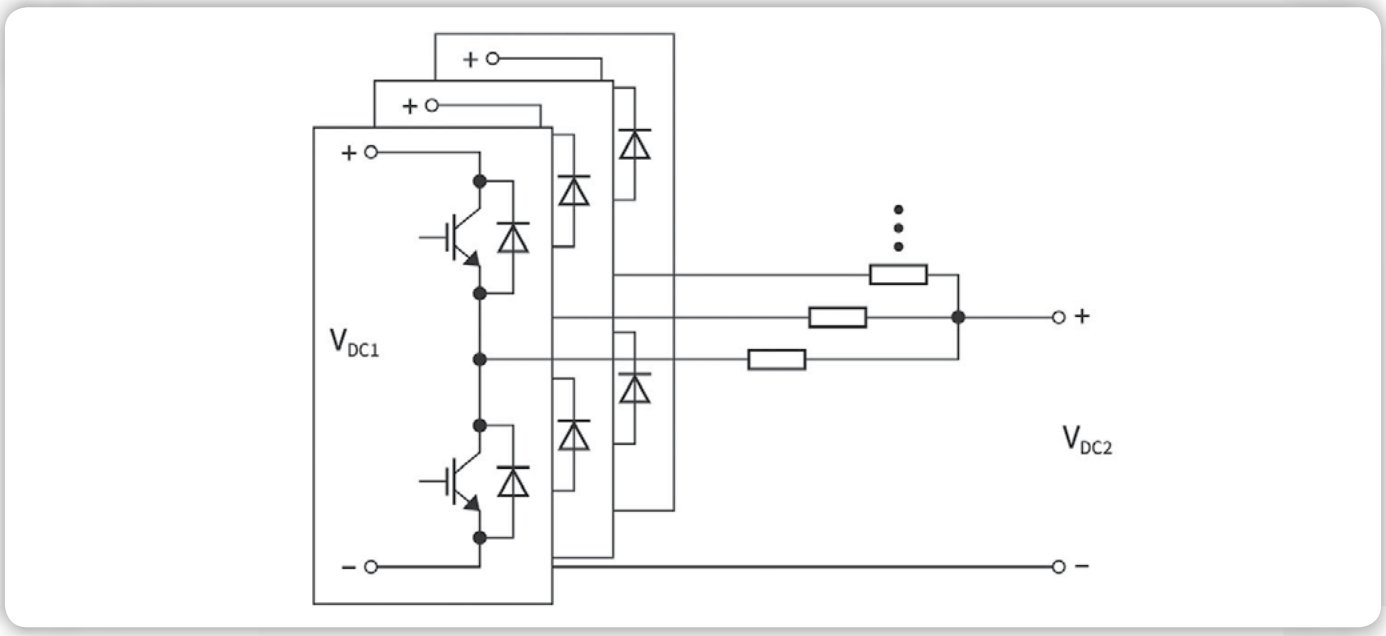
Slika 5: Stikalo po usmerjanju zmanjša popačenja toka in izboljša faktor moči (PF). (Vir slike: Infineon Technologies)

visoko učinkovitost, je zanesljiva, podpira visoke gostote toka in uporablja poceni polprevodnike.

Večimpulzni pretvorniki, narejeni iz tiristorja, so uveljavljena in dobro poznana tehnologija. 12-impulzni usmernik, narejen iz tiristorja, prikazan na sliki 4, je sestavljen iz frekvenčnega transformatorja z dvema nizkonapetostnima sekundarnima navitjema. Sekundarna navitja poganjata dva šestimpulzna usmernika, narejena s tiristorjem, katerih izhoda sta povezana vzporedno. Če ta usmernik neposredno poganja napravo za elektrolizo, zagonski kot tiristorja nadzira izhodno napetost in tok, ki teče vanj. Zagonski kot se lahko uporabi tudi za vzdrževanje toka v sistemu, ko se celica za elektrolizo stara in napetost, potrebna za sklop celic, narašča. Transformator lahko vključuje tudi regulacijsko stikalo (OLTC). Stikalo OLTC spremeni razmerje



Slika 6: Aktivni usmernik nadomešča diode ali tiristorje v vezju usmernika z IGBT stikali, ki jih preklopi krmilnik gonilnika vhoda. (Vir slike: Infineon Technologies)



Slika 7: Pretvornik s porazdeljenim sistemom zmanjša vhodno raven enosmerne napetosti (DC), VDC1, na izhodno raven VDC2. (Vir slike: Infineon Technologies)

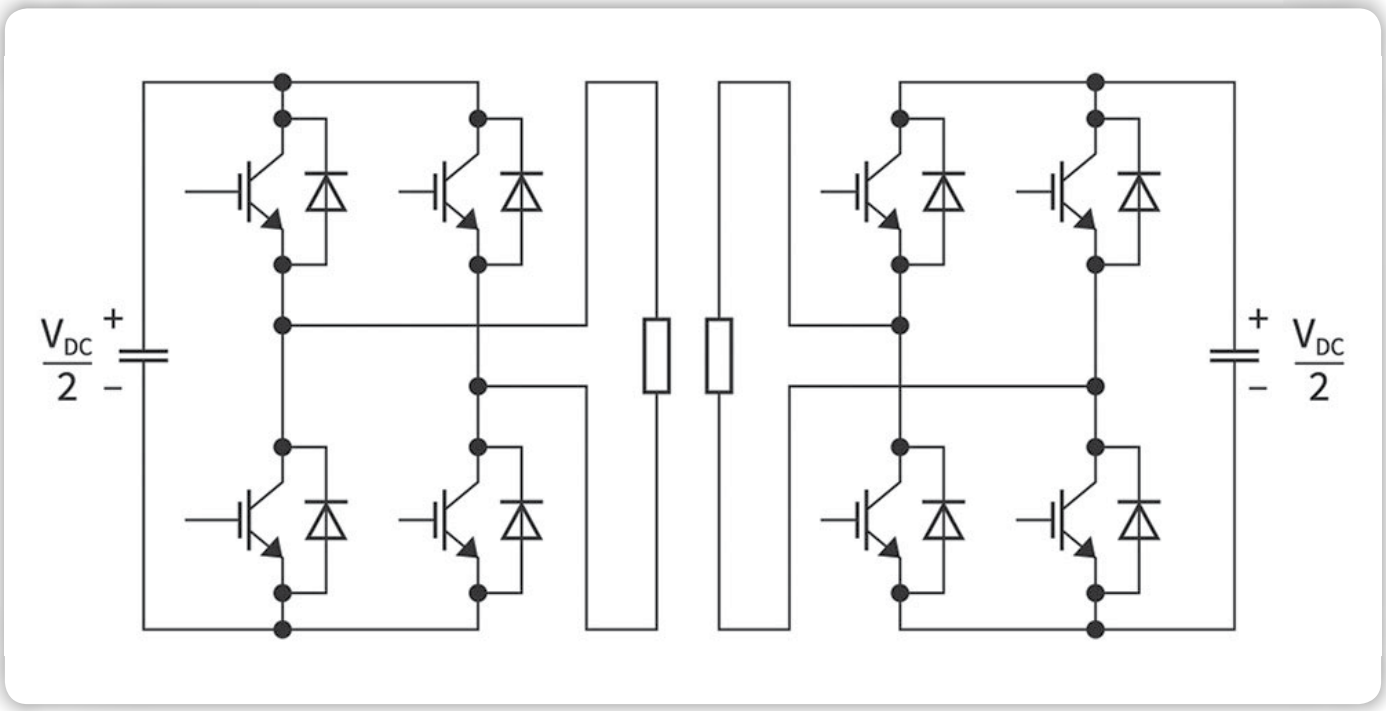
Osnovno zasnovo usmernika je mogoče izboljšati z dodajanjem pretvornikov s porazdeljenim sistemom stikal po usmerjanju na izhodu usmernika. Dodajanje stopnje stikal poveča nadzor nad postopkom s prilagoditvijo delovnega cikla stikala namesto zagonskega kota, narejenega s tiristorjem (slika 5). To zmanjša dinamično območje, potrebno za tiristor, kar omogoča optimizacijo postopka.

Uporaba stikala po usmerjanju z uporabo stikal energije z izoliranimi bipolarnimi tranzistorji (IGBT) odpravi potrebo po stikalu OLTC transformatorja, zmanjša popačenje toka in izboljša faktor moči (PF).

FD450R12KE4PHOSA1 podjetja Infineon Technologies je modul IGBT stikala, namenjen tem aplikacijam. Deklariran je na največjo napetost 1200 voltov in največji tok 450 A in je na voljo v standardnem 62-milimetrskem (mm) modulu C-serije.

Naprednejša vezja usmernika vključujejo aktivne usmernike na osnovi IGBT stikala. Aktivni usmerniki nadomeščajo diode ali tiristorje z IGBT stikali, ki jih krmilnik vklopi in izklopi ob ustreznem času prek gonilnika vhoda (slika 6).

Za razliko od tradicionalnega usmernika, ki proizvaja nesinusoidne omrežne tokove, ima aktivni usmernik tuljavo v seriji



Slika 8: Pretvornik DAB znižuje napetost in zagotavlja galvansko ločitev med vhodom in izhodom. (Vir slike: Infineon Technologies)

z IGBT stikali, kar ohranja sinusni omrežni tok in zmanjšuje harmonična popačenja. Impedanca IGBT stikala pri prevajanju je zelo nizka, kar zmanjša prevodne izgube in izboljša učinkovitost v primerjavi s standardnim usmernikom. Krmilnik aktivnega usmernika vzdržuje enoten faktor moči (PF), zato so zunanje naprave za korekcijo faktorja moči (PFC) nepotrebne. Deluje tudi pri višjih stikalnih frekvencah, kar ima za posledico manjše pasivne komponente in filtre.

FF1700XTR17IE5DBPSA1 združuje dvojna IGBT stikala v polmostični konfiguraciji v PrimePACK 3+ modularnem ohišju. Deklariran je, da zmore prenesti 1700 voltov z največjim tokom 1700 A. Vezje, prikazano na sliki 6, bi uporabljalo tri takšne module.

Gonilnik vhoda IGBT stikala, kot je 1ED3124MU12HXUMA1 vklopi in izklopi en sam par IGBT stikal. Gonilnik vhoda je galvansko ločen s tehnologijo transformatorja brez jedra. Združljiv je z IGBT stikali z nazivno napetostjo od 600 do 2300 voltov in ima tipičen izhodni tok 14 A na ločenih priključkih vira in ponora. Vhodni logični priključki delujejo v širokem razponu vhodne napetosti od 3 do 15 voltov z uporabo mejnih vrednosti CMOS za podporo 3,3-voltnih mikrokontrolerjev.

Pretvorba električne energije za vire enosmerne napetosti (DC)

Ločevanje vodika z uporabo virov električne energije enosmerne napetosti (DC), kot so fotovoltaična energija in hibridni sistemi na osnovi baterij, zahteva DC/DC pretvornike. Kot smo že omenili, lahko ti pretvorniki izboljšajo delovanje diodnih usmernikov/usmernikov, narejenih s tiristorjem. Omogočajo tudi optimizacijo lokalnih omrežij enosmerne napetosti (DC) za prilagodljivost obrata.

Pretvornik s porazdeljenim sistemom uporablja vzporedne module s polmostičnim stikalom za spreminjanje ravni enosmerne napetosti (DC) iz vhoda v izhod (slika 7).

S pravilnim nadzorom prepletanja ta topologija DC/DC pretvornika znatno zmanjša valovanje enosmerne napetosti (DC) brez povečanja velikosti tuljav ali stikalne frekvence. Vsako fazo implementacije lahko realiziramo z ustreznim modulom. FF800R12KE7HPSA1je polmostični 62 mm modul z IGBT stikalom, primeren za DC/DC pretvornik s topologijo s porazdeljenim sistemom. Naveden je za največjo napetost 1200 voltov in podpira največji odjemni tok 800 A.

Pretvornik z dvojno aktivno povezavo (DAB) je alternativa pretvorniku (slika 8).

Pretvornik DAB uporablja visokofrekvenčni transformator za povezavo vhodnih in izhodnih vezij s polno povezavo ter se tem zagotovi galvansko izolacijo.

Takšna izolacija je pogosto koristna za zmanjšanje korozije rezervoarja in elektrod celice za elektrolizo. Identična vezja s polno povezavo se poganjajo s komplementarnimi kvadratnimi valovi. Faznost pogonskih signalov med primarno stranjo in sekundarno določa smer pretoka električne energije. Poleg tega DAB pretvornik zmanjša izgube pri preklapljanju z uporabo IGBT stikal s preklapljanjempri prehodu skozi ničlo.

Vezje je mogoče izdelati s polmostičnimi IGBT ali MOSFET stikalnimi moduli iz silicijevega karbida (SiC).

Zaključek

Ker svetovno povpraševanje po čistih virih energije še naprej narašča, bo ločevanje zelenega vodika, ki temelji na obnovljivih virih energije, vse pomembnejše. Takšni viri zahtevajo učinkovito, zanesljivo in zelo stabilno napajanje z enosmernim tokom (DC).

Razvijalci si lahko za potrebne komponente za pretvorbo električne energije ogledajo širok portfelj visokonapetostnih komponent in polprevodnikov podjetja Infineon Technologies.

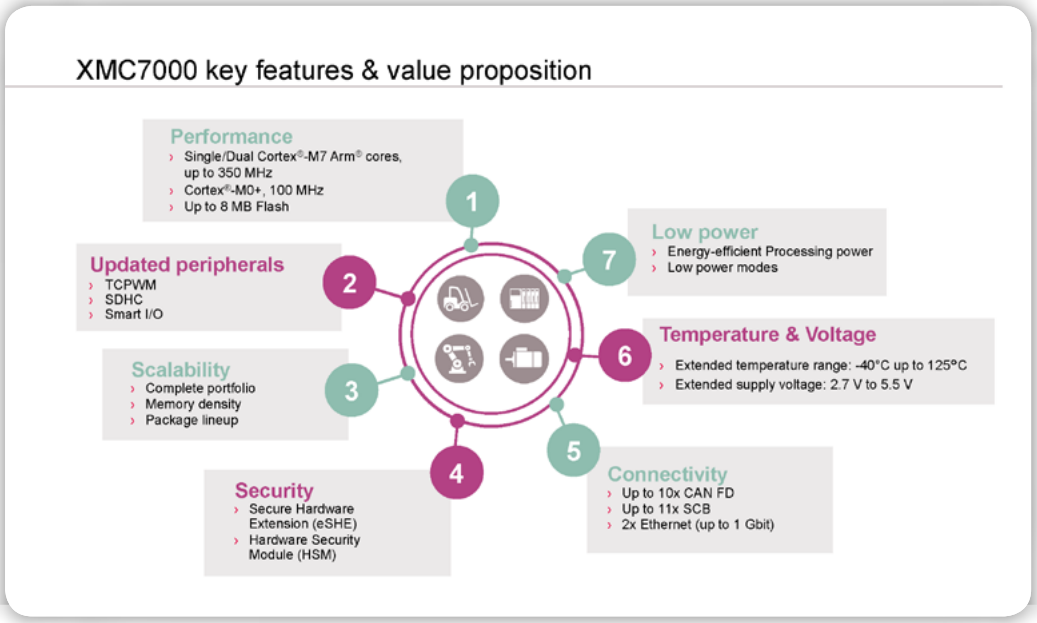
https://www.digikey.com

Mikrokontrolerji za vrhunske industrijske sisteme

RUTRONIK GmbH
Avtorja: Andreas Heder, terenski inženir za aplikacije v podjetju Rutronik in Panagiotis Venardos, višji vodja za industrijske mikrokontrolerje v podjetju Infineon Technologies

Robotika in industrijski pogoni zahtevajo tehnično raznolikost, veliko računsko moč ter visoko raven varnosti.

Industrijski sistemi postavljajo razvojnikom številne izzive. Njihovo obvladovanje zahteva obsežno vnaprejšnje načrtovanje, strogo preizkušanje in skladnost z industrijskimi standardi ter predpisi, predvsem pa zahteva pravi mikrokontroler.



Slika 1: Zmogljivost, energetska učinkovitost in varnost so v središču razvoja robotskih sistemov, industrijskih pogonov ter sistemov za električna vozila. (Slika: Infineon)

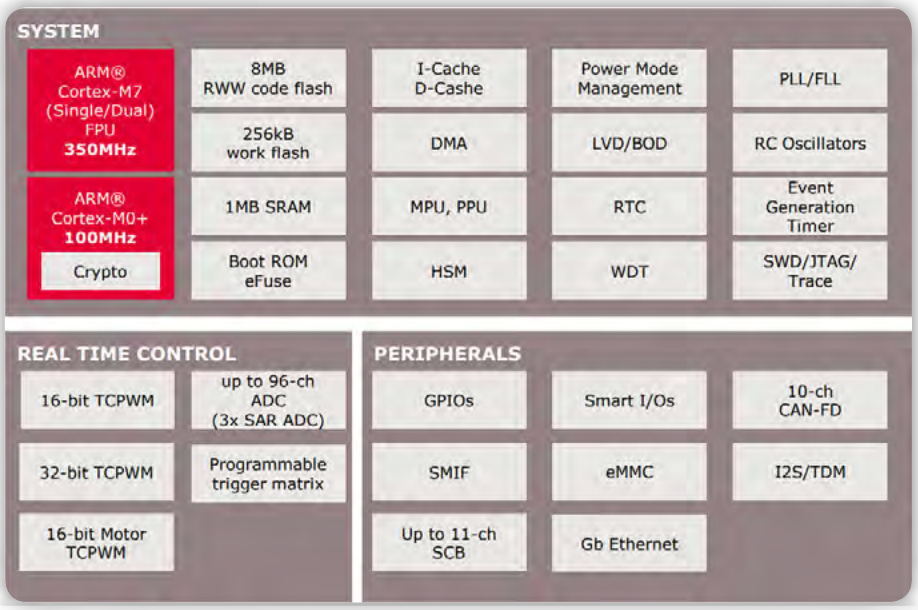
Pri razvoju vrhunskih sistemov, kot so robotika, industrijski pogoni ali električna vozila, so najpomembnejše energija, zmogljivost, učinkovitost in varnost. Izbira optimalnega mikrokontrolerja pomembno prispeva k doseganju teh ciljev. Biti mora kakovosten, prilagodljiv in zmogljiv, delovati učinkovito ter imeti funkcije, s katerimi ga je mogoče prilagoditi zahtevnemu in stalno spreminjajočemu se okolju.

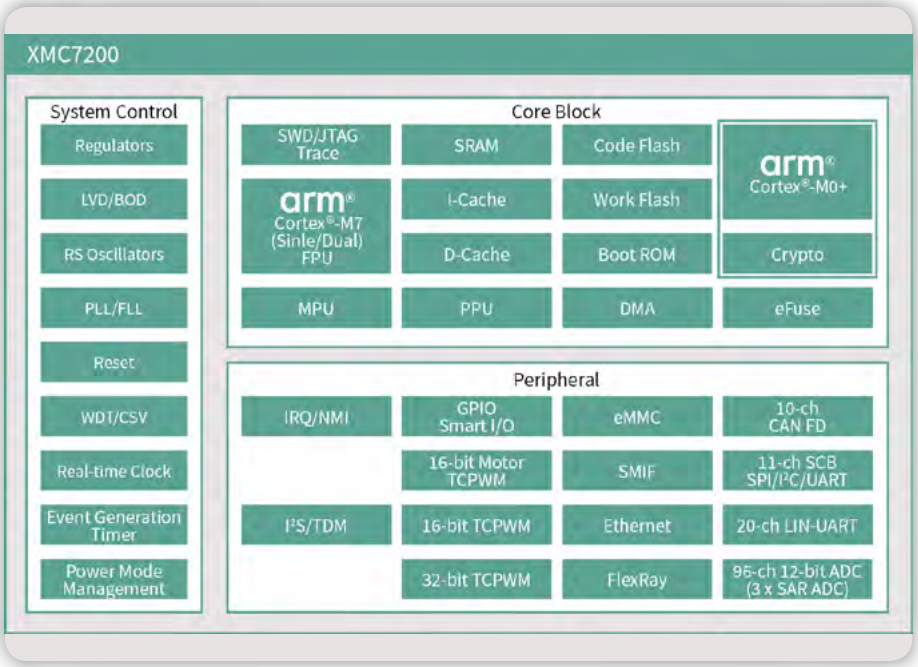
Zahteve za krmilnike v sodobnih industrijskih sistemih so vse bolj zapletene, obdelati pa je treba vedno večje količine podatkov. To predstavlja izredne izzive za razvijalce takšnih krmilnikov. Sistemi morajo te količine podatkov obdelati učinkovito in pri tem ohraniti njihovo celovitost. Učinkovito upravljanje in dodeljevanje virov znotraj CPE ter uporaba notranjega in zunanjih pomnilnikov so zelo pomembni.

Poleg tega imamo pri uporabi v industriji različne zahteve za delovanje v realnem času. Zanesljivo izvajanje vseh nalog v predpisanem času zahteva izredno strogo omejevanje zakasnitev in napak. Pri 24-urni proizvodnji je to v praksi težko izvedljivo, npr. zaradi rednih posodobitev programske opreme, katerih pogostost in trajanje nista vedno znana.

Za neprekinjeno delovanje celotnega sistema v industrijskem okolju je potrebnih več ključnih funkcij in integracij, ki zagotavljajo zanesljivost, zmogljivost ter združljivost s posebnimi zahtevami posameznih sistemov. To vključuje uporabo komponent industrijske kakovosti, za katere so značilni dolga življenjska doba ter razširjeno temperaturno in napetostno območje. Mikrokontroler mora prav tako podpirati prave vmesnike in pripadajoče komunikacijske protokole ter biti združljiv s široko paleto industrijskih programskih orodij in knjižnic.

Takšen je 32-bitni mikrokontroler XMC7000 podjetja Infineon. Temelji na procesorskem jedru Arm® Cortex® M7 in je razvit predvsem za industrijo. V ta namen je opremljen z različnimi perifernimi napravami, kot so CAN FD, TCPWM in Gigabit Ethernet, ter funkcijami za strojno varnost. Njegovi načini za nizko porabo sežejo vse do 8 µA. S širokim temperaturnim območjem od –40 do 125 °C zagotavlja mikrokontroler



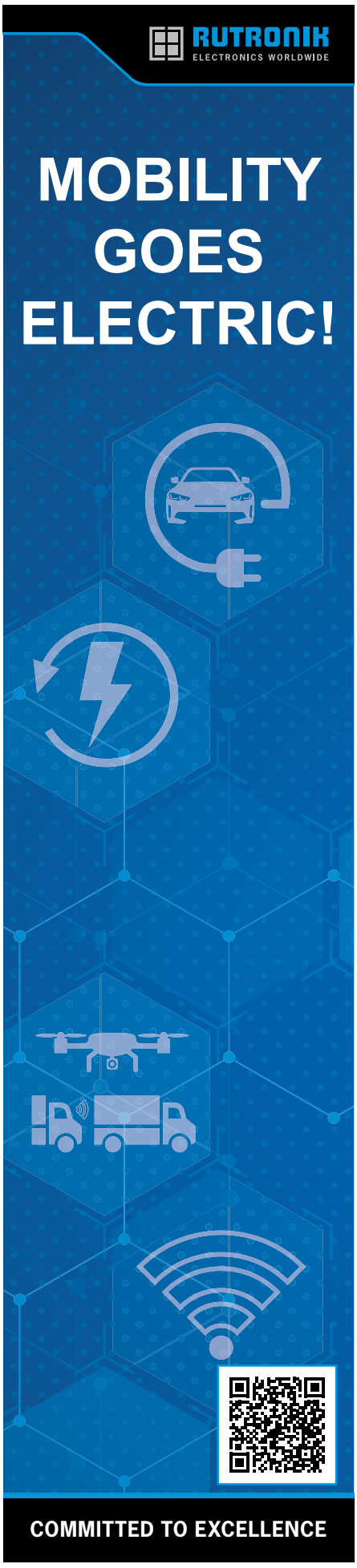


Slika 2: XMC7000 podjetja Infineon ima vse, kar potrebuje mikrokontroler za industrijo (Slika: Infineon)

XMC7000 veliko trpežnost v zahtevnih industrijskih okoljih. Za čim boljše izpolnjevanje projektnih zahtev zagotavlja mikrokontroler XMC7000 s štirimi razpoložljivimi ohišji in števili priključkov ter 17 izvedbami veliko razširljivost v smislu števila procesorskih jeder in velikosti Flash pomnilnika ter pomnilnika RAM.

Zanesljivo in varno medsebojno sodelovanje vseh pomembnih delov za krmiljenje motorjev ter močnostnih sistemov, kot so motorji, pogoni, krmilni sistemi in tipala, zahteva robustno krajevno komunikacijsko omrežje. V ta namen ima mikrokontroler XMC7000 standardizirane komunikacijske vmesnike, kot so CAN FD, gradniki za zaporedno komunikacijo (Serial Communication Block – SCB) in vmesniki Ethernet. Zunanji pomnilnik, vmesnik SDHC, vmesnik I2S/TDM in številne V/I-enote olajšajo integracijo ter komunikacijo med različnimi napravami in platformami.

Naloge, kot je zbiranje podatkov tipal ali krmiljenje zunanjih močnostnih polprevodnikov, morajo največkrat potekati v realnem času. Take zahteve lahko mikrokontroler XMC7000 obvlada z do dvema jedroma Arm Cortex M7 s frekvenco ure do 350 MHz,



Glavne značilnosti mikrokontrolerjev XMC7000

- *32-bitni mikrokontroler:*
  - » *Eno ali dve jedri Arm Cortex M7 s frekvenco 350 MHz in eno jedro Arm Cortex M0+ s frekvenco 100 MHz za kriptografijo*
  - » *Do 8 MB Flash pomnilnika, do 1 MB pomnilnika SRAM in medpomnilnik I/D*
- *Napetostno območje: 2,7–5,5 V*
- *Razširjeno temperaturno območje do 125 °C*
- *Vmesniki:*
  - » *CAN FD z do desetimi kanali, SCB z do enajstimi kanali*
  - » *eMMC, SMIF (QSPI/HS-SPI), 10/100/1000 Mb Ethernet z do dvema kanaloma*
- *A/D-pretvornik:*
  - » *Do 96 kanalov s tremi 12-bitnimi pretvorniki ADC z zaporednim približevanjem (SAR)*
- *Časovnik:*
  - » *Krmiljenje motorjev z do 15 kanali, 87-kanalna 16-bitna enota TCPWM (časovnik/števec/pulznoširinska modulacija), 16-kanalna 32-bitna enota TCPWM*
  - » *Časovnik za proženje prekinitev*
- *Ohišje: 100-/144- in176-polno TQFP, LFBGA-272*

do 8 MB Flash pomnilnika in do 1 MB pomnilnika SRAM. Ima tudi 256 kB delovnega Flash pomnilnika, ki je v nasprotju s Flash pomnilnikom za kodo optimiziran za bistveno pogostejše programiranje.

Zaščita pred kibernetskimi grožnjami

Vse obširnejše povezovanje in izmenjava podatkov v proizvodnih ter avtomatizacijskih okoljih neizogibno pomeni večje kibernetske grožnje. Sistemi za krmiljenje motorjev in močnostnih sistemov so za to še posebej občutljivi; napadi lahko resno zmotijo proizvodne procese in pomenijo nevarnost za občutljive podatke. Zaradi teh tveganj so za zagotovitev zanesljivega izvajanja prave ugnezdeneprogramske opreme odločilni varnostni ukrepi, kot so zavarovane daljinske (Secure Over The Air – SOTA) posodobitve ugnezdeneprogramske opreme in varen zagon (Secure Boot). Pred temi grožnjami se lahko zavarujemo tudi z drugimi ukrepi, kot so šifriranje, omejevanje dostopa in sistemi za zaznavanje vdorov. Te funkcije v realnem času izvaja vgrajeno procesno jedro Arm Cortex M0+.

Bistveni gradniki so A/D-pretvorniki, časovniki/števci in enote PWM (TCPWM)

Za sisteme z večosnimi pogoni in sinhronim vzorčenjem signalov analognih tipal ima mikrokontroler tri neodvisne ADC pretvornike z multiplekserji, ki delujejo po načelu zaporednega približevanja (Successive Approximation Register – SAR) z minimalnimi zakasnitvami za vzorčenje v realnem času. Mikrokontroler XMC7000 ima tudi veliko število prilagodljivih blokov TCPWM. Pri krmiljenju trifaznih asinhronskih motorjev je mogoče na primer fino uravnavati povprečno napetost na motorju s spretnim prilagajanjem razmerja vklopa signala PWM, kar omogoča optimalno zmogljivost in odzivnost. Bloki TCPWM so v ta namen med seboj povezani na strojni ravni in ponujajo številne možnosti parametriranja. Na voljo so posebne enote PWM za krmiljenje motorjev s funkcijami, kot so razširjeni vmesniki za kvadraturne kodirnike, asimetrično proizvajanje signalov PWM in nastavitev mrtvega časa.

Poleg tega ima mikrokontroler XMC7000 tudi posebne V/I-gradnike SMART I/O. Te je mogoče parametrirati kot digitalno povezovalno logiko (AND, OR, XOR in vnaprej določene tabele). Vhodne signale je zato mogoče obdelati brez posredovanja procesorja. V načinu varčevanja lahko tako na primer prepoznamo določen vzorec signalov na enem ali več polih in se nanj odzovemo (varnostno vezje).

Razvojna orodja

Obstaja veliko programskih rešitev za XMC7000, ki uporabnikom olajšajo razvoj npr. krmilnikov za motorje ali sistemov za pretvorbo energije. Podjetje Infineon zagotavlja razvojno platformo ModusToolbox™, ki vključuje programska orodja in vire za poenostavljanje procesa načrtovanja. Uporabljati ga je mogoče samostojno ali v celoti integrirano v razvojno okolje IDE, ki temelji na okolju Eclipse. Uporabniku prijazen konfigurator naprav omogoča dosleden razvoj v različnih industrijskih standardnih razvojnih okoljih, kot so Eclipse, VS Code ali IAR. ModusToolbox vključuje tudi vrsto razvojnih orodij, knjižnic in okolij za izvajanje za vgrajene sisteme. Na voljo je brezplačno in podpira številne druge izdelke Infineon.

Demonstracija krmiljenja robotske roke z mikrokontrolerom XMC7000:

- *https://www.youtube.com/watch?v=Su1ZCZ-LtoY*

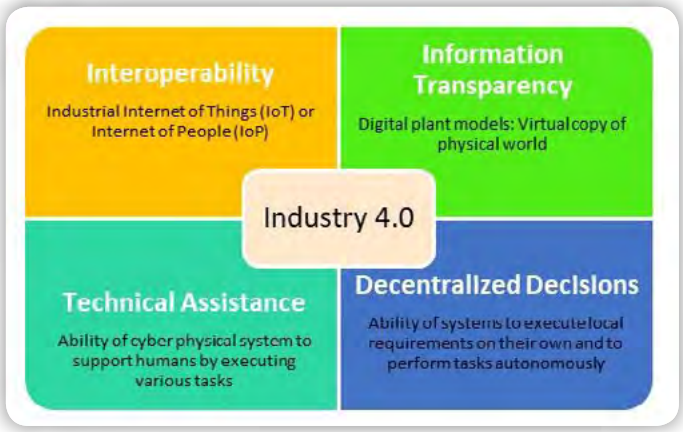
https://www.rutronik.com

Robustno in zanesljivo krmiljenje motorjev za industrijsko področje

Renesas Electronics Corporation
Avtor: Joseph Png, vodja poslovnega razvoja MCU/MPU, RenesasElectronics

Industrija 4.0 zainteresiranim stranem omogoča optimizacijo objektov in povečanje produktivnosti s pomočjo medsebojno povezane industrijske opreme in izboljšanega računalništva.

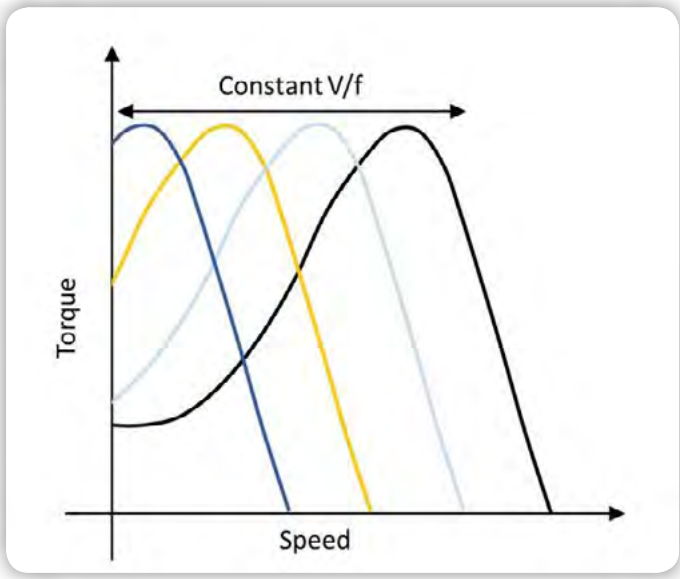
Predstavlja odlično priložnost za pomoč zainteresiranim stranem pri uporabi konvergentne tehnologije za ustvarjanje trajnostne, v človeka usmerjene prihodnosti, v kateri motorji pomembno prispevajo v vseh panogah. Slika 1 prikazuje postopek prepoznavanja in izvajanja industrije 4.0, kjer internet stvari (IIoT) omogoča povezovanje naprav, s čimer se ustvari virtualni dvojček podatkov iz realnega sveta. To upravljavcem olajša vizualizacijo in analizo procesov, kar jim omogoča sprejemanje odločitev za čim bolj učinkovito avtonomno izvajanje nalog.



Slika 1: Načela načrtovanja industrije 4.0

Ključne zahteve za krmiljenje motorjev v različnih panogah vključujejo:

- *Ohranjanje stabilnega delovanja v širokem razponu obremenitev.*
- *Zagotavljanje hitrega in natančnega odziva.*
- *Podpora različnim senzorjem povratne informacije o položaju, kot so enkoderji, rezolverji, Hallovi senzorji itd.*
- *Obvladovanje električnega šuma in motenj v povratnih signalih (tok, napetost, temperatura).*
- *Doseganje visoke učinkovitosti.*
- *Izpolnjevanje najvišjih standardov zanesljivosti in funkcionalne varnosti.*
- *Krmilnik mora biti kompakten in lahek.*
- *Podpira različne industrijske komunikacijske protokole, kot so UART, I2C, CAN itd.*



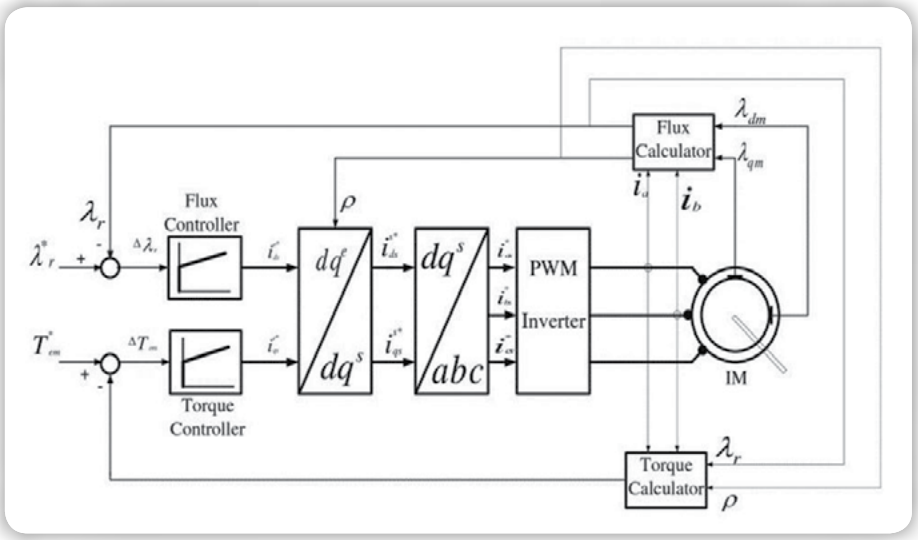
Slika 2: Karakteristika vrtilnega momenta IM s krmiljenjem V/f

Indukcijski motorji (IM) imajo ključno vlogo v industrijskih panogah kot glavni delovni konj za ohranjanje učinkovitega gibanja. Zaradi dokazane zanesljivosti, vsestranskosti in ekonomskih prednosti so najprimernejša izbira za industrijske aplikacije. V preteklosti so se IM uporabljali predvsem za aplikacije z eno delovno točko, ki so delovale z nazivnim navorom in hitrostjo. Vendar je napredek pri krmiljenju motorjev razširil njihovo uporabnost v širokem razponu navorov in hitrosti, zaradi česar so zelo prilagodljivi različnim potrebam industrije. Danes so skoraj vse rešitve za gibanje prešle s pnevmatskega ali ročnega upravljanja na motorizirane sisteme.

Indukcijski motor deluje po načelu elektromagnetne indukcije. Vrteče se magnetno polje, ki ga ustvarja vzbujanje statorja, povzroča elektromagnetno silo (EMF) v rotorju. Posledično skozi rotor tečejo tokovi, ki ustvarjajo navor in omogočajo vrtenje. Zato je natančen nadzor vzbujanja statorja ključnega pomena za učinkovito krmiljenje indukcijskega motorja.

Krmiljenje hitrosti indukcijskih motorjev se običajno deli na dve glavni kategoriji:

Skalarni nadzor: večina obstoječih pogonskih sistemov s spremenljivo hitrostjo so nizko zmogljivi pogoni, ki nadzorujejo višino frekvence statorske napetosti ali toka. Krmiljenje se doseže z vzdrževanjem konstantnega magnetnega polja v motorju. Najpogosteje uporabljena metoda skalarnega krmiljenja je krmiljenje s konstantno napetostjo/herc (V/f), pri katerem se velikost statorske napetosti prilagaja sorazmerno s frekvenco, s čimer se ohranja konstanten statorski tok v motorju. Čeprav so metode skalarnega krmiljenja razmeroma enostavne za izvajanje, niso primerne za aplikacije, ki vključujejo prehodne pojave na strani bremena. V nadaljevanju so prikazane tipične značilnosti motorja, ki jih je mogoče doseči z V/f krmiljenjem.



Slika 3: Vektorski krmilni sistem za indukcijski motor z ugotavljanjem fluksa

Vektorsko krmiljenje: V nasprotju s skalarnim krmiljenjem vektorsko krmiljenje IM temelji na shemah krmiljenja, usmerjenega v polje (FOC). Ta metoda omogoča krmiljenje faze in velikosti vektorskih veličin motorja. Pogoni z vektorskim krmiljenjem veljajo za visoko zmogljive pogone z nadzorom nad trenutnim navorom in magnetnim poljem motorja tako v ustaljenem stanju kot v prehodnih pogojih. Čeprav je vektorsko krmiljenje računsko zahtevno, je boljše od skalarnega krmiljenja, zlasti v dinamičnih pogojih.

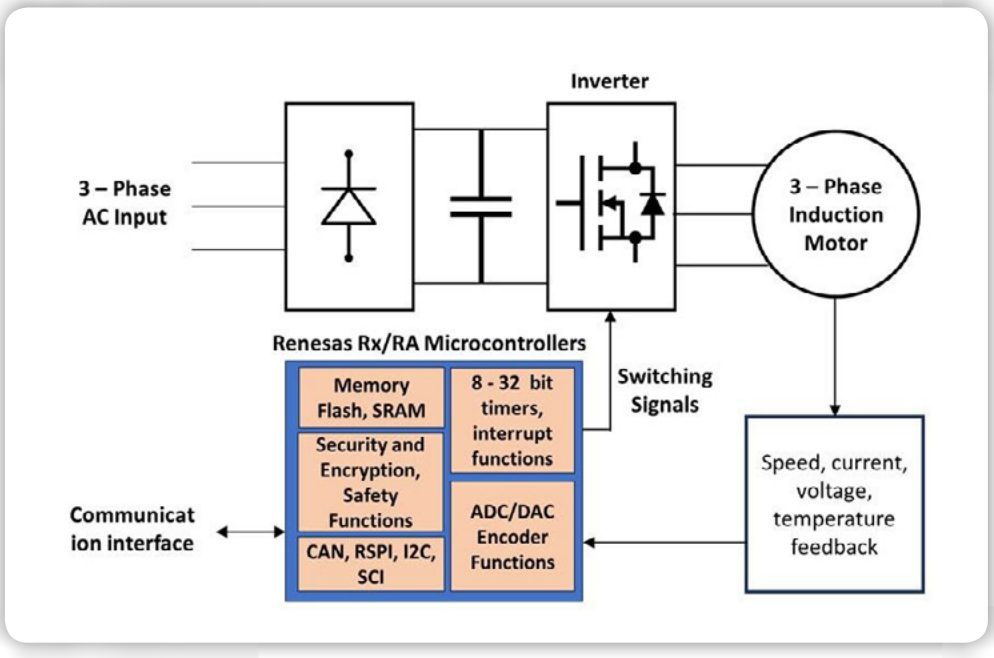
Izvajanje vektorskega krmiljenja vključuje ugotavljanje rotorskega fluksa iz statorske napetosti ali tokov z uporabo senzorjev fluksa, kar zahteva natančno zaznavanje in hitro računanje.

V sodobnih aplikacijah morajo motorji delovati v širokem območju delovanja in v dinamičnih pogojih, zato so za učinkovito izpolnjevanje teh zahtev potrebne vektorske krmilne sheme. Glede na zahteve po zaznavanju in izračunavanju je skrbna izbira ustreznih mikrokontrolerjev (MCU) ključnega pomena za razvoj zanesljive rešitve za krmiljenje indukcijskih motorjev.

Slika 4 prikazuje tipičen pogon z indukcijskim motorjem in njegove glavne sestavne dele. Pogoni z indukcijskim motorjem prejemajo energijo iz trifaznega izmeničnega vhodnega napajanja, ki se prek usmernika pretvori v enosmerno napetost. Za zmanjšanje valovanja napetosti so na to izhodno enosmerno napetost nameščeni DC link kondenzatorji. Enosmerna napetost se nato dovede v inverter, ki jo na podlagi stikalnih signalov, ki jih prejme MCU, pretvori nazaj v izmenično napetost za indukcijski motor. MCU, ki je glava pogona, ima ključno vlogo pri določanju zmogljivosti in učinkovitosti pogona z indukcijskim motorjem. Za aplikacije pogonov IM sta bili seriji MCU Renesas RA-T in RX-T skrbno zasnovani s posebnimi funkcijami, ki pomagajo pri razvoju visokozmogljivih pogonskih sistemov. V nadaljevanju si oglejmo nekaj ključnih lastnosti teh MCU-jev.

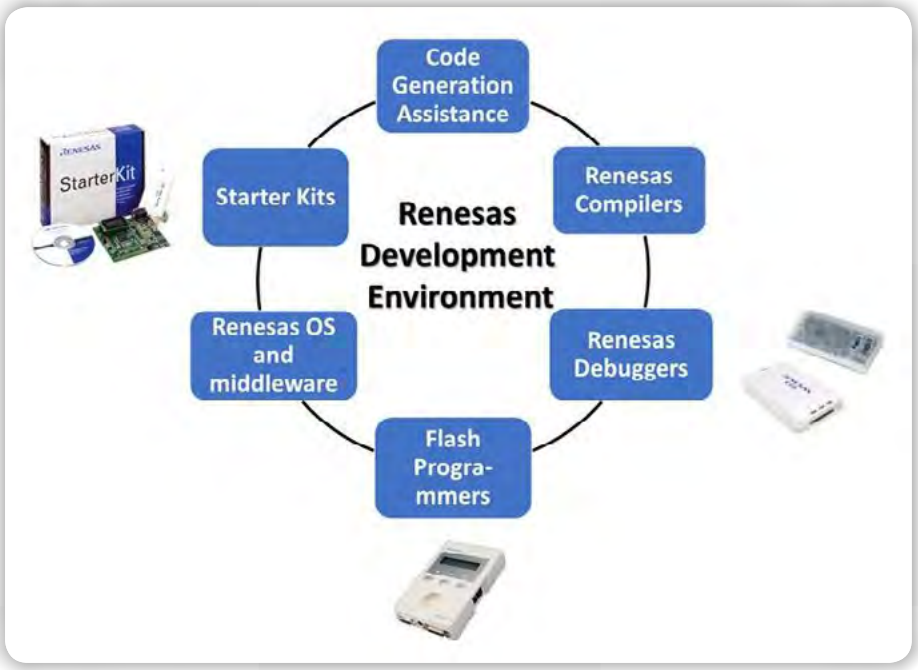
Ustvarjanje PWM: visokofrekvenčno generiranje PWM je ključnega pomena za doseganje nižjega THD v tokovnih nihanjih in nemoteno krmiljenje katerega koli motorja. MCU-ja RA-T in RX-T lahko podpirata do 200 MHz frekvenco 3-faznega komplementarnega generiranja PWM. Zaradi teh visokofrekvenčnih PWM signalov sta idealna za pretvornike z naprednimi močnostnimi stikali na osnovi GaN in SiC, ki lahko delujejo pri zelo visokih stikalnih frekvencah.

Trigonometrične funkcije: vsako napredno krmiljenje, kot je vektorsko krmiljenje ali drugo FOC krmiljenje, zahteva izračun navora in magnetnega pretoka v realnem času, kar vključuje implementacijo številnih trigonometričnih funkcij. MCU-ji Renesas ponujajo namenske aritmetične enote za trigonometrične funkcije (TFU), ki močno skrajšajo računski čas in povečajo natančnost izračuna. Druge operacije s plavajočo vejico, ki so potrebne za aplikacije za krmiljenje motorjev, se lahko izvajajo pri hitrosti procesiranja 200 MHz.



Slika 4: Tipična blokovna shema pogona indukcijskega motorja z mikrokontrolerji Renesas

Nadzor s povratno informacijo: RA-T in RX-T MCU imata vgrajena 12/16-bitna A/D pretvornika. Ti ADC lahko hkrati vzorčijo 3 tokove za natančen nadzor toka in določanje stanja preklopa. Za branje povratnih informacij z enkoderjev namenski načini faznega štetja zagotavljajo zmožnost branja vhoda enkoderja do 32-bitne ločljivosti.



Slika 5: Renesasova orodja za hiter razvoj rešitev za krmiljenje motorjev

Renesas ponuja popolno razvojno okolje za hiter in zanesljiv razvoj izdelkov. Razvojno okolje zagotavlja namenske rešitve za vse pomembne faze razvoja programske in strojne opreme ter tehnično podporo, ki jo zagotavlja Renesasova ekipa.

V zadnjem času smo bili priča pospešenemu tehnološkemu razvoju brez primere, predvsem zaradi napredka na področju informacijskih tehnologij in digitalnega računalništva. Ta razvoj ni le postopen napredek, temveč pomeni začetek nove tehnološke revolucije, znane kot industrija 4.0 (IR 4.0). V središču te revolucije so tehnologije umetne inteligence, strojnega učenja in podatkovne analitike, ki spreminjajo pravila igre.

Komunikacijski vmesnik

Motorni pogoni igrajo ključno vlogo v avtomatizacijski in predelovalni industriji, saj so sestavni deli večjih nadzornih sistemov in omogočajo komunikacijo z glavnimi krmilniki in perifernimi napravami. Zato je nujno, da so MCU-ji združljivi z industrijskimi standardnimi komunikacijskimi protokoli. Renesasove MCU-je je mogoče brez težav integrirati v večje sisteme z uporabo komunikacijskih vmesnikov, kot so SCI, CAN, I2C, RSPI, USB, in razširjenih industrijskih protokolov, kot sta Ethercat in Ethernet-IP.

Če povzamemo: prihodnost je brezhibna integracija kibernetsko-fizičnega sveta. Glede na pomen krmiljenja motorjev za industrijske aplikacije morajo nove rešitve dopolnjevati ta prizadevanja, zmogljivosti MCU-jev pa morajo imeti ključno vlogo pri doseganju tega cilja. Družini MCU RX-T in RA-T podjetja Renesas sta bili razviti z namenskimi funkcijami za krmiljenje motorjev skupaj z možnostmi varne in hitre podatkovne komunikacije, ki izpolnjujejo zahteve standarda IR 4.0 in sta tako idealna izbira za robusten industrijski sistem za krmiljenje motorjev.

Fotografije, slike: Renesas
https://www.renesas.com

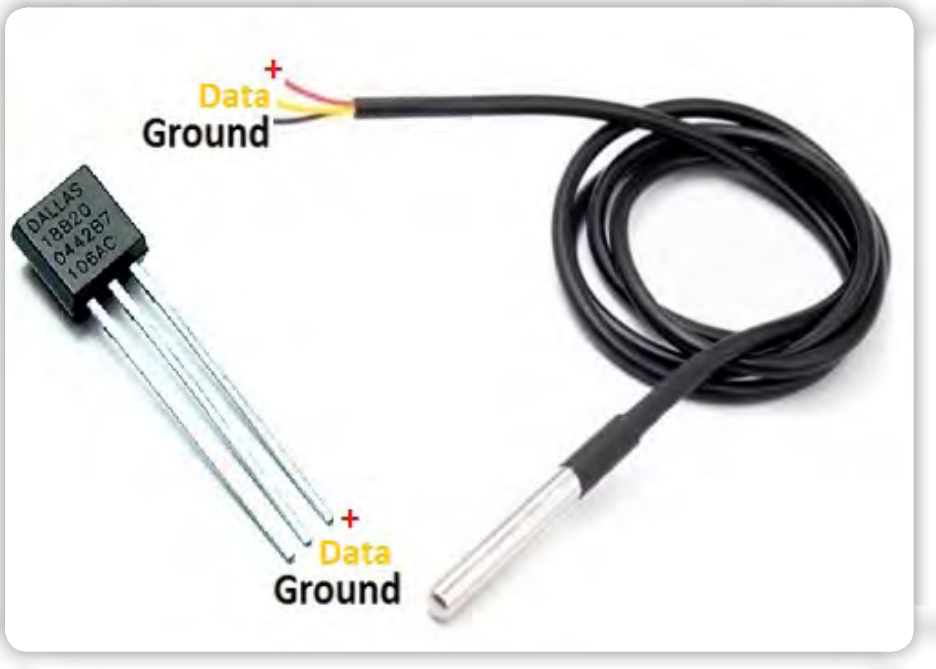
Bascom-AVR knjižnice za programsko podporo DS1820 in DS18B20 digitalnih temperaturnih senzorjev z offset temperaturno kalibracijo

Avtor: Mladen Čempuh
e-mail: cempuh.mladen@gmail.com

V tem članku bo opisana uporaba DS1820 in DS18B20 digitalnih temperaturnih senzorjev z uporabo priloženih Bascom-AVR programskih knjižnic za podporo navedenih senzorjev.

Za senzor tipa DS1820 je narejena knjižnica „ds1820.inc" , za senzor DS18B20 pa je narejena knjižnica „ds18b20.inc". Obe knjižnici podpirata samo en DS1820 ali DS18B20 senzor na izbranem priključku za 1-Wire komunikacijo mikrokontrolerja.

Digitalna temperaturna senzorja DS1820 in DS18B20 se izdeluje v nekaj vrstah ohišja, najpogosteje se uporablja v ohišju TO-92 za merjenje npr. temperature zraka, in v paličastem ohišju s kablom (glej sliko 1).



Slika 1: TO-92 in paličasto ohišje senzorjev DS1820 in DS18B20

Paličasto ohišje se izdeluje tudi v vodoodporni opciji, tako da je primerno za merjenje temperature vode in podobnih neagresivnih tekočin. Maksimalni temperaturni delovni obseg senzorjev je od -55°C do +125°C, za področje od -10°C do +85°C imajo originalni senzorji tovarniško deklarirano točnost +/- 0,5°C ali bolje. Na žalost, poceni temperaturni senzorji te vrste, ki sem jih nabavil od kitajskih internetnih dobaviteljev (in niso originalni od proizvajalca Dallas Semiconductor, danes je to Analog Devices) pogosto v navedenem temperaturnem obsegu ne ustrezajo navedenim tovarniškim mejam točnosti. Izjema je DS18B20 senzor, ki se prodaja v paličastem vodoodpornem ohišju pod oznako DFR0198 proizvajalca DF Robot, ki zanesljivo ustreza tovarniško deklarirani točnosti +/- 0,5°C (je tovarniško kalibriran), vendar ima ta senzor znatno višjo ceno.

Da bi lahko uporabljali tudi bistveno cenejše in v praksi manj točne DS1820 in DS18B20 senzorje z doseganjem točnosti do +/- 0,5°C v nekem ožjem merilnem področju, so priloženi primeri programov za t.i. offset temperaturno kalibracijo teh senzorjev. Offset temperaturna kalibracija izboljša točnost tudi originalnih senzorjev v ožjem temperaturnem področju okoli izbrane temperature, za katero je ta kalibracija narejena. Priložena je tudi knjižnica „calibrate_ds.inc" , ki omogoča offset temperaturno kalibracijo v eni točki izbrani po želji uporabnika, kalibracijske podatke pa shrani v interni EEPROM mikrokontrolerja. Tako v primeru, da bi bilo potrebno zamenjati senzor, ni potrebno ponovno reprogramiranje mikrokontrolerja.

DS1820 in DS18B20 za prenos podatkov uporabljata 1-Wire komunikacijo z mikrokontrolerjem. Pri tem uporabnik po želji izbere I/O priključek mikrokontrolerja za 1-Wire komunikacijo, ki se veže s priključkom Data na senzorju. Med izbrani 1-Wire I/O priključek mikrokontrolerja in VCC (pozitivni pol napajanja) je potrebno vezati pull-up upor priporočene vrednosti 4,7 kΩ.

Navedena senzorja se lahko napajata tudi preko 1-Wire linije, ko je ta linija v stanju logične enice (t.i. parazitno napajanje),

pri čemer je takrat pozitivni pol napajanja senzorjev potrebno vezati na maso GND. Tako sta za povezavo senzorjev z mikrokontrolerjem potrebni samo dve liniji (GND in Data). Vendar zaradi bolj zanesljivega dela senzorjev priporočam aktivno napajanje senzorjev, tako da se njegov pozitivni pol napajanja veže na VCC priključek napajanja mikrokontrolerja. DS1820 in DS18B20 senzorja imata interni 64 bitni (8 bajtni) ROM. Najnižji bajt ROM-a vsebuje podatek o vrsti senzorjev, to je 10H (heksadecimalno) za DS1820 ali 28H za DS18B20.

Naslednjih 6 bajtov ROM-a je enkratna identifikacijska številka tega senzorja. Najvišji bajt ROM-a vsebuje CRC 8 bitni podatek (eng. Cyclic Redunancy Check), kot rezultat CRC izračuna vsebino preostalih nižjih 7 bajtov ROM-a. S pomočjo tega CRC podatka mikrokontroler preverja pravilnost prenosa podatkov iz DS1820 ali DS18B20 ROM spomina. Glede na to, da priloženi knjižnici podpirata delo samo z enim DS1820 ali DS18B20 senzorjem na 1-Wire priključku mikrokontrolerja, identifikacija senzorja ni potrebna. Zato ta knjižnica preskoči identifikacijo senzorja, ko preko 1-Wire vodila pošlje heksadecimalni ukaz &HCC, s katerim preskoči branje ROM spomina. DS1820 ali DS18B20 senzor ima 9 bajtni blok za vpis in branje podatkov njegovega internega RAM/EEPROM spomina angl. Scratchpad.

Najnižja dva bajta sta RAM bajta TL in TH, ki vsebujeta podatek o izmerjeni temperaturi. Nekatere lokacije iz Scratchpad spomina so vrste RAM, nekatere so vrste EEPROM. Za boljše razumevanje so priložene PDF datoteke za DS1820 in za DS18B20. Pri branju podatkov iz Scratchpad spomina najvišji 9. bajt vsebuje CRC podatek, izračuna CRC vrednosti spodnjih 8 bajtov Scratchpad spomina, s čemer je omogočeno preverjanje pravilnosti branja vsebine Scratchpad spomina. Čeprav ima Bascom-AVR ukaz CRC8 za izračunavanje CRC 8 bitnega podatka za namen preverjanja pravilnosti prenosa podatkov, zaradi hitrosti izračuna tega podatka knjižnici „ds1820.inc" in „ds18b20.inc" uporabljata podatkovno 256 bajtno tabelo za hitro določanje vrednosti CRC8 podatka. To je tabela „crc8.inc", ki jo je potrebno z ukazom $include vključiti v uporabniški program za ukazom End.

Uporaba DS1820 senzorja

Za uporabo DS1820 senzorja je potrebno v uporabniški program z ukazom $include vključiti programsko knjižnico „ds1820.inc"
$include „ds1820.inc"

Senzor DS1820 izmerjeno temperaturo pretvarja v 9 bitni digitalni podatek. To za merilni obseg senzorja od -55°C do +125°C daje resolucijo branja 0,5°C. Priložena knjižnica „ds1820.inc" z uporabo podatkov iz Scratchpad lokacija TL, TH , COUNT REMAIN in COUNT PER °C (glej priloženi PDF za DS1820) izvrši izračun temperature s povečano točnostjo s čemer resolucija branja znaša 0,1°C. Tipičen čas trajanja konverzije temperature v digitalni podatek znaša okoli 200ms, maksimalen čas konverzije je do 500ms.

Za zagon konverzije temperature in izračun vrednosti izmerjene temperature se uporabi ukaz Ds1820, ki se vpisuje najpogosteje znotraj Do … Loop zanke.

Primer:

```
Do
  Ds1820
……..
……..
Loop
End
$include „crc8.inc“
```

Ukaz Ds1820 zažene konverzijo temperature, čaka 550ms na zanesljiv zaključek konverzije temperature, preverja CRC korektnost prebranih podatkov iz senzorja DS1820 s pomočjo tabelarnih podatkov v datoteki „crc8.inc" in če je CRC preverjanje podatkov pravilno, postavlja bajt spremenljivko Crc v stanje 0, in izračuna vrednost izmerjene temperature s povečano natančnostjo, izračunano vrednost temperature vpisuje v Single spremenljivko Temperature_ds.

Ukaz Ds1820 se uporablja najpogosteje znotraj Do-Loop zanke. Če je Crc = 0, takrat so podatki pravilno prebrani in lahko se uporabi podatek o temperaturi, vpisan v Single spremenljivko Temperature_ds. Vse te spremenljivke so dimenzionirane znotraj knjižnice „ds1820.inc". Za zaokrožitev vrednosti temperature na želeno število decimalk se uporablja Bascom-AVR ukaz Fusing.

Če je po izvršitvi ukaza Ds1820 Bascom-AVR interna bit spremenljivka Err za oznako napake postavljena v 1 to pomeni, da 1-Wire komunikacija ni našla temperaturnega senzorja DS1820. Za uporabo DS1820 senzorja sta priložena dva Bascom-AVR programska primera.

Eden je program „Temperature DS1820.bas", ki ne uporablja knjižnice „calibrate_ds.inc", in program „Temperature DS1820 calibrate.bas", ki uporablja „calibrate_ds.inc" in kalibracijske podatke offset temperaturne kalibracije shrani v interni EEPROM mikrokontrolerja.

Več o offset temperaturni kalibraciji senzorjev je navedeno v delu članka: Offset kalibracija temperature DS1820 in DS18B20 senzorjev. Priloženi primeri za prikaz temperature uporabljajo LCD 1602 ali 2004 v 4 bitnem načinu dela.

```
Config Lcd = 16 * 2     , LCD 1602
,Config Lcd = 20 * 4   , ili LCD 2004

Config Lcdpin = Pin , Db4 = PORTC.3 , Db5
= PORTC.2 , Db6 = PORTB.5 , Db7 = PORTB.4 ,
Rs = PORTC.5 , E = PORTC.4
Cls
Cursor Off

Backlight Alias PORTB.3
             ,Config Backlight = Output
Backlight = 1       , osvetlitev LCD-ja
```

Po potrebi redefiniraj postavke LCD-ja.

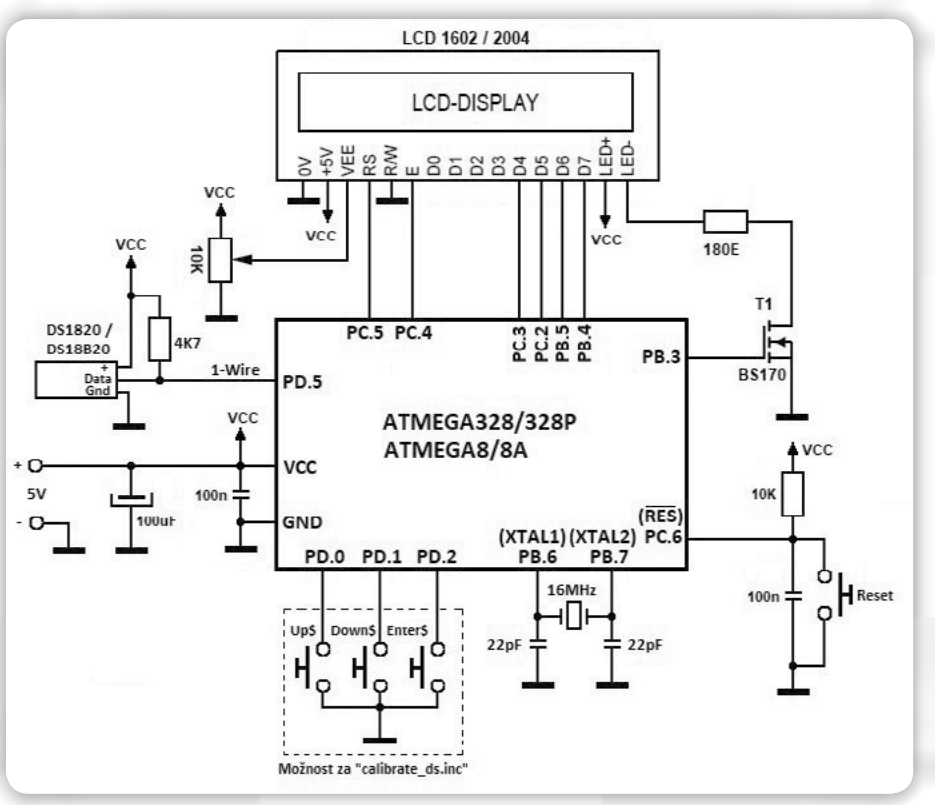
Uporaba DS18B20 senzorja

Za uporabo DS18B20 senzorja je potrebno v uporabniški program z ukazom $include vključiti knjižnico „ds18b20.inc“

```
$include „ds18b20.inc“
```

Senzor DS18B20 omogoča pretvorbo izmerjene temperature v 9, 10, 11 ali 12 bitni digitalni podatek, odvisno od postavk v konfiguracijskem registru (ang. Configuration register) v Scratchpad spominu. Knjižnica „ds18b20.inc“ uporablja 12 bitno pretvorbo izmerjene temperature. Tako se za delovno področje senzorja od -55°C do +125°C dobi 0,0625°C resolucija branja temperature. To je hkrati tudi njegova največja prednost glede na predhodno opisan tip senzorja DS1820.

Zaradi 12 bitne pretvorbe temperature je potreben daljši čas pretvorbe glede na senzor DS1820 in znaša maksimalno 750ms. Iz knjižnice „ds18b20.inc“ se uporablja ukaz Ds18b20 najpogosteje znotraj Do … Loop zanke uporabniškega programa. Ta zažene 12 bitno konverzijo izmerjene temperature, čaka 800ms za zanesljiv zaključek konverzije, preverja CRC prebranih podatkov iz Scratchpad spomina s pomočjo datoteke „crc8.inc“ in če so podatki pravilno prebrani, postavi bajtno spremenljivko Crc v 0, izračuna podatek temperature in ga vpiše v Single spremenljivko Temperature_ds.



Slika 2. Shema vezja za priložene Bascom-AVR primere programov

Če senzor DS18B20 ni najden na 1-Wire priključku mikrokontrolerja, se postavi interna Bascom-AVR bit spremenljivka Err v stanje 1 za oznako napake senzorjev. Za uporabo senzorja DS18B20 sta prav tako priložena dva Bascom-AVR programska primera, „Temperature DS18B20.bas“, ki ne uporablja knjižnice „calibrate_ds.inc“ in „Temperature DS18B20 calibrate.bas“, ki jo uporablja. Primeri uporabljajo LCD 1602 ali 2004 v 4 bitnem načinu dela enako kot tudi v primerih za DS1820. Po potrebi redefinirajte postavke LCD-ja.

Shema mikrokontrolerskega vezja za priložene Bascom-AVR primere programov

V shemi na sliki 2 se uporablja mikrokontroler ATmega328 ali 328P, lahko se uporabi tudi ATmega8 ali 8A. Prav tako se lahko uporabi Arduino Uno ali Nano. Reset tipka ni obvezna. Priloženi programski primeri so predvideni za delovni takt 16MHz, kjer se uporablja zunanji kvarčni kristal in dva keramična kondenzatorja vrednosti 22pF. V kolikor se s fuse biti postavi delo mikrokontrolerja na interni kalibriran oscilator z delovnim taktom 8MHz, se 16 MHz kvarc in 22 pF kondenzatorja izpustijo. Preko izbranega Backlight = PB.3 izhoda in Mosfet tranzistorja BS170 se vklopi/izklopi osvetlitev ozadja LCD-ja. S trimer potenciometrom 10 kΩ se nastavi kontrast na LCD-ju. Lahko se uporabi dvovrstični LCD1602 ali npr. štirivrstični LCD2004. Senzor DS1820 ali DS18B20 se priklopi na izbrani 1-Wire priključek PD.5 mikrokontrolerja. Po potrebi se lahko izbere neki drugi I/O priključek. Obvezna je vgradnja pull-up upora 4,7 kΩ med izbranim 1-Wire priključkom in VCC. Za primere programov, ki uporabljajo programsko knjižnico „calibrate_ds.inc“ je obvezna vgradnja treh tipk s programskimi imeni Up$, Down$ in Enter$. Vezje se napaja iz 5V stabiliziranega izvora napajanja.

Offset kalibracija temperature DS1820 in DS18B20 senzorjev

Offset kalibracija temperature je popravek izmerjene in izračunane vrednosti temperature v Single spremenljivki Temperature_ds z algebrskim prištevanjem neke offset vrednosti tej spremenljivki. Offset vrednost predstavlja razliko med temperaturo izmerjeno z etalonskim termometrom in temperaturo izmerjeno z DS1820/18B20 senzorjem pri neki izbrani referenčni temperaturi.

DS1820/18B20 senzor in sonda etalonskega termometra morajo biti dovolj časa v čim boljšem medsebojnem kontaktu da bi bili sigurni da sta DS1820/18B20 senzor in sonda etalonskega termometra na isti temperaturi. Referenčno temperaturo za offset kalibracijo določa uporabnik tako, da izbere tisto temperaturo, na kateri mu je najbolj pomembno, da ima najboljšo točnost merjenja. Tako npr. za merjenje sobne temperature lahko izbere referenčno vrednost iz področja od 20°C do 25°C.

Pri izbrani temperaturi Tref (°C) :

```
Offset vrednost =  T etalona (°C) – TDS (°C)
```

Prvi način Offset kalibracije DS1820/18B20 senzorja je brez uporabe knjižnice „calibrate_ds.inc". Za ta način kalibracije je priložen program „Temperature DS1820.bas" za DS1820 senzor in program „Temperature DS18B20.bas" za DS18B20 senzor. V uporabniškem programu je potrebno dimenzionirati Single spremenljivko Offset_ds. Z meritvijo vrednosti temperature etalonskega termometra in temperature DS1820/18B20 senzorjev je potrebno po formuli izračunati offset vrednost, ki se v program vpiše v spremenljivko Offset_ds.

```
Dim Offset_ds As Single

Offset_ds = 0.35
            , izračunana offset vrednost
```

Po ukazu Ds1820 ali Ds18b20 (glede na senzor) je v Do … Loop zanki spremenljivki Temperature_ds prišteti vrednost spremenljivke Offset_ds.

```
Do

Ds1820           , ukaz za senzor DS1820

, Ds18b20       , ali ukaz za senzor DS18B20

Temperature_ds = Temperature_ds + Offset_ds

……..
……..
Loop

End

$include „crc8.inc"
```

Pomanjkljivost tega prvega načina offset temperaturne kalibracije je to, da se pri zamenjavi DS1820/18B20 senzorjev in določanju nove Offset vrednosti za ta novi senzor mora v uporabniški program v spremenljivko Offset_ds vpisati ta nova offset vrednost in mikrokontroler je potrebno ponovno reprogramirati po prevajanju, kar za uporabnika naprave ni praktično.

Da pri zamenjavi DS1820/18B20 senzorjev z novim senzorjem iste vrste mikrokontrolerja ne bi bilo potrebno ponovno reprogramirati, predlagam drugi način offset temperaturne kalibracije, to je z uporabo knjižnice „calibrate_ds.inc".

Ta knjižnica se uporablja za kalibracijo temperature prebrane s senzorjev temperature DS1820 ali DS18B20. Podprto je delo samo z enim temperaturnim senzorjem te vrste. V uporabniškem programu je potrebno definirati vhode za tipke Up$, Down$ in Enter$. Za delo s senzorjem se uporablja knjižnica „ds1820.inc" ali „ds18b20.inc" odvisno od vrste senzorja, ki se uporablja. Za to knjižnico je v uporabniški program potrebno vključiti knjižico „calibrate_ds.inc". V uporabniškem programu je potrebno konfigurirati priključek za 1-Wire komunikacijo.

Prav tako je potrebno definirati tudi delo z LCD-jem bodisi v 4 bitnem ali serijskem I2C načinu dela. Knjižica „calibrate_ds.inc" je prilagojena delu z dvovrstičnim 1602 LCD-jem, lahko pa se uporabi tudi večji npr. LCD2004.

V uporabniškem programu je pred Do-Loop zanko potrebno definirati pogoj, ki se po resetu mikrokontrolerja izpolni, da se izvrši ukaz Calibrate_ds .

```
If  Pogoj = izpolnjen Then
Calibrate_ds
End if
Do
……
……
Loop
```

Ukaz Calibrate_ds omogoča vpis offseta temperaturne vrednosti v spremenljivko Offset_ds na dve decimalki. Vrednost Offset_ds spremenljivke se nastavlja s tipkama Up$ in Down$ na dve decimalki v obsegu od -2,99°C do +2,99°C , potrdi se s pritiskom na tipko Enter$, s čemer se nameščena offset vrednost vpisuje v interni EEPROM. Po vpisu se izpiše sporočilo „WRITE IN EEPROM!", in sporočilo „END CALIBRATION" za oznako zaključka offset temperaturne kalibracije. Kalibracijski parametri zasedejo 6 bajtov EEPROM-a. Prvi bajt se ne uporablja. Če pred vklopom knjižnice „calibrate_ds.inc" v uporabniškem programu niso dimenzionirane ERAM spremenljivke v EEPROM-u, takrat je ta prvi bajt na EEPROM naslovu 0, ki se ne uporablja, ker ni zanesljiv. Nato sledijo 4 bajti za Single vrednost offset vrednosti, in en bajt za pomožno marker spremenljivko. Torej, če pred knjižico „calibrate_ds.inc" niso dimenzionirane ERAM spremenljivke, potem bo zaseden prostor v internem EEPROM-u od naslova 0 do naslova 5. Če so predhodno že dimenzionirane neke ERAM spremenljivke, potem bo zavzetih naslednjih 6 naslovov v internem EEPROM-u. S fuse biti mikrokontrolerja je potrebno onemogočiti brisanje internega EEPROM-a pri vpisu programa v mikrokontroler, da bi ohranili kalibracijske podatke v EEPROM-u. Po vsakem resetu knjižica „calibrate_ds.inc" prebere shranjeno offset vrednost iz EEPROM-a v RAM spremenljivko Offset_ds. Prebrana temperatura se nahaja v Single spremenljivki Temperature_ds. V uporabniškem programu je potrebno napraviti korekcijo te temperature z algebrskim prištevanjem vrednosti Offset_ds spremenljivke spremenljivki Temperature_ds

```
Temperature_ds = Temperature_ds + Offset_ds
```

Primer uporabe tega načina kalibracije je v priloženem programu „Temperature DS1820 calibrate.bas" za sensor DS1820 , za senzor DS18B20 pa v programu „Temperature DS18B20 calibrate.bas" .

V naslednjem nadaljevanju bo opisana uporaba večjega števila DS18B20 senzorjev na istem 1-Wire priključku mikrokontrolerja z avtomatsko identifikacijo vsakega od priključenih senzorjev, in možnost njihove offset temperaturne kalibracije.

https://svet-el.si

DDS generator signalov z integriranim testerjem komponent

Avtor: Brian Millier
email: bmillier1@gmail.com

Pred kratkim me je lastnik revije Svet Elektronike Jurij Mikeln opozoril na star projekt DDS generatorja signalov, ki temelji na MCU Atmel AVR - ATMega8.

Menil je, da bi bilo to zasnovo mogoče bistveno izboljšati z uporabo zmogljivejših MCU, ki so trenutno na voljo. To se mi je zdelo smiselno, zato sem se odločil, da to raziščem - uporabil sem MCU ESP32, ki je danes tako priljubljen zaradi svojih brezžičnih zmogljivosti in zelo nizke cene.

Ugotovil sem, da uporaba zmogljivejšega ESP32 ne pomeni nujno, da dobimo zmogljivejši DDS generator signalov. Vendar se mi je zaradi nizke cene in enostavne programabilnosti še vedno zdelo smiselno izdelati generator signalov z uporabo ESP32. Da bi bil projekt še bolj koristen, sem se odločil, da dodam nekaj komponent in vključim tester komponent. Ta tester komponent temelji na starem projektu, ki je uporabljal osciloskop (v načinu prikaza X-Y), z dodatkom nekaj dodatnih delov za preizkušanje komponent.

Prvotna zamisel testerja komponent je bila, da se skozi komponento prek serijskega upora vodi izmenična napetost. Nato bi izmerili tako napetost na komponenti kot tudi tok skozi njo. Napetost se pošlje v X (vodoravni) kanal merilnika, tok pa v Y (navpični) kanal.

Različne vrste komponent bi imele drugačno sled ali „podpis". Dobre komponente bi bile videti drugače kot slabe. Dodatna prednost te vrste testerja je, da vam za testiranje komponente ni treba odstraniti z njenega vezja - vsaj v mnogo primerih ne. Če ste komponento testirali „v vezju", so se pojavljali primeri, ko so okoliške komponente pomembno vplivale na „podpis". V teh primerih ste običajno potrebovali znano dobro, vendar sicer identično tiskano vezje za primerjalne teste „A-B", da bi ugotovili slabo(-e) komponento(-e).

Ta vrsta testerja je uporabljala podobno nastavitev, kot se uporablja za izdelavo „Lissajousovih" številk na osciloskopu. V Googlu lahko preverite, kaj so Lissajousove številke.

V tem projektu je izmenična napetost, potrebna za tester komponent, proizvedena z DDS generatorjem signalov. V prvotni zasnovi je bil za dovajanje nizkonapetostnega 50 (ali 60) Hz signala, potrebnega za testiranje komponente, uporabljen žarilni transformator (op. ur.: to je transformator, ki je napajal žarilne nitke elektronk).

Z uporabo generatorja signalov je mogoče komponento preskusiti pri veliko višjih (in nižjih) frekvencah od 50 Hz, kar v nekaterih primerih pomeni veliko razliko v natančnosti/uporabnosti meritev.

DDS vezje

DDS pomeni neposredna digitalna sinteza (angl. Direct Digital Synthesis). To je način digitalnega ustvarjanja analognega signala pri uporabniško izbranih frekvencah v širokem območju. Frekvenčna ločljivost DDS vezja je zelo visoka. Zlahka ga je mogoče zasnovati tako, da ima ločljivost 1/100 Hz na frekvenčnem območju od praktično enosmerne napetosti do visokih radijskih frekvenc (v primeru hardverskega DDS generatorja). Vezje DDS napaja DAC iz tabele signalov v ROM pomnilniku, Flash ali celo SRAM. Zato lahko izberete različne vrste signalov tako, da spremenite vrednosti, shranjene v tej tabeli. Zaradi načina delovanja je DDS bolj uporaben pri posnemanju gladko spreminjajočih se oblik signalov, kot so sinusni signali in v manjši meri trikotni signali. Kvadratne signale lahko ustvarite tudi tako, da spreminjate najpomembnejši bit digitalnih signalnih linij, ki napajajo DDS, vendar ima lahko nastali signal precejšnje „ tresenje " (angl. jitter), ko se frekvenca ustvarjenega signala zviša.

DDS osnove

Predstavljajte si, da ste računalniški programer, ki mora zasnovati oscilator s sinusnim izhodom in spremenljivo frekvenco. Za začetek bi verjetno vključili pregledovalno tabelo sinusnega signala, do katere bi dostopali z določeno fiksno hitrostjo. Z zaporednim pošiljanjem vseh vnosov iz tabele na DAC bi ustvarili sinusni signal s frekvenco, ki bi bila enaka hitrosti, s katero bi dostopali do tabele, deljeno s številom vnosov v tabeli. Več kot je vnosov v preglednici in večja kot je ločljivost DAC pretvornika, bolj se bo generirani izhodni signal ujemal s pravim sinusnim signalom. Naslednji korak bi bil omogočiti preskok n vnosov tabele med naslednjimi dostopi do tabele. Zlahka vidimo, da bi s preskokom vsakega drugega vnosa v tabelo še vedno dobili sinusni izhodni signal, vendar bi bila njegova frekvenca dvakrat višja od frekvence prvega primera. Na splošno bi shema zagotavljala naslednje frekvence, formula 1:

$$f = \frac{sf}{ts} \times ptrincr$$

kjer je sf frekvenca vzorčenja tabele, ts je velikost tabele in ptrincr je razdalja med vnosi tabele za vsak dostop do tabele.

Čeprav shema predvideva več izhodnih frekvenc, se iz razlogov, ki jih bom pojasnil pozneje izkaže, da lahko ptrincr pove-

čujete le, dokler ne doseže približno 40 % velikosti preglednice. Na primer, s tabelo z 256 vnosi lahko ustvarite približno 102 frekvenci med sf/256 in sf/2,5. Zaradi majhnega števila izbir in načina porazdelitve frekvenc ta shema ne zagotavlja zadostne ločljivosti, da bi bila uporabna.

Naslednja težava bi bila opredelitev prirastka kazalca, ki ni omejen na integralno število vnosov tabele. Izkazalo se je, da je to mogoče preprosto doseči tako, da vzdržujemo fazni akumulator, ki ima bitno širino, večjo, kot je potrebna za naslavljanje preglednice. Pri vsakem naslednjem dostopu do tabele lahko temu akumulatorju dodate fiksni prirastek. Čeprav bi ta dodatek izvedli v celotni širini akumulatorja, bi za naslavljanje preglednice uporabili le n najpomembnejših bitov akumulatorja (kjer 2n predstavlja velikost preglednice). S to metodo bi dobili veliko višjo frekvenčno ločljivost.

Na splošno je izhodna frekvenca te DDS sheme določena na naslednji način, formula 2:

$$f = \frac{sf}{2^n} \text{x } ptrincr$$

kjer je sf frekvenca dostopa do tabele, n je bitna širina akumulatorja, ptrincr pa je prirastek kazalca, ki se doda faznemu akumulatorju po vsakem dostopu do tabele.

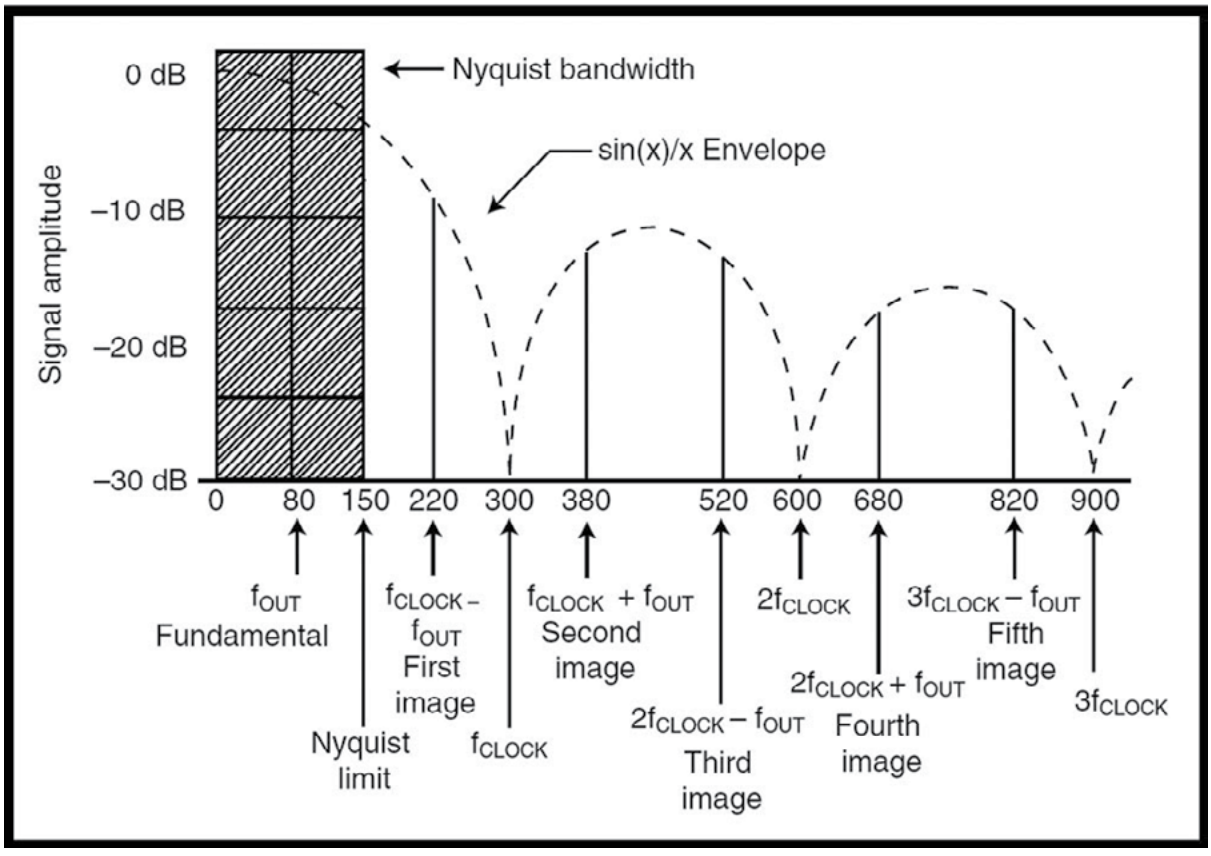
V tem projektu je bila najvišja frekvenca vzorčenja tabele, ki sem jo lahko dosegel z ESP232 z uporabo funkcije I2S in DMA, 300 kHz. Uporabil sem 32-bitni fazni akumulator, zato je frekvenčna ločljivost, formula 3:

$$f = \frac{300{,}000}{4{,}294{,}967{,}296} \text{ali } 7 \text{ x } 10^{-5} \text{ Hz}$$

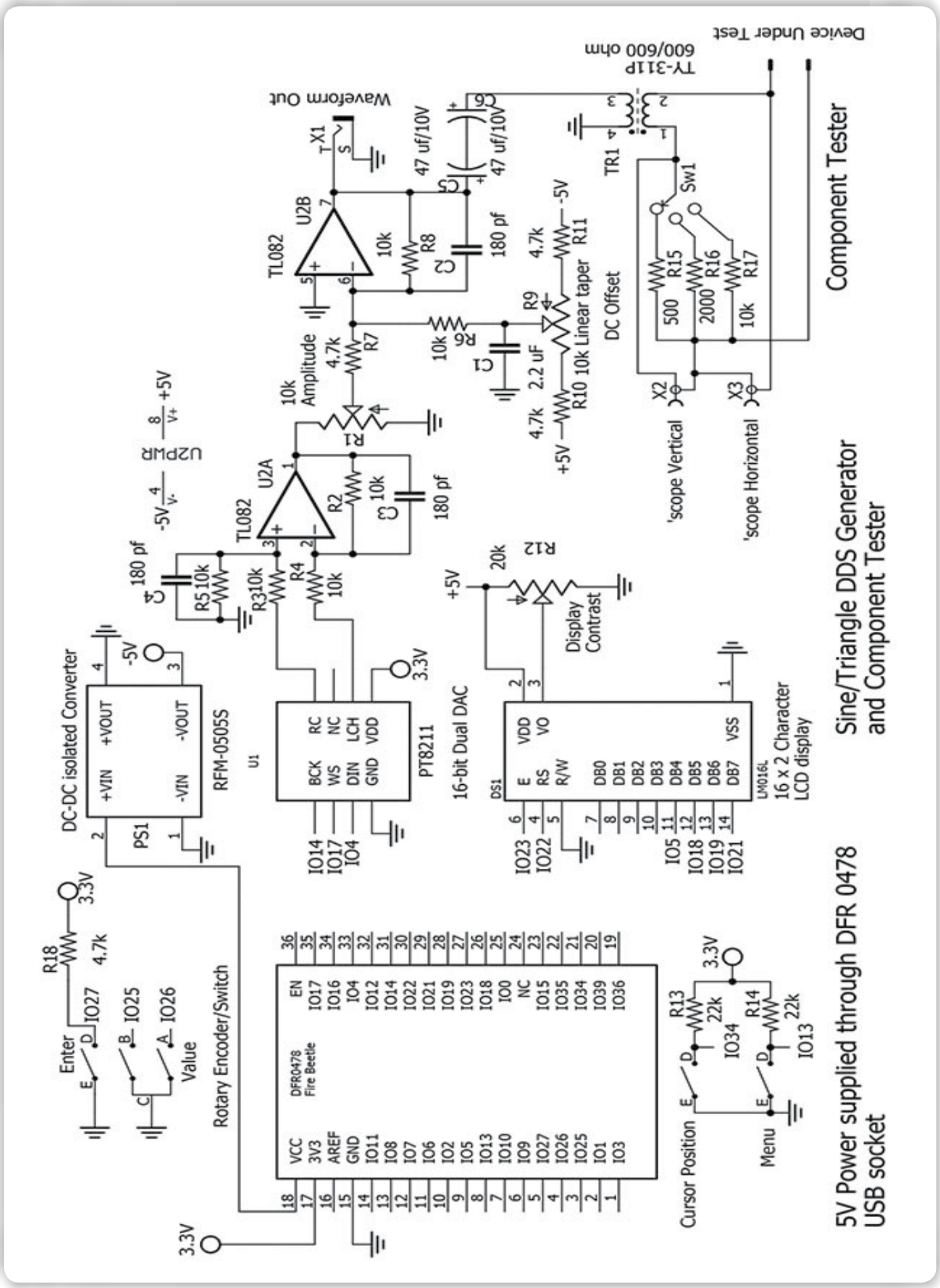
Če bi načrtovali strojno vezje DDS in ne bi potrebovali tako visoke ločljivosti, bi namesto tega uporabili fazni akumulator s samo 24 biti in prihranili nekaj vezja. Če pa ESP32 izvaja DDS programsko rutino, lahko uporabite tudi 32 bitov, saj je to velikost celega števila, ki je opredeljena v Arduino C prevajalniku.

Hiter pregled te metode pokaže, da pri številnih vpogledih tabele ni nujno, da je dejansko izbrani vnos ravno pravi. Namesto tega bo to tisti vnos, ki je najbližji številu v akumulatorju, potem ko je zaokrožen zaradi izpusta 24 najmanj pomembnih bitov (32-bitni fazni akumulator kaže na 256-vhodno preglednico). Dovolj je povedati, da se ta majhna napaka ne kopiči in da jo v veliki meri filtrira nizkoprepustni filter, ki sledi DAC pretvorniku.

Zgornja frekvenčna meja DDS vezja je odvisna od tega, kako natančno pričakujete, da bo izhodni signal podoben izbrani obliki signala. Če na primer s frekvenco vzorčenja 300 kHz poskušate ustvariti sinusni signal s frekvenco 75 kHz, bo ta sestavljen le iz štirih točk, kar komajda spominja na sinusni signal. Če za



Slika 1: Izhodna amplituda v odvisnosti od izhodne frekvence tipičnega DDS generatorja signalov



Slika 2: Blok diagram generatorja sinusnih signalov

DAC pretvornikom DDS generatorja sledi nizkopasovni filter, bo sam filter „preoblikoval" ta 4-točkovni signal v nekaj, kar je bolj podobno sinusnemu signalu. Vendar pa je moje „pravilo palca", da pri frekvenci, ki presega 1/10 frekvence vzorčenja, ne morete pričakovati uporabnega sinusnega signala. V tem projektu je to 300 kHz/10 ali 30 kHz. To zadostuje za namene preizkušanja zvoka. Če o tem dvomite, pomislite na glasbene CD-je. Na njih je frekvenca vzorčenja le 44,1 kHz s 16-bitno amplitudno ločljivostjo, rezultati pa so povsem v redu za vse, razen za najzahtevnejše avdiofile.

Slika 1 prikazuje izhodno amplitudo v odvisnosti od izhodne frekvence tipičnega DDS generatorja signalov. Opazite, da ovojnica amplitude signala sledi funkciji sin(x)/x (sinc).

Torej se pri frekvenci vzorčenja v bistvu zniža na nič. Prav tako je prikazano, da se s povečevanjem večkratnika se ustvarjajo tudi „zrcalne" frekvence z nižjimi amplitudami. Te frekvence so v veliki meri filtrirane z RC filtrom, ki sledi DAC pretvorniku. V kodi tega projekta prilagajam vrednosti v preglednici za iskanje glede na uporabniško izbrano frekvenco, da bi kompenziral ta odziv.

Vezje generatorja signalov

ESP32 vsebuje dva 8-bitna DAC pretvornika, ki ju lahko poganja ESP32 notranji generator kosinusov. Pri uporabi teh dveh funkcijskih blokov se pojavljata dve težavi. Prvič, generator kosinusov se napaja s programirljivo verigo delilnikov, ki imajo na vhodu notranji RC takt frekvence 8 MHz. Dobljene frekvence niso zelo natančne, frekvenčna ločljivost pa je pri višjih frekvencah zelo slaba - zaradi nizkih delitvenih razmerij, ki so potrebna za doseganje teh frekvenc. Drugič, menil sem, da 8-bitna ločljivost pretvornika DAC ni idealna.

Zato sem se odločil, da bom uporabil DDS metodo, ki sem jo pojasnil prej. Preprosto povedano, ta DDS uporablja tabelo za iskanje sinusnih (trikotnih) signalov v SRAM-u s 16-bitno ločljivostjo. Pregleduje to preglednico s spremenljivo vrednostjo faznega prirastka (ptrincr v prejšnjih formulah), ki določa frekvenco sinusnega signala. 16-bitne vrednosti amplitude iz te preglednice se prenesejo na izhodna vrata I2S. Tok podatkov I2S mora biti konstanten. Ugnezdena programska oprema ESP32 vse to obravnava transparentno - samo shranite med-pomnilnik SRAM, rutina ESP32 DMA pa poskrbi za pošiljanje teh podatkov na izhodni priključek I2S z uporabniško izbrano frekvenco vzorčenja.

Uporabljam frekvenco vzorčenja 300.000 Hz. To je bila najvišja frekvenca, ki sem jo lahko dosegel z uporabo konfiguracijske rutine I2S ESP32 podjetja Espressif. Natančna vrednost vzorčevalne frekvence ni ključnega pomena. Dokler rutina DDS natančno ve, za kaj gre, lahko pri izbrani frekvenci proizvaja natančne sinusne signale.

Za uporabo I2S porta za generator sinusnih valov sem se odločil iz več razlogov

Lahko bi uporabil 16-bitni SPI DAC, vendar je dražji in bi potreboval kar nekaj programerskega truda, da bi ga krmilil z DMA in SPI priključkom na ESP32.

Stereo I2S DAC PT8211 je zelo poceni. Na Kitajskem so na voljo za skoraj nič denarja, edini kraj, ki ga poznam za nakup v Severni Ameriki, in sicer v količinah po 1, pa je:

https://www.pjrc.com/store/pt8211_kit.html

PT8211 I2S DAC je stereo izvedba. Načrtoval sem le en sinusni izhod, zato bi lahko eden od izhodov DAC pretvornika ostal neizkoriščen. Vendar narava protokola I2S zahteva, da pošljete oba kanala ne glede na to, ali ju uporabljate ali ne.

Na sliki 2 je blok diagram generatorja sinusnih signalov. Odločil sem se, da bom sinusno frekvenco poslal v levi DAC, v desni DAC pa 180° protifazni signal - tako sem dobil diferencialni signal z izhodno amplitudo, ki je bila dvakrat večja od standardne 1,0-voltne vrednosti PT8211 v polni skali.

Glavni razlog za to je, da je ničelni izhod PT8211 pri Vcc/2. Zato je izhodno območje 1,0 volta polne skale na tej ravni 1,65 volta. Z napajanjem dveh kanalov DAC s 180° protifaznimi vrednostmi in napajanjem dveh izhodov DAC na diferencialni ojačevalnik (U2A) ta 1,65-voltna skupna napetost izgine. Tako je veliko lažje dovajati signal v potenciometer, ki omogoča spremenljivo izhodno amplitudo - ki NI odvisna od enosmerne ravni, ki se spreminja z amplitudo signala. Uporaba te sheme je pomenila, da sem moral uporabiti preglednico za iskanje s 512 vnosi in premešati dve vrednosti protifaze - eno za drugo.

Prav tako sem želel imeti možnost, da sinusni signal odmaknemo od njegove nominalne referenčne vrednosti nič voltov. To sem zlahka dosegel tako, da sem preko R6 v U2B, invertirajoči seštevalni ojačevalnik, dovajal spremenljivo offset napetost. Da bi omogočili pozitivno in negativno offset napetost, se potenciometer za offset napaja iz napajalnikov +5 V in -5 V. Upoštevajte, da izhodni signal ni kondenzatorsko vezan, preden se pripelje v izhodno vtičnico X1, zato se ohranijo vse uporabniško izbrane enosmerne prednapetosti.

Za en pol nizkopasovnega izhodnega filtriranja se uporabljata kondenzatorja C3/R2 in C4/R5, ki sta priključena na U2A. Drugi pol sestavljata C2/R8 na izhodnem ojačevalniku U2B. Ta imata -3 dB mejno frekvenco 88 kHz - precej nad najvišjo frekvenco signala 30 kHz, vendar dovolj nizko, da filtrirata vse zrcalne frekvence.

Tako U2, optični ojačevalnik TL082, kot kompenzacijsko vezje potrebujeta vir napajanja +5 voltov in -5 voltov. Napajanje +5 V je zagotovljeno s 5 V stenskim adapterjem z vtičem micro -USB, ki se priključi v USB vtičnico modula ESP32. Za negativno napajanje skrbi izolirani pretvornik DC-DC RFM-0505S. To je najcenejši način ustvarjanja stabilnega napajanja z napetostjo -5 V, ki lahko prenese dovolj toka, da lahko TL082 z največjim izhodnim signalom 6 V p-p poganja 600-ohmsko breme.

Vezje testerja komponent

Če si ogledate sliko 3, boste videli „originalni" tester komponent - izumljen verjetno pred več kot 50 leti ali kmalu po tem, ko so bili osciloskopi splošno dostopni. Omrežna napetost je izolirana in zmanjšana na 6,3 VRMS s pomočjo žarilnega transformatorja TR1 (v tistih časih običajnega). Ta 6,3 VRMS (18 Vp-p) je višja, kot je potrebno, in se z R1, R2 zmanjša na 3 Vp-p. Ta napetost je dovolj velika, da polprevodnikm zagotovi prednapetost, ki povzroči tok, vendar napetost ni dovolj velika, da bi poškodovala večino običajnih sestavnih delov. Ta vzbujalna napetost se prek 1k upora (R3) dovede v preskušano komponento. Tok, ki ga komponenta odvaja, ustvari padec napetosti na R3 in ta napetost se pošlje v vertikalni kanal osciloskopa prek vtičnice BNC X1. Napetost na preskušani komponenti se prek X2 pošlje v vodoravni kanal osciloskopa. Za ustvarjanje „podpisa" komponente je treba osciloskop postaviti v način X-Y. To spremeni vir signala za vodoravno odklonitev osciloskopa s privzetega generatorja časovnih ramp na osciloskopov izhod ojačevalnika kanala 2.

Napetost na preizkušani komponenti in napetost na šent uporu R3 se razlikujeta glede na preizkušano komponento. Zato je treba prilagoditi nastavitve navpičnega in vodoravnega območja osciloskopa, da se zagotovi dobro viden vzorec. To lahko storite vnaprej tako, da preizkusite znano dobro komponento enake vrednosti, kot je tista, ki jo želite preizkusiti.

Če si pozorno ogledate to vezje, boste opazili, kje sem prikazal simbol zemlje. To ustreza masi merilnika, ki je povezana z omrežno maso. Opazite, da ta ozemljitev osciloskopa NI povezana z nobeno od dveh točk izmeničnega signala (tj. preko R2). To deluje pravilno, ker transformator TR1 zagotavlja „plavajoči" izmenični signal.

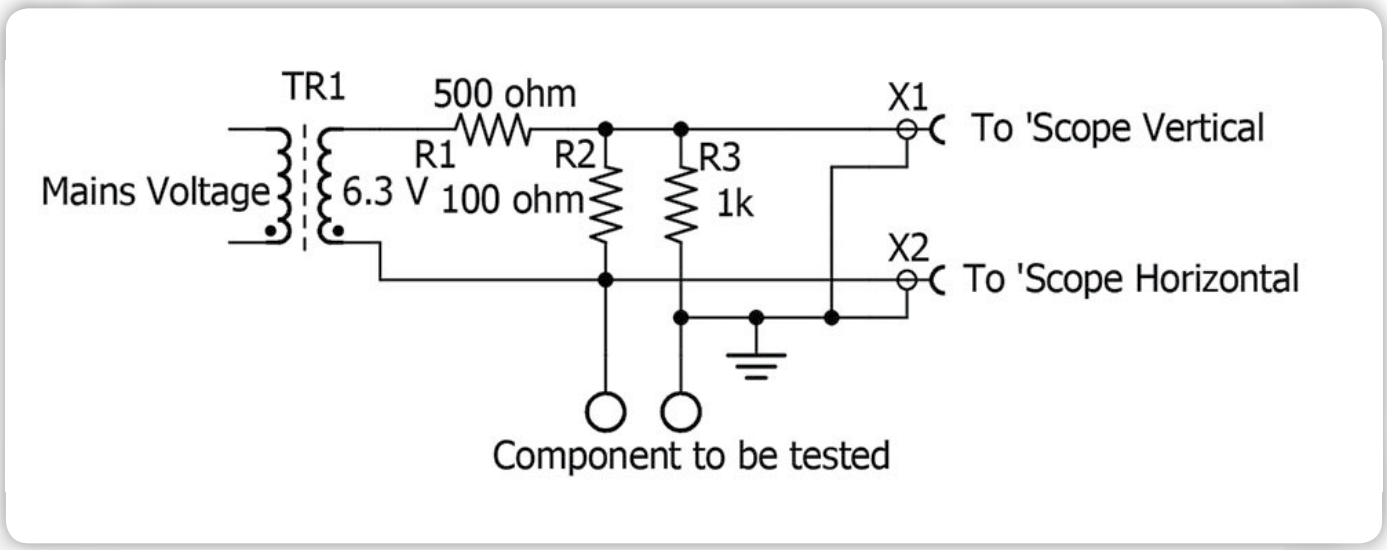
Oglejte si sliko 2 vezje tega projekta. Izhod generatorja sinusnih signalov iz U2B se generira glede na maso - vsaj kar zadeva MCU ESP32 in preostalo vezje. Če bi projekt napajali iz 5 V stenskega USB adapterja, bi bilo celotno vezje glede na maso lebdeče. Vendar sem med razvojem projekt napajal prek USB kabla, priključenega na računalnik, zaradi razhroščevanja pa sem uporabljal serijski terminal računalnika. S tem je bila referenčna masa vezja postavljena na potencial omrežne mase, saj je računalnik vezan na omrežno maso. Vendar sem ugotovil, da je bil signal iz osciloskopa močno popačen zaradi motenj iz omrežne frekvence. Te motnje so izginile, ko sem izoliral izhodni izmenični signal od ozemljitve vezja z majhnim transformatorjem TR1 600 Ω: 600 Ω, TY-311P proizvajalca Triad Magnetics. Da bi odstranil morebitni enosmerni zamik, ki bi lahko bil prisoten zaradi nastavitve R9, potenciometra za zamik, sem ta transformator povezal z U2B z uporabo povezave dveh 47 uF elektrolitskih (polariziranih) kondenzatorjev, C5, C6, obrnjenih drug proti drugemu.

Vezje, ki ga uporabljam v tem projektu, je v osnovi enako tistemu, ki je prikazano na sliki 3, shemi „originalnega" testerja. Edina razlika je, da fiksni upor 1k (R3) zamenjam s tremi različnimi, s stikalom izbranimi vrednostmi od 500 Ω do 10 kΩ. To omogoča večje napetosti, ki gredo na osciloskop, kadar preizkušana komponenta potrebuje majhen tok. Ker lahko generator sinusnih signalov proizvaja signale od frekvence pod Hz do 30 kHz, izmenični signal, ki gre na preskušano komponento, ni fiksiran na 50 (60) Hz, kot je bilo v prvotni zasnovi. Tako bi na primer kondenzatorji z manjšo vrednostjo dali boljše „podpise", če bi bila izbrana višja frekvenca vzbujanja.

Uporabniški vmesnik

Poskušal sem zasnovati čim cenejši uporabniški vmesnik, ne da bi bila njegova uporaba neprijetna. Izbral sem MCU ESP32 in se odločil za modul DF Robot DFR0478, ki se imenuje tudi „FireBeetle". To je poceni ploščica, ki vsebuje LiPo polnilnik/regulator, ki je priročen, vendar tu ni potreben. Upoštevajte, da DF Robot prodaja tudi nekoliko boljši modul DFR0654 (FireBeetle 2), ki vsebuje MCU ESP32-E, vendar prednosti tega modula tukaj niso potrebne.

Ker ima ESP32 veliko GPIO linij, sem se odločil uporabiti 16x2 LCD alfanumerični zaslon in ga povezal s standardnim 4-bitnim vzporednim načinom. Uporabil sem vrtljivi enkoder z vgrajenim stikalom. Za izbiro, na kaj vpliva vrtljivi enkoder, sta na voljo



Slika 3: „Originalni" tester komponent

dve dodatni stikali. Ko pritisnete tipko Meni, zaslon ciklično preklaplja med prikazom naslednjih funkcij:

- *Generator sinusnega signala*
- *Generator trikotnega signala*
- *Tester komponent @ 100 Hz*
- *Tester komponent @ 1 kHz*
- *Tester komponent @ 10 kHz*

Ko pritisnete tipko enkoderja, se sproži postopek, ki je trenutno prikazan. V primeru načinov testiranja komponent se zažene generator sinusnih signalov pri eni od treh vnaprej nastavljenih frekvenc.

Za način generiranja sinusnega in trikotnega signala se prikaže privzeta frekvenca. S pritiskom na gumb kurzorja se premaknete na želeni položaj prikazane frekvence in z enkoderjem spremenite to vrednost. Izhodna frekvenca sinusnega/trikotnega signala se med prilagajanjem ne bo takoj spremenila, da bi ustrezala vsaki številki. Ko vnesete želeno frekvenco, pritisnite tipko enkoderja: generator signalov se bo zagnal in na zaslonu se bo prikazal napis „waveform on" s čemer se na izhodu pojavi želeni signal. S ponovnim pritiskom na tipko enkoderja se generator signalov izklopi, za trenutek se prikaže „waveform off", nato pa se prikaže trenutna frekvenca - za morebitne nadaljnje potrebne nastavitve uporabnika. Enota ostane v tem načinu, dokler ponovno ne pritisnete gumba Menu, takrat se vrne v način izbire glavnega menija.

Čeprav je frekvenčna ločljivost DDS rutine 7 x 10-5 Hz, ta izjemno visoka ločljivost v praksi ni potrebna, zato frekvenco prikažem le na 3 decimalna mesta.

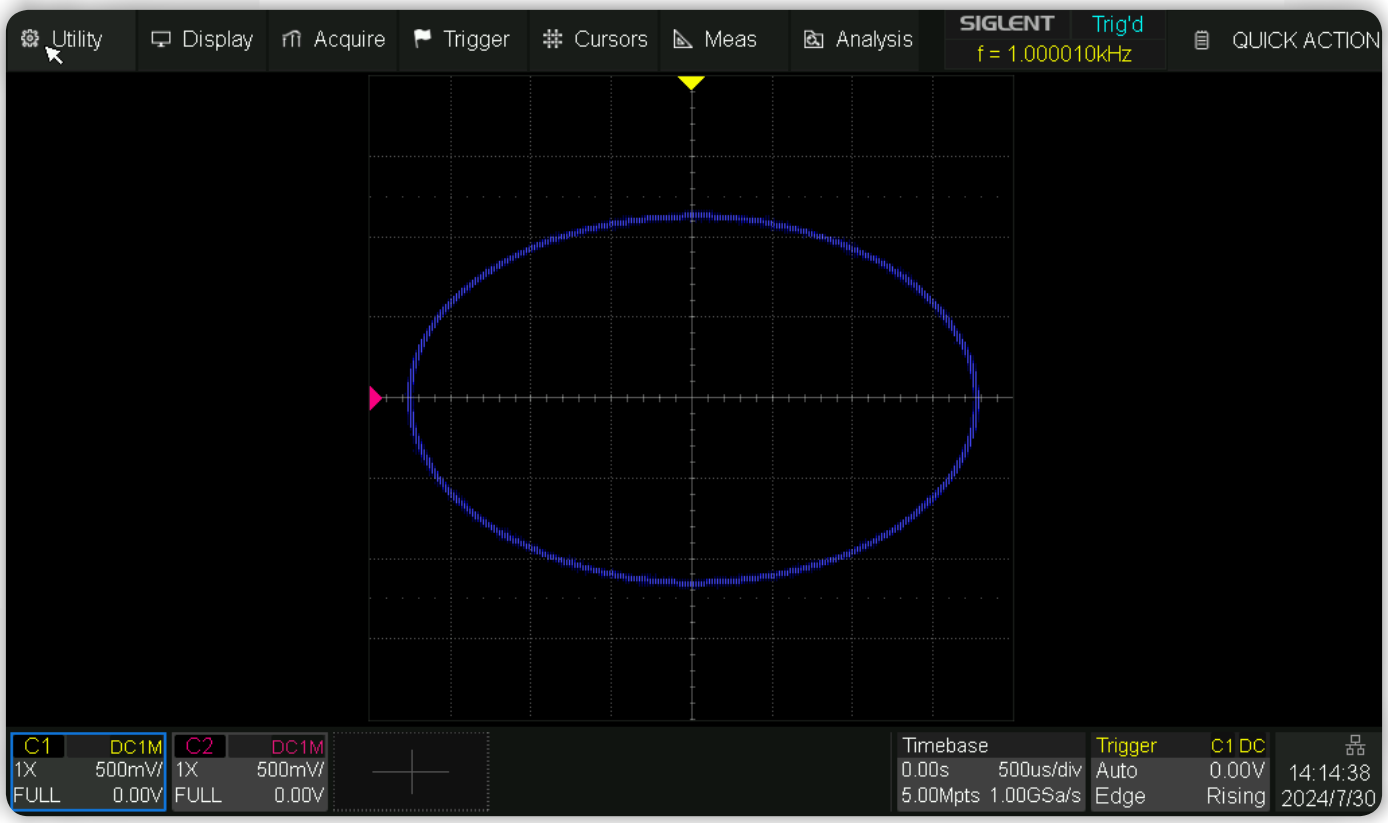
Tester komponent

Za uporabo testerja komponent potrebujete osciloskop, ki omogoča prikaz X-Y in ne le prikaz napetosti v odvisnosti od časa. Na mojem starem analognem Tektronix 236 osciloskopu to dosežemo tako, da krmilnik X-osi obrnemo za en položaj za najpočasnejšo hitrost preleta, ki je jasno označena kot „X-Y". Na mojem novejšem digitalnem osciloskopu Siglent 1202X je ta način na voljo v meniju Acquire. Nekoliko nerodno mi je priznati, da se v desetih letih, odkar imam ta osciloskop, nisem zavedal, da ima X-Y način. To sem ugotovil šele, ko sem za pregledni članek, ki sem ga pripravil za neko drugo revijo, prejel popolnoma nov osciloskop Siglent SDS812X. Za ta pregled sem temeljito prebral uporabniški priročnik in preveril vse njegove funkcije. Ko sem odkril način X-Y v meniju Acquire, sem ponovno pogledal svoj SDS1202X in tam odkril enako funkcijo.

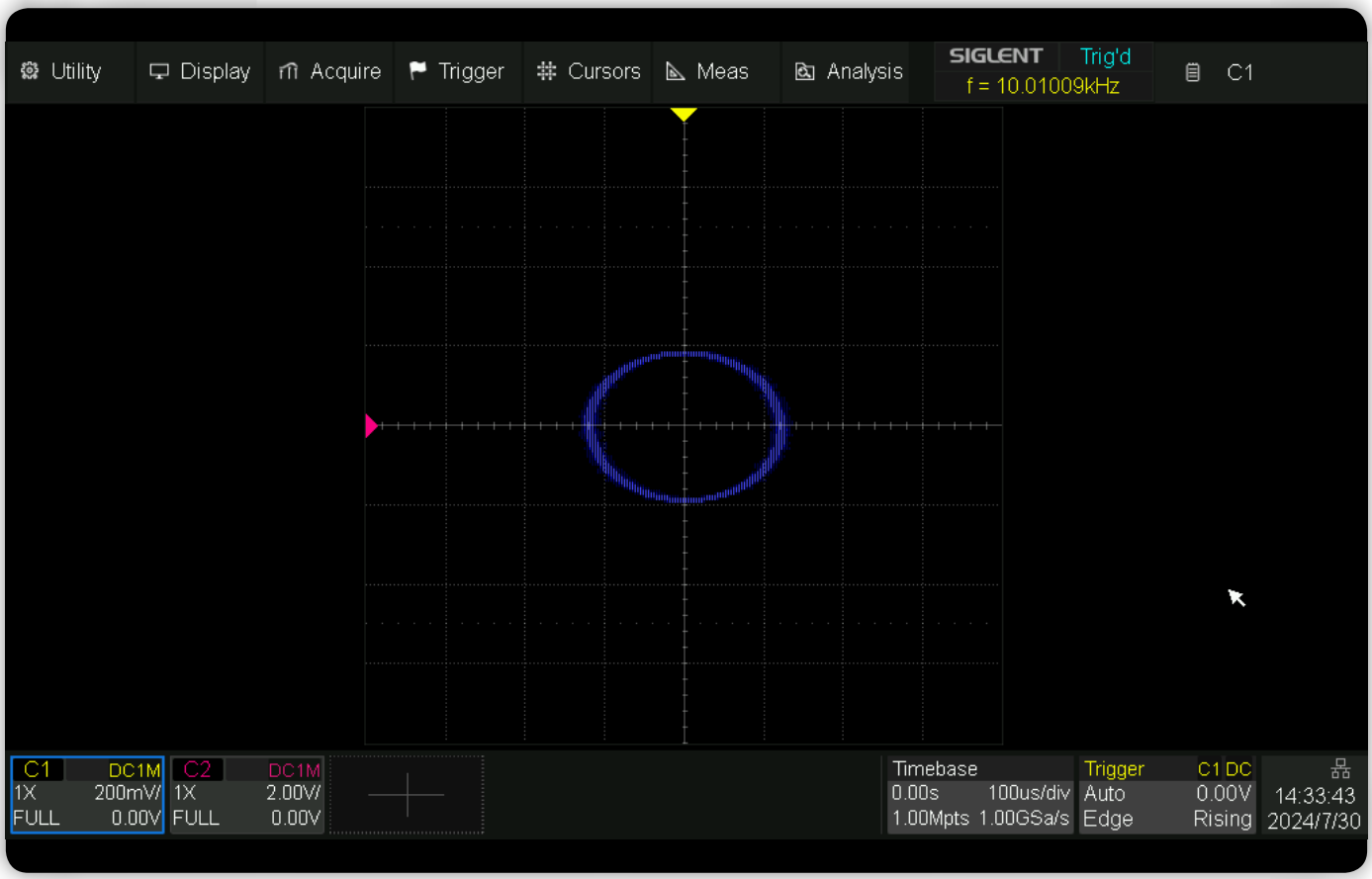
Konfiguracija testerja komponent zaradi svoje preprostosti pomeni, da boste morali uporabiti funkcijo Channel Invert na 2. kanalu osciloskopa, da bi prikazali „podpis", pri katerem je pozitivni tok prikazan kot sled v zgornji polovici zaslona.

Slika 4 prikazuje podpis kondenzatorja 0,1 uF pri 1 kHz. Ta krožna sled je „podpis" za vsako komponento, ki vnaša fazni premik, kar kondenzatorji počnejo.

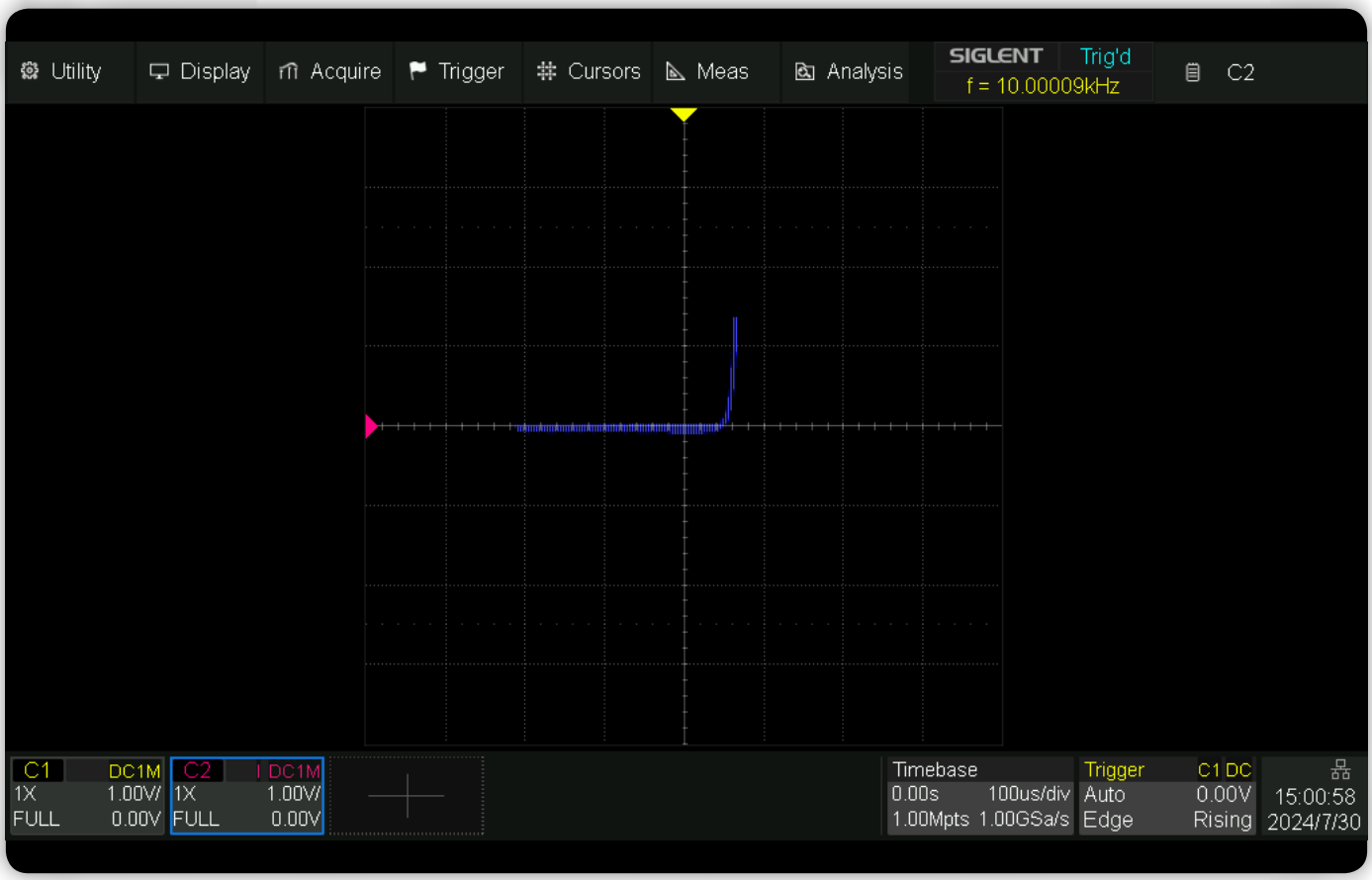
Odvisno od vrednosti kapacitivnosti in šent upora (R15-R17), ki ga izberete, boste morda morali prilagoditi območje 2. kanala na osciloskopu, da boste dosegli nekaj, kar je podobno krogu ali vsaj elipsi. Praviloma velja, da manjši kot je kondenzator, višjo frekvenco vzbujanja morate uporabiti.



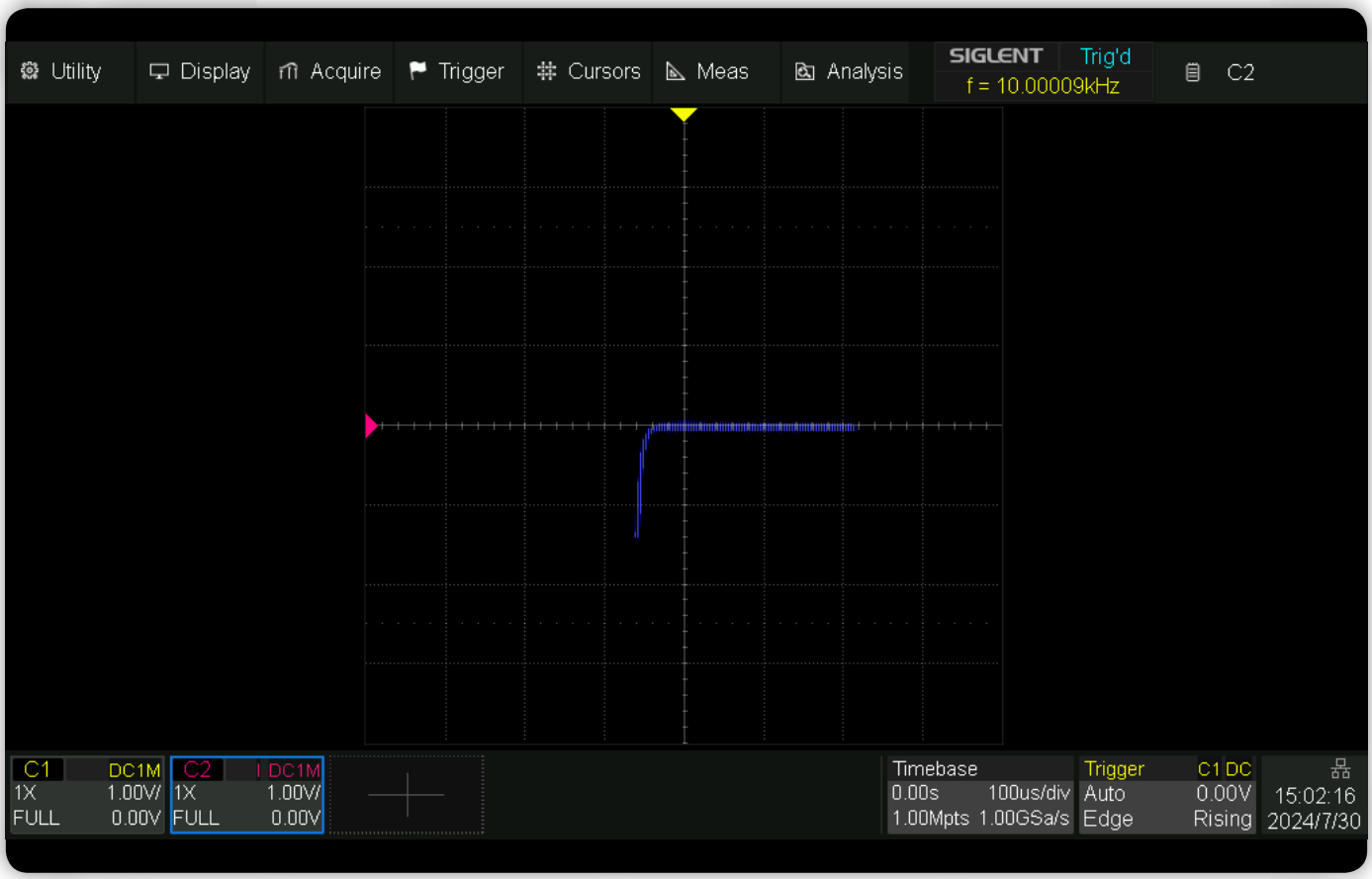
Slika 4: Podpis kondenzatorja 0,1 uF pri 1 kHz



Slika 5: Podpis majhnega navitja transformatorja s frekvenco vzbujanja 10 kHz.



Slika 6: Prikaz za silicijevo diodo



Slika 7: Prikaz za silicijevo diodo z drugačnim priklopom

Posebna ponudba za dijake, študente in upokojence!

Spremljajte novice s področja znanosti in tehnike z revijo *Življenje in tehnika*!

Naročam se na revijo *Življenje in tehnika*:

- Letna naročnina **55€**
- Letna naročnina za dijake, študente in upokojence **49€**

Kopijo kartice upokojenca oz. potrdila o vpisu pošljite na mojca.borko@tzs.si ali po pošti na naš naslov.

Izberite knjižno darilo:

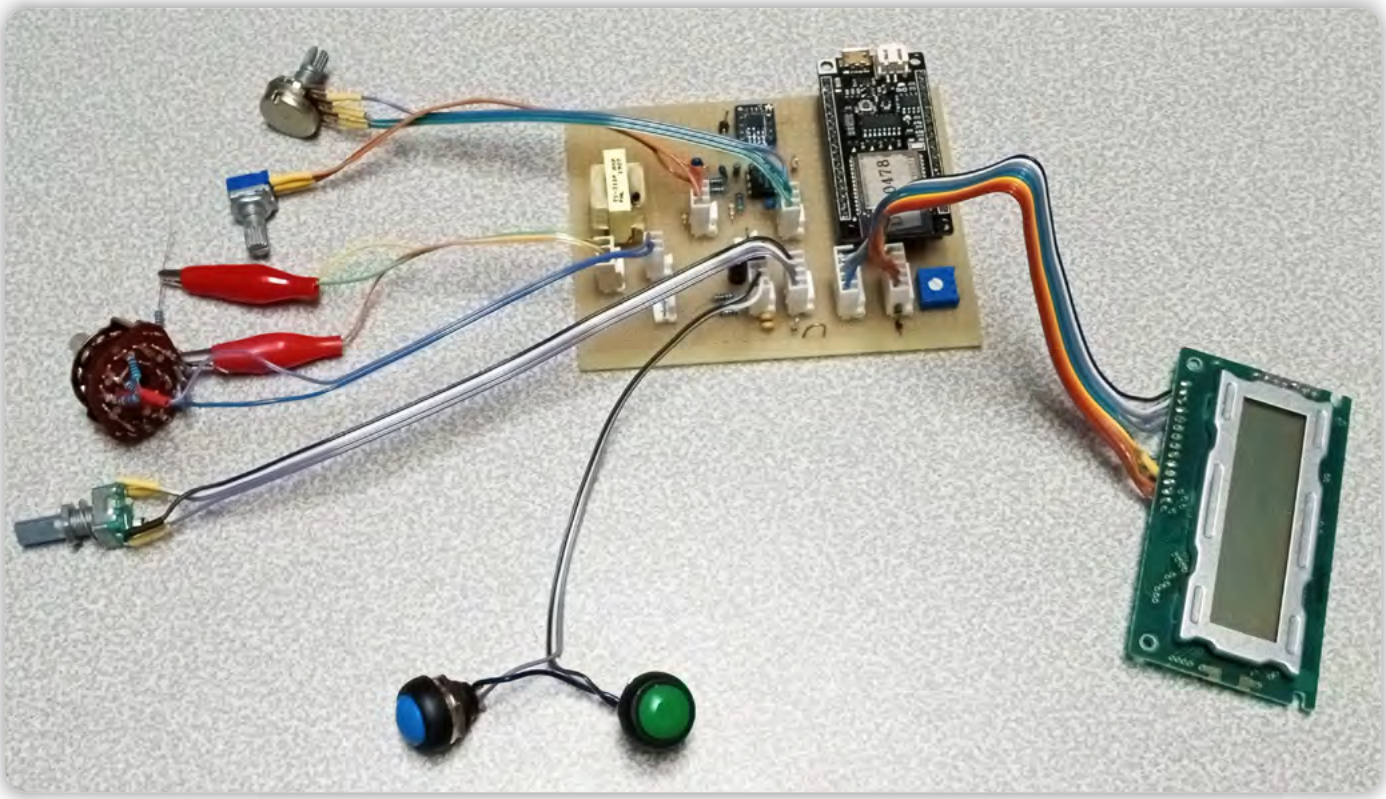
- Digitalni zrcalno-refleksni fotoaparat
- Skrivnosti inovacij Steva Jobsa
- iZnanost
- Ujemite trenutek

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

*Ime in priimek:
*Ulica in hišna številka:
*Poštna številka in kraj:
*Telefon:
E-pošta:
*Podpis:

Tehniška založba Slovenije
Lepi pot 6
(p. p. 541)
SI - 1000 Ljubljana

Ob sklenitvi naročnine knjižno darilo!



Slika 8: Generator signalov in tester komponent pred namestitvijo v ohišje

Tudi tuljave ali navitja transformatorjev proizvajajo krožno obliko signala. Seveda pa vnesejo premik, ki je 180° izven faze s kondenzatorji. Vendar pa so v testerju komponent, kot je ta, na zaslonu osciloskopa tako vodilni kot tudi zaostali fazni premiki videti enako. Slika 5 prikazuje podpis majhnega navitja transformatorja s frekvenco vzbujanja 10 kHz. Silicijeva dioda bo videti kot na sliki 6 ali 7, odvisno od tega, kako so nanjo priključeni testni kabli. V obeh primerih je vodoravna skala 1 volt/razdelek in vidite, da začne dioda pri približno 0,5 V prevajati.

Schottkyjeva dioda ima seveda nižjo prebojno napetost. Podobne signature je mogoče dobiti za prehode baza-kolektor in baza-emitor na bipolarnih tranzistorjih - vendar so lahko videti nekoliko drugače, če jih merimo v vezju. Enostavni testerji komponent, kot je ta, so najprimernejši za merjenje v vezju, če imate identično ploščo, za katero veste, da je dobra - potem lahko primerjate podpise različnih komponent na TIV med dobro ploščo in testirano ploščo.

Odprtesponke se prikažejo kot vodoravna črta, kratek stik pa kot navpična črta. Upori se prikažejo kot diagonalna črta, ki se začne v spodnjem levem kvadrantu in konča v zgornjem desnem kvadrantu. Naklon bo sorazmeren z upornostjo preizkušane komponente in izbrano vrednostjo R15-R17.

Ta tester ne vsebuje zaščitnih komponent. Le en upor in sekundarni del transformatorja TY-311P sta neposredno povezana s preskušano komponento - seveda razen z osciloskopom. Prepričajte se, da so vsi preizkušani veliki kondenzatorji izpraznjeni, preden nanje priključite ta tester. Ta varnostni ukrep seveda velja tudi za odpravljanje težav, ki jih lahko opravite z DVM ali osciloskopom.

Na sliki 8 je prikazan generator signalov in tester komponent pred namestitvijo v ohišje.

Ugnezdena programska oprema za ESP32 je bila napisana z Arduinom 2.3.2 IDE. Vse potrebne knjižnice lahko dobite s funkcijo iskanja knjižnic Arduino. Kot ciljno ploščo lahko izberete ploščo ESP32 Dev, saj je DFR0478 podobna - vsaj kar zadeva ta projekt.

Zaključki

Kot sem omenil v uvodu, je ta projekt spodbudila omemba starejšega DDS generatorja z ATMega8. V tem projektu je bila DDS rutina napisana v AVR asemblerju, DDS zanka pa je obsegala le 10 ukazov. Vključen ni bil noben časovnik ali DMA: DDS zanka je delovala s hitrostjo, ki jo je nadzoroval uporabljeni kristal MCU (10 MHz). Fazni akumulator je bil po mojem mnenju le 24-bitni, preglednica za iskanje pa je vsebovala 8-bitne vrednosti. Ni bilo diskretnega DAC - za izvedbo DAC-a je bila uporabljena uporovna lestvica R-2R, ki jo je krmililo 8 linij GPIO.

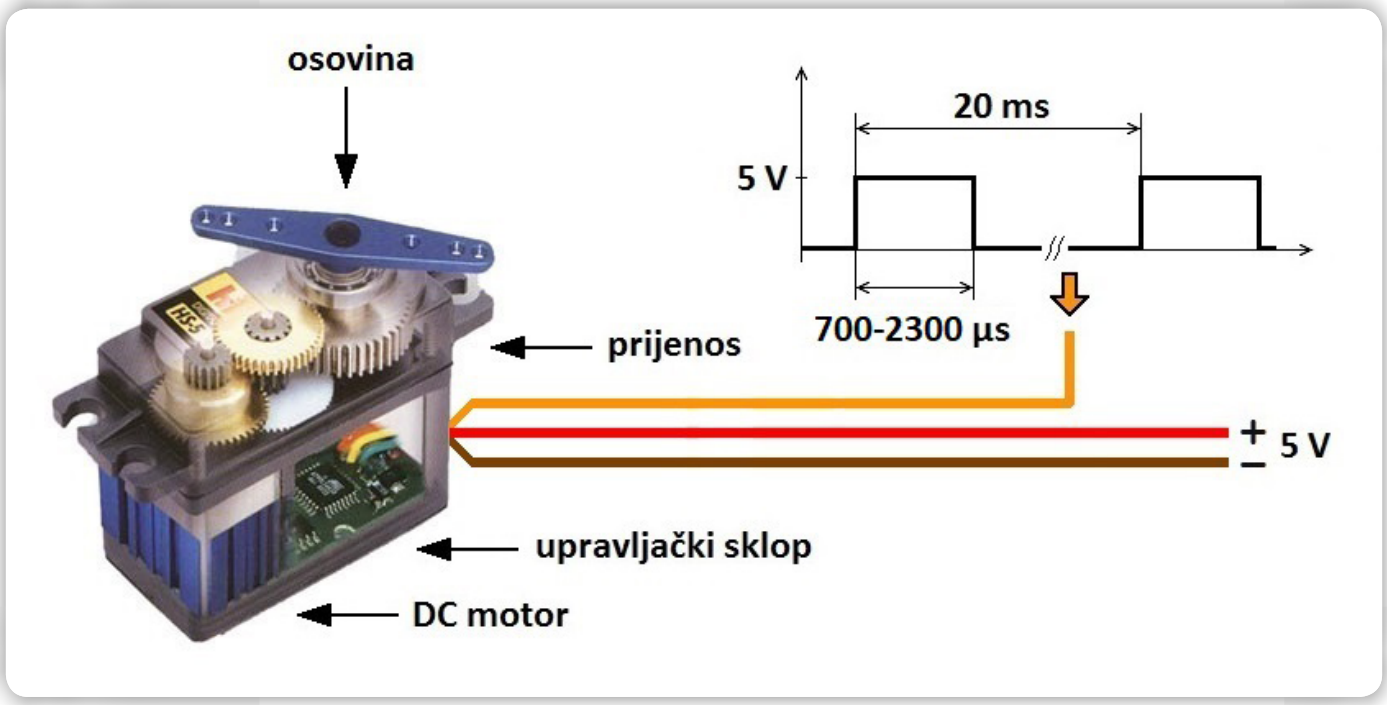
Vendar je ta zasnova omogočila vzorčenje s frekvenco 1 MHz, kar je 3-krat več, kot lahko delujejo I2S vrata v ESP32. ESP32 nima 8-bitnega GPIO vzporednega priključka. Zato bi bilo nemogoče uporabiti lestvični pretvornik R-2R, kot je bilo to storjeno v prejšnjem projektu. Obstajali so tudi drugi pomisleki, zaradi katerih na ESP32 z 32-bitnim jedrom Xtensa LX7 ni bilo mogoče izvajati neposrednega dostopa do vrat, ki je bil na voljo v enoti AVR MCU. Zato moram priznati, da novejše ni vedno boljše v smislu zmogljivosti MCU!

https://svet-el.si

Shield-B, razvojna ploščica za Arduino Uno (3) - servo motor

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

V tem nadaljevanju se bomo naučili kako povezati mali servo motor na razvojno ploščico Shield-B in kako jih s programi napisanimiv programskih jezikih Bascom-AVR in Arduino IDE krmiliti.



Slika 13: Presek tipičnega servo motorja

Servo motorji se precej razlikujejo od "običajnih" enosmernih elektromotorjev, s katerimi smo se ukvarjali do sedaj. Pravzaprav je DC motor samo eden od sestavnih delov vsakega servo motorja. Poleg njega je v ohišje vgrajen zobniški prenos (zaradi česar se os servo motorja vrti počasneje od osi pogonskega DC motorja) in ustrezno krmilno vezje. Sestavni deli tipičnega servo motorja so prikazani na sliki 13.

Slika hkrati prikazuje tudi kako servo motor vežemo na napajalno napetost. Nazivna napetost večine malih modelarskih servo motorjev znaša 5 V, poraba pa ni prevelika, zato jih lahko direktno povežemo na razvojno ploščo Shield-B in uporabimo isti vir, s katerim napajamo tudi Arduino Uno. No, servo motor ne bo deloval, če ga vežemo zgolj na napajalno napetost: da bi ga zavrteli, mu je potrebno na tretji priključek (rumene ali bele barve) trajno dovajati ustrezne krmilne impulze. Te impulzi se morajo ponavljati vsakih 20 ms (z drugimi besedami, impulzi morajo imeti frekvenco 50 Hz) in trajati med 700 in 2300 µs. Obnašanje motorja je odvisno prav od trajanja krmilnih impulzov.

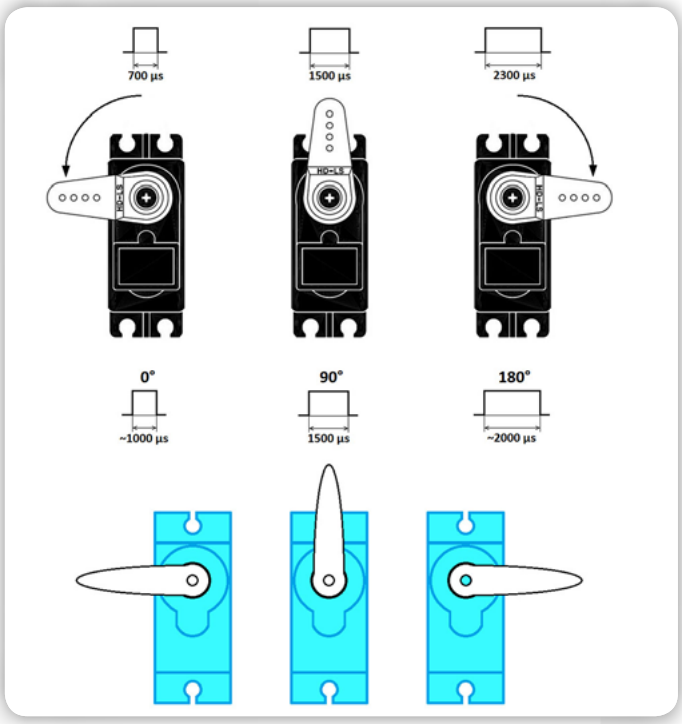
Opomnimo še, da obstajata dve izvedbi servo motorja:

- *servo motorji, katerih os se lahko trajno vrti v eni ali drugi smeri (takšni motorji so primerni za pogon robota) in*
- *servo motorji, katerih os se lahko zavrti samo za 180° (takšni motorji so primerni za postavljanje delov robota v želeni položaj, pa tudi za krmiljenje smeri njihovega gibanja).*

Os prve izvedbe se bo vrtelav eni smeri, ko je trajanje krmilnih impulzov krajše in vnasprotni smeri, če je trajanje krmilnih impulzov daljše od 1500 µs. Motor se bo zaustavil, ko krmilni impulzi trajajo okoli 1500 µs. V ožjem področju okoli 1500 µs je mogoče krmiliti tudi hitrost vrtenja servo motorja, vendar motor hitro doseže maksimalno hitrost vrtenja, ki potem ni več odvisna od krajših ali daljših impulzov.

Mi se bomo ukvarjali z drugo izvedbo, kjer se os od srednjega položaja lahko zavrti za po 90° v obe smeri. Slika 14 zgoraj prikazuje, kako je obrat osi servo motorja Hitec HS-422 odvisen od trajanja krmilnih impulzov. Prikazana sta samo srednji in končni položaj, vendar je te servo motorje možno tudi zelo natančno krmiliti. Tako bodo npr. impulzi trajanja 1450 µs obrnili os samo malo "v levo" od srednjega položaja, impulzi trajanja 1400 µs še malo bolj v levo itd.

Slika 14 spodaj se nanaša na mali servo motor SG90. Opazili bomo, da se njegova osi vrti v nasprotni smeri od osi HS-422



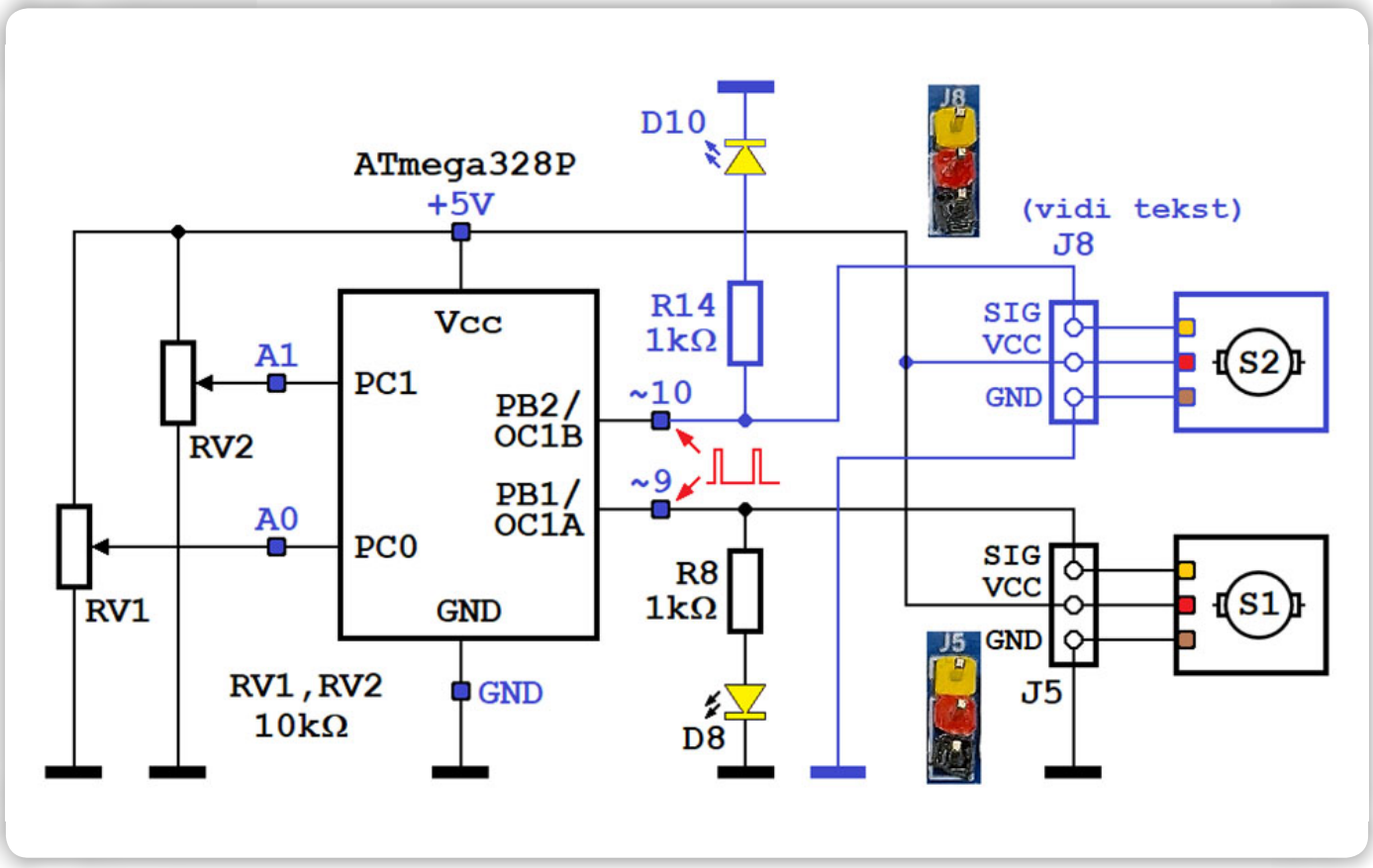
Slika 14: Krmiljenje obračanja osi servo motorja HS-422 in SG90

motorja, pa tudi dovoljeni razpon trajanja impulzov je pri njemu nekaj manjši. Vedno je potrebno preveriti dokumentacijo uporabljenega motorja ali pa ga pazljivo pregledati znotraj kakšnega razpona se njegova os svobodno zavrti! Dovajanje prekratkih ali predolgih impulzov in tudi dovajanje impulzov, katerih frekvenca pomembno odstopa od nazivnih 50 Hz bo povzročila poskus postavljanja osi v nedovoljeni položaj preko omejilnika. Servo motor bo "zablokiral", pri čemer se lahko poškodujejo njegovi zobniki!

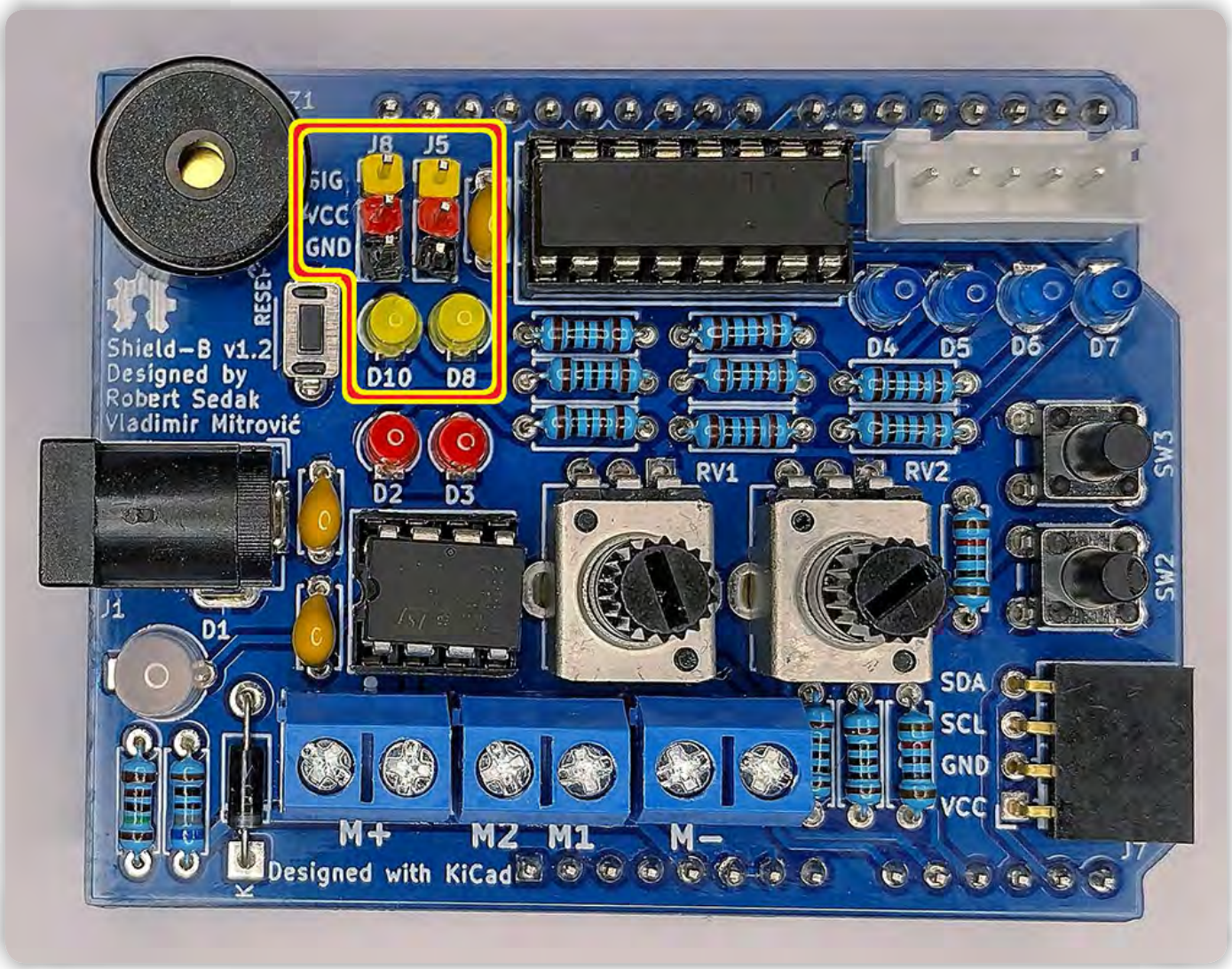
Da bi se lahko zagotovila zanesljiva odvisnost položaja osi v odnosu na trajanje impulzov, se v servo motorje vgrajuje potenciometer, ki je povezan z osjo motorja (ta potenciometer ni viden na sliki 13). Drsnik potenciometra elektronskemu vezju v vsakem trenutku "javlja" položaj osi servo motorja, zato lahko naredi potrebne korekcije, takoj ko ugotovi, da položaj osi ne ustreza trajanju krmilnih impulzov.

Slika 15 prikazuje kako povezati dva servo motorja na razvojni sistem Shield-B, verzija v1.2. Povezovanje ne bi smelo predstavljati problem, ker so priključki na konektorjih obarvani z istimi barvami kot tudi priključki servo motorja (slika 16). Prvi servo motor, S1, vežemo na konektor J5, preko katerega motor dobi tudi napajalno napetost in krmilne impulze. Drugi servo motor, S2, vežemo na konektor S8 (ta konektor, kot tudi ostale komponente, ki so na shemi narisane z modro barvo, ne obstaja v osnovni izvedbi razvojnega sistema, v1.1, zato je na tej verziji na ploščico možno vezati samo en servo motor).

Ker je vsa potrebna "elektronika" vgrajena v sam servo motor, so krmilni priključki (SIG) na razvojnem sistemu Shield-B povezani direktno s priključki mikrokontrolerja. Dodali smo samo LED-ice D8 in D10, ki bodo svetile proporcionalno s širino krmilnih impulzov: tako bomo imeli vidno kontrolo impulzov, ki jih mikrokontroler posreduje servo motorjem.



Slika 15: Tako lahko povežemo servo motorje S1 in S2 na razvojni sistem Shield-B



Slika 16: Položaj priključkov za servo motorje na ploščici v1.2

5. programska naloga: za vezje po shemi na sliki 15 napišite program, s katerim bomo s pomočjo potenciometrov RV1 in RV2 krmilili položaj servo motorjev S1 in S2.

Bascom-AVR rešitev (program Shield-B_5.bas)

Po uvodnih konfiguracijskih ukazih, ki se nanašajo na uporabljeni mikrokontroler in pogoje v katerih dela bomo dimenzionirali spremenljivki Rv1 in Rv2 in ustrezno konfigurirali A/D pretvornik:

```
Dim Rv1 As Word , Rv2 As Word
Config Adc = Single , Prescaler = Auto ,
Reference = Avcc
```

V spremenljivki bomo shranili prebrano napetost drsnika potenciometrov RV1 in RV1. Bascom-AVR ima določene rutine za krmiljenje do 10 servo motorjev. V konfiguracijskih ukazih definiramo koliko servo motorjev imamo in katere priključke mikrokontrolerja bomo uporabili za njihovo krmiljenje. V našem primeru imamo dva serva, ki ju krmilimo preko priključkov PB1 in PB2:

```
Config Servos = 2 , Servo1 = Portb.1 ,
Servo2 = Portb.2 , Reload = 7
```

Krmilna priključka PB1 in PB2 še moramo konfigurirati kot izhodna in omogočiti prekinitve (o prekinitvah bomo več povedali ob neki drugi priložnosti):

```
Config Portb.1 = Output
Config Portb.2 = Output
Enable Interrupts
```

Bascom-AVR bo definiral dve spremenljivki, Servo(1) in Servo(2), parameter Reload pa določa pogostost preverjanja njunih vsebin, oziroma, finost s katero lahko postavimo os servo motorja, pa tudi frekvenco krmilnih impulzov. Vrednost parametra Reload = 7 je izbrana s poskusom; z njo je frekvenca krmilnih impulzov blizu optimalnih 50 Hz, potreben razpon krmilnih impulzov (700 - 2300 µs) bomo dobili zvpisom vrednosti v razponu 70 - 230 v spremenljivki Servo(1) ali Servo(2).

V glavni programski zanki najprej beremo napetost na drsniku potenciometra RV1:

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

Glede na položaj drsnika bo prebrana vrednostv razponu od 0-1023. Z množenjem s faktorjem 21/134 bomo ta razpon najprej zmanjšali na 0-160 in nato rezultatu dodali 70. Tako smo dobili število v razponu 70-230, ki ga vpišemo v spremenljivko Servo(1):

```
Rv1 = Rv1 * 21
Rv1 = Rv1 / 134
Servo(1) = 70 + Rv1 ,70-230
```

Ostanek bo za nas naredila "nevidna" Bascom-AVR rutina, ki bo nastavila mikrokontroler tako, da bo na osnovi vpisane vrednosti proizvajal krmilne impulze širine 700-2300 µs.

Program za drugi servo motor je identičen; tudi tukaj beremo napetost na drsniku potenciometra RV2 in nato prebrano vrednost zmanjšamo v razpon 0-160:

```
Rv2 = Getadc(1)
Rv2 = Rv2 * 21
Rv2 = Rv2 / 134
```

Tukaj smo vpis v spremenljivko Servo(2) prekrojili na način da obrne os v nasprotni smeri:

```
Servo(2) = 230 - Rv2 ,230-70
Loop
```

Arduino rešitev (program Shield-B_5.ino)

Arduino IDE razvojno okolje ima knjižnico pod imenom Servo, ki uporablja Timer1 in lahko sočasno krmili do 12 servo motorjev. Knjižnica Servo omogoča enostavno krmiljenje malih servo motorjev z definiranjem objekta in uporabo pripadajočih funkcij. Uporabili bomo dve funkciji: attach() za definiranje na kateri priključek je vezan servo motor, in funkcijo write()s pomočjo katere definiramo kot obrata servo motorja od 0 do 180 stopinj.

Program bomo začeli z navajanjem knjižnice, ki jo bomo uporabili:

```
#include <Servo.h>
```

Nato za vsak servo motor definiramo lastni objekt:

```
Servo S1;
Servo S2;
```

V funkciji setup() bomo za vsak objekt definirali priključek, ki ga uporablja. Ker smo servo motor 1 vezali na priključek 9, bomo objektu S1 pridružili ta priključek s pomočjo funkcije attach(). Za servo motor 2 bomo uporabili priključek 10:

```
void setup() {
S1.attach(9);
S2.attach(10);
}
```

BASCOM

V funkciji loop() najprej beremo napetost na drsniku potenciometra RV1:

```
void loop() {
int Rv1 = analogRead(A0);
```

Odvisno od položaja drsnika RV1 bo prebrana vrednostv razponu 0-1023. Zato je potrebno ta razpon pretvoriti v razpon 0-180 s pomočjo funkcije map():

```
Rv1 = map(Rv1, 0, 1023, 0, 180);
```

Sedaj nam še preostane pretvorjeno vrednost predati funkciji write() objekta S1 intako obrniti os servo motorja S1:

```
S1.write(Rv1);
```

Isti postopek ponovimo za drsnik Rv2 in servo motor S2, vendar bomo v tem primeru definirali vrtenje osi v drugi smeri prav tako z uporabo funkcije map():

```
int Rv2 = analogRead(A1);
Rv2 = map(Rv2, 0, 1023, 180, 0);
S2.write(Rv2);
```

Ker hitrost vrtenja servo motorja ni zelo velika, bomo na koncu funkcije loop() napravili 15 ms pavzo in tako dali servo motorju dovolj časa, da zaključi z zadanim obratom osi:

```
delay(15);
}  // kraj loop()
```

Opombe:

Programe Shield-B_5.bas in Shield-B_5.ino lahko brezplačno dobite od uredništva revije Svet elektronike! Programi so bili napisani za dva servo motorja. Koliko močnostnih motorjev bomo lahko vezati na Shield-B je odvisno tudi od njihove porabe. Mikro servo motorji, kot SG90, pod obremenitvijo trošijo okoli 270 mA, neobremenjeni precej manj. Zato bo napajanje preko USB kabla dovoljšnje tudi, ko preverjamo delo programa z dvema takšnima servo motorjema. Delovni tok HS-422 in podobnih servo motorjev je okoli 150 mA, vendar lahko pod obremenitvijo zraste tudi do 800 mA. Če uporabljamo dva servo motorja te vrste, je nujno zagotoviti napajanje preko mrežnega adapterja z napetostjo 7,5-9 V in maksimalnim tokom najmanj 1 A. Adapterja ne povežemo na Shield-B, pač pa na Arduino Uno!

https://svet-el.si

M5Dial - brezžične komunikacije

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

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

Primeri WiFi in Bluetooth

V preteklem delu smo poznali, kako uporabljamo Wi-Fi in večnitno funkcionalnost, tokrat bomo Bluetooth spoznali v praksi. V Arduino 2.3.2 razvojem okolju se lotimo tudi kompleksnejšega Wi-Fi primera, v katerem bomo M5Dial uporabili kot krmilni modul za upravljanje kuhinjskih luči.

Kako začeti z Bluetooth?

ESP32S3 moduli imajo vgrajen zmogljiv Wi-Fi/Bluetooth modul, ki ga lahko uporabimo že, če namestimo zadnjo Espressif Systems podporo za razvojne ploščice in module ESP32 (v času nastajanja članka: verzija 3.0.3) in dodamo programsko knjižnico za M5Dial (v času nastajanja članka: verzija 1.0.2). Med primeri najdemo tako odjemalske kot strežniške aplikacije, med njimi tudi take, ki omogočajo samodejno povezavo brez vnosa gesla ali pin kode. Pin kodo uporabljajo le starejši primeri, medtem ko se samodejna prijava pri ostalih zgodi na osnovi dolge kode strežniške storitve in kode klienta storitve, s katero se ta prijavi na strežnik.

Za začetnike so še posebej zanimivi primeri prehodov med Bluetooth in serijsko komunikacijo, ki implementirajo najosnovnejšo različico protokola, pri kateri je Bluetooth povezava zgolj posrednik dvosmernega toka podatkov med Bluetooth odjemalcem in PC, ki nadzira delovanje M5Dial prek USB povezave.

Vzpostavitev Bluetooth strežnika

Začnimo s primerom SerialToSerialBT_legacy, s katerim M5Dial postane strežnik za Bluetooth naprave. Pri vzpostavitvi povezave od klienta zahtevamo pin kodo. Povezava uspe le, če je pin koda pravilna. Pri tem je dobro z ukazom onAuthComplete dodati še povratno klicano proceduro, ki vrne odgovor o sprejemu ali zavrnitvi odjemalca. V našem primeru smo proceduro maksimalno poenostavili, tako da prek serijske povezave s klasičnim PC ali Raspberry Pi prejmemo enega od dveh odgovorov: »Pairing success!« ali »Pairing failed…«. Setup() procedura zato izgleda takole:

```
void setup() {
  Serial.begin(115200);
    SerialBT.onAuthComplete(BTAuthComplete-
Callback);
  SerialBT.begin(„TEST-BT-Device“);
  SerialBT.setPin(„1234“, 4);
  Serial.printf(„The device started with
name \“%s\“, now you can pair it with Blue
tooth!\n“, deviceName);
}
```

Kot vidimo, najprej z ukazom Serial.begin določimo hitrost serijske povezave in jo vzpostavimo, denimo Serial.begin(115200). Naslednji ukaz je opcijski, saj z njim definiramo klic povratno klicane procedure, s katero smo obveščeni od uspehu ali neuspehu vzpostavitve Bluetooth povezave, v našem primeru je povratno klicana procedura BTAuthCompleteCallback, ko jo definiramo takole:

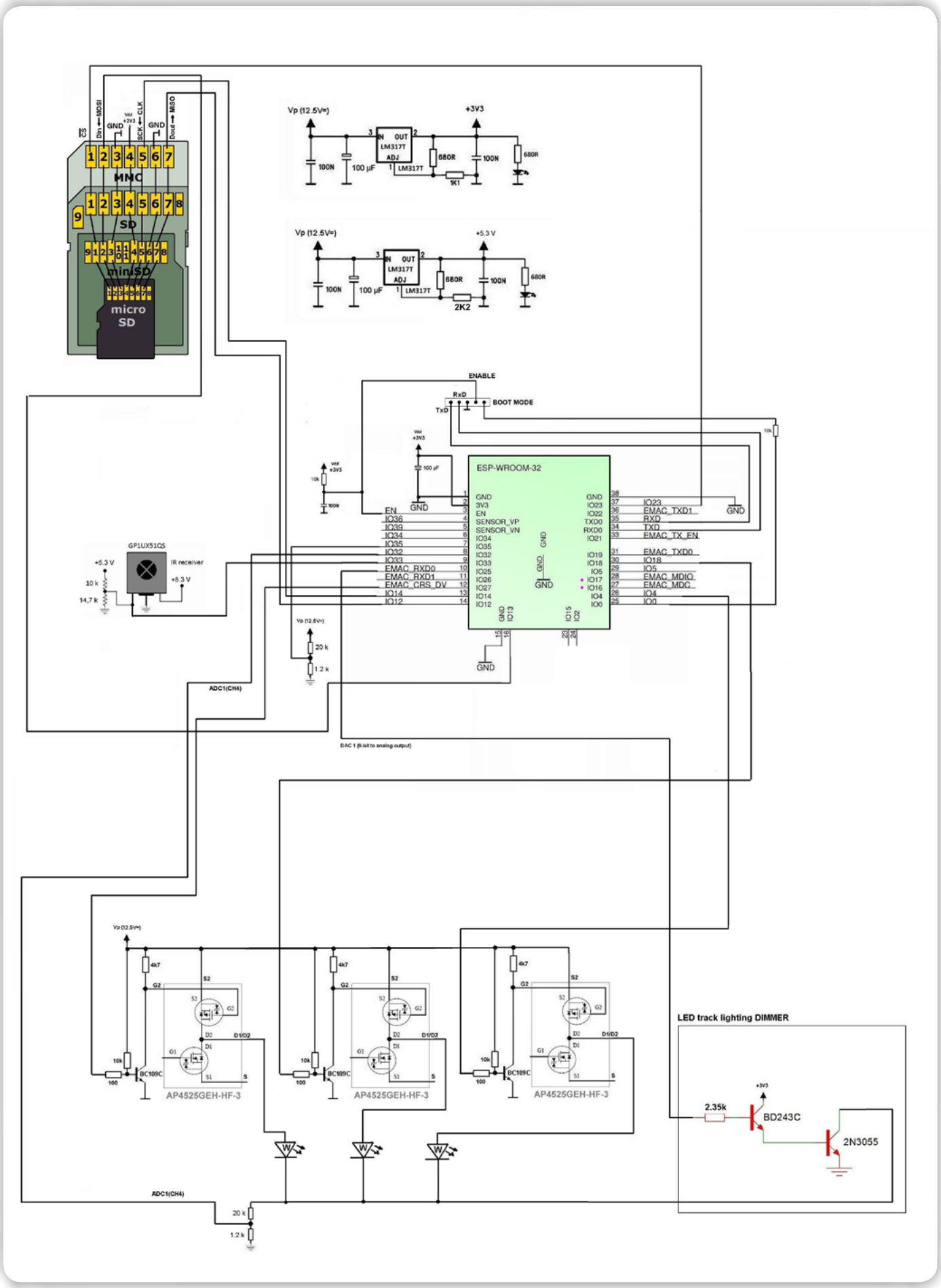
```
void   BTAuthCompleteCallback(boolean   su-
ccess) {
  if (success) {
    confirmRequestDone = true;
    Serial.println(„Pairing success!“);
  } else {
    Serial.println(„Pairing failed!“);
  }
}
```

Zdaj lahko vzpostavimo Bluetooth strežnik z ukazom SerialBT.begin, ki mu kot parameter navedemo ime Bluetooth strežnika, ki bo tekel na M5Dialu. Z ukazom SerialBT.setPin nato določimo pin kodo, s katero se mora prijaviti odjemalec.

Bluetooth storitev

Storitev mora biti ves čas na voljo, zato jo moramo implementirati v glavni zanki, pri čemer mora biti preverjanje zahtev odjemalcev dovolj pogosto, da ne pride do prekoračenja najdaljšega dovoljenega časa. Druga možnost je vzpostavitev samostojne programske niti za to nalogo, kar zahteva nekoliko več programerskega dela in o čemer lahko več preberete v preteklem nadaljevanju. Zato poglejmo enostavnejšo možnost:

```
void loop() {
  if (confirmRequestDone) {
      if (Serial.available()) {
        SerialBT.write(Serial.read());
      }
      if (SerialBT.available()) {
         Serial.write(SerialBT.read());
      }
      delay(20);
  } else {
    delay(1);
  }
}
```



Shema 1: Načrt krmilnika LED osvetlitve.

Strežniški program prenaša znake iz serijske povezave med PC in M5Dial neposredno v prek Bluetootha povezano napravo in obratno. Zakasnitve so potrebne za zagotavljanje praznjenja izravnalnikov vhodnih in izhodnih znakov. Če nekoliko podrobneje pogledamo program glavne zanke vidimo, da v začetku vsakega cikla preveri, ali je povezava s odjemalcem vzpostavljena, kar je odvisno od tega, kdaj se odjemalec na M5Dial dejansko prijavi.

Naslednji korak je preverjanje prisotnosti podatkov v izravnalniku za serijsko komunikacijo. Če so podatki na voljo, odda najdlje časa čakajoči bajt, nakar sledi preverjanje prisotnosti podatkov izravnalnika na Bluetooth povezavi. Če so na voljo, odda najdlje čakajoči bajt prek serijske povezave. Oddajno -prejemni cikel se nato ponovi do 20 milisekundah. Na drugi strani Bluetooth povezave seveda potrebujemo še eno napravo, ki je lahko za testiranje tudi pametni telefon, na katerega namestimo katerega od zastonjskih telnet programov (npr. Terminus), sicer pa je to IoT krmilnik ene od naprav, ki jih upravljamo z M5Dial.

Taka komunikacija je dovolj hitra za prejemanje in oddajanje krmilnih podatkov, vsekakor pa za pošiljanje večjih količin podatkov potrebujemo zmogljivejše komunikacijske protokole, kar pa pri enostavnem krmiljenju, denimo upravljanju LED svetil, niti ni potrebno.

Krmiljenje M5Dial s pametnim telefonom ali PC prek Bluetooth
Poglejmo, kako implementiramo krmilne funkcije! Če zgornjo proceduro spremenimo takole:

```
void loop() {
  if (confirmRequestDone) {
     ControlGUI();
  } else {
    delay(1);
  }
}
```

… lahko vso logiko grafičnega uporabniškega vmesnika v M5Dial skrijemo v proceduro ControlGUI(), ki vrača želeno akcijo uporabnika:

```
void ControlGUI() {
  int cmd;
  cmd=UserGUI_cmd();
  lights(cmd);
  delay(20);
}
```

Funkcija UserGUI_cmd vrača krmilno kodo za upravljanje luči (denimo: 1 = vklop, 0 = izklop). Nato funkcija lights prek izbrane komunikacijske poti in protokola dejansko izvede zahtevano akcijo. M5Dial sicer nima prav veliko izhodnih priključkov, ampak se raje zanaša na priključke, s katerimi podpre serijska protokola za prenos podatkov I2C in SPI. Pri dejanski izvedbi krmiljenja bi tako M5Dial žično povezali s krmilnikom luči, ki je prav tako lahko izdelan na osnovi ESP32 mudila in mu prek enega od omenjenih protokolov posredovali ukaz.

M5Dial kot I2C, Wi-Fi ali Wi-Fi/Bluetooth upravljavska konzola
Ni pomembno, kako M5Dial komunicira, na primer s krmilnikom luči v kuhinji, pomembno je, da doseže želene nastavitve posameznih luči in/ali drugih naprav, ki nimajo lastne upravljavske konzole, ali pa potrebujejo oddaljeno upravljavsko konzolo. Denimo, če je krmilnik luči na omari, mi pa bi radi upravljavsko konzolo montirali namesto klasičnega stikala za luč. Namesto M5Dial bi sicer lahko uporabljali tudi pametni telefon, a kaj ko je to pogosto preveč nepraktično.

Namesto tega lahko uporabimo fiksno nameščeno M5Dial konzolo, v katero namestimo ustrezno aplikacijo, s katero prek enega od komunikacijskih povezav ali omrežij komuniciramo z različnim krmilniki. Pomembno je tudi, da M5Dial lahko napajamo kar iz napajalnika za LED razsvetljavo, ki ima navadno +12 V ali +24 V. Sicer razpon dovoljenih napetosti med +6 V in +36 V omogoča, da obstoječi dvožični vod klasičnega preklopnega stikala uporabimo za napajanje M5Dial, medtem ko funkcijo stikala prevzame IoT krmilnik luči.

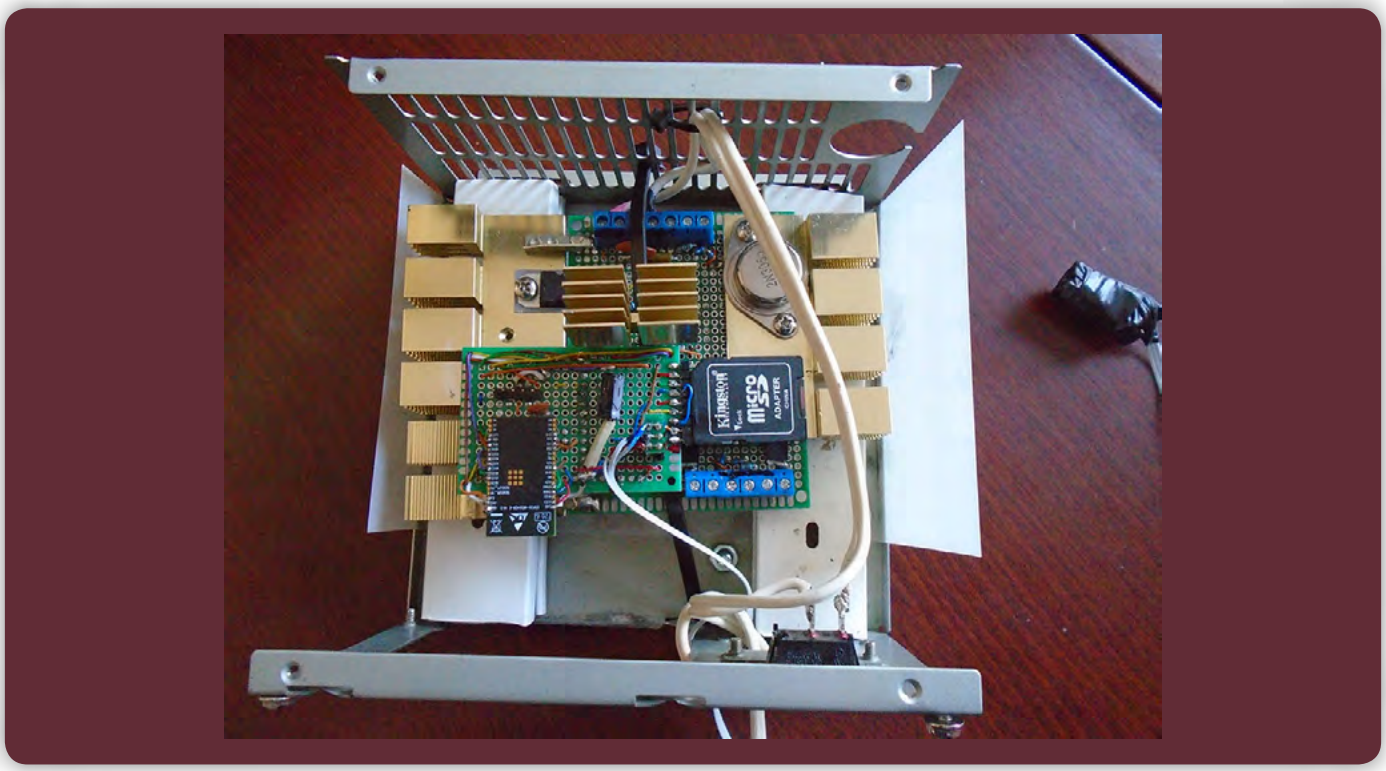
Wi-Fi za upravljanje luči

Kot obljubljeno, se tokrat lotevamo kompleksnejšega Wi-Fi primera. Najprej potrebujemo krmilnik LED razsvetljave, ki ga bomo lahko upravljali z M5Dial. Izdelave podobnega krmilnika LED razsvetljave smo se že lotili v SE318, a tokrat bomo namesto PIC18 mikrokontrolerja uporabili ESP32 modul, ki omogoča tudi Wi-Fi/Bluetooth komunikacije. LED krmilnik bo deloval kot strežnik, medtem ko bo M5Dial konzola njegov odjemalec, kar je smiselno, če M5Dial uporabljamo le za krmiljenje ene naprave, kot v našem primeru.

Zamenjava je sorazmerno preprosta, saj je vezje zasnovano z vtičnim mikrokontrolerskim modulom, zato zadošča že zamenjava modula, kot lahko vidimo na sliki. Preostanek vezja z močnostnimi krmilnimi tranzistorju ostaja enak, kot lahko vidite tudi na shemi. Krmilnik omogoča tudi možnost upravljanja luči s klasičnim infrardečim upravljalnikom, vendar vam tega dela vezja ni potrebno implementirati, če se boste odločili zgolj za krmiljenje prek Wi-Fi.

Krmiljenje prek Wi-Fi je po vzpostavitvi povezave najenostavneje izvesti s pomočjo enostavnih črkovnih ukazov, kar je podobno upravljanju z infrardečim daljinskim upravljalnikom. Poglejmo dva izseka programske kode. V glavni Arduino zagonski rutini Setup najprej vzpostavimo Wi-Fi povezavo (kako vzpostavimo Bluetooth povezavo, smo že pokazali):

```
IPAddress apIP(192,168,4,1);
const char* ssid = „LEDcontroler“;
const char* password = „krneki“;
WiFi.begin(ssid, password);
WiFi.mode(WIFI_AP_STA);
WiFi.disconnect();
delay(100);
WiFi.softAP(ssid, password);
WiFi.softAPConfig(apIP,apIP, IPAddress(255,
255, 255, 0));
Telnet.begin();
```



Slika 1: Krmilnik za lučі na osnovi ESP32 modula.

Kot vidimo, je vse sorazmerno preprosto, poskrbeti moramo predvsem za to, da naložimo tudi Telnet knjižnico (Telnet.h), ki jo potrebujemo poleg WiFi.h knjižnice.

Naslednji korak je vzpostavitev telnet strežbe, na katero se lahko prijavi M5Dial kot Wi-Fi odjemalec. Če nameravamo z M5Dial upravljati več naprav, je treba vlogi zamenjati in narediti M5Dial kot strežnik, ki lahko sprejme do 10 odjemalcev (v tem primeru krmilnikov različnih naprav), ali pa namesto tega urediti vse povezave prek Wi-Fi usmerjevalnika, tako da so vse druge naprave odjemalci.

Če se omejimo na enostavnejši primer, ko je M5Dial odjemalec, je glavna programska zanka loop() namenjena zagotavljanju TCP/IP storitev, saj predpostavljamo, da smo Wi-Fi povezavo vzpostavili že v Setup() rutini, razen v primeru, če Wi-Fi povezava nepričakovano pade. Takrat jo je potrebno čimprej ponovno vzpostaviti, nakar je potrebna tudi ponovna vzpostavitev TCP/IP povezave.

K sreči je večina kompleksnejših funkcionalnosti implementirana v programskih knjižnicah, zato se v Arduino okolju ukvarjamo bolj z vsebino in načinom komunikacije. Poglejmo izsek iz programske kode, s katero posamično prižigamo in ugašamo 3 LED trakove:

```
…} else if(cmx==“*“){
    Serial.println(„All on/off.“);
         if((LEDtrack[0]==HIGH)||(LEDtrac-
k[1]==HIGH)||(LEDtrack[2]==HIGH)){
       LEDtrack[0]=LOW;LEDtrack[1]=LOW;LED-
track[2]=LOW;
} else {
           LEDtrack[0]=HIGH;LEDtrack[1]=
HIGH;LEDtrack[2]=HIGH;
}
      digitalWrite(_LEDtrack1,LEDtrack[0]);
      digitalWrite(_LEDtrack2,LEDtrack[1]);
      digitalWrite(_LEDtrack3,LEDtrack[2]);
} else if(cmx==“1“){
        Serial.print(„Track 1 = „);Serial.
println(LEDtrack[0],DEC);
         if(LEDtrack[0]==LOW){
            LEDtrack[0]=HIGH;
         } else {
            LEDtrack[0]=LOW;
         }
      digitalWrite(_LEDtrack1,LEDtrack[0]);
} else if(cmx==“2“){…
```

Kot lahko hitro razberemo iz programa, uporabljamo enoznakovne ukaze, s katerimi upravljamo krmilnik LED razsvetljave podobno kot bi ga z daljinskim upravljalnikom. V prikazanem primeru z znakom „*“ prižgemo vse LED trakove hkrati, z znakom „1“ pa le prvi trak.

Za pravilno delovanje mora M5Dial prek vzpostavljenega Wi-Fi kanala vsakokrat posredovati eno od mogočih krmilnih kod, ki je odvisna teka, kar izberemo na njegovem okroglem prikazovalniku s pomočjo vanj nameščene aplikacije.

Načrtovanja krmilne aplikacije za M5Dial in njenega grafičnega uporabniškega vmesnika se lotimo v prihodnjem nadaljevanju. Vso izvorno programsko kodo najdete na spletni strani pcusbprojects.com.

Spletna stran: https://pcusbprojects.com
https://svet-el.si

svet MEHATRONIKE

TEMATIKE

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

NAROČNINA

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

TOČKA REVIJE

Poiščite brezplačno revijo v izbranih trgovinah!

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

www.svet-me.si

revija@svet-me.si

01 549 14 00

AX ELEKTRONIKA

ZALOŽNIK
AX ELEKTRONIKA d.o.o.
Depala vas 39, 1230 Domžale

TEMATIKE

- novice
- elektronika za začetnike
- programiranje
- samogradnje

NAROČNINA

PRAVNE OSEBE: 49,50 €/leto
FIZIČNE OSEBE: 44,00 €/leto
DIJAKI IN ŠTUDENTJE: 41,25 €/leto

https://svet-el.si

prodaja04@svet-el.si

01 549 14 00

svet ELEKTRONIKE

PRIROČNIK za PROGRAMERJE