

SE
336

REVIIJA ZA ELEKTRONIKO, AVTOMATIKO, RAČUNALNIŠTVO IN TELEKOMUNIKACIJE

svet ELEKTRONIKE

ISSN 1318-4679

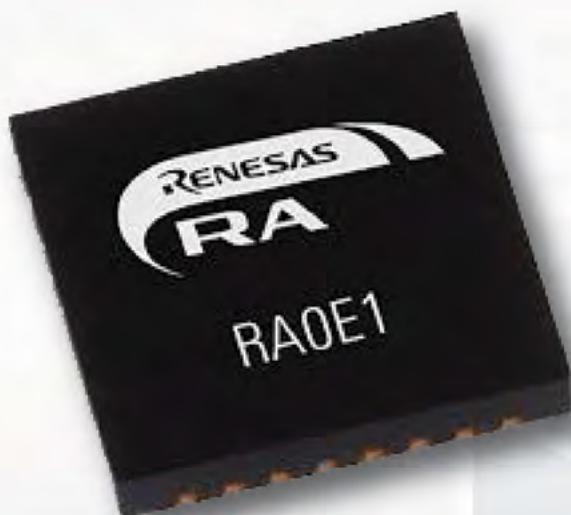


9 771318 467014



letnik XXXII
januar 2025
število 336
cena:

5,50 €



**Bascom AVR programski paket "Big time"
za velike formate prikaza ur in minut**

**Programirajmo ESP32 module
v Tasmota razvojem okolju**

**Možnosti vhodnega MOSFET stikala
na visoki strani**

**Portfelj 5G RedCap - modul FE910C04
in kartica FN920C04**



**Sejem electronica
je spet odprl svoja vrata**

PROSTOR ZA NALEPKO



**EMI zaščita: popoln obrambni
mehanizem za vojaška
brezpilotna letala**



**Dva projekta za spremljanje
zdravja z uporabo modulov
Mikro-e Click**

svet MEHATRONIKE



TEMATIKE

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

NAROČNINA

4 revije na leto



www.svet-me.si



revija@svet-me.si



01 549 14 00

TOČKA REVJE

Poiščite **brezplačno revijo**
v izbranih trgovinah!

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



AX ELEKTRONIKA

ZALOŽNIK

AX ELEKTRONIKA d.o.o.

Depala vas 39, 1230 Domžale

TEMATIKE

- novice
- elektronika za začetnike
- programiranje
- samogradnje

NAROČNINA



<https://svet-el.si>



prodaja04@svet-el.si



01 549 14 00



svet ELEKTRONIKE

UVODNIK

- 4 Srečno v novo leto 2025!

Jurij Mikeln

NOVICE

- 5 Integrirana in kompaktna rešitev systemskega osnovnega čipa CAN FD za aplikacije z omejenim prostorom
<https://www.microchip.com>
- 6 Miniaturni WSSOP PhotoMOS® dviguje merilno in testno opremo
<https://holdings.panasonic/global>
- 6 Podjetje Diodes Incorporated napoveduje razširitev svoje ponudbe LED gonilnikov
<https://www.diodes.com>
- 7 Nova Click plošča pomaga pri razvoju in usposabljanju ML modelov za analizo vibracij
<https://www.mikroe.com>
- 8 Portfelj 5G RedCap - modul FE910C04 in kartica FN920C04 M.2 na voljo v spletni trgovini Rutronik
<https://www.rutronik.com>
- 10 Power Integrations cilja 800 V avtomobilске aplikacije z novim Wide-Creepage stikalnim IC-jem
<https://www.power.com>

PREDSTAVLJAMO

- 11 Možnosti vhodnega MOSFET stikala na visoki strani za ciklično napajanje sistema
Avtor: Rolf Horn
<https://www.digikey.com>
- 15 Sejem electronica je spet odprl svoja vrata
Avtor: Jurij Mikeln
<https://svet-el.si>
- 26 Devet naenkrat
RUTRONIK GmbH
Avtorja: Vidya Sriram, Alina Schütz
<https://www.rutronik.com>
- 28 GUI-O Team
Avtor: Janez Pirc
- 31 EMI zaščita: popoln obrambni mehanizem za vojaška brezpilotna letala
Avtorica: Rachid Ait El Cadi
<https://www.parker.com>

PROGRAMIRANJE

- 35 Bascom AVR programski paket "Big time" za velike formate prikaza ur in minut iz DS3231 RTC-ja na LCD-ju
Avtor: Mladen Čempuhe
- 38 Programirajmo ESP32 module v Tasmota razvojem okolju - 2.del
Avtor: dr. Simon Vavpotič
<https://pcusbprojects.com>
- 42 Dva projekta za spremljanje zdravja z uporabo modulov Mikro-e Click in uporabniškega vmesnika GUI-O
Avtor: Brian Millier

Sejem electronica je spet odprl svoja vrata

Največji sejem elektronike do sedaj se je razprostiral preko vseh 18 hal. Sejem smo obiskali skupaj z bralci revije Svet elektronike. Videli in slišali smo marsikaj zanimivega, zato vas vabim, da si preberete članek, ki je pred vami. Najprej nekaj uvodnih besed o samem sejmu electronica 2024...



Stran:15

EMI zaščita: popoln obrambni mehanizem za vojaška brezpilotna letala

Zaradi nenehnih svetovnih konfliktov in naraščajočih mednarodnih napetosti droni in UAV (brezpilotna letala) postajajo sodobno orodje v vojaških arzenalih, po katerem se veliko povprašuje. Nekatera so razvrščena kot lebdeče strelivo, ker vsebujejo eksplozive ali bojne glave, ki se pogosto porabijo v napadih...



Stran:31

Bascom AVR programski paket "Big time" za velike formate prikaza ur in minut

Bascom-AVR programski paket imenovan „Big time“ omogoča prikaz časa (ur in minut) iz DS3231 RTC-ja na enostaven način na alfanumeričnem LCD-ju v velikem dvovrstičnem, trivrstičnem in štirivrstičnem formatu prikaza. V tem članku bo opisana tudi programska knjižnica za enostavno nastavljanje leta, meseca...



Stran:35

Dva projekta za spremljanje zdravja z uporabo modulov Mikro-e Click

Morda ste že videli oglase podjetja Mikro-e, ki se hvalijo z več kot 1000 Click moduli, ki jih proizvajajo. Ti Click moduli imajo skupen razpored priključkov z dvema 0,1-palčnima konektorjema, od katerih ima vsak 8 priključkov. Določeni so napajalni priključki ter SPI...



Stran:42



www.renesas.com



Jurij Mikeln

REVIJA ZA ELEKTRONIKO,
AVTOMATIČNO,
RAČUNALNIŠTVO
IN TELEKOMUNIKACIJE

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

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

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

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

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

Antivirusni program: PANDA security

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

Direktor:
JURIJ MIKELN, dipl.inž.

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

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

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

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

Srečno v novo leto 2025!

Drage bralke in dragi bralci revije Svet elektronike. Upam, da ste lepo preživeli praznične dneve. Tudi narava je poskrbela za nekaj zimskih radosti. Pri nas je bilo ravno toliko snega, da se je v senčnih področjih obdržal in tako malce polepšal praznovanja.

Po drugi strani v uredništvu revije Svet elektronike nismo nič kaj praznično razpoloženi, saj je vlada RS oziroma njena agencija ARIS tako spremenila razpisne pogoje za subvencioniranje poljudnoznanstvene periodike (kamor sodi revija Svet elektronike) za leti 2025 in 2026, da se na razpis nismo mogli prijaviti. Seveda bi se lahko prijavili, vendar bi bili izločeni že v začetku, saj Svet elektronike ne izdaja nevladna organizacija ali zamejska organizacija, niti nimamo zaposlenih dveh aktivnih raziskovalcev, kot je bilo zapisano v razpisu.

To pa seveda ne pomeni, da bo Svet elektronike kar ugasnil – daleč od tega. K sreči je izdajanje revije povezano s takšnim številom naročnikov in oglaševalcev, da se to ne bo zgodilo. Žal pa smo zaradi draginje primorani za malenkost povečati ceno izvoda revije na 5,5 €. Upam, da vas ta malenkostna sprememba cene ne bo odvrnila od prebiranja Sveta elektronike v letu 2025.

Za prvo letošnjo številko smo vam pripravili dva zanimiva članka, kjer je Brian uporabil t.i. Click razvojne plošče podjetja Mikro-E, to je podjetja Mikroelektronike iz Srbije, ki jo marsikateri bralec naše revije pozna že nekaj let.

Brian je po spletu okoliščin nabavil večjo količino Click razvojnih plošč in bo z njimi pripravil več zanimivih člankov. Tokrat je pripravil članek za dve Click plošči: prva je EKG, ki uporablja samo dve elektrodi (namesto večjega števila elektrod) in prikazuje EKG na pametnem telefonu. Druga pa je za merjenje SpO2 – se pravi za merjenje kisika v krvi. Brian je tudi razložil, kako je uporabil GUI-O za povezavo in prikaz diagramov na pametnem telefonu.

V reviji boste našli tudi bolj podrobno razloženo razvojno okolje GUI-O, s katerim boste lahko povezali vašo napravo z Android pametnim telefonom in na njemu kreirali prikaz podatkov, različne tipke in drsnike, s katerimi boste lahko nastavljali parametre vaše naprave. GUI-O je rezultat razvoja slovenskih inženirjev in je zelo prijazen za uporabo, zato vas vabim, da se sami prepričate v to.

Kot obljubljeno v pretekli številki, smo za tokratno številko pripravili reportažo s sejma electronica München. Obisk sejma je vedno doživetje. Ne zgolj sprehod po sejmu, pač pa tudi druženje z udeleženci, ki so bili na avtobusu. Sejem je sam po sebi prevelik, da bi si ga ogledal en sam, zato je vedno zanimivo slišati, kaj so videli ostali.

Naj vam na koncu tega uvodnika še enkrat zaželim vse dobro v letu 2025 in vas povabim na sejem IFAM od 11. do 13. februarja na Gospodarskem razstavišču v Ljubljani, kjer razstavlja tudi podjetje AX elektronika d.o.o..

Lep pozdrav!
Jure

Integrirana in kompaktna rešitev systemskega osnovnega čipa CAN FD za aplikacije z omejenim prostorom

Microchip Technology Inc.

Microchip predstavlja ATA650x CAN FD SBC z vgrajenim hitrim CAN transiverjem in 5V LDO.

Povečanje števila povezanih aplikacij na avtomobilskem in industrijskem trgu spodbuja povpraševanje po žičnih povezovalnih rešitvah z večjo pasovno širino, manjšo zakasnitvijo in večjo varnostjo. Zanesljive in varne komunikacijske omrežne rešitve so bistvenega pomena za prenos in obdelavo podatkov, kot je predvideno. Microchip Technology (Nasdaq: MCHP) predstavlja novo družino čipov ATA650x CAN FD System Basis Chips (SBC) [1] s popolnoma integriranim hitrim CAN FD transiverjem in 5V regulatorjem napetosti z nizkim padcem (LDO), ki je na voljo v kompaktnih 8-, 10- in 14-pinskih ohišjih za varčevanje s prostorom.

ATA650x CAN FD SBC imajo majhen odtis 2 mm × 3 mm za ohišje VDFN8, 3 mm × 3 mm za ohišje VDFN10 in 3 mm × 4,5 mm za ohišje VDFN14. Z vgrajenim hitrim CAN FD transiverjem SBC podpirajo hitrosti prenosa in sprejemanja podatkov do 5 Mb/s.

Ti SBC so zanesljiva rešitev za aplikacije z omejenim prostorom in porabo energije, saj imajo zelo majhno porabo energije, tipični tok v stanju mirovanja pa znaša le 15 µA. SBC ATA650x omogočajo nadzor napajalne napetosti VCC s signali vodila, kar zmanjša porabo toka avtomobilskih elektronskih krmilnih enot (ECU). Za dodatno zmanjšanje porabe energije lahko SBC-ji onemogočijo napajanje mikrokontrolerja z izklopom LDO med načinom mirovanja.

Varnostne funkcije, ki so na voljo v napravi ATA650x, vključujejo funkcije varovanja, zaščite in diagnostike, ki zagotavljajo zanesljivo komunikacijo po vodilu v naprednih omrežjih. Naprave ATA650x so zasnovane tako, da so odporne na elektrostatične razelektritve (ESD), in opremljene z zmogljivostjo elektromagnetne združljivosti (EMC), zato so zanesljive rešitve za aplikacije, ki delujejo v zahtevnih okoljih.

Integrirana SBC rešitev je pripravljena na funkcionalno varnost in strankam pomaga doseči varnostni certifikat ISO 26262 ali želeno raven ASIL. Poleg tega so SBC vmesniki kvalificirani po standardu AEC-Q100 z oceno 0 in so zasnovani za delovanje pri temperaturah od -40 °C do +150 °C.

„Naš kompaktni CAN FD SBC je zasnovan za aplikacije z omejenim prostorom in je namenjen predvsem kritični potrebi po odpornosti v zahtevnih okoljih,“ je dejal Rudy Jaramillo, podpredsednik Microchipovega oddelka za analogno napajanje in vmesnike. „Ta visoko integrirana rešitev lahko pripomore k



zmanjšanju stroškov na ravni sistema z zmanjšanjem prostorskih zahtev na plošči in pomaga zmanjšati zapletenost načrtovanja za naše stranke.“

ATA650x CAN FD SBC je del Microchipovega obsežnega portfelja rešitev za povezljivost, ki vključuje standardne oddajnike LIN in CAN ter sisteme v ohišjih (SiP) z vgrajenimi mikrokontrolerji. Za več informacij obiščite Microchipovo spletno stran SBC[2].

Cene in dobavljivost

Modeli ATA650/1, ATA6502/3 in ATA6504/5 so zdaj na voljo v proizvodnih količinah. Za dodatne informacije in nakup se obrnite na Microchipovega prodajnega zastopnika, pooblaščenega svetovnega distributerja ali obiščite Microchipovo spletno mesto za nabavo in storitve za stranke, www.microchipdirect.com.

Viri:

- 1: https://www.microchip.com/en-us/products/interface-and-connectivity/can/can-sbcs?utm_source=pressrelease&utm_medium=pressrelease&utm_campaign=ata650x&utm_bu=apid
- 2: <https://www.microchip.com/en-us/products/interface-and-connectivity/can/can-sbcs>

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>



Miniaturni WSSOP PhotoMOS® dviguje merilno in testno opremo

Panasonic Industry

Panasonic Industry je izdal novo Low CxR PhotoMOS® HS serijo- AQY231R1WY (1Y)

Panasonic Industry je pred kratkim predstavil nov rele PhotoMOS® v miniaturnem ohišju WSSOP, namenjenem merilni, preskusni in medicinski opremi. Spada v uspešno serijo tako imenovanih nizkih CxR PhotoMOS®. AQY231R1WY (1Y) in ima optimiziran, zelo nizek produkt C in R izhodnih MOSFET-ov. Prvi rele te serije deluje pri 40 V, 350 mA in je na voljo z razporeditvijo kontaktov 1FormA.

MOSFET releji imajo zaradi svoje hitrosti, učinkovitosti in zanesljivosti ključno vlogo na trgu merilne in preskusne opreme. Panasonic Industry kot zaupanja vreden proizvajalec zagotavlja, da lahko njegovi inovativni izdelki učinkovito izpolnjujejo zgornje zahteve in tako zadostijo potrebam različnih panog in aplikacij. PhotoMOS® releji se zaradi svojih edinstvenih lastnosti in prednosti v primerjavi s tradicionalnimi elektromehanskimi releji vse pogostejše uporabljajo v različnih industrijskih aplikacijah. Tukaj je nekaj ključnih značilnosti povsem novega WSSOP releja:

Novo kompaktno ohišje: WSSOP v primerjavi z običajnimi izdelki zmanjšuje površino montaže za 89 %. To prispeva k miniaturizaciji opreme, kupcu pa daje prednost pri gradnji, ki varčuje z viri in je stroškovno učinkovitejša.

Delovanje pri visokih temperaturah: Novi PhotoMOS® rele, ki zagotavlja delovanje pri najvišji temperaturi okolice +125 °C, je idealen za uporabo v visokotemperaturnih okoljih, kot so testerji polprevodnikov in testerji gorenja. Za primerjavo, običajni releji lahko delujejo le pri temperaturi do +85 °C.

Visoka občutljivost: Tok, potreben za delovanje WSSOP releja, je le 1,0 mA, kar je 1/3 od 3,0 mA, ki jih potrebuje običajni izdelek. To kaže na zmanjšanje porabe energije na 1/3, kar prispeva k varčevanju z energijo pri opremi.

Visoka hitrost delovanja: WSSOP PhotoMOS® rele deluje pri Ton, tipično 0,025 ms; Toff tipično 0,15 ms

Visokofrekvenčne karakteristike: Najpomembneje je, da ima PhotoMOS® HS WSSOP odlične visokofrekvenčne lastnosti, ki omogočajo prenos brez prekinitve visokih frekvenc. Ta izdelek zagotavlja prenosno izgubo 50 Ω v mejah 3dB pri ~10 GHz.

Chaithra Bhat Beedubail, produktni vodja pri Panasonic Industry Europe, komentira: „Z novim PhotoMOS relejem smo za naše stranke razvili izdelek, ki ponuja edinstveno, miniaturno zasnovo, ne da bi pri tem sklepali kakršne koli kompromise glede zmogljivosti. Rele je še posebej primeren za različne aplikacije v testni opremi - kot so testerji integriranih vezij, testerji plošč ali sondne kartice - merilni opremi, kot so multimetri ali multiplekserji, in medicinski opremi, na primer rentgenskih aparatih, ultrazvočniki in tomografi. Veseli nas, da bomo s to vznemirljivo novostjo razširili našo družino PhotoMOS.“ Več o PhotoMOS® HS WSSOP releju 1 Form A Low C x R najdete na spletni strani Panasonic Industry.

<https://holdings.panasonic/global>

Podjetje Diodes Incorporated napoveduje razširitev svoje ponudbe LED gonilnikov

Diodes Incorporated

65V, 2A, skladen z avtomobilsko industrijo Sinhroni Buck LED gonilnik podjetja Diodes Incorporated za aplikacije razsvetljave z obsežno zaščito in poročanjem o napakah

Podjetje Diodes Incorporated (Diodes) (Nasdaq: DIOD) napoveduje razširitev svoje ponudbe LED gonilnikov, ki so skladni z avtomobilsko industrijo, z uvedbo gonilnika AL8891Q [1]. Ta enostaven za uporabo sinhroni Buck LED gonilnik z visokim zaznavanjem toka poganja do 2 A iz širokega območja vhodnih

napetosti od 4,5 V do 65 V. Podpira do 95-odstotni delovni cikel, kar omogoča krmiljenje daljših LED verig. Gonilnik zagotavlja prilagodljivo in visoko učinkovito rešitev za aplikacije avtomobilske razsvetljave, vključno z dnevnimi lučmi (DRL), lučmi za meglo, smerniki, zavornimi/stop lučmi in notranjimi lučmi.

S krmiljenjem s konstantnim časom (COT) AL8891Q doseže preprosto kompenzacijo krmilne zanke in omejevanje toka po ciklih s hitrim prehodnim odzivom, ne da bi potreboval zunanji kompenzacijski kondenzator. Stikalna frekvenca gonilnika je nastavljiva od 200 kHz do 2,5 MHz, kar omogoča optimizacijo učinkovitosti ali doseganje manjše velikosti tuljave in kompaktne oblike. Vključuje tehniko frekvenčne modulacije z razpršenim spektrom za izboljšanje učinkovitosti EMI, kar olajša skladnost z najstrožjim standardom CISPR 25 Class 5.

AL8891Q ima dva neodvisna priključka - PWM in analogno zatemnitev - za izboljšano funkcionalnost. PWM zatemnitev od 0,1 kHz do 2 kHz je primerna za zatemnitev visoke ločljivosti, analogna zatemnitev pa od 0,15 V do 2 V. Ima notranjo funkcijo mehkega zagona, ki postopoma povečuje induktorski in stikalni tok, da se zmanjšata morebitna prenapetost in previsok tok na izhodu.

Gonilnik ima celovite zaščite s poročanjem o napakah, vključno z zaustavitvijo ob pregrevanju s samodejnim ponovnim zagonom, vhodno in stalno tokovno prenapetostno blokado (UVLO), omejitvijo toka po ciklih ter zaščito LED pred odprtim in kratkim stikom, kar pomaga povečati robustnost sistema.

AL8891Q je na voljo v toplotno izboljšanem TSSOP-16EP ohišju z razponom delovne temperature od -40 °C do +125 °C. Na voljo je po ceni 0,78 USD za količino 1.000 kosov. Na voljo je tudi različica AL8891, ki ustreza standardnim zahtevam in je primerna za industrijske in komercialne aplikacije.

Vir:

<https://www.diodes.com/part/AL8891Q>



O podjetju Diodes Incorporated

Podjetje Diodes Incorporated (Nasdaq: DIOD), ki spada v indeks Standard and Poor's SmallCap 600 in Russell 3000, dobavlja visokokakovostne polprevodniške izdelke vodilnim svetovnim podjetjem na področju avtomobilske industrije, industrije, računalništva, potrošniške elektronike in komunikacij. Pri izpolnjevanju potreb strank uporabljajo svoj razširjeni portfelj izdelkov analognih in diskretnih energetske rešitve v kombinaciji z vodilno tehnologijo pakiranja. Njihova široka paleta izdelkov, specifičnih za uporabo, in prodaja, usmerjena v rešitve, skupaj z globalnimi dejavnostmi, ki vključujejo inženiring, testiranje, proizvodnjo in storitve za stranke, jim omogočajo, da so vodilni ponudnik za trge z velikim obsegom in visoko rastjo. Za več informacij obiščite www.diodes.com.



<https://www.diodes.com>

MIKROE
Time-saving embedded tools

Nova Click plošča pomaga pri razvoju in usposabljanju ML modelov za analizo vibracij

MikroElektronika

ML Vibro Sens Click s 3-osnim NXP-jevim merilnikom pospeška z nizkim g pomaga prepoznati stanje stroja.

ML Vibro Sens Click [1] podjetja MIKROE, proizvajalca ugnezdenih rešitev, ki z inovativno strojno in programsko opremo, temelječo na preizkušanih standardih, bistveno skrajšuje čas razvoja, je kompaktna dodatna plošča, zasnovana za natančno zaznavanje in analizo gibanja in vibracij. Na podlagi FXLS8974CF, 3-osnega akcelometra FXLS8974CF za merjenje nizkih pospeškov iz podjetja NXP, ta Click™ plošča ponuja visoko zmogljivost in vsestranskost, ki je idealna za razvoj in usposabljanje modelov strojnega učenja (ML) za analizo vibracij.

Nebojša Matic, izvršni direktor podjetja MIKROE, je dejal: „ML Vibro Sens Click,



je nov član družine kompaktnih Click board™ plošč s podporo mikroBUS™ [2], ki jih je naše podjetje razvilo že 1750. ML Vibro Sens Click se lahko uporablja za zbiranje podatkov za usposabljanje ML modelov za prepoznavanje različnih vrst vibracij ter za spremljanje zdravja strojev in industrijske opreme na podlagi vzorcev vibracij. Uporablja se lahko tudi za spremljanje gibanja in dejavnosti v nosljivih napravah ter za zaznavanje vibracij, ki jih povzročajo potresi ali drugi seizmični dogodki."



FXLS8974CF ponuja vsestranskost delovanja z izjemno nizko porabo energije in visoko zmogljivimi načini, kar zagotavlja učinkovito uporabo v različnih scenarijih. Vgrajene digitalne funkcije poenostavljajo zbiranje podatkov in zmanjšujejo porabo energije sistema, robustno delovanje v razširjenih temperaturnih območjih pa povečuje zanesljivost v zahtevnih aplikacijah, vključno z industrijsko diagnostiko, nosljivo tehnologijo in spremljanjem okolja.

ML Vibro Sens Click board™ plošča vključuje dva enosmerna motorja za simulacijo vibracijskih dražljajev za strojno učenje. Uravnotežen motor ustvarja stalne „nominalne“ vibracije, ki služijo kot osnovni signal za usposabljanje modelov ML v „zdravem“ stanju. Namenoma okvarjen motor je zasnovan tako, da zagotavlja prilagodljive vibracijske signale, od vibracij nizke intenzivnosti do vibracij s specifično frekvenco. Pospeškome-

ter FXLS8974CF zajema podrobne podatke iz uravnoteženih in neuravnoteženih motorjev, kar omogoča razlikovanje med zdravimi osnovnimi stanji in anomalijami. Z gostiteljskim MCU komunicira prek standardnega I2C dvožičnega vmesnika.

Viri:

- 1: <https://www.mikroe.com/ml-vibro-sens-click>
- 2: <https://www.mikroe.com/mikrobus>

<https://www.mikroe.com>



Portfelj 5G RedCap - modul FE910C04 in kartica FN920C04 M.2 na voljo v spletni trgovini Rutronik

RUTRONIK GmbH

Rešitve 5G RedCap podjetja Telit Cinterion zagotavljajo učinkovite možnosti zasnove, ko je srednja hitrost boljše možnost.

5G RedCap je rešitev, ki je bila predstavljena na trgu za zapolnitev vrzeli med 4G in hitrim 5G ter omogoča boljšo povezljivost in učinkovitost. Telit Cinterion dobavlja ustrezno strojno opremo z 5G RedCap FE910C04 modulom in M.2 FN920C04 (Bagsize / Boxsize) kartico, ki zdaj razširjata Rutronikovo brezžično ponudbo. Robustni, industrijsko standardni moduli so primerni za uporabo v različnih aplikacijah, od omrežnih aplikacij v kampusu do zasebnih in javnih aplikacij 5G za Industry 4.0 usmerjevalnike. Izdelki podjetja Telit Cinterions so na voljo na spletni strani www.rutronik24.com.

5G RedCap, znan tudi kot NR RedCap (New Radio Reduced Capabilities), zapolnjuje vrzel v srednji hitrosti, zato je idealen za ustrezne primere uporabe na področjih logistike, pametnega doma, strojev, merilnih naprav, e-zdravja in industrijskih senzorjev. V primerjavi z LTE izboljša zmogljivost

in učinkovitost ter obljublja največjo prilagodljivost, kar strankam omogoča enostaven prehod na varno 5G prihodnost.

FE910C04 omogoča povezljivost srednje hitrosti 5G na podlagi najnovejše tehnologije 3GPP Release 17 RedCap. Njegova robustna zasnova povečuje zmogljivost in učinkovitost ter zagotavlja odporno in v prihodnost usmerjeno 5G povezljivost za najzahtevnejše aplikacije interneta stvari.

Je del družine vodilnih modulov Telit Cinterion xE910 in ponuja tehnologijo radijskega dostopa 5G NR v obliki 28,2 x 28,2 x 2,2 mm.



Izdelki družine xE910, ki so na voljo za omrežja 2G, 3G in 4G, imajo enotno obliko ter skupne električne in programske vmesnike, kar razvijalcem omogoča izvajanje strategije „enkrat oblikuj, uporabi kjer koli“.

Podatkovna kartica M.2 FN920C04 omogoča povezljivost srednje hitrosti 5G in temelji na najnovejši

PRODUCT INTRODUCTION

Announcing RedCap:
FE910C04 &
FN920C04

tehnologiji 3GPP Release 17 RedCap. Je industrijska (od -40 °C do +85 °C), robustna, primerna za uporabo po vsem svetu, odlikujejo pa jo izboljšana zmogljivost navzgor, zmožnost varčevanja z energijo in nadomestna povezava LTE Cat 4 za optimalno pokritost omrežja.

Modul in kartica M.2 izboljšujeta učinkovitost delovanja in zagotavljata natančno določanje položaja GNSS, saj podpirata frekvence L1 in L5, ki ju dopolnjuje namenski antenski priključek. Vgrajene zmožnosti obdelave omogočajo popolno aktivacijo povezlivosti, ki jo podpira platforma Telit Cinterion OneEdge™. Poleg tega so ti moduli opremljeni z integriranimi varnostnimi funkcijami za zaščito naprav in zagotavljanje varne komunikacije med napravo in oblakom.

Na voljo so globalne in regionalne skladiščne enote (SKU), ki zagotavljajo kar največjo prilagodljivost zasnove in podaljšano življenjsko dobo izdelka s tehnologijo 5G.

Ključne prednosti:

- NR RedCap Rel 17

- 'SA only' tehnologija, za začetno fazo je potreben rezervni scenarij.
- Prenos ~220 Mbps / 100 Mbps (DL/UL) za 5G Sub.6 FDD in TDD delovanje na samostojni 5G NR
- Podpora za 20 MHz RF področje za vse kanale
- 1 ali 2 anteni za pol-duplex delovanje
- VoLTE / VoNR podpora
- Integriran UDP/TCP/FTP/SMTP sklad
- IPv4 / IPv6 sklad
- Simultana podpora za GPS, GLONASS, Beidou, Galileo, QZSS
- Opcijska eSIM
- Varčevanje z energijo: Sprostitev RRM in podpora za eDRX

Primeri uporabe:

- Video nadzor in spremljanje
- Industrijski ruterji in vrata

<https://www.rutronik.com>



Gospodarska
zbornica
Slovenije

Dan najboljše prakse**Digitalizacija. Umetna inteligenca. Stalne izboljšave.**

Gospodarska zbornica Slovenije, 30. januar 2025

Vabimo vas na tradicionalno strokovno konferenco Dan najboljše prakse, kjer boste izvedeli, kako uspešna podjetja uvajajo inovacije in optimizirajo proizvodne procese. V središče dogodka postavljamo konkretne primere:

- Uporabe umetne inteligence v industrijskih procesih
- Financiranja digitalizacije
- Optimizacije proizvodnje manjših serij

Konferenca je namenjena strokovnjakom, odločevalcem iz podjetij in vsem, ki ste vpeti v procese nenehnega izboljševanja na področju proizvodnje, razvoja in iskanja novih tehnoloških rešitev.



dan-najboljshe-prakse.gzs.si

Power Integrations cilja 800 V avtomobilske aplikacije z novim Wide-Creepage stikalnim IC-jem

Power Integrations

1700 V InnoSwitch™3-AQ flyback stikalni napajalnik izpolnjuje standard izolacije IEC60664-1.

Podjetje Power Integrations (NASDAQ: POWI), vodilno na področju visokonapetostnih integriranih vezij za energetsko učinkovito pretvorbo energije, je predstavilo možnost s širokim ohišjem za integrirano vezje InnoSwitch™3-AQ flyback switcher IC-jem za avtomobilske aplikacije. 5,1 mm široka razdalja med virom in ponorom odpravlja potrebo po konformnem premazu, zaradi česar je IC skladen s standardom IEC60664-1 v 800-voltnih vozilih, hkrati pa poenostavlja proizvodnjo in povečuje zanesljivost sistema.

Mike Stroka, inženir za trženje izdelkov pri podjetju Power Integrations, je povedal: „Načrtovalci avtomobilov se zanašajo na učinkovitost in majhno število komponent visokonapetostnih napajalnikov, zasnovanih na integriranih vezjih InnoSwitch-3-AQ. Povečana razdalja med primarno in sekundarno stranjo ter razdalja med priključki ponora in vira v novem ohišju zagotavlja podporo za naslednjo generacijo električnih vodil. Edinstveno InSOP™-28G ohišje podjetja Power Integrations omogoča 1000 VDC na primarni strani, pri čemer so vsi drugi priključki varno izolirani v okoljih z 2. stopnjo onesnaženosti.“

CV/CC InnoSwitch3-AQ [1] stikalni napetostni IC-ji z napetostjo 1700 V vsebujejo primarno stikalo iz silicijevega karbida (SiC), ki lahko zagotavlja do 80 vatov izhodne moči. Visoko integrirani elementi IC-ja zmanjšajo število komponent, potrebnih za izvedbo napajanja, za kar 50 odstotkov, s čimer prihranijo prostor, povečajo zanesljivost sistema in zmanjšajo izzive pri iskanju komponent. Povečana širina priključkov ponora je koristna pri prenašanju visokih ravni udarcev in vibracij, zlasti v avtomobilskih aplikacijah eAxe.

Novi člani družine stikal InnoSwitch3-AQ se bodo brez zunanje vezja zagnali že pri 30 voltih na ponoru, kar je ključnega pomena za funkcionalno varnost. Dodatne zaščitne funkcije vključujejo zaščito pred vhodno prenizko napetostjo, izhodno prenapetostjo in omejevanjem previsokega toka. Sinhrona usmeritev in večrežimski stikalni krmilnik s prekinjeno/nepretrgano prevodnostjo (DCM/CCM)

zagotavlja več kot 90-odstotni izkoristek. Naprave porabijo manj kot 15 mW v praznem teku. Ciljne avtomobilske aplikacije vključujejo sisteme za upravljanje akumulatorjev, μ DC-DC pretvornike, krmilna vezja in zasilno napajanje v glavnem pretvorniku. Nova integrirana vezja imajo tudi izboljšano funkcionalnost za daljinski vklop/izklop.

Dobavljivost in viri

Cene novih integriranih vezij za stikalne napajalnike InnoSwitch3-AQ z napetostjo 1700 V se začnejo pri 6 dolarjih na enoto za količino 10.000 enot. Vzorci integriranih vezij so na voljo že zdaj, celotna proizvodnja pa bo stekla v prvem četrtletju leta 2025. Za dodatne informacije se obrnite na prodajnega predstavnika podjetja Power Integrations ali na enega od pooblaščenih svetovnih distributerjev podjetja - DigiKey, Newark, Mouser in RS Components - ali obiščite spletno stran power.com.

Vir:

- 1: https://www.power.com/products/innoswitch/innoswitch3-aq?utm_campaign=1700V_SiC_InnoSwitch3-AQ&utm_medium=referral&utm_source=PI&utm_content=PressRelease&utm_term=Automotive+InnoSwitch3-AQ+Automotive+PI+EN

<https://www.power.com>

Možnosti vhodnega MOSFET stikala na visoki strani za ciklično napajanje sistema

DigiKey
Avtor: Rolf Horn

Ciklično preklapljanje moči ima ključno vlogo pri zagotavljanju nemotenega delovanja elektronskih aplikacij, zlasti tistih, ki so nameščene na odmaknjenih območjih in se napajajo z baterijami.

Dejanje odklopa in ponovnega priklopa napajalnika lahko resetira sistem, ki je postal neodziven zaradi daljše nedejavnosti ali prekinitev sistema. Eden od učinkovitih in pogosto uporabljenih pristopov za preklapljanje moči je uporaba aktivnega nizkega izhoda nadzornega vezja za pogon vhodnega stikala MOSFET na visoki strani.

Monitorji napetosti ali nadzorna vezja lahko zagotovijo dve možnosti za svoj logični izhodni nivo: aktivni nizek in aktivni visok izhodni signal. To velja bodisi za izhodno topologijo push-pull oz. izhodno topologijo odprtega ponora s pull-up uporom.

Aktivno nizko, pri čemer je izhod nizek, ko je vhodni pogoj izpolnjen, in visok, ko vhodni pogoj ni izpolnjen.

Aktivno visoko, pri čemer je izhod visok, ko je vhodni pogoj izpolnjen, in nizek, ko vhodni pogoj ni izpolnjen.

Nadzorna vezja nadzirajo sistemsko aktivnost s sledenjem napajalni napetosti ali uporabo nadzornih časovnikov za zaznavanje nedejavnosti ali oboje. Ko ti zaščitni ukrepi zaznajo težavo, se ciklično napajanje odpre in nato zapre pot med napajalnikom in nadaljnjim sistemom, zaradi česar gre mikrokontrolerska enota (MCU) v postopek reseta. Vhodno stikalo na visoki strani vezja (slika 1) se uporablja za krmiljenje napajanja nadaljnega elektronskega sistema.

Vendar pa je bistvenega pomena, da izberete prave komponente in obravnavate morebitne izzive, kot sta ustvarjanje toplote in šum preklapljanja, ki sta lahko posledica cikličnega postopka preklapljanja.

Vendar pa je bistvenega pomena, da izberete prave komponente in obravnavate morebitne izzive, kot sta ustvarjanje toplote in šum preklapljanja, ki sta lahko posledica cikličnega postopka preklapljanja.

Stikalo za vklop na visoki strani vezja

Ciklično preklapljanje se lahko uporablja v različnih aplikacijah za izboljšanje

zanesljivosti sistema in ublažitev morebitne škode, vključno z brezžičnimi oddajniki-sprejemniki, medicinskimi napravami, pametnimi napravami za dom, napajalniki in potrošniško elektroniko.

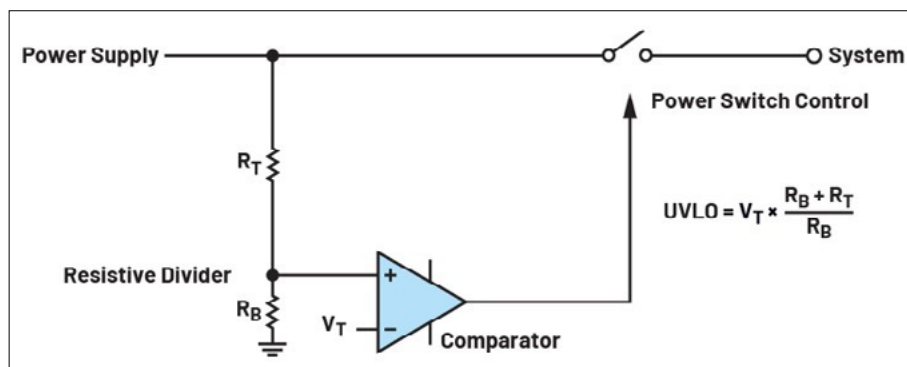
Polprevodniški tranzistorji s kovinskim oksidom (MOSFET) se pogosto uporabljajo pri cikličnem preklapljanju, ker imajo nizek upor pri vklopu, visoko hitrost preklapljanja in visoko vhodno impedanco.

Izhod iz nadzornega vezja lahko krmili vrata MOSFET-a in ga učinkovito vklopi ali izklopi za ciklično napajanje. Ta metoda zagotavlja optimalno zanesljivost sistema, tako da sistemu omogoči reset in obnovitev stanja neodzivnosti.

Razvijalci, ki uporabljajo ta pristop, imajo možnost uporabe N-kanalnih ali P-kanalnih MOSFET-ov, vendar mnogi raje uporabljajo P-kanalni pristop, saj so pogoji in vezje, potrebni za njihov vklop in izklop, manj zapleteni kot pri N-kanalnih MOSFET-ih.

Za P-kanalni MOSFET mora biti napetost vrat nižja od izvirne napetosti, da se vklopi, medtem ko mora biti pri N-kanalnem MOSFET-u napetost vrat višja od izvirne napetosti, da se vklopi.

Ko se N-kanalni MOSFET uporablja kot vhodno stikalo na visoki strani, nizka napetost vrat povzroči, da se stikalo odpre in prekine napajanje. Medtem ko N-kanalni MOSFET-i na splošno



Slika 1: Aplikacijsko vezje, ki uporablja stikalo na visoki strani vezja za zaščito nadaljnega elektronskega sistema pred napakami med izpadom. (Vir slike: Analog Devices, Inc.)

ponujajo boljšo učinkovitost in zmogljivost, je v tem kontekstu potrebno dodatno vezje, kot je črpalka naboja, da se ustvari pozitivna napetost na vratih (VGS), da zagotovite, da stikalo znova priključi napajanje v celoti.

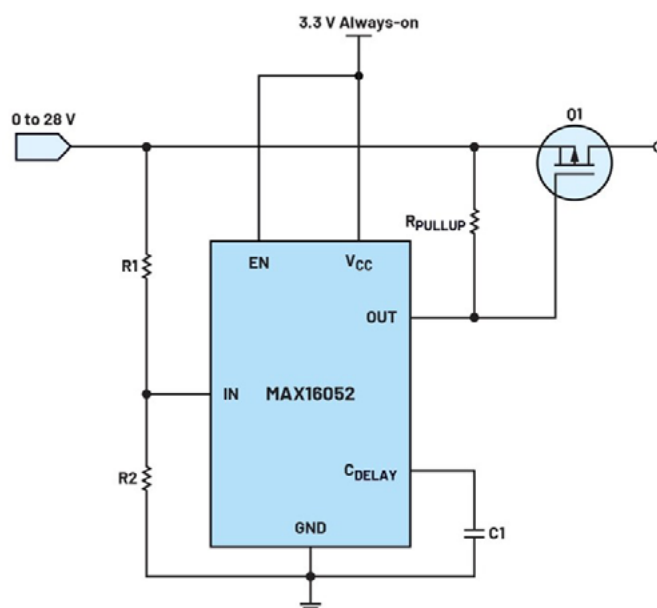
To dodatno vezje ni potrebno pri uporabi P-kanalnega MOSFET-a, ki ga je mogoče vklopiti z negativnim VGS, kar poenostavlja zasnovo aplikacije, čeprav to pomeni večjo odpornost na vklop in nižjo učinkovitost.

Implementacija P-kanalnega stikala na visoki strani

Pri P-kanalnem pristopu mora biti napetost na vratih za krmljenje MOSFET-a nižja od napajalne vsaj za mejno napetost na vratih $V_{GS(th)}$, da omogočite pretok toka od vira do ponora. Poleg tega je treba zagotoviti, da napetost med ponorom in virom (V_{DS}) deluje znotraj določenih meja, da zagotovite, da se tranzistor ne poškoduje.

Ko je aktivni nizki izhod nadzornega vezja povezan z vrati P-kanalnega MOSFET-a, OUT pin povleče vrata nizko, ko je podani prag presežen, kar aktivira povezljivost od napajalne napetosti do bremena. Ko napetost pade pod prag, gre OUT pin visoko in P-kanalni MOSFET se izklopi, kar odklopi breme od napajanja.

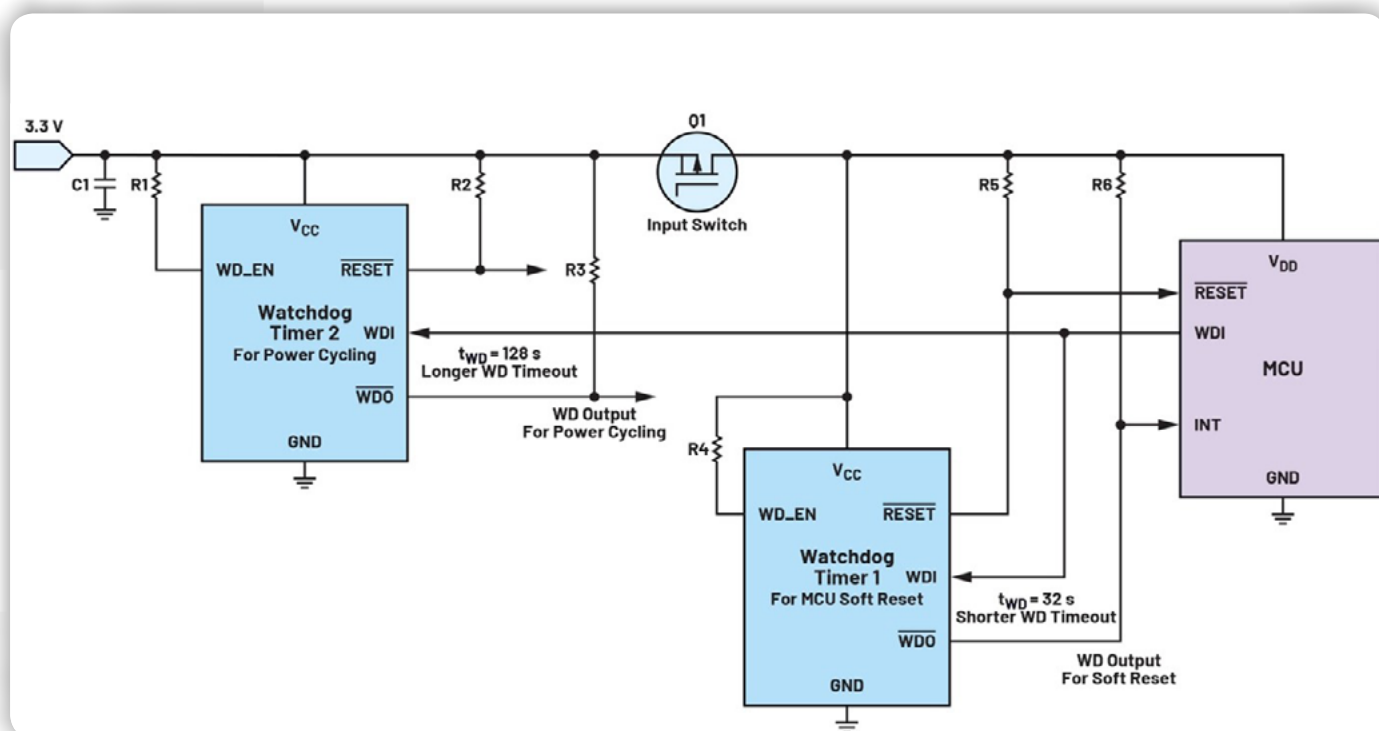
Razvijalci lahko ustvarijo prenapetostno zaščitno vezje, ki je zelo učinkovito, tako da neposredno povežejo OUT pin naprave z vrati P-kanalnega MOSFET-a. Ta robusten pristop, ki uporablja P-kanalni MOSFET kot stikalo na visoki strani, povezano z Analog Devices, Inc., upravljanje napajanja IC MAX16052 (slika 2), zagotavlja, da je breme priključeno na napajalno napetost.



Slika 2: P-kanalni MOSFET se uporablja kot stikalo na visoki strani za prenapetostno zaščito. (Vir slike: Analog Devices, Inc.)

Zunanji pull-up upor med nadzorovano napetostjo in vrati P-kanalnega MOSFET-a ohranja vrata visoko, ko je OUT pin z odprtim ponorom v stanju visoke impedance. OUT pin preide v stanje visoke impedance, ko nadzorovana napetost preseže prag, in izklopi P-kanalni MOSFET ter odklopi breme od napajalne napetosti. Nasprotno pa OUT pin povleče priključek vrat nizko, ko nadzorovana napetost pade pod prag.

MAX16052, skupaj z ADI MAX16053, sestavlja linijo manjših, nizkoenergijskih, visokonapetostnih nadzornih vezij z



Slika 3: V tej konfiguraciji bi nadzorni časovnik 1 aktiviral mehek reset, medtem ko bi nadzorni časovnik 2 sprožil ciklično napajanje sistema. (Vir slike: Analog Devices, Inc.)

možnostjo zaporednega vezja; oba sta na voljo v kompaktnem 6-polnem ohišju SOT23. MAX16052 zagotavlja aktivni visok izhod z odprtim ponorom, medtem ko MAX16053 ponuja aktivni visok push-pull izhod. Oba zagotavljata nastavljiv nadzor napetosti za vhode do 0,5 V in izvajata nadzor napetosti z uporabo vhoda z visoko impedanco (IN) z interno fiksno pragom 0,5 V.

Uporaba nadzornega časovnika

Nadzorni časovniki (WDT) lahko povečajo zaščitne zmogljivosti nadzornih vezij v primerih, ko je izhodni signal nizek, ko je izpolnjen pogoj za nadzor. V teh okoliščinah lahko nadzorni časovnik zazna pomanjkanje impulza ali prehod za določen čas, imenovan časovna omejitev nadzornika (tWD), in aktivira reset mikrokontrolerja ali sproži ciklično napajanje.

Nadzornik ADI MAX16155 nanoPower z nadzornim časovnikom sproži izhod za reset, ko pozitivna napajalna napetost (VCC) presega minimalno delovno napetost, čeprav je nižja od praga reseta. Aplikacija, ki uporablja dva WDT-ja (slika 3), lahko omogoči mehek reset mikrokontrolerja po 32 sek. nedejavnosti in ciklično napajanje sistema po 128 sek. nedejavnosti.

Ena od možnosti za poganjanje P-kanalnega stikala na visoki strani je uporaba bipolarnega spojnega tranzistorja NPN (BJT) kot pretvornika za pretvorbo nizkega signala izhoda nadzornika, ki izklopi tranzistor NPN, v visok signal, ki izklopi P-kanalni MOSFET prek pull-up upora. (Slika 4). Ko je sistem aktiven, je izhod nadzornika (WDO) visok in pošilja svoj signal skozi upor v bazo tranzistorja NPN in ga vklopi.

Uporovni delilnik, povezan z vrati MOSFET-a in virom, krmili VGS. Ko je tranzistor NPN vklopljen, potegne uporovni delilnik nizko, zaradi česar je napetost vrat nižja od napetosti vira, in vklopi P-kanalni MOSFET, da zagotovi napajanje sistema.

Če se mikrokontroler ne odziva ali ne pošlje vhodnih impulzov v vnaprej določenem obdobju časovne omejitve nadzornega časovnika MAX16155, pride do dogodka časovne omejitve nadzornika,

zaradi česar WDO pin potrdi nizko stanje. To dejanje povleče bazo NPN na maso in jo izklopi. Ko je tranzistor NPN izklopljen, sta napetosti na vratih in viru P-kanalnega MOSFET-a enaki, kar izklopi MOSFET in prekine napajanje mikrokontrolerja.

Ko se izhod nadzornega časovnika WDO povrne na visoko raven, sistem nadaljuje z normalnim delovanjem. Mikrokontroler nato pošilja redne impulze na WDI pin, kar preprečuje nadaljnje časovne omejitve. Tranzistor NPN se vklopi, pri čemer ostane MOSFET na visoki strani vklopljen in zagotovi neprekinjeno napajanje mikrokontrolerja.

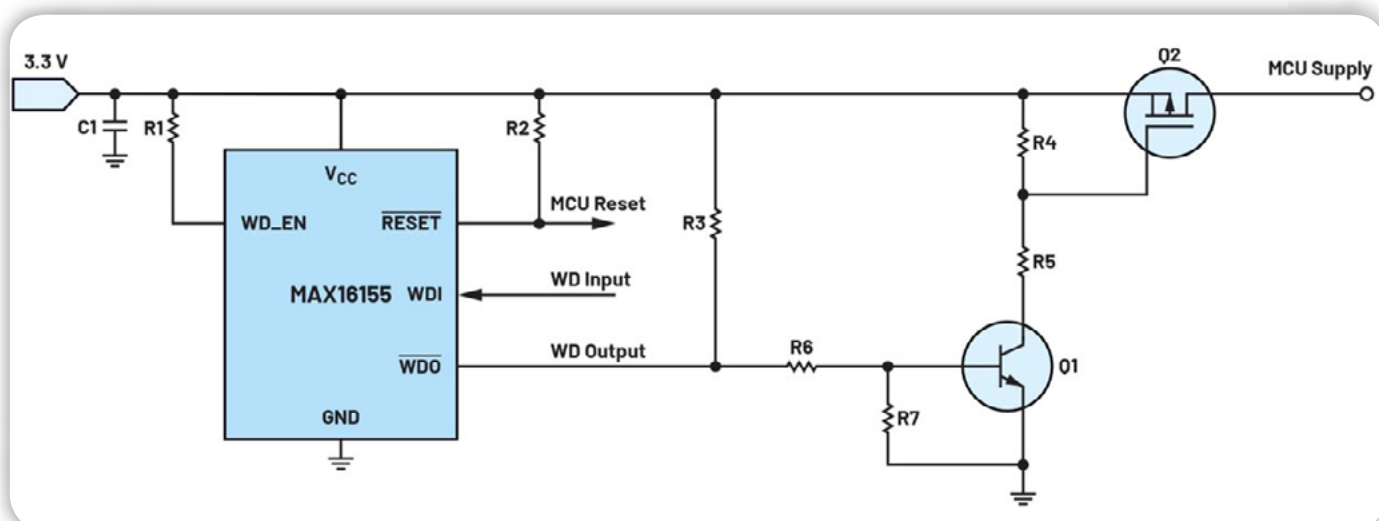
Nizki stroški bipolarnih spojnih tranzistorjev so konstrukcijska prednost za P-kanalna stikala na visoki strani, vendar zahtevajo ustrezno nastavitve s pomočjo dodatnih zunanjih komponent, kot so upori.

Krmilno vezje z uporabo N-kanalnega MOSFET-a

Uporaba N-kanalnega MOSFET-a za krmiljenje P-kanalnega MOSFET-a na visoki strani ima več prednosti pred bipolarnim tranzistorjem.

N-kanalni MOSFET ima nizek vklopni upor, kar zmanjša izgubo moči in poveča učinkovitost. Prav tako hitro preklaplja, kar izboljša odzivni čas sistema. Ima manjše izgube pri preklupu in lahko deluje pri višjih frekvencah, zaradi česar je idealen za energetske učinkovite aplikacije, kot so naprave na baterije. Poleg tega so zahteve za pogon vrat manj zahtevne od zahtev za BJT, kar poenostavlja pogonsko vezje in zmanjšuje število komponent.

Izhod nadzornika lahko neposredno krmili vrata N-kanalnega MOSFET-a. Pull-up napetost WDO se mora ujemati z napetostjo praga vrat MOSFET ($V_{GS(th)}$), da pravilno deluje. Ko je sistem aktiven, visok signal WDO vklopi N-kanalni MOSFET (Q1 na sliki 5), ki nato vklopi P-kanalni MOSFET (Q2 na sliki 5), ki napaja sistem. Med nedejavnostjo sistema nizek signal WDO izklopi Q1, ki izklopi Q2 in prekine napajanje.



Slika 4: Bipolarni spojni tranzistor NPN (Q1) poganja P-kanalni MOSFET (Q2). (Vir slike: Analog Devices, Inc.)

Sejem electronica je spet odprl svoja vrata

AX elektronika d.o.o.

Avtor: Jurij Mikeln

email: stik@svet-el.si

Največji sejem elektronike do sedaj se je razprostiral preko vseh 18 hal. Sejem smo obiskali skupaj z bralci revije Svet elektronike.

Videli in slišali smo marsikaj zanimivega, zato vas vabim, da si preberete članek, ki je pred vami.

Najprej nekaj uvodnih besed o samem sejmu electronica 2024, ki se je razprostiral po vseh 18 halah, zdaj že ne več tako novega sejmišča v Münchnu.

Če je bilo leta 2018 zasedenih kar 17 hal (2020 sejma ni bilo zaradi COVID-a) in leta 2022 zasedenih samo 14 hal, je letošnji sejem presegel vsa pričakovanja.

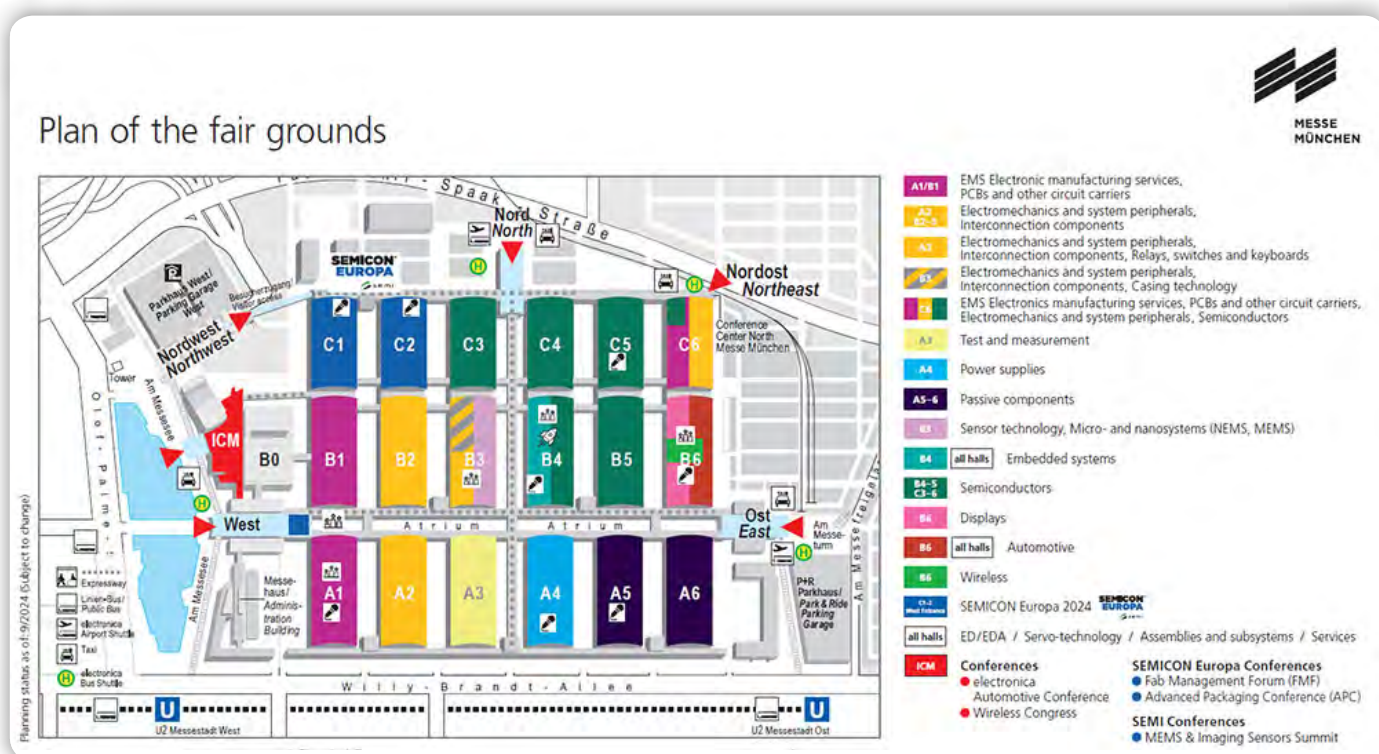
Kot vidite na sliki 1 je sejem resnično zaobjel vsa področja moderne elektronike.

Naj izpostavim, da se je področje polprevodnikov (zelena barva) raztezalo po praktično šestih halah. Večina je bila sicer v halah od C3-C5 in B5, nato še v polovici hale B4 in nekaj malega v hali C6. Skratka – če bi želeli pregledati samo področje polprevodnikov, vam en dan za ogled ne bi zadostoval.

Dodajmo še nekaj splošnih podatkov o razstavljalcih in obiskovalcih. Letos je razstavljalo 3.480 razstavljalcev, kar je 62%

(!) več razstavljalcev, kot leta 2022. Tako je bilo leta 2012 na electronici 2.669 razstavljalcev (leta 2010 skoraj 2.595), leta 2014 že 2.773, leta 2016 že 2.913, in leta 2018 skoraj 3.100 iz več kot 50 držav, jih je bilo leta 2022 komaj 2.144. Zapisane številke vam lepo kažejo, da se sejem electronica v pogledu razstavljalcev vrača v »zlate čase«. Kar se obiskovalcev tiče pa sejem ostaja na številki 80.000 obiskovalcev. Očitno je to število obiskovalcev, ki več ali manj redno obiskujejo ta sejem z neko normalno fluktuacijo, da je ob vsakem sejmu določeno število novih obiskovalcev in nekaj dolgoletnih obiskovalcev sejma ne obišče. Podobno opažam pri slovenskih obiskovalcih – kolegi iz stroke, ki so pred leti redno obiskovali ta sejem, zdaj pa ne več. Zanimivo bi bilo slišati razloge za to. En razlog – ki se meni poraja je to, da je sejem ogromen in da ga v enem dnevu niti slučajno ne more pregledati nihče. Tudi v primeru, da bi si neka ekipa razdelila hale, bi potrebovali ekipo vsaj devetih ljudi, od katerih bi si vsak ogledal 2 hali.

Tudi tokrat je uredništvo revije Svet elektronike na sejem peljalo svoje bralce in zainteresirane posameznike. In pogledjte – praktično cel avtobus udeležencev smo pripeljali na sejem, pa še vedno je bilo zanimivo poslušati vsakega od njih, kaj vse so



Slika 1: Razpored hal po področjih (vir: Messe München)



Slika 2: Skupinska fotografija pred avtobusom.

videli na sejmu – česar ostali nismo videli. To je tista zanimiva interakcija med udeleženci skupinskega ogleda sejma, ko vsakega posameznika pritegne nekaj, kar nekdo drug spregleda.

Ker omenjamo skupinski ogled sejma, je seveda potrebno zapisati, da je skupinski ogled sejma podprlo podjetje Power Integrations, za kar se jim najlepše zahvaljujemo! Tako smo z

avtobusom okoli 9.20 prišli na sejmišče in naredili skupinsko fotografijo. Nato smo se skupaj odpravili na razstavni prostor sponzorja prevoza podjetja Power Integrations, kjer je nastala tudi slika na razstavnem prostoru podjetja.

Podjetje Power Integrations (kratko PI) naši bralci poznate že iz preteklih obiskov sejma electronica, ko so sponzorirali prevoz



Slika 3: Skupinska slika na razstavnem prostoru Power Integrations

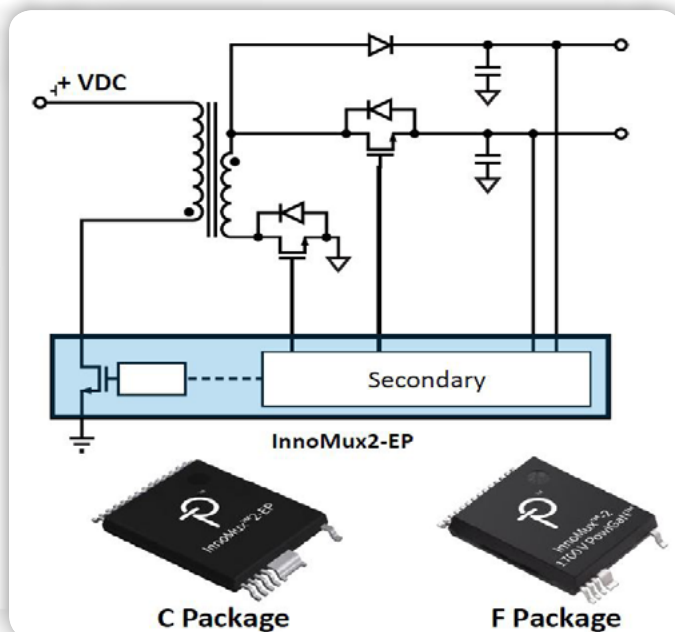


Slika 4: InnoMux-2 integrirano vezje

z avtobusom. S predstavnikom podjetja PI smo se se zadržali še nekaj minut na razstavnem prostoru, kjer so nam predstavili najnovejša GaN tranzistorje, ki prenesajo 1.700 V napetosti in so prvi v industriji polprevodnikov, ki prenesajo tako visoko napetost. Te tranzistorje so uporabili v njihovih novih integriranih vezjih InnoMux™-2, ki so predvidena za napajalnike z večjim številom izhodnih napetosti. To integrirano vezje zmore do 70W izhodne moči.

Integrirano vezje InnoMux-2 zmore preklapljanje DV napetosti od 300 VDC do 1000 VDC. Pri tem dosega učinkovitost do 90 % preko celotnega obsega vhodnih napetosti! Zato je to integrirano vezje tako primerno za veliko število aplikacij, kot so močnostni inverterji, polnilne postaje za električne avtomobile, klimatske naprave, varilni aparati, razsmerniki za sončne elektrarne in še marsikje drugje.

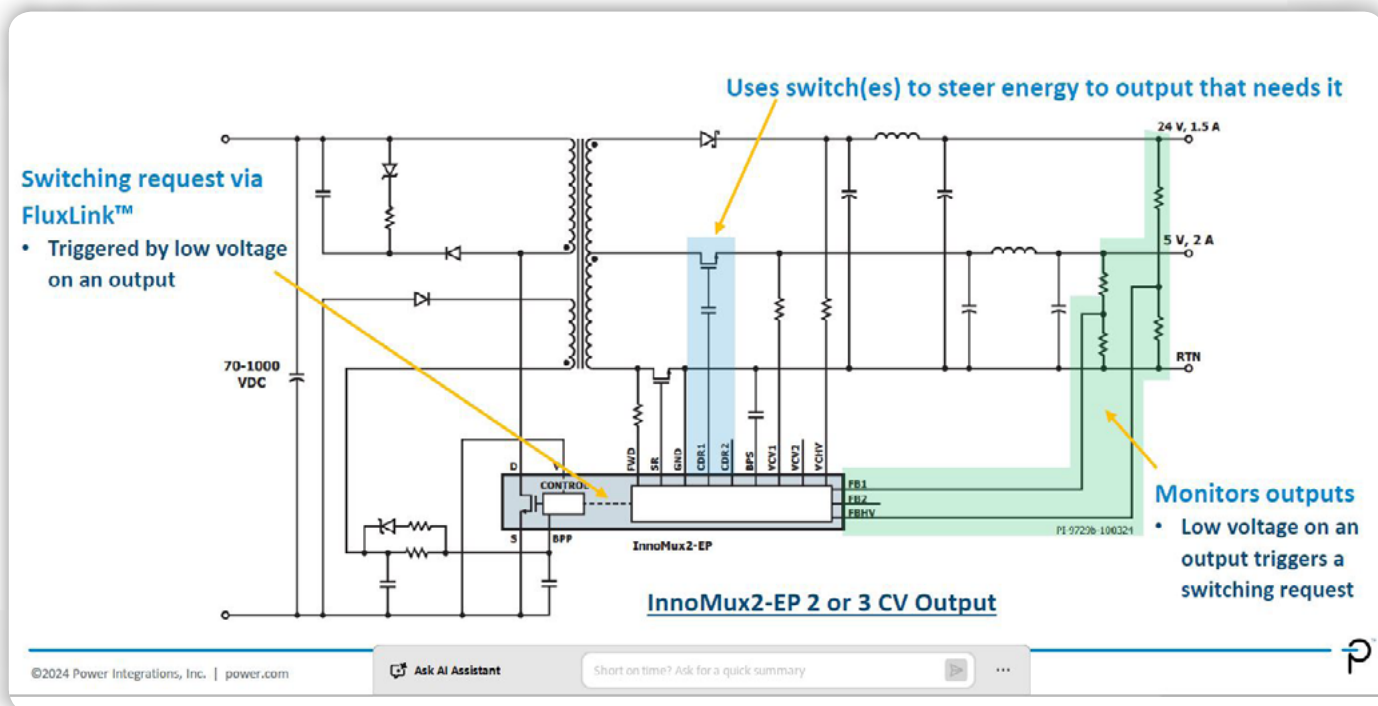
Na sliki 5 je prikazana blok shema InnoMux-2 integriranega vezja, kjer vidite, da zaradi unikatne povratne vezave, ki jo uporablja Power Integrations, na posameznih izhodih ni potreben dodaten DC regulator napetosti. Dodatna lastnost



Slika 5: Blok shema InnoMux-2 integriranega vezja

InnoMux-2 je tudi preklapljanje v ničli na primarni strani. Tako se zmanjšajo generirane motnje, ki bi sicer lahko nastale pri preklapljanju omrežne napetosti. S preklapljanjem v ničli tudi izboljšajo učinkovitost pretvorbe napetosti. Ohišje InnoMux-2 je načrtovano tako, da je termično zelo učinkovito in tako do 70 W moči ne potrebuje dodatnih hladilnih teles.

Radu Barsan, podpredsednik za tehnologijo pri podjetju Power Integrations, je dejal: „S hitrim razvojem GaN smo v manj kot dveh letih dosegli tri svetovno prve vrednosti napetosti: 900 V, 1250 V in zdaj 1700 V. Naša nova integrirana vezja InnoMux-2 združujejo 1700 V GaN in tri druge nedavne inovacije: neodvisno, natančno regulacijo z več izhodi, FluxLink™, našo



Slika 6: Blok shema adapterja z večjim številom izhodov



Slika 7: Sodelavci podjetja PCBWay na sejmju electronica



Slika 8: Razstavni prostor podjetja PCBWay



Slika 9: Inverter za krmiljenje avtomobilskih motorjev



Slika 10: 800 W krmilnik za industrijske motorje

digitalno komunikacijsko tehnologijo za izolacijo sekundarne regulacije (SSR), in preklop brez napetosti (ZVS) brez aktivne sponke, ki popolnoma odpravlja stikalne izgube."

Obiskali smo razstavni prostor podjetja PCBWay, ki je verjetno poznano tudi komu od bralcev. Za namene tega članka so se nam postavili v pozdrav.

Običajno ne komentiram razstavnih prostorov razstavljalcev na sejmju, ampak tokrat bom naredil izjemo, saj so se pri PCBWay potrudili in prikazali moderen in atraktiven razstavni prostor.

Ali bo revija Svet elektronike pričela tudi sodelovati s podjetjem PCBWay bo pokazal čas. Vabim vas, da nas spremljate preko tiskane in spletne revije.

Pot nas je vodila do naslednjega podjetja, ki se ukvarja z GaN tehnologijo polprevodnikov. To je podjetje Cambridge GaN Devices. Podjetje je na sejmju predstavilo fizično zelo majhne, pa vendar zelo zmogljive pretvornike, tako za majhne polnilnike kot recimo prenosnike, pa tudi za velike industrijske napajalnike in krmilnike motorjev.

Tako so prikazali relativno majhen inverter za krmiljenje avtomobilskih motorjev, ki ga vidite na sliki 9. Inverter na sliki deluje pri 800 V in zmre krmiliti do 100 kW moči! Kar težko je verjeti, da relativno majhna naprava zmre krmiliti 100 kW.

Na sliki 10 pa vidite 800 W krmilnik za industrijske motorje, ki se nahaja na re-



Slika 11: Serija polnilnikov za moči od 100 do 300 W

lativno majhnem tiskanem vezju. Hlajenje šestih močnostnih tranzistorjev je – kot vidite na sliki, izvedeno preko tiskanega vezja, kar precej poceni napravo.

Prikazali so celotno paleto polnilnikov za moči od 100 W do 300 W, kar vidimo na sliki 11.

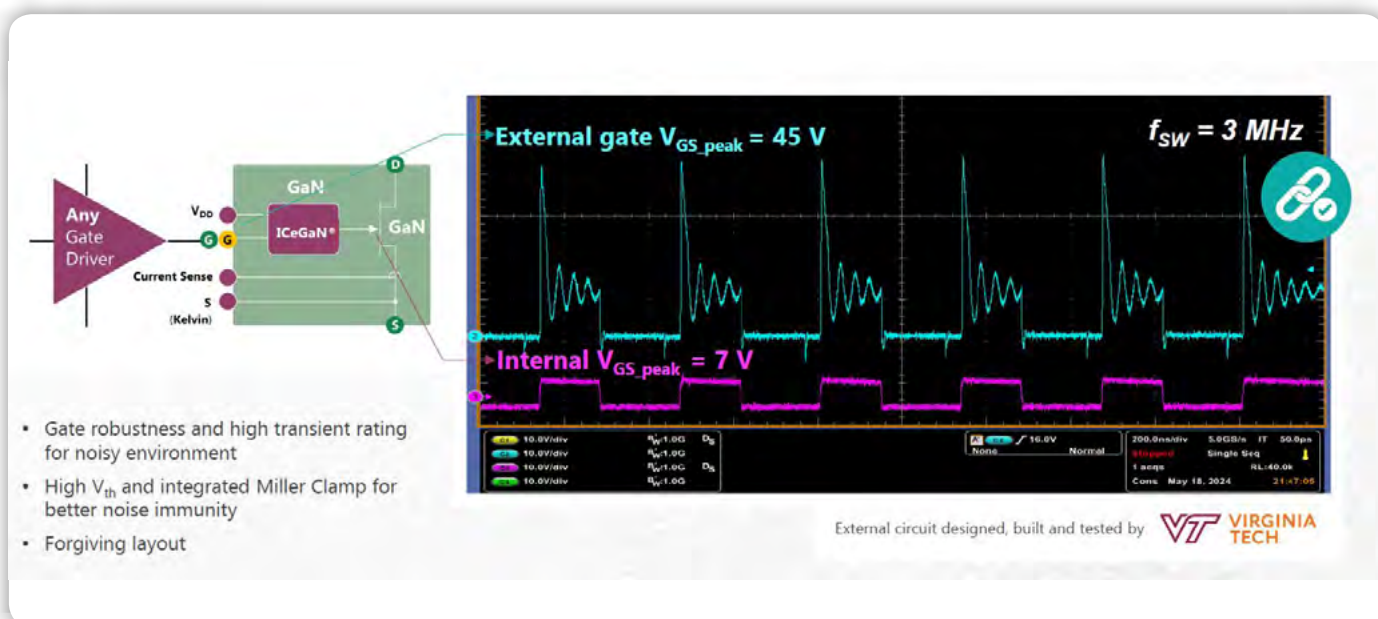
GaN FET tranzistorji se še ne morejo pomeriti z IGBT tranzistorji kar se tiče cene. IGBT-ji so namreč precej cenejši na nivoju posameznih komponent. Na nivoju sistema pa so GaN FET-i že primerljivi, saj omogočajo višjo učinkovitost, potrebujejo manjše število komponent na plošči in manjša hladilna telesa. Tako so seveda povsem primerljivi z IGBT-ji.

Še ena posebnost krasi njihove močnostne tranzistorje. V ohišje imajo vgrajena vsa potrebna vezja za krmiljenje tranzistorja in se kupcu ni potrebno ukvarjati s tem. Poleg tega je lahko krmilni signal relativno slabo oblikovan, pa bo GaN FET še vedno zanesljivo preklopil (slika 12). GaN FET tranzistorji brez teh vhodnih vezij so namreč zelo občutljivi na vhodni signal. Pri vhodnem signalu 6 do 7 V se tranzistor že uniči, zato je pri krmiljenju GaN FET-ov potrebno biti zelo previden. Bodisi se vhodni signal omeji z rezanjem vhodnega signala, kar zahteva dodatne zunanje komponente. Njihove tranzistorje lahko uporabniki krmilijo z vhodnim signalom do 20 V, pri čemer vhodno vezje poskrbi za zanesljiv preklap.

Ustavili smo se pri podjetju DigiKey, ki je vodilni svetovni distributer tehničnih komponent in izdelkov za avtomatizacijo na zalogi za takojšnjo odpremo. DigiKey je na sejmu izpostavil vrhunske izdelke vodilnih dobaviteljev, predstavil tehnične zmogljivosti in orodja ter podelil zanimive nagrade.

DigiKey je na sejmu poudaril rast v Evropi z novimi izdelki in dobavitelji. Na sejmu ste si na DigiKeyjevi stojnici lahko ogledali predstavitev novih izdelkov, prejeli strokovno tehnično podporo in osvojite nagrade.

Na DigiKeyjevi stojnici je studio DigiKey Moment gostil vrhunske dobavitelje, vključno z Analog Devices, Inc. (ADI), Littelfuse, STMicroelectronics, Texas Instruments (TI) in druge, ki bodo predstavili svoje predstavitev novih izdelkov (NPI) in demonstracije izdelkov.



Slika 12: Zanesljiv vklop GaN FET tranzistorja



Slika 13: Razstavni prostor podjetja DigiKey



Slika 14: Slika novega reed releja #125 podjetja Pickering

Na DigiKeyjevi stojnici so lahko udeleženci na priljubljenih DigiKeyjevih igralnih avtomatih prejeli takojšnje nagrade, kar je znano že večini obiskovalcev, kar se vidi na sliki 13.

Podjetje Pickering je na sejmu prikazalo najmanjši reed rele, o katerem smo že pisali v pretekli številki naše revije. Tokrat smo ta rele videli tudi v živo in lahko vam povem, da je resnično majhen in da zavzema res malo prostora na tiskanem vezju. To se lahko prepričate tudi na sliki 14.

Reed rele je vrste DPST, kontakti prenesejo 1 A in 20 W, na voljo je več prožilnih napetosti in pa tudi vgrajena dioda.

Rele na tiskanem vezju zasede prostor 5x5 mm.



Slika 15: Razvojne plošče podjetja Renesas

Podjetje Renesas naši bralci poznate po mikrokontrolerjih. Tokrat so na sejmu electronica (poleg mikrokontrolerjev) prikazali senzorje za zaznavanje različnih fizikalnih spremenljivk, kot je

temperatura, vlaga, kvaliteta zraka ter zaznavanje različnih vrst plinov. Predstavili so razvojno ploščo, ki jo vidite na sliki 15 v družbi še drugih različnih razvojnih plošč.

Na eni od razvojnih plošč smo videli senzor za ocenjeni (estimated) CO₂, v naslednjem mesecu pa bodo predstavili senzor, ki bo meril dejansko vrednost CO₂. Senzor kvalitete zraka vidite na sliki 16.

Predstavili so praktično aplikacijo za diskoteke oziroma prostore, kjer se nahaja več ljudi. V primeru, da se zrak dramatično poslabša, npr. zaradi dima e-cigaret ali slabe ventilacije, se avtomatično vklopi alarm.



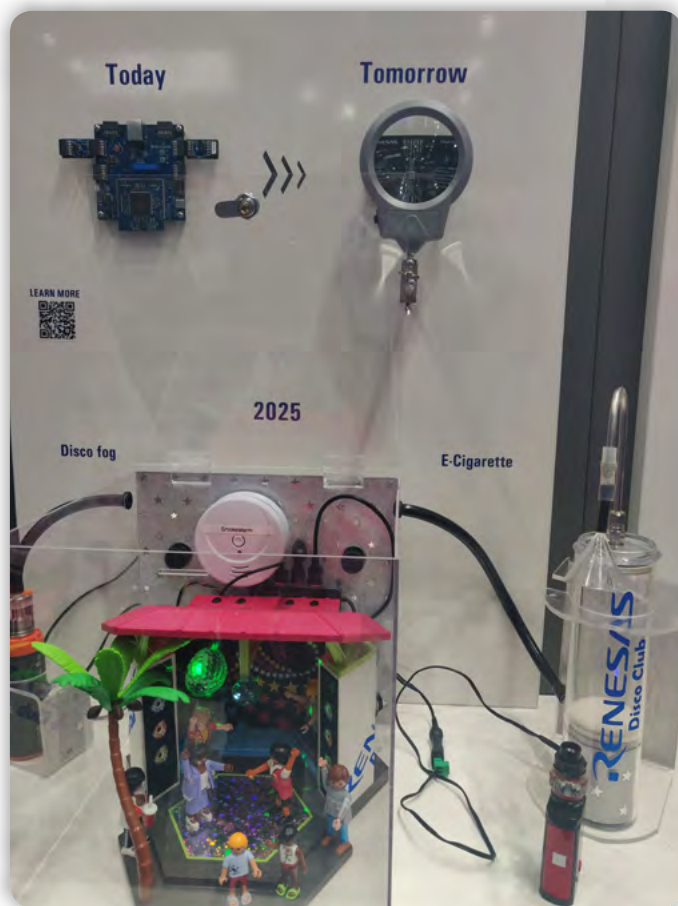
Slika 16: Senzor kvalitete zraka podjetja Renesas.

V primeru uporabe na sliki 17 so v sistem vključeni senzor dima, senzor temperature in vlage. V tem primeru uporabe so nastavili AI model, ki zazna povečanje dima e-cigaret v prostoru. Na sliki se tega žal ne vidi, v živo pa smo lepo videli, da se ob povečani koncentraciji dima vklopi alarm.

Predstavili so tudi GreenPAK™, ki je široka družina cenovno ugodnih strojnih naprav za konfiguriranje trajnega pomnilnika (NVM), ki inovatorjem omogočajo integracijo številnih

sistemskih funkcij v eno samo vezje po meri in s tem zmanjšanje števila komponent, prostora na plošči in porabe energije. Z uporabo brezplačnega programskega vozlišča Go Configure z grafičnim vmesnikom in razvojnega kompleta GreenPAK lahko oblikovalci v nekaj minutah ustvarijo in konfigurirajo popolno vezje po meri.

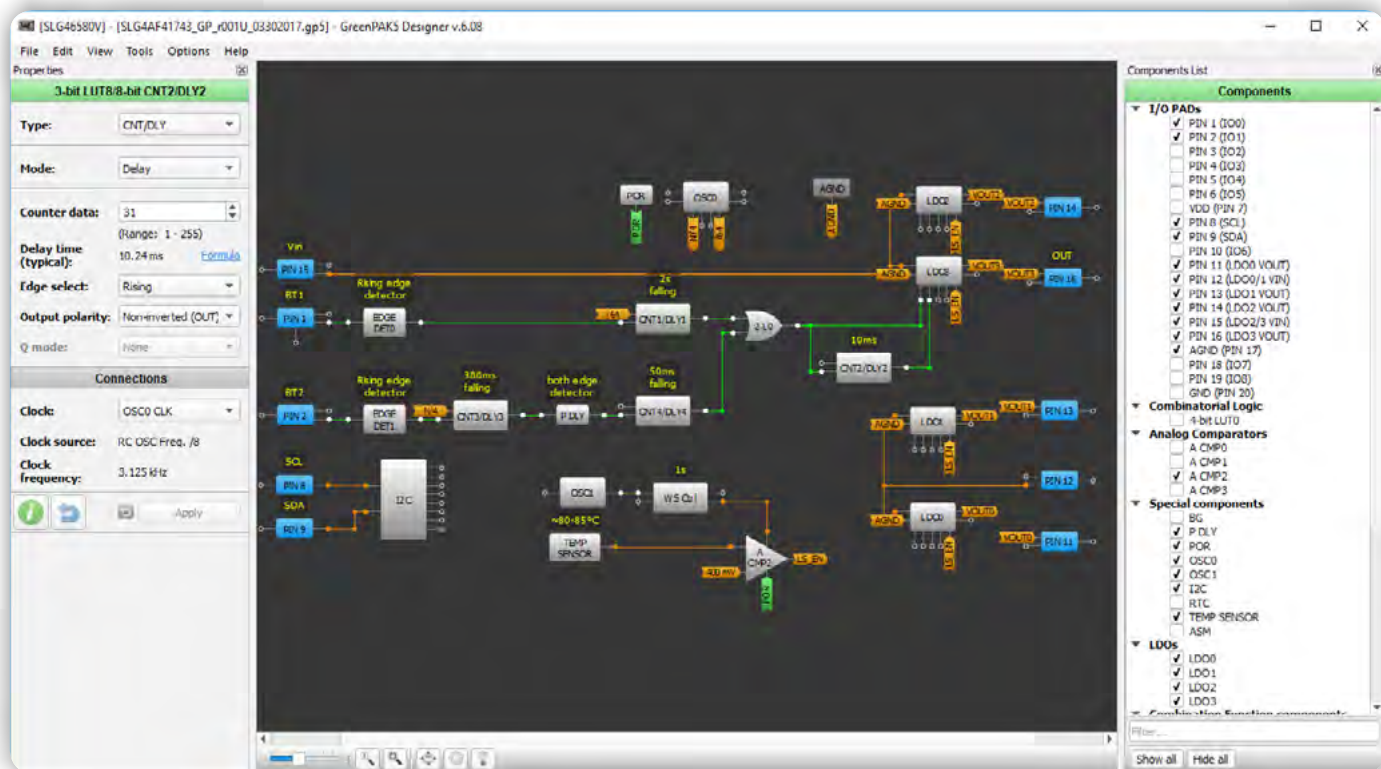
Prikazana rešitev na sliki 18 je zgolj hardverska rešitev, brez programiranja programske kode. Poslovni model je



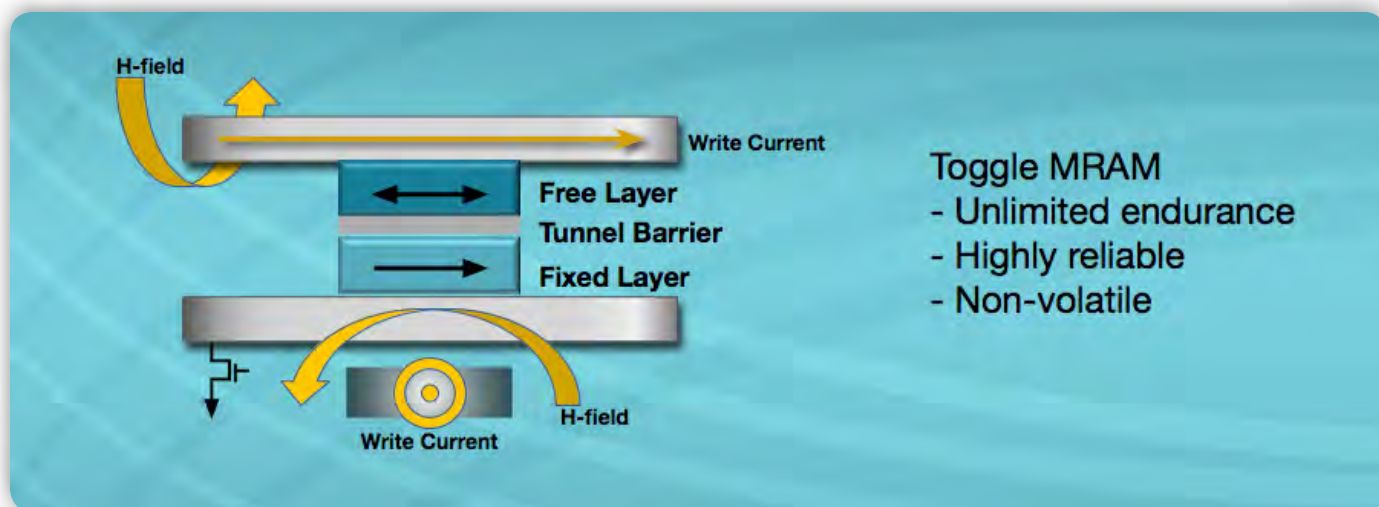
Slika 17: Demonstracija delovanja senzorja dima in drugih senzorjev



Slika 18: Primer uporabe GreenPack™



Slika 19: Primer uporabe GreenPack™ razvojnega okolja



Slika 20: MRAM tehnologija

zelo zanimiv, saj je vsa programska oprema brezplačno na voljo uporabnikom, ki lahko kreirajo in testirajo variante svojih izdelkov. Na koncu se plača zgolj ustrezno sprogramirana komponenta.

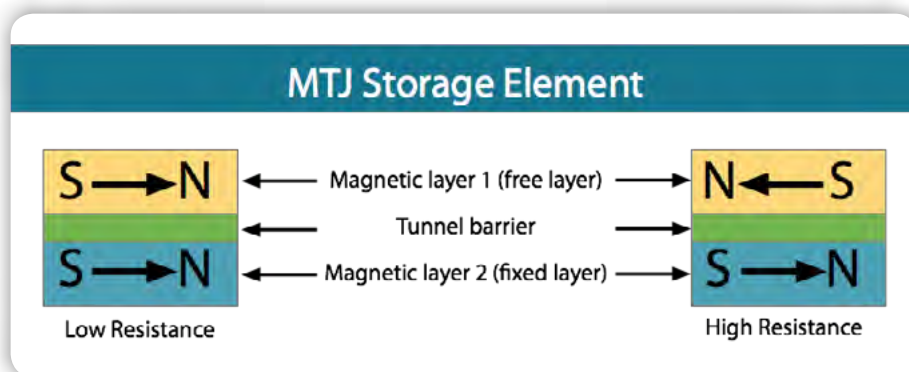
Ko stranke naložijo program lahko pričnejo od začetka s praznim zaslonom, lahko pa izberejo enega od 400 primerov uporabe, ki ga kasneje prilagodijo svoji potrebi. Na sliki 19 vidite primer uporabe GreenPack programskega paketa, kjer programer povezuje ustrezne bloke med seboj.

Z dvoklikom na posamezni blok se lahko spremeni blok ali spremeni njegove lastnosti. Skratka pri Renesasu so se potrudili, da je GreenPack™ razvojnega okolja prijazno do uporabnika.

Med ogledom sejma sem se sestal tudi s predstavniki podjetja Everspin Technologies. Marsikdo od vas verjetno še ni slišal za to podjetje, ki je bilo tudi meni neznano. Vendar je izredno zanimivo, saj proizvajajo inovativne pomnilne komponente, ki jih imenujejo Toggle MRAM.

Kratka MRAM pomeni Magnetni RAM – povedano poenostavljeno. Za celotnim postopkom pisanja in branja iz MRAM je veliko znanja in tehnologije. Slika 20 prikazuje osnovni princip branja/pisanja v MRAM celico.

V bistvu se v posameznih celicah spreminja upornost posamezne celice glede na magnetno polarizacijo, kar prikazuje slika 21.



Slika 21: Prikaz upornosti posamezne spominske celice



Slika 22: Allegro CT455 in primeri uporabe

Prednosti te tehnologije so, da je hitrejša v branju/pisanju kot obstoječe tehnologije. Zanimivo je tudi to, da lahko te spominske celice v postopku proizvodnje »nastavijo« tako, da se obnašajo kot FLASH, DRAM ali SRAM pomnilnik.

Pa vendar je velika razlika v času pisanja in branja v in iz MRAM-a. Na primer, čas pisanja v FLASH je 1 μ s, za branje pa 10 – 15 ns. Pri MRAM pa se pisanje dogaja v razredu 30 – 50 ns, branje pa podobno hitro kot FLASH. Zaradi hitrega pisanja se podjetja zanimajo za MRAM z namenom brezžičnega pisanja v pomnilnik. Spomnili se boste dogodka lani, ko so vsi Tesla avtomobili stali 30 minut zaradi posodabljanja programske opreme.

Zaenkrat se v podrobnosti MRAM tehnologije ne bomo spuščali, morda pa pripravimo v eni od naslednjih številčk članek z bolj podrobno razloženo MRAM tehnologijo.

Obiskali smo tudi podjetje Allegro MicroSystems, ki je na sejmu predstavil dva nova senzorja za merjenje toka XtremeSense™ TMR, ki poenostavljata zasnove z visoko gostoto

moči, zagotavljata prihranek prostora in stroškov ter izboljšujeta energetska učinkovitost. Allegrovi najnovejši rešitvi, CT455 in CT456, ponujata veliko pasovno širino in nizko stopnjo šuma, ki omogočata natančne meritve toka za podatke o umetni inteligenci centrah in aplikacijah za avtomobilske pogonske sklope.

Allegrovi novi tokovni senzorji, ki uporabljajo tehnologijo XtremeSense TMR, naslavlja številne izzive, s katerimi se soočajo inženirji, saj zagotavljajo vrhunsko magnetno občutljivost, nizko porabo energije in kompaktno velikost v primerjavi z drugimi rešitvami. CT455 podpira dve standardni območji polja, kar mu omogoča zaznavanje in pretvarjanje magnetnega polja v linearno analogno izhodno napetost, CT456 pa podpira vnaprej programirano območje polja 6 mT. Za razliko od drugih tržnih rešitev njihovi najnovejši TMR senzorji ponujajo posebne prednosti, saj so zasnovani tako, da omogočajo manjše, bolj učinkovite in zelo natančne meritve toka na tiskanih vezjih ali zbiralkah od 80 A do nad 800 A, odvisno od konfiguracije, z najboljšo zmogljivostjo v območju od 80 do 200 A.

„Izid senzorjev CT455 in CT456 predstavlja pomemben mejnik za Allegro, saj sta prva TMR izdelka, ki sta bila predstavljena po prevzemu podjetja Crocus,“ je dejal Ram Sathappan, višji svetovalec, direktor globalnega trženja in aplikacij v podjetju Allegro MicroSystems. „Naši najnovejši tokovni

senzorji, ki uporabljajo Allegrovo tehnologijo XtremeSense TMR predstavljajo velik skok naprej na področju zaznavanja toka z veliko pasovno širino in s tem utrjuje našo stalno zavezanost k širšemu uvajanju TMR. Naši novi tokovni senzorji TMR so manjša in učinkovitejša rešitev. zagotavljajo pomembne prednosti v primerjavi z obstoječimi tržnimi rešitvami in tehnologijami, ki jih naši stranke že dolgo iščejo.“

Podjetje Analog Devices (ADI) je našim bralcem dobro poznano. Na sejmu electronica 2024 so – kot običajno, predstavili kar nekaj zanimivih proizvodov in primerov uporabe. Gotovo se bralci naše revije spomnijo uporabe pospeškometra nameščenim v postelji z namenom ugotavljanja vitalnih znakov osebe, ki leži v postelji. Tokrat so predstavili uporabo ADXL380 pospeškometra kot stetoskopa. Obstoječi stetoskopi so narejeni s pizeo tehnologijo. Z uporabo pospeškometra pa dobimo izdelek, ki ima že v osnovi digitalne signale, potroši zelo malo energije in omogoča vse funkcije znotraj ugnježenega sistema. Na ta način lahko nudijo stalno spremljanje srca na telesu pacienta. Druga možnost uporabe pospeškometra je trajno merjenje



Slika 23: ADXL380 kot digitalni stetoskop

utripa srca po principu seizmokardiograma, ki daje precej več podatkov o delovanju srca, kot običajen EKG.

Pri podjetju ADI so predstavili tudi ADMT4000, prvi čip na svetu, ki omogoča sledenje obratov po izgubi napajalne napetosti. Dosedanji rotacijski senzorji položaja in kodirniki, ki so danes na voljo na trgu, zagotavljajo absolutno merilno območje enega samega obrata ali 360°. Sistemi, ki zahtevajo več obratov za merilno območje, običajno vključujejo obsežne mehanske rešitve ali rezervno napajanje za spremljanje gibanja med izklopom napajanja. Novi inovativni ADMT4000 podjetja ADI je prvi večobratni senzor položaja na trgu z enim čipom z absolutnim merilnim območjem 46 obratov (16560 stopinj) in natančnostjo do 0,25 stopinje.

Pri podjetju ADI so nam predstavili tudi ADIN6310, prvo v seriji determinističnih Ethernet Edge stikal na robu za potrebe industrijskega omrežja prihodnosti.

ADI z uvedbo ADIN6310 omogoča vseprisoten dostop do podatkov na industrijskem trgu. ADIN6310 zagotavlja prilagodljivo platformo stikala, ki strankam omogoča izbiro optimalne tehnologije procesorja in fizičnega sloja za njihovo aplikacijo ter časovno občutljivo omrežje (TSN), ki omogoča vseprisoten dostop do podatkov in odpira vpogled v podatke za povečanje produktivnosti.

ADIN6310 tudi skrajšuje čas razvoja in se dinamično širi, ko sistemi industrijske povezljivosti njihovih strank postajajo bolj zapleteni.



Slika 24: Senzor obrata ADMT4000



Slika 25: ADIN6310 Ethernet Edge stikalo

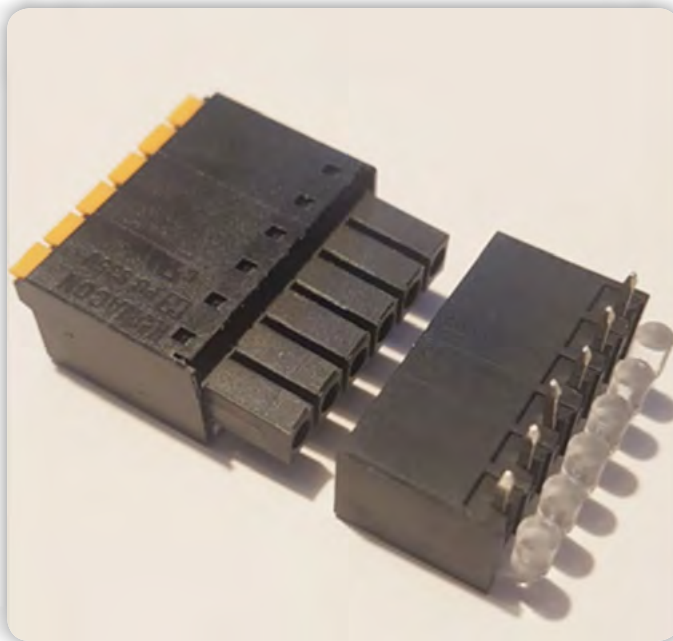
Zaključek

Še ena iteracija sejma electronica v Münchnu je za nami. Obisk sejma z avtobusom se morda marsikomu zdi nekaj »nemogočega« ali »izjemno napornega«. V resnici se res sliši zelo nenavadno, da je potrebno vstati ob 2.00 zjutraj, se voziti z avtobusom do sejmišča, biti na sejmu cel dan in se vrniti domov ponovno okoli 2.00 zjutraj. Če sam ne bi doživel, potem ne bi verjel, da sem v vsem tem času morda zadremal kakšne pol ure na avtobusu na poti nazaj. Na poti na sejem smo se udeleženci na hitro spoznali. Vsak je preko mikrofona povedal s čem se ukvarja in kaj vse si bo ogledal na sejmu. Podobno je bilo na poti nazaj, ko smo si udeleženci izmenjali informacije, kaj vse smo videli na sejmu. Eno takšnih odkritij je bil radarski senzor, ki se ga lahko vgradi v stikalo za luč in poveže na Shelly sistem za avtomatizacijo doma. Drugi primer je merilna oprema, kot so osciloskopi in razni analizatorji. Pozna se prihod kitajskih proizvajalcev, ki so dvignili kvaliteto svojih proizvodov, cene so pa še vedno vsaj polovico nižje od uveljavljenih blagovnih znamk. Na sejmu smo lahko videli merilne sonde za merjenje na SMD komponentah z blagovnim imenom PCBite. Phoenix Contact je predstavil zanimiv modul, ki vsebuje napajalnik in elektronske varovalke, kar v elektro omari pride zelo prav.

Naši bralci so našli vmesnik za industrijske senzorje, ki zajemajo signal v tokovni zanki 4-20 mA. Te module priključimo na WiFi oziroma na oblak ponudnika storitev Agitech. Tako lahko dostopamo do svojih senzorjev preko pametnega telefona. Na sejmu so bralci našli Bluetooth čipe švicarskega proizvajalca, ki so še bolj učinkoviti, kot nekateri znani proizvajalci. Videli so tudi tehnologijo natisnjene elektronike, kjer se lahko natisne tako baker, uporabne elemente, pa tudi baterije.

Na sejmu se najde tudi tako poseben procesor – pospeševalnik AI, ki ima 25 T operacij/sekundo pri tem, da ne potrebuje nobenega hlajenja.

Od hi-tech procesorjev smo zavili na področje žic, saj so bralci na sejmu našli kitajske proizvajalce posrebljenih bakrenih žic. Za namene hlajenja so na sejmu videli hladilna telesa z vgrajenim Heat-pipe sistemom kitajskih proizvajalcev. Na sejmu se je našlo 4 proizvajalce posebne pene, ki se namesti pod tiskano vezje in služi odvajanju toplote s tiskanega vezja.



Slika 26: Zanimiv konektor podjetja KUNA

Nekateri profesorji, ki so bili med udeleženci obiska sejma, so na sejmu tudi navezali stike s slovenskimi proizvajalci z namenom, da si dijaki lahko ogledajo njihovo proizvodnjo v bližnji prihodnosti.

Na sejmu ste tudi lahko videli zanimiv konektor, pod katerega se lahko namestijo miniaturne RGB LED-ice. Tako LED-ice s svojo osvetlitvijo uporabniku prikažejo barvo žice, ki naj bi bila montirana na določenem mestu na konektorju. Konektor proizvaja podjetje KUNA Contact Technology CO. Ltd.

Kot omenjeno, smo v Ljubljano prišli okoli 0:30 zjutraj, študentski udeleženci pa še kasneje. Naslednje jutro je verjetno marsikdo od udeležencev potreboval še kakšno dodatno uro spanja, vendar smo kasneje v pogovorih ugotavljali, da je bil obisk vreden tega časa in za nekatere tudi pomankanja spanca. Naslednji sejem electronica se bo odvijal 10. do 13. novembra 2026.

<https://svet-el.si>



Najpopolnejši Arduino KIT za nadebudne programerje

Vsebuje:

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



AX elektronika d.o.o.



Devet naenkrat

RUTRONIK GmbH

Avtorja: Vidya Sriram, korporativna produktna vodja za analogne izdelke in senzorje pri podjetju Rutronik in Alina Schütz, vodja trženja kanalov pri podjetju Sensirion

Senzorska platforma "vse v enem" za spremljanje kakovosti zraka v zaprtih prostorih

2Kompaktna in zmogljiva senzorska platforma meri do devet okoljskih parametrov, vključno z delci, CO ali hlapnimi organskimi spojinami, in odpira možnosti za razvoj inteligentnih naprav za večjo energetske učinkovitost, udobje in dobro počutje.

Okoljski pogoji močno vplivajo na naše počutje, udobje in produktivnost. Zlasti kakovost zraka ima odločilno vlogo za zdravje ljudi in okolje. Delci (PM2,5 in PM10) in hlapne organske spojine (HOS) lahko povzročajo bolezni dihal in vodijo v kronične bolezni srca in ožilja ali raka.

Pri človeškem dihanju se sprošča ogljikov dioksid (CO₂) in hkrati porablja kisik (O₂). Neustrezno prezračevanje lahko povzroči hitro kopičenje CO₂ v naseljenih prostorih, ki lahko preseže nezdrave mejne vrednosti (več kot 2000 ppm). Onesnaženost zraka v zaprtih prostorih povečuje mikroskopski

delci, ki prihajajo z zunanjih površin in izvirajo iz avtomobilov, industrijskih obratov ali gozdnih požarov. Hlapne organske spojine (HOS) so povsod prisotne in se sproščajo med različnimi dejavnostmi, od katerih so vsaj nekatere potencialno nevarne za ljudi in okolje. Posebej nevarna hlapna organska spojina je formaldehid (HCHO), ki lahko pri visokih koncentracijah povzroči draženje oči in celo raka. Poleg tega dušikovi oksidi (NO_x), ki nastajajo predvsem med procesi zgorevanja v pečeh ali avtomobilih, pri visokih koncentracijah poškodujejo dihalne poti ljudi.

Zato je spremljanje in izboljšanje kakovosti zraka bistvenega pomena. Vendar je za natančno analizo kakovosti zraka potreben večplasten pristop. To pa zato, ker se zaznavanje CO₂, trdnih delcev ali hlapnih organskih spojin razlikuje zaradi različnih fizikalnih in kemijskih lastnosti teh onesnaževal.



Tehnologija okoljskih senzorjev odpira nove možnosti za razvoj inteligentnih naprav, ki izboljšujejo naše udobje in počutje ter povečujejo energetske učinkovitost v različnih aplikacijah. (Vir: Sensirion)



Kompaktna in zmogljiva merilna platforma SEN6x združuje več senzorjev v enem kompaktnem ohišju in lahko meri do devet okoljskih parametrov (PM1, PM2,5, PM4, PM10, RH, T, indeks VOC, indeks NOx, CO2 ali HCHO). Zasnova poenostavlja integracijo, zmanjšuje stroške in omogoča prilagajanje. (Vir: Sensirion)

Večnamenska senzorska platforma

SEN6x družbe Sensirion združuje več tehnologij senzorjev v enem kompaktnem ohišju in lahko meri do devet okoljskih parametrov - trdne delce (PM1, PM2,5, PM4 in PM10), vlažnost (relativno vlažnost, RH), temperaturo (T), indeks VOC, indeks NOx, CO₂ ali HCHO (slika 1). Komponente vlažnosti in temperature zagotavljajo natančne izmerjene vrednosti za zdravo in prijetno klimo v prostoru. Poleg tega vgrajeni kompenzacijski mehanizmi omogočajo izravnavo nihanj temperature in vlažnosti, ki vplivajo na natančnost meritev.

2SCD4x v napravi SEN6x za spremljanje vrednosti CO uporablja senzor, ki temelji na fotoakustični spektroskopiji in tehnologiji NDIR (nedisperzijski infrardeči senzor). Vrednosti VOX in NOx se merijo z uporabo plinskega senzorja iz kovinskega oksida (MOX). Za beleženje vrednosti formaldehida se uporablja elektrokemični senzor. Različni elementi tako podpirajo pravočasno sprožitev ukrepov za čiščenje zraka, kot je nadzor prezračevanja glede na potrebe, da se zagotovi varen dihalni zrak z največjo učinkovitostjo.

Osrednji element je komponenta za delce SPS6x. Vključuje vse potrebne komponente za merjenje delcev PM1, PM2,5, PM4 in

PM10. Merjenje temelji na sipanju svetlobe, tj. ko delci v zraku prehajajo skozi žarek integriranega laserja, se svetloba razprši in jo zajamejo fotodetektorji. Vgrajeni algoritmi analizirajo razpršeno svetlobo in določijo porazdelitev velikosti in masno koncentracijo delcev. Zahvaljujoč integriranemu vezju ASIC (Application-Specific Integrated Circuit) ni potrebna zunanja obdelava, PLC6x pa v celoti obdelane vrednosti posreduje prek komunikacije I²C.

Kombinacija senzorjev, kompenzacijskih algoritmov in motorjev za pospeševanje pomeni, da je kombinirani modul pripravljen za takojšnjo uporabo. Odločitev za SEN6x prihrani čas in stroške razvoja, kar pomeni kratek čas za dajanje na trg s poenostavljenimi razvojnimi procesi.

Poleg tega je zasnova sistema SEN6x skladna z vodilnimi standardi IAQ, kot so Reset, Well Building Standard in California Title 24 Building Energy Efficiency. Senzor je tako mogoče preprosto vključiti v projekte pametnih stavb. SEN6x zagotavlja podroben vpogled v parametre kakovosti zraka, kar omogoča boljše razumevanje in nadzor notranjega okolja. S tem se uresniči celoten potencial spremljanja kakovosti zraka v pametnih stavbah.



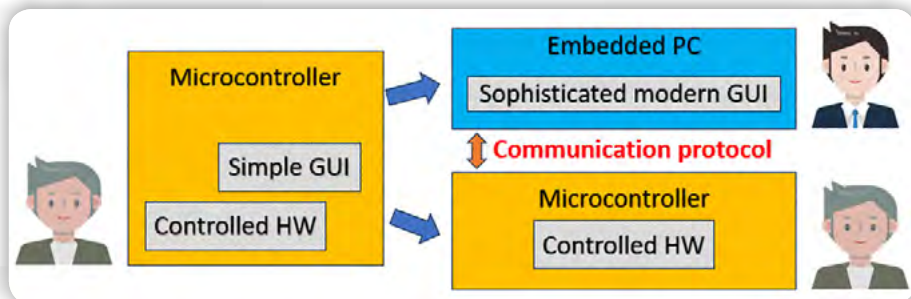
<https://www.rutronik.com>

GUI-O Team

Avtor: Janez Pirc

Email: janez.pirc@gmail.com

Optimizacija razvoja ugnезdenih grafičnih uporabniških vmesnikov z GUI-O rešitvijo 1. del



Slika 1: Specializacija razvijalcev

Razvoj ugnезdenih sistemov se sooča z neprestanimi izzivi, saj postajajo mikrokontrolerji in ugnезdeni računalniki vedno kompleksnejši, hkrati pa tehnološki napredek omogoča njihovo cenovno dostopnejšo uporabo.

Kljub pojavu orodij, ki naj bi olajšala razvoj, se zahtevnost razvoja ugnезdenih sistemov nenehno povečuje. Orodja sicer na prvi pogled obljublajo olajšanje procesa, vendar je za resen razvoj potrebno globoko razumevanje kompleksnih sklopov.

Tržne zahteve po zmogljivih in odzivnih grafičnih uporabniških vmesnikih (GUI) nenehno rastejo, kar postavlja dodatne izzive pred razvijalce. Ta članek se osredotoča na raziskovanje teh izzivov ter prednosti uporabe inovativne rešitve za razvoj GUI. Trg in marketinški trendi zahtevajo, da so zasloni naprav veliki in zmogljivi, kar vodi do logičnega odgovora tehnike - izdelava GUI na ugnезdenem računalniku.

Optimizacija razvojnega procesa vodi v specializacijo razvijalcev za različne dele naprave, vendar pa ločeni programerji za ugnезdene mikrokontrolerje in GUI na računalniku dodajajo kompleksnost tudi v samo organizacijo dela. S časom postanejo manjši koraki reševanja parcialnih problemov manj učinkoviti, kar zahteva celosten pogled na napravo. Ta članek bo raziskal te probleme ter ponudil rešitev.

Članek predstavlja alternativno metodo za izdelavo grafičnega uporabniškega vmesnika (GUI), ki se razlikuje od klasičnih pristopov. Pri tej metodi je GUI celovit program, ki deluje kot tolmač ukazov iz mikrokontrolerja. Prvi del članka podrobno predstavi to inovativno rešitev, medtem ko se drugi del osredotoča na razvojni proces in vpliv uporabe novega pristopa na celoten razvoj izdelka.

Namen članka je prikazati prednosti, ki jih ta novi pristop prinaša. Sodoben GUI na ločenem HW oziroma na ugnезdenem PC je danes optimalnejša rešitev. Ločena HW arhitektura pa v razvojni proces prinese nove probleme. Razvoj SW arhitektur ter analiza problemov postopno

ponovno združi izdelavo SW na enem mestu. Bistvo pa je, da se ob tem ohrani prednost ločene HW arhitekture – sodoben GUI na PC. Rešitev odstopa od trenutnih trendov pri razvoju sodobnih GUI in oddaljenega dostopa (IoT) in je na nek način logičen razvojni trend dalje.

Komu je članek namenjen?

Ta članek je namenjen razvijalcem elektronike, programerjem ugnезdenih sistemov ter vodjem razvoja, ki se srečujejo s kompleksnimi izzivi pri razvoju naprav in njihovih uporabniških vmesnikov. Če iščete zunanje podjetje za izdelavo sodobnega grafičnega uporabniškega vmesnika (GUI) in oddaljeni dostop (IoT) za vašo napravo, je branje tega članka nujno.

Pri zasnovi članka sem se soočal z dilemo, ali naj najprej obravnavam težave pri razvoju naprav z ugnезdenimi sistemi ter nato predstavim rešitve, ali obratno. Izbral sem vrstni red, ki je primernejši za programerje ugnезdenih mikrokontrolerjev ter najprej opisal samo rešitev GUI-O. Vendar, če ste programer ugnезdenega računalnika in programirate GUI, ali če ste vodja projektov, bi morda bilo bolje, da najprej preberete drugi del, ki opisuje težave razvojnega procesa.

Razlaga koncepta GUI-O rešitve

Razumevanje rešitve GUI-O oziroma razumevanje osnovnega principa delovanja je ključno. Ko slišite stavek „Nova rešitev za razvoj GUI.“, se takoj pojavi ovira (predsodek). Zaradi vaših izkušenj z eno ali več rešitvami klasičnih pristopov začnete razmišljati o novem programskem okolju ter še bolj avtomatizirani programski podpori za hitro delo. Vendar prosim, pozabite na klasične okvirje in natančno berite naprej. Kvalitetno razumevanje rešitve je ključnega pomena.

Program je popolnoma zaključen in celovit za vse projekte, deluje kot interpreter ukazov iz mikrokontrolerja. Ko govorim o zaključenem programu, to pomeni, da ne zahteva spreminjanja, kodiranja ali prevajanja. Uporabnik v sam program le



Slika 2: Osnovni princip delovanja (vir: <https://www.gui-o.com/what-is-gui-o>)

vnese komunikacijske parametre. Vnos podatkov je uporabniku prijazen, s strani programa voden in avtomatiziran način vzpostavitve prve povezave med napravo in GUI-O.

Ker z istim programom dostopamo do različnih naprav, bi ga lahko poimenovali „GUI brskalnik“. Slika 2 spodaj prikazuje osnovni princip delovanja. Na levi strani spodnjih grafik je GUI oziroma naš program GUI-O, na desni pa mikrokontroler naprave. Podroben opis rešitve je dostopen na naši spletni strani na povezavi <https://www.gui-o.com/home>.

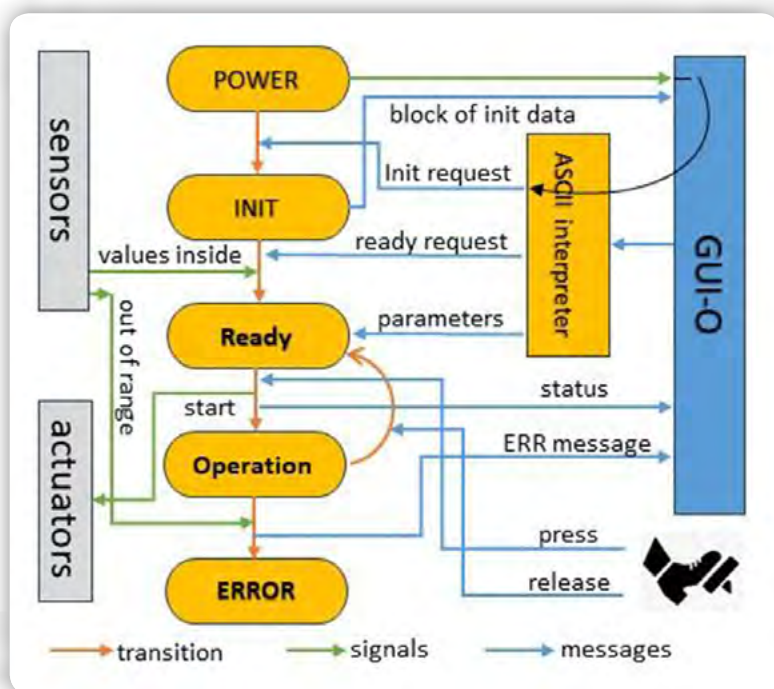
Če ste programer mikrokontrolerja, bo za vas ključnega pomena razumevanje ASCII protokola med mikrokontrolerjem ter programom GUI-O. Vse ostale vidike že dobro obvladate. Program deluje na ANDROID operacijskem sistemu ter tako lahko deluje na ugnezenem PC kot tudi na telefonu ali tablici.

Če hitro preletite rešitev na spletu, bi lahko dobili vtis, da GUI-O ne ponuja enake funkcionalnosti kot klasični pristopi izdelave GUI. Vendar temu ni tako. Naša rešitev ne omejuje razvijalca na noben način in mu omogoča izdelavo tudi najzahtevnejših grafičnih uporabniških vmesnikov. Pristop, kjer programer nadzoruje funkcionalnost naprave in hkrati tudi GUI, prinaša številne prednosti:

- **GUI-O zmanjša stroške:** Ker GUI razvija strokovnjak preko ukazov iz mikrokontrolerja ni potrebe po dodatnem strokovnjaku za razvoj GUI-ja na PC, kar zmanjšuje stroške razvoja.
- **GUI-O zmanjša kompleksnost razvoja:** Krmiljenje GUI preko protokola je preprosteje, kot razviti celoten ločen GUI. Aplikacijo GUI-O lahko inicializira tudi najbolj preprost mikrokontroler, hkrati pa GUI ohranja polno funkcionalnost in kakovost.
- **GUI-O izboljša kakovost naprave:** Na konkretnem projektu ni več potrebno odpravljati razvojne napake na GUI. Distribucija funkcionalnih popravkov SW za GUI je avtomatizirana, popravek je potreben samo na SW mikrokontrolerja naprave.
- **GUI-O omogoča vrhunsko zmogljivost:** GUI-O je zgrajen z uporabo najzmogljivejšega orodja Qt, je skrbno načrtovan in temeljito testiran. Rešitev izkorišča vse zmogljivosti sodobnih naprav Android. Rezultat je zmogljiv uporabniški vmesnik.
- **GUI-O omogoča preprost prehod na IoT:** Z zamenjavo lokalnega komunikacijskega vmesnika z WiFi vmesnikom, ali le dodajanje novega porta z WiFi vmesnikom na napravi je mogoč enostaven prehod na oddaljeni dostop do naprave (IoT), saj GUI-O rešitev že vključuje standardno povezovanje preko MQTT strežnika.

Uporaba GUI-O v praksi

Programer mikrokontrolerja postopoma razvija programske rešitve za upravljanje naprave, običajno z izdelavo ločenih programskih sklopov za vsako funkcionalnost. Hkrati v istih programskih sklopih, ob spremembi stanja naprave, generira ASCII stringe s katerimi pošilja ukaze za upravljanje GUI-ja. Ko upo-



Slika 3: Diagram stanj celotnega procesa

rabnik preko zaslona na dotik upravlja napravo, GUI-O vrača kratke stringe. Na strani mikrokontrolerja interpreter prejetih stringov ustvari dogodke za nadzorni proces in vpliva na stanja naprave. Naprava spremenjena stanja in podatke ponovno vrača na GUI.

Takšen pristop omogoča, da se funkcionalnosti naprave in grafični vmesnik razvijata vzporedno, hkrati pa omogoča enostavno usklajevanje med njima. Programer mikrokontrolerja lahko tako učinkovito nadzoruje delovanje naprave in hkrati zagotavlja, da se grafični vmesnik odziva na uporabnikove interakcije na pričakovan način. Ta integriran pristop olajša razvojni proces in omogoča hitrejše iteracije ter boljše usklajevanje med funkcionalnostjo naprave in uporabniškim vmesnikom. Poleg tega se z uporabo takšnega pristopa zmanjša tveganje za neskladja med funkcionalnostjo naprave in uporabniškim vmesnikom, saj se spremembe na eni strani avtomatično posodobijo tudi na drugi strani. To pripomore k večji stabilnosti in zanesljivosti sistema ter zmanjšuje potrebo po organizacijskem usklajevanju med razvojem naprave in grafičnega vmesnika.

Priprava prvega okolja

Končna rešitev izvedbe GUI na napravi zahteva izbor in nakup ugnezenega PC z ANDROID operacijskim sistemom. Lahko uporabimo tudi tablični računalnik, vendar to ni optimalno, če ne potrebujemo akumulatorskega napajanja. Seveda pa lahko izbor in nakup HW za končno rešitev odložite ter samo rešitev testirate na svojem telefonu ali tablici. GUI-O program bo dobro deloval na ANDROID 5.1 dalje in ne potrebuje visoke procesne zmogljivosti. Končna kakovost bo bolj odvisna od kakovosti zaslona, kot od zmogljivosti računalnika, saj vektorska grafika zagotavlja lepe slike na visokozmogljivih zaslonih.

Za začetek bo primerno, da na telefon naložite GUI-O aplikacijo



Slika 4: Komunikacijski moduli

ter naredite povezavo na vaš mikrokontroler. Na strani mikrokontrolerja inicializirajte dodatni UART port ter nanj priključite komunikacijski vmesnik po vašem izboru (BT, BLE, USB, ETHERNET). Na sliki 4 je nekaj primerov modulov. Od leve proti desni si sledijo 3 x WiFi, BlueTooth, USB.

GUI-O ASCII protokol

Za uspešno uporabo rešitve je ključno razumevanje ASCII protokola, ki omogoča komunikacijo med napravo in GUI-O programom. Komunikacijo lahko razdelimo na dva tipa ukazov: inicializacijske ukaze, ki se začnejo z znakom |, in komunikacijska sporočila, ki se začnejo z znakom @. Za znakom | sledi koda elementa, na primer |TG za preklopnik „toggle“, in nato obvezen parameter, ki določa ime elementa (|TG UID:tg1). Med tipom parametra in imenom je znak : . Večina parametrov ostane nespremenjenih, kar pomeni, da jih ne vpisujemo. Nekaj parametrov pa je obveznih, kot sta ime UID: in pozicija X:Y:. Vsi komunikacijski stringi se zaključijo z \r\n. Tako se na primer preklopnik „toggle“ prikaže na sredini zaslona s stringom |TG UID:tg1 X:50 Y:50\r\n. Preklop tega preklopnika v aktivno stanje vrača @tg1 1\r\n, ter preklop nazaj v pasivno stanje @tg1 0\r\n. Trije nazorni primeri inicializacijskih stringov in pripadajočih GUI-jev so na voljo na <https://www.gui-o.com/examples/gui-designs>.

GUI-O podpira široko paleto standardnih grafičnih gradnikov kot so tipke, preklopniki, drsniki, vnosna polja itd., ki v kombinaciji z enostavnimi gradniki, kot so liki, črte, okvirji, zadoštujejo za večino aplikacij. Ko pa želite ustvariti nekaj, česar GUI-O še nima, lahko sestavite vaše grafične predloge skupaj s funkcionalnostjo programiranih elementov.

Na primer na vašo želeno sliko postavite tipko primerne velikosti in s polno prosojnostjo (transparentnost) ter s tem naredite tipko z vašo grafično podobo.

Z dinamičnim spreminjanjem parametra, kot je velikost ali rotacija, lahko naredite element ki se povečuje, ali rotira.

Inovativen pristop natančnega sestavljanja in prekrivanja elementov od roba do roba za vse velikosti in oblike zaslonov omogoča gradnjo kompleksnih elementov iz enostavnih osnovnih gradnikov.

Grafični učinki, kot so prelivanja barv, senčenje ter dinamično spreminjanje katerekoli lastnosti so močna orodja za inovativne kreatorje GUI.

Postopen učni proces

Vaša naloga na mikrokontrolerju je preprosta: pošljite nekaj stringov, s katerimi nastavite GUI. Med delovanjem lahko nastavitev dinamično spreminjate, GUI-O pa bo sledil vašim ukazom. Aplikacija GUI-O vam bo vračala odzive dotikov uporabnikov. Ob zagonu aplikacije na napravi z Androidom se vzpostavi podatkovna povezava med GUI-O in komunikacijskim modulom. Komunikacija se začne z oddajo sporočila @init\r\n od GUI-O proti mikrokontrolerju, kar pomeni, da GUI-O deluje in čaka na inicializacijo naprave. Odziv mikrokontrolerja običajno vključuje večji inicializacijski blok podatkov. Nadaljnja komunikacija poteka v obe smeri glede na dogodke v napravi in GUI. Proces prikazuje slika 3.

Pri učenju GUI-O ASCII protokola je obvezen priročnik: <https://www.gui-o.com/MANUAL>, kjer najdete vse potrebno. Priročnik je lepo strukturiran. Na začetku WIDGETS OVERVIEW ponudi izgled osnovnih elementov. Ko element izberete, na osnovi imena v naslednji tabeli WIDGETS CHEATSHEET najdete minimalen inicializacijski string, ki ga lahko preprosto uporabite v svoji kodi. V drugem delu WIDGETS API pa najdete opis vseh parametrov izbranega elementa, s katerimi prilagodite element po vaših željah. Ko postanete bolj vešč in že razumete osnovne principe delovanja GUI-O, se vrnite na GRAPHICAL INTERFACE OVERVIEW, kjer najdete vse podrobnosti za učinkovitejše delo.

Uporaba dodatnih virov računalnika

Pregled priročnika MANUAL bo pokazal, da GUI-O protokol omogoča programerju uporabo drugih virov PC, ki jih ni smiselno programirati na mikrokontrolerju. Ker program deluje na operacijskem sistemu ANDROID, protokol na podoben način uporablja standardne ugnezdene senzorje, vključno s kamero, krmili aktuatorje in omogoča zapis ter branje podatkov prek standardnega datotečnega sistema. V tretjem poglavju, „Oddaljeni dostop do naprave“, bom opisal tudi uporabo komunikacijskih vmesnikov, kot so WiFi in podatkovni GSM vmesniki.

Upam, da ste s tem pridobili osnovno razumevanje GUI-O in kako se le-ta primerja z vašimi rešitvami. V nadaljevanju bom pojasnil, kako se je v razvojnem procesu ločila strojna arhitektura ugnezdenih sistemov na mikrokontroler in PC, ter kako in zakaj je smiselno ponovno združiti programsko arhitekturo, kar omogoča GUI-O

EMI zaščita: popoln obrambni mehanizem za vojaška brezpilotna letala

Parker Hannifin Corporation

Avtorica: Rachid Ait El Cadi, aplikacijska inženirka za procese, oddelek Parker Hannifin Chomerics

Zaradi nenehnih svetovnih konfliktov in naraščajočih mednarodnih napetosti droni in UAV (brezpilotna letala) postajajo sodobno orodje v vojaških arzenalih, po katerem se veliko povprašuje.



Nekatera so razvrščena kot lebdeče strelivo, ker vsebujejo eksplozive ali bojne glave, ki se pogosto porabijo v napadih. Druga so razvrščena kot brezpilotna bojna letala (UCAV) in se uvrščajo v ISTAR (misije za obveščanje, nadzor, zajem ciljev in izvidništvo) ter misije za logistično podporo.

Med prednostmi delovanja brezpilotnih letal v sodobnem boju so varnost vojakov, nadzor v realnem času, razširjen doseg, prilagodljivost tovora in nižji skupni stroški delovanja in usposabljanja. Vendar pa je kritična slabost dronov v vseh teh primerih uporabe ranljivost za elektromagnetne motnje (EMI), bodisi naravne, bodisi kot del elektronskega bojevanja.

Motnje v delovanju dronov zaradi neželjenih elektromagnetnih signalov lahko povzročijo morebitno okvaro, izgubo nadzora in celo strmoglavljenje. Da bi se izognili temu potencialno katastrofalnemu izidu, je treba izbrati in uporabiti optimalne rešitve za zaščito pred EMI. Izdelki za zaščito pred elektromagnetnimi motnjami so materiali, ki elektronske komponente ščitijo pred nenamernim širjenjem signalov iz naprave, hkrati pa jo ščitijo pred neželenimi signali, ki motijo natančno uglašeno notranjo elektroniko.

Pomembno je omeniti, da se zahteve za elektronsko vzdržljivost

in brezpilotne zrakoplove v obrambi in vojaških operacijah bistveno razlikujejo od zahtev za komercialne ali potrošniške brezpilotne zrakoplove. Brezpilotna letala obrambne industrije morajo pogosto leteti več ur ali dni, medtem ko nosijo težko in drago opremo kot tovor. Poleg tega obrambne sile zahtevajo, da njihovi brezpilotni letalniki delujejo več let z minimalnim vzdrževanjem ali brez njega. Tehnologije za zaščito pred elektromagnetnimi motnjami podpirajo ključno zanesljivost, tudi v zahtevnih delovnih okoljih, ki vključujejo ekstremno vlažnost in temperaturo ter slano meglo.

Sistematični pristop

Učinkovita zaščita pred elektromagnetnimi motnjami je potrebna za zaščito širokega spektra zapletenih elektronskih sistemov na vojaških brezpilotnih letalih, ki so večinoma povezani z avtonomijo, slikanjem, orožjem ali komunikacijskimi funkcijami. LiDAR, radarski, laserski in ultrazvočni senzorji podpirajo izogibanje trkom in natančno določanje položaja, če so povezani s senzorji za nadzor lokacije/GPS in stabilizacijskimi/orientacijskimi moduli. Napredna analitika letenja, kot so senzorji časa leta, lahko operaterjem zagotovi podrobnosti o tem, kako dron deluje glede na okoljske razmere, in pomaga izboljšati prihodnje misije. Če mora dron opravljati posebne naloge, so

lahko na voljo tudi dodatni senzorji, kot so kemični, toplotni ali hiper-spektralni senzorji.

Droni obdelujejo ogromno podatkov, zato potrebujejo visoko stopnjo zaščite pred elektromagnetnimi motnjami, da se prepreči radiofrekvenčno motenje, popačenje kanalov, prestrazanje in kibernetske grožnje. EMI so lahko tudi nenamerne, morda zaradi presluha notranjih elektronskih komponent ali zunanjega EMI sevanja iz drugih elektronskih naprav, visokonapetostnih daljnovodov, telekomunikacijskih drogov ali velikih anten.



In tu je še en izziv. Številni sodobni brezpilotni letalniki so izdelani iz lahkih materialov, kot so plastika in kompoziti, da prihranijo težo ter povečajo nosilnost in avtonomijo. Zaradi svojih električnih neprevodnih lastnosti se ti materiali štejejo za elektromagnetno prozorne. Ta lastnost omogoča, da elektromagnetno sevanje (EMR) zlahka prodre skozi trup in moti elektronske komponente.

Zaščita pred motnjami

Za izpolnjevanje strogih zahtev sodobne tehnologije dronov je na voljo veliko različnih rešitev za zaščito pred elektromagnetnimi motnjami. Ti električno prevodni izdelki zagotavljajo zaščito na ravni naprave ali komponente pred neželenim elektromagnetnim sevanjem, kar zagotavlja njihovo nemoteno delovanje.

Ena najpogostejših rešitev za zaščito pred EMI na ravni sistema so elastomerna prevodna tesnila. Ti izdelki vsebujejo osnovni polimer, kot je silikon, fluorosilikon ali EPDM, ki daje materialu prožnost in strukturo. Prevodno polnilo iz delcev, kot so posrebrni aluminij, ponikljan aluminij, posrebrni baker ali ponikljan grafit, zagotavlja tesnilu električno prevodno in zaščitno lastnost.

Material je lahko v obliki ekstrudiranega tesnila, ki se namesti v utor, ali oblikovane ravne plošče, ki je primerna za izsekovanje v zapletene oblike. Prednost elastomernih prevodnih tesnil je, da so zaščita pred EMI, hkrati pa omogočajo tesnjenje pred vplivi okolja, zagotavljajo pa tudi rešitev za zaščito pred EMI na ravni ohišja ali sistema.

Kabli in pripadajoči priključki zahtevajo tudi zaščito pred elektromagnetnimi motnjami, pri čemer se prevodne poliolefinske cevi izkažejo kot zelo koristne. Te toplotno skrčljive bužirke in njihovi zaključni priključki dosežejo svojo prevodnost s prilagodljivimi premazi, prevlečenimi s srebrom ali s srebrnimi delci prevlečenimi z bakrom. Rešitve običajno zagotavljajo zmanjšanje teže za 40-65 % v primerjavi z običajnim pletenim kabelskim ovojem ali opletom za kable.

Bužirko je mogoče skriti tudi okoli občutljivih območij, kot so konektorji ali kabelski prepleti. Poleg zaščite pred elektromagnetnimi motnjami prevodne toplotno skrčljive bužirke zagotavljajo tudi učinkovito zaščito pred prahom in vlago.

Za zaščito majhnih sestavnih delov pred elektromagnetnimi motnjami so brizgane prevodne termoplastične mase, specifične za posamezne aplikacije, optimalna rešitev, ne le zaradi učinkovite zaščite pred elektromagnetnimi motnjami, temveč tudi zaradi do 70 % nižje teže. Nekatere napredne prevodne plastike izkoriščajo poseben postopek, ki v jedro vsakega plastičnega peleta vstavi ponikljana ogljikova vlakna, da se zagotovi homogeno in popolnoma porazdeljeno prevodno polnilo v brizganem delu. Lastnosti surovin v teh prevodnih plastenkah omogočajo tako zaščito pred elektromagnetnimi motnjami kot tudi absorpcijo radijskih valov, zato so idealne za uporabo kot zaščita na ravni ohišja ali zaščite na ravni tiskanega vezja.

Ti materiali so po konsistenci polnila boljši od suhih mešanic z več granulami in zagotavljajo dejansko neuničljiv zaščitni mehanizem. Tudi če se prevodni termoplast opraska ali zdrobi, material ohrani svoje lastnosti absorpcije radijskih valov in ščitjenja elektromagnetnih motenj. Izzivi, povezani z delom s prevodno plastiko, so stroški orodja in začetni proizvodni stroški. Vendar se ti zlahka izravnavajo z manjšo potrebo po sekundarnih proizvodnih postopkih in integracijo s strojno opremo, kot so pritrdilni elementi in druge sestavne komponente.

Pena za brezpilotna letala

Dodatna možnost materiala je prevodna pena. Uretanske ali silikonske pene so idealne za zaščito pred elektromagnetnimi motnjami in kot ozemljitev v aplikacijah, ki ne zahteva zaščite pred vremenskimi vplivi ali kjer so komponente zaščitene pred okoljskimi dejavniki. Pene so lahke, imajo majhno gostoto in jih je za namene montaže enostavno stisniti. Običajno so v dveh oblikah, in sicer z ovojem iz tkanine (t. i. tkanina nad peno) ali v različicah s posrebrnimi vlakni, vgrajenimi v peno nizke gostote.

Prevodne pene so običajno poceni in dobro tesnijo pred prahom. Prevodne pene, ki so pogosto izdelane v listih ali zvitkih za nadaljnjo obdelavo, so na voljo v standardnih debelinah, lahko pa jih tudi razrežemo na trakove. Profili iz tkanine nad peno so izdelani v več sto standardnih profilih, lahko pa se izdelajo tudi na podlagi posebnih zahtev strank. Orodja za izdelavo delov po meri so razmeroma poceni, čas njihove izdelave je kratek.

Druga možnost so tesnila, ki se oblikujejo na mestu. Ta lahka elastomerna tesnila so sestavljena iz materiala, ki se robotsko nanese na ohišja elektronike, in so na voljo v tubah (kot tesnilna masa), pripravljenih za odmerjanje do zelo majhnih presekov, tudi na zapletene geometrije. Z uporabo tesnil, ki se oblikujejo na mestu, se prihrani do 60 % prostora in teže v ohišjih brezпилotnih letalnikov, saj so lahko prirobnice zelo ozke (manj kot 1 mm) in še vedno vsebujejo tesnilo za zaščito pred elektromagnetnimi motnjami. Silikon, polnjen s posrebljenim aluminijem, z visoko odpornostjo proti koroziji, ki se strjuje z vlago v zraku, je dober primer sestave materiala. Pri uporabi tesnil, ki se oblikujejo na mestu, utor ni potreben.

Pokrivanje vseh možnosti

Številni načrtovalci dronov si prizadevajo zmanjšati težo, zato so umetne mase in kompoziti pogosta izbira materialov. V takih primerih so prevodni premazi/barve za zaščito velikih kompozitnih delov pred učinki elektromagnetnih motenj dobra izbira. Na voljo so različne konfiguracije električno prevodnih polnil in veziv, vključno z uretanskimi premaznimi sistemi, napolnjenimi z bakrom, s posebnimi dodatki in stabilizatorji za ohranjanje električne stabilnosti pri povišanih temperaturah. Barve brez kromov so priljubljena izbira za kompozitne strukture.



Načrtovalci dronov lahko izkoristijo tudi električno prevodna lepila in tesnilne mase. Takšni materiali zapolnijo vrzeli med kovinskimi ali kompozitnimi sestavnimi deli okvirja in tako odpravijo elektromagnetna sevanja. Zelo zaželena je tudi dobra električna prevodnost, ki zagotavlja varno električno pot v primeru udara strele. Z uporabo električno prevodnih lepil in tesnil lahko zmanjšamo potrebo po vijakih ali drugih pritrdilnih elementih, kar poenostavi montažo in zmanjša težo.

Izpolnjevanje standardov

Za zagotavljanje zaščite izdelkov pred elektromagnetnimi motnjami v vojaških brezпилotnih letalih je bistvena skladnost s

 Celjski sejem

Mednarodni industrijski sejem

8.-11. APRIL 2025





standardi kakovosti. Najpogostejši vojaški standard kakovosti za zaščito pred elektromagnetnimi motnjami je MIL STD 461, ki zagotavlja odpornost proti prestrezanju, motnjam in kibernetskim grožnjam. Pomemben je tudi standard DO-160G. Ta standard, ki ga je objavila RTCA (Radio Technical Commission for Aeronautics), določa pogoje okolja in preskusne postopke za letalsko opremo.

Poleg zaščite pred elektromagnetnimi motnjami je drug velik izziv za konstruktorje dronov pregrevanje, ki je običajno posledica velikih obremenitev elektronike in močnih rotorjev. Zato so potrebni ustrezni termično vmesniški materiali, da se zagotovi učinkovito delovanje brez pregrevanja drona.

Priložnost rasti

V prihodnosti se bo svetovni trg vojaških brezpilotnih letalnikov močno širil. Po podatkih Fortune Business Insights [1] naj bi se trg povečal s 14,14 milijarde dolarjev leta 2023 na 35,60 milijarde dolarjev do leta 2030, kar pomeni impresivno 14,10-odstotno letno stopnjo rasti (CAGR).

Zato podjetje Parker Chomerics nenehno sodeluje s proizvajalci originalne opreme dronov/UAV, da bi razvilo izdelke, ki izpolnjujejo njihove potrebe zdaj in za naslednjo generacijo izdelkov. Podjetje že raziskuje nove elastomerne rešitve za zaščito pred elektromagnetnimi motnjami, kot so edinstveni materiali za oblikovanje na mestu in izdelki, ki absorbirajo radijske frekvence. Podjetje Parker Chomerics poskrbi tudi za to, da vsaka nova rešitev ponuja podporne informacije, kot so podatki o visokofrekvenčnem ščitenu do 115 GHz in podatke o okoljski neoporečnosti.

Znanost o materialih, procesna tehnologija, proizvodnja in upravljanje dobavne verige so ključne kompetence podjetja Parker Chomerics, ki ima na voljo standardne in po meri izdelane rešitve za zaščito pred elektromagnetnimi motnjami, ki temeljijo na desetletjih strokovnega znanja v industriji. Kot globalno podjetje si Parker Chomerics z inženirsko podporo in proizvodnjo izdelkov v Severni Ameriki, Evropi in Aziji prizadeva za uporabo po vsem svetu.

Več informacij najdete tukaj [2].

O podjetju Chomerics

Chomerics je oddelek družbe Parker Hannifin Corporation in je del skupine Engineered Materials Group. Je vodilni v svetu razvoja in uporabe električno in toplotno prevodnih materialov v elektroniki, transportu in alternativnih energetskih sistemih. Za podrobnosti obiščite www.parker.com/chomerics

O podjetju Parker Hannifin

Parker Hannifin je vodilni na seznamu Fortune 250 na področju tehnologij gibanja in krmiljenja. Podjetje že več kot stoletje omogoča inženirske preboje, ki vodijo v boljši jutri. Več o tem na www.parker.com or @parkerhannifin.

Viri:

- 1: <https://www.fortunebusinessinsights.com/military-drone-market-102181>
- 2: <https://www.parker.com/us/en/divisions/chomerics-division/industries/aerospace-defense/uavs-and-drones.html>

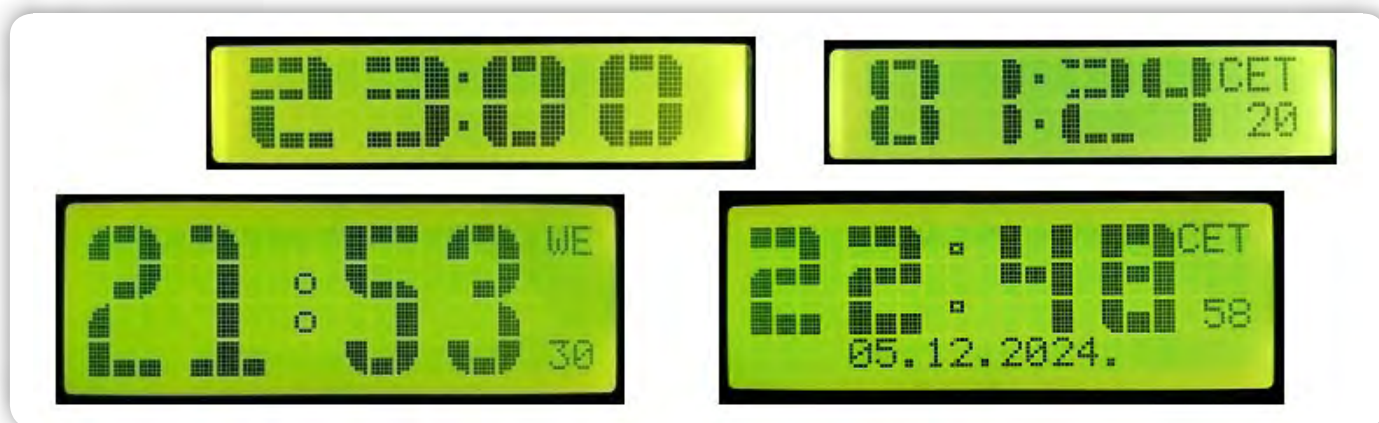
<https://www.parker.com>



Bascom AVR programski paket "Big time" za velike formate prikaza ur in minut iz DS3231 RTC-ja na LCD-ju

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

Bascom-AVR programski paket imenovan „Big time“ omogoča prikaz časa (ur in minut) iz DS3231 RTC-ja na enostaven način na alfanumeričnem LCD-ju v velikem dvovrstičnem, trivrstičnem in štirivrstičnem formatu prikaza. V tem članku bo opisana tudi programska knjižnica za enostavno nastavljanje leta, meseca, datuma, dneva v tednu in časa DS3231 RTC-ja.



Na dvovrstičnem LCD-ju npr. 1602 ali 2002 je omogočen dvovrstični format prikaza časa, na štirivrstičnem LCD-ju (npr. 2004) dvovrstični, trivrstični ali štirivrstični format prikaza časa.

Za dvovrstični format prikaza ur in minut imamo na voljo veliki format prikaza časa v dveh fontih (font 1 in font 2). Font 2 za prikaz časa zavzema dve koloni manj glede na font 1, na LCD-ju vrste 1602 (16 stolpcev * 2 vrstici) poleg ur in minut v dvovrstičnem formatu ostane dovolj prostora tudi za prikaz sekund in dneva v tednu v normalnem enovrstičnem LCD fontu. Trivrstični in štirivrstični prikazi imajo vsak po en font.

Uvedli smo univerzalno sintakso ukaza za izpis časa v velikem formatu:

```
Big_time y , x
```

Argument *y* označuje vrsto, argument *x* pa stolpec zgornjega levega kota na LCD-ju, od katerega se prične prikaz časa. Za dvovrstični format prikaza časa, če se uporablja dvovrstični LCD, argument *y* je 1, na štirivrstičnem LCD-ju je argument *y* lahko 1, 2 ali 3. Za trivrstični format prikaza časa na štirivrstičnem LCD-ju je argument *y* lahko 1 ali 2, za štirivrstični format prikaza časa na štirivrstičnem LCD-ju pa je argument *y* = 1. Argument *x* uporabnik določa odvisno od dolžine vrstic LCD-ja in v formatu in fontu za prikaz časa. Ukaz *Big_time y , x* za prikaz ur in minut

v velikem formatu se uporablja znotraj *Do - Loop* zanke. Ta ukaz ne uporablja uporabniškega LCD karakterja *Chr(0)*, ki je prost za uporabo.

Pred uporabo ukaza *Big_time y , x* je potrebno z ukazom *\$include* v program vključiti knjižnico za programsko podporo dela RTC-ja DS3231. To je knjižnica z imenom „DS3231\$SE.sub“ ki je objavljena v številkah Sveta Elektronike SE255 in SE256, nahaja pa se tudi v programski podpori priloženi k temu članku.

```
$include „DS3231$SE.sub“
```

V tej knjižnici so poleg ostalih spremenljivk dimenzionirane tudi vse potrebne globalne Byte spremenljivke za sekunde, minute, ure, dan v tednu, datum, mesec in leto.

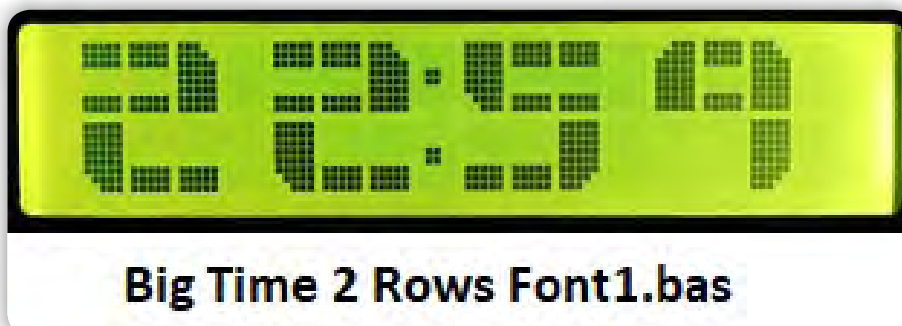
```
Ds3231$sec za prikaz sekund  
Ds3231$min→to Byte spremenljivko uporablja ukaz Big_time y , x za prikaz minut  
Ds3231$hour→to Byte spremenljivko uporablja ukaz Big_time y , x za prikaz ur  
Ds3231$day za dan v tednu  
Ds3231$dte za datum  
Ds3231$mth za mesec  
Ds3231$yr za leto
```

Iz knjižnice „DS3231\$SE.sub“ se uporablja znotraj *Do - Loop*

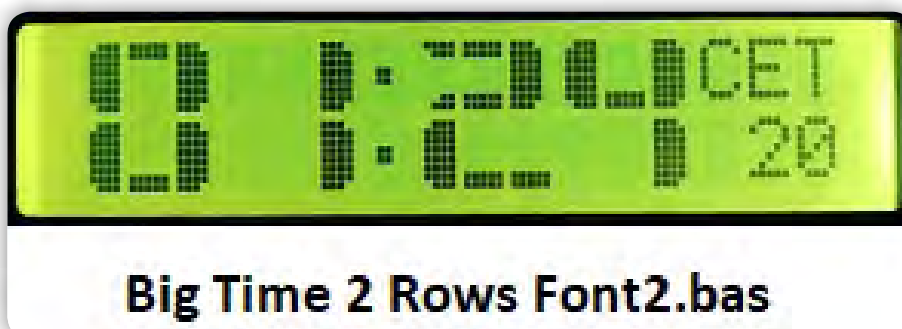
Format prikaza	Primer *.bas programa	Pripadajoča *.inc knjižnica	Število vrstic	Število stolpcev	Slika
Dvovrstični v fonu1	Big Time 2 Rows Font1	big_time_2_rows_font1	2	15	1
Dvovrstični v fonu 2	Big Time 2 Rows Font2	big_time_2_rows_font2	2	13	2
Trivrstični	Big Time 3 Rows	big_time_3_rows	3	17	3
Štirivrstični	Big Time 4 Rows	big_time_4_rows	4	17	4

zanke ukaz *Ds3231\$read*, ki iz RTC-ja bere trenutne podatke časa, datuma, dneva v tednu, meseca in leta ter jih vpisuje v predhodno navedene pripadajoče globalne Byte spremenljivke. Ta ukaz se v *Do - Loop* zanko postavi pred ukazom *Big_time y, x*.

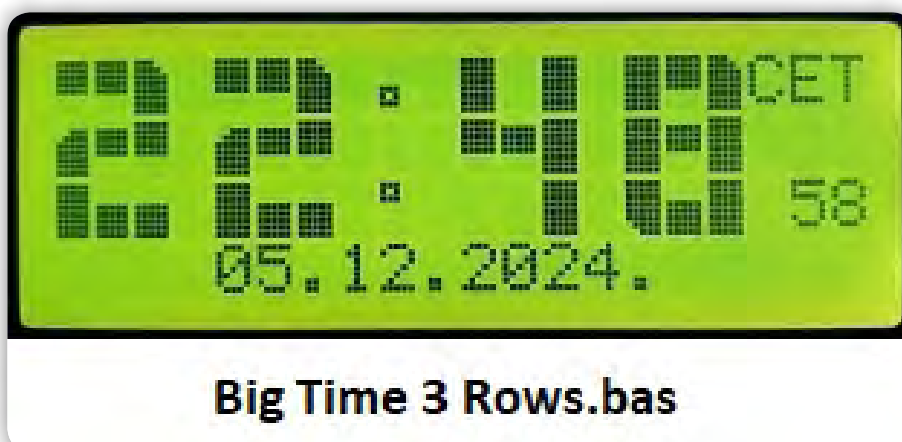
Po vnosu knjižnice „*DS3231\$SE.sub*“ predlagam, da za nastavljanje RTC-ja vključite v uporabniški program priloženo knjižnico „*DS3231\$set.inc*“. Na začetku uporabniškega programa, še pred vnosom knjižnice „*DS3231\$set.inc*“ v uporabniški program, je v programu potrebno definirati vhodni priključek za tipko UP (vhod *Up\$*), vhodni priključek za tipko ENTER (vhod *Enter\$*), in definirati konstanto *Down_key*. Če konstanti *Down_key* določimo vrednost 1, s tem omogočimo uporabo dodatne tipke DOWN na (po želji uporabnika) izbranem vhodnem priključku *Down\$*. Če je vrednost konstante *Down_key* = 0, se tipka DOWN ne uporablja. Tipke se vežejo med pripadajoče izbrane vhodne priključke in mase GND. Če ima mikrokontroler dovolj priključkov, iz praktičnih razlogov priporočam, da omogočite uporabo tipke DOWN. V knjižnici „*DS3231\$set.inc*“ je ustvarjen ukaz *Ds3231\$set* za nastavljanje DS3231 RTC-ja. Ta ukaz je potrebno v uporabniškem programu napisati pred *Do - Loop* zanko. Če se pri resetu mikrokontrolerja drži pritisnjena tipka ENTER v trajanju minimalno 5 sek, se na LCD-ju izpiše sporočilo „RTC set“ in prične se proces namestitve RTC-ja. S tipko UP in opcijsko s tipko DOWN se namesti iznosi podatkov za RTC, s tipko ENTER pa se nameščeni podatki vpisujejo v RTC čip. Vrstni red namestitve podatkov za RTC je naslednji: leto, mesec, datum, dan v tednu, ure, minute, sekunde. Pri namestitvi dneva v tednu se uporabljajo kratice za naziv dneva iz angleškega jezika: MO, TU, WE, TH, FR, SA, SU. Če pri resetu mikrokontrolerja tipka ENTER ni konstantno pritisnjena v trajanju 5 sek, bo ukaz *Ds3231\$set* preskočil proces namestitve RTC-ja in takoj se izvršijo ukazi, ki sledijo. Po vnosu knjižnice „*DS3231\$set.inc*“ v uporabniški program je z ukazom *\$include* potrebno vključiti, odvisno od želenega formata prikaza časa (ur in minut), eno od priloženih knjižnic za ukaz *Big_time y, x* (glej tabelo).



Slika 1: Prikaz ur in minut v dvovrstičnem formatu v fonu 1



Slika 2: Prikaz ur in minut v dvovrstičnem formatu v fonu 2



Slika 3: Prikaz ur in minut v trivrstičnem formatu

Podatki o formatih prikaza časa, primerih priloženih *.bas programov, in pripadajočih programskih knjižnic *.inc za velike formate prikaza časa in podatki o številu vrst in stolpcev, ki jih te prikazi časa (ur in minut) zavzemajo na LCD-ju, se nahajajo v tabeli.

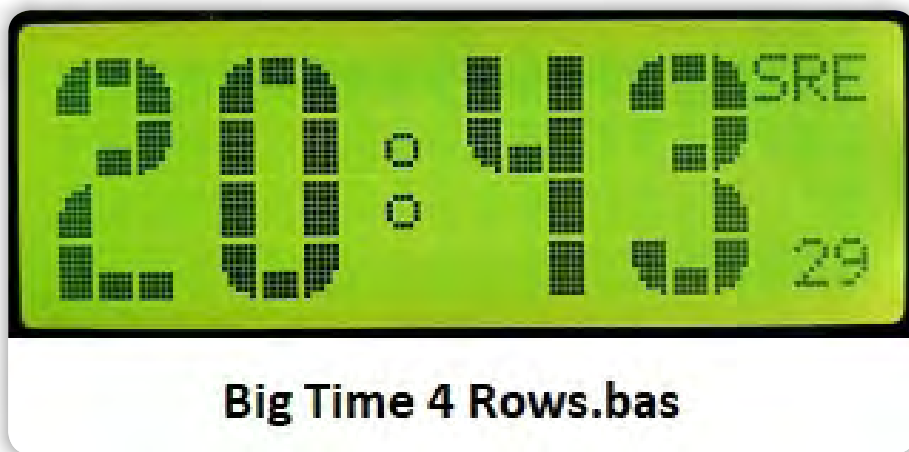
Na začetku uporabniškega programa je potrebno izbrati način dela LCD-ja. Lahko uporabite 4 bitno paralelno komunikacijo z LCD-jem, kot je to narejeno v vseh priloženih programskih

primerih v direktoriju „Programs“ ali pa preko serijske I2C komunikacije z LCD-jem preko I2C LCD modula.

Če se uporablja serijska I2C komunikacija z LCD-jem, je v prilogi dodelana knjižnica „I2C-LCD.inc“ v direktoriju „Programs/I2C LCD“. V tej knjižnici sem dodal ukaz `Config I2cdelay = 10` za zmanjšanje hitrosti komunikacije z LCD-jem iz 200 kHz (če tega ukaza ni) na 100 kHz zaradi bolj zanesljivega dela LCD-ja. Priporočam uporabo te dodelane verzije knjižnice „I2C-LCD.inc“. Pri uporabi te knjižnice je v njej potrebno preveriti in po potrebi ponovno definirati izbrane priključke za SCL (izbran je priključek PD.7) in SDA (izbran je priključek PD.6). SCL in SDA priključka se uporabljata tudi za I2C komunikacijo z DS3231 RTC-jem. V tej knjižnici je po potrebi potrebno ponovno definirati vrsto uporabljenega LCD-ja. Če se uporablja 4 bitna paralelna komunikacija z LCD-jem, se priključka SCL in SDA za I2C komunikacijo z RTC-jem in vrsta uporabljenega LCD-ja definirajo v uporabniškem programu.

V opisu programskega paketa „Big number“ v predhodnih dveh številkah Svet Elektronike sem navedel, da se pri uporabi I2C komunikacije z LCD-jem, če se v uporabniškem programu uporabljajo prekinitve rutine, mora pred uporabo ukaza `Big_number y, x, Spremenljivka`, onemogočiti vse prekinitve, in jih nato ponovno omogočiti. To je samo delno točno in na ta način LCD takrat deluje pravilno, vendar se takrat prekinitvene rutine ne morejo uporabljati za točno merjenje časa. Kasneje sam ugotovil razlog za nastanek tega problema. Problem je bil v premajhnem HW stack-u in v primeru, če se HW stack poveča iz začetnih 40 na minimalno 60, se tudi pri I2C komunikaciji z LCD-jem lahko uporabljajo prekinitve rutine brez potrebe onemogočanja prekinitvev pri izvrševanju ukaza `Big_number y, x, Spremenljivka`. Isto velja tudi za ukaz `Big_time y, x`, kar v obeh primerih omogoča uporabo tudi prekinitvenih rutin za točno merjenje časa pri I2C komunikaciji z LCD-jem.

V knjižnici „Ds3231\$SE.sub“ za podporo dela DS3231 RTC-ja so definirani ukazi za enovrstični prikaz dneva v tednu. Z ukazom `Locate y, x` se določi pozicija prikaza dneva v tednu na LCD-ju. Po tem se z ukazom `Lcd_dan_slo` prikazuje dan v tednu



Slika 4: Prikaz ur in minut v štirivrstičnem formatu

iz RTC-ja v slovenščini ali z ukazom `Lcd_dan_hr` v hrvaščini ali z ukazom `Lcd_day` v angleščini. Z uporabo ukaza `Lcd_dd_mm_20yy` se prikazuje datum, mesec in leto iz RTC-ja. Te ukazi se uporabljajo znotraj Do-Loop zanke.

Opcijski enovrstični prikaz sekund iz RTC-ja se izvaja znotraj Do-Loop zanke na način:

```
Locate y, x : Lcd Bcd(ds3231$sec)
' za enovrstični prikaz sekund
na poziciji y, x LCD-ja
```

Če se na LCD-ju prikazujejo samo ure in minute brez sekund (sekunde niso v velikem formatu), takrat trajanje Do-Loop zanke ni kritično, vendar je potrebno zavrteti Do-Loop minimalno nekaj sekunda, da se opazne napake prikaza minut minimizirajo. Če se izpisujejo tudi sekunde, takrat je potrebno Do-Loop zanko uporabiti minimalno vsake 0,2 sekunde ali hitreje.

Poleg knjižnice za ukaz `Big_time y, x` je z ukazom `$include` dovoljeno v uporabniški program vključiti za prikaz vrednosti neke Byte, Word, Integer ali Single spremenljivke v velikem formatu tudi ustrezno knjižnico za ukaz `Big_number y, x, Spremenljivka` iz programskega paketa „Big number“. Pogoji je da so formati in font izpisa ukazov `Big_time y, x` in `Big_number y, x, Spremenljivka` identični.

Primer

Dovoljeno je:

```
$include „big_time_3_rows.inc“
$include „big_number_3_rows_positive_
Single_99.9.inc“
```

Ni dovoljeno:

```
$include „big_time_3_rows.inc“
$include „big_number_4_rows_positive_
Single_99.9.inc“
```

Upam, da boste z uporabo opisanih programskih paketov „Big time“ in „Big number“ svoje uporabniške programe napravili še boljše in atraktivnejše.

RAČUNALNIŠKE NOVICE
bralcem revije
SVET ELEKTRONIKE
ponujajo POSEBNO
PONUDBO!

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

Navedete geslo
SVET ELEKTRONIKE.

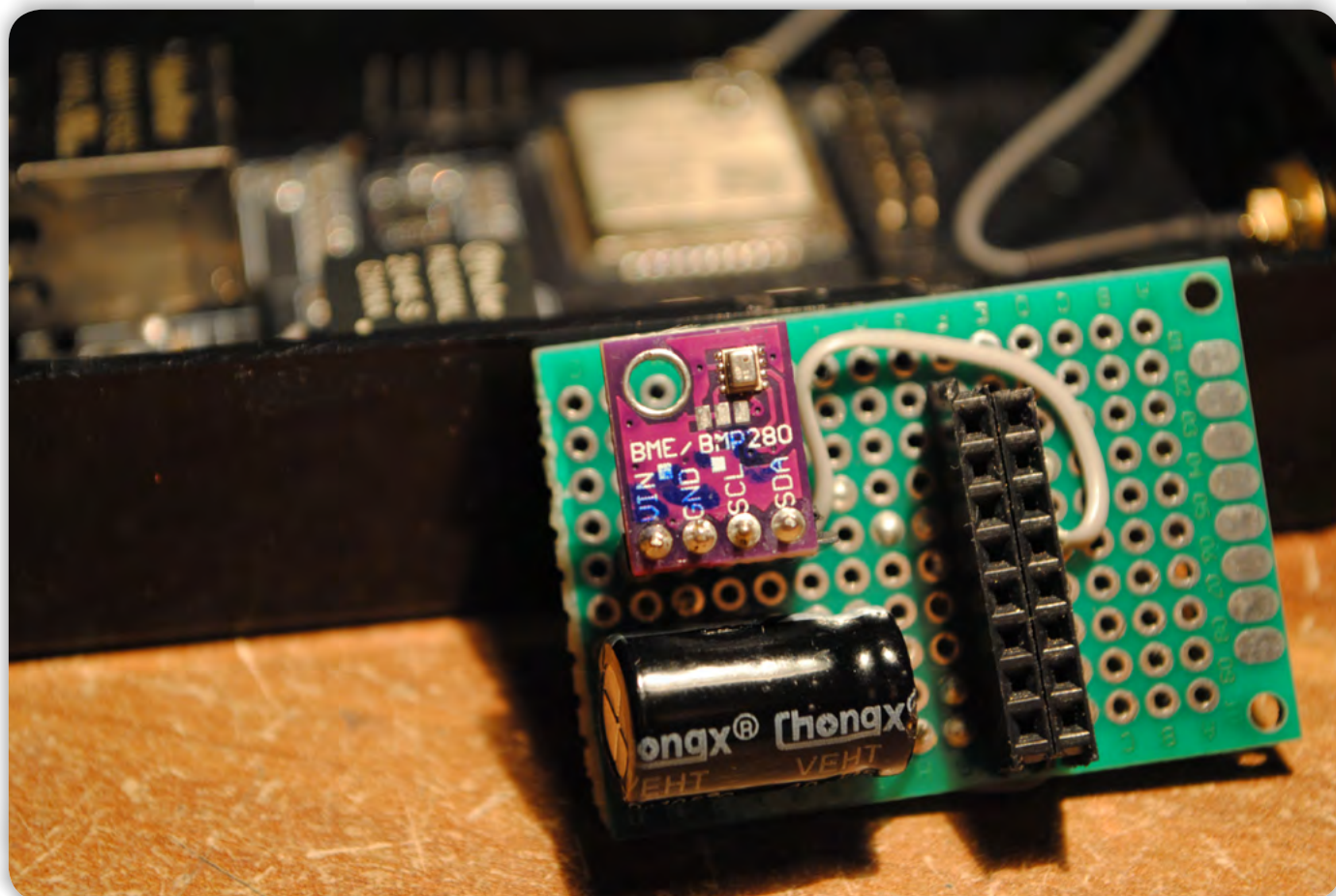
12 števil
BREZPLAČNO

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

Programirajmo ESP32 module v Tasmota razvojem okolju – 2.del

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

V prvem nadaljevanju smo spoznali, kako enostavno je namestiti programsko opremo Tasmota v ESP32 modul, tokrat bomo priključili tipko, releja in BMP280 senzor zračnega tlaka in temperature. Uporabili bomo tudi ožičeno Ethernet komunikacijo in programirali v jeziku Berry.



Slika 1: Doma narejena razširitvena ploščica z BMP280 senzorjem za LilyGO-PoE razvojno ploščo z ESP32 modulom v ozadju.

Tokrat sem za delo z LilyGO-PoE razvojno ploščo z ESP32 modulom uporabil najnovejši Raspberry Pi Compute Module 5 Development Kit razvojni komplet (več o njem lahko preberete v posebnem članku), saj omogoča enostaven dostop do razširitvene vtičnice s serijskim vmesnikom, ki ga potrebujemo za programiranje ESP32 modula s Tasmota programsko opremo, ima pa tudi 1 Gb/s Ethernet priključek in zmogljiv Wi-Fi/Bluetooth modul, ki ju uporabljamo pri rednem obratovanju LilyGO-PoE.

Po vnosu Tasmota programske opreme LilyGO-PoE z ESP32 modulom deluje kot samostojen krmilni računalnik, ki ga upravljamo prek intraneta ali interneta, pri čemer je vseeno ali je osnovna povezava vzpostavljena prek Wi-Fi in dostopne točke ali neposredno prek ožičene Ethernet povezave. Wi-Fi in Blue-

tooth komunikacije lahko prek ukazne konzole, če zaradi večje varnosti in zanesljivosti raje uporabljamo Ethernet povezavo, s preprostim ukazom »wifi 0« tudi izključimo.

Varen vnos Wi-Fi poverilnic in vzpostavitev Wi-Fi povezave preko konzole

V preteklem nadaljevanju smo poverilnice vnesli prek spletnega obrazca, kar je lahko v nekaterih primerih tudi varnostno tveganje. Zato povejmo, da jih lahko vpišemo tudi preko zaporedne povezave, prek katere v modul sprogramiramo osnovno programsko kodo, z ukazom: »Backlog SSID1

<ime Wi-Fi dostopne točke>;Password1
<pristopno geslo>«.

Če želimo, lahko za vsak primer vnesemo še poverilnice za drugo dostopno točko, ki jo bomo potrebovali, če bi prva prenehala delovati: »Backlog SSID1 <ime 1. Wi-Fi dostopne točke>;Password1 <pristopno geslo 1. pristopne točke>;SSID1 <ime Wi-Fi 2. dostopne točke>;Password1 <pristopno geslo 2. pristopne točke>«.

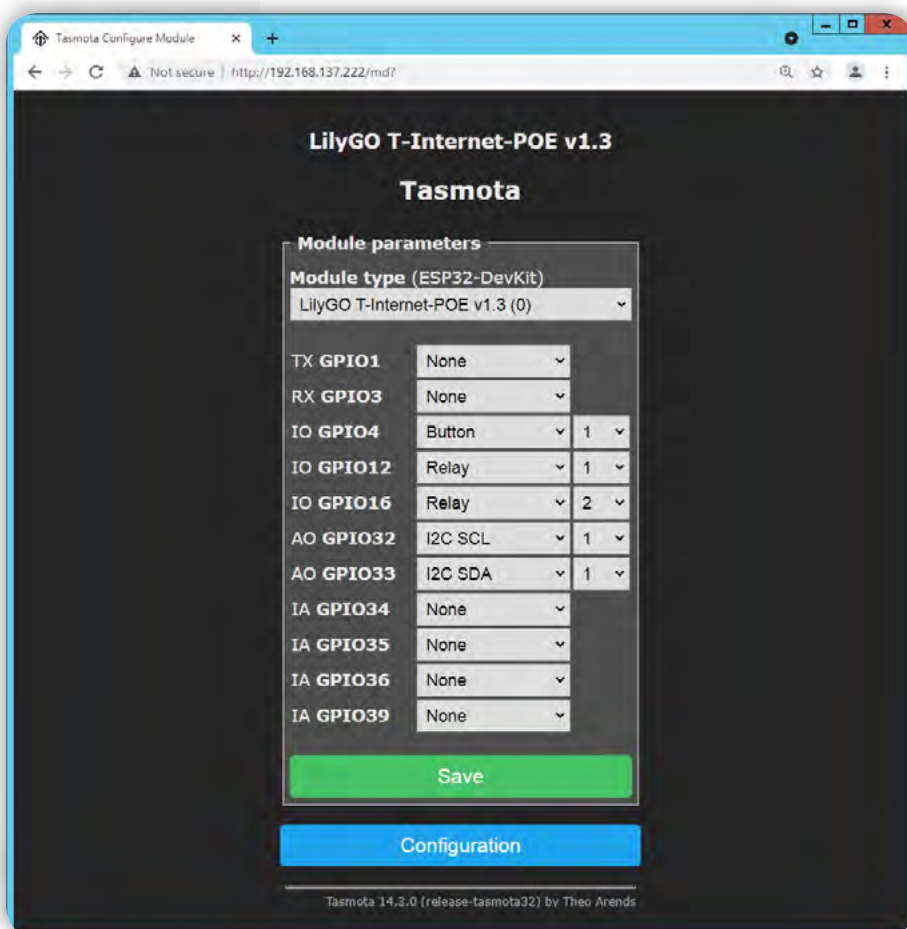
Na ta način se bomo izognili vsem varnostnim tveganjem. Če v omrežju ni na voljo DHCP storitev, moramo vnesti še IP naslov in masko lokalnega podomerežja. Primer: »IPAddress 192.168.1.1« in »Subnetmask 255.255.255.0«.

Nato ESP32 modul z ukazom »wifi 1« vključimo (če ni že vključen) in ga z ukazom »restart 1« po potrebi ponovno zaženemo. ESP32 modul po vklopu oziroma ponovnem zagonu začne povezovanje z dostopno točko, katerega potek lahko spremljamo v ukazni konzoli. Ob uspešni vzpostavitvi povezave ESP32 modul sporoči tudi IP naslov, prek katerega je dostopen v lokalnem obrežju (npr. 192.168.1.1), kar je pomembno predvsem takrat, ko uporabljamo DHCP.

Vzpostavitev in uporaba Ethernet povezave

LilyGO-PoE razvojna ploščica za Ethernet komunikacije uporablja LAN8720A vmesniški čip, ki je najpogostejši pri ESP32 rešitvah in je bil dozdevno prvi podprt v Tasmota razvojnem okolju. V ESP32 vgrajena Ethernet funkcijska enota se z LAN8720A večinoma poveže prek vnaprej določenih priključkov, za preostala krmila priključka pa imamo možnost omejene izbire izmer preostalih GPIO priključkov, če razvijamo lastno tiskano vezje. V nasprotnem, moramo v spletu poiskati ustrezen JSON opis. Predpogoj za uporabo Ethernet povezave z LilyGO-PoE razvojno ploščico je vnos njenega natančnega opisa v obliki JSON zapisa. Tasmota razvojno okolje ima vnaprej pripravljene konfiguracije za neposredno podprte razvojne ploščice, za ostale (npr. že omenjeno LilyGO-PoE) pa lahko JSON opis prenesemo iz internetnih portalov za razvijalce računalniške elektronike, kot je: templates.blakadder.com.

Opis plošče vnesemo tako, da v glavnem meniju najprej izberemo Configuration in nato iz naslednjega menija še Configure other. Opis za svojo razvojno ploščico, ki sem ga našel na spletni strani: templates.blakadder.com/lilygo-T-Internet-POE.html: {„NAME“:”LilyGO T-Internet-POE“, „GPIO“:[0, 1, 672, 1, 1, 0, 0, 0, 1, 6720, 736, 704, 1, 0, 5600, 0, 0, 0, 0, 5568, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 1, 1, 1, 0, 0, 1], „FLAG“:0, „BASE“:1, „CMN-



Slika 2: Izvedba nastavitve LilyGO-PoE modula.

D“:”EthType 0|EthClockMode 3|EthAddress 0“}, sem nato preprosto prekopiral v prvo polje pogovornega okna in spodaj izbral kljukico Activate, nato pa pritisnil gumb Save, spodaj. Če želite novo razvojno ploščo vnesti med prednastavljene, lahko nato iz menija Configuration nato priključite še meni Configure Template, iz katerega nato trenutno konfiguracijo shranite kot predlogo, ki jo lahko uporabite pri ponovnem nameščanju.

Tasmota programska oprema ima vgrajeno tudi funkcijo, ki prepozna če konfiguracija ne deluje. V tem primeru celotno konfiguracijo izbriše in ponovno zažene Wi-Fi povezavo kot nezашčiteno dostopno točko za vnos poverilnic (več v preteklem nadaljevanju).

Releja, tipka in vremenski senzor

Po vzpostavitvi zanesljive in hitre omrežje povezave, se lahko v meniju Configuration/Configure Module lotimo nastavitve zunanjih priključkov modula, pri čemer je še posebej pomemben prej omenjeni opis razvojne plošče. Pravilen opis zagotavlja, da ne bomo spreminjali funkcij vitalnih priključkov, na primer tistih, ki so namenjeni komunikaciji z LAN8720A modulom, saj bi s tem porušili osnovno delovanje.

Primer nastavitve GPIO priključkov za krmiljenje dveh relejev (R1=GPIO12, R2=GPIO16), spremljanje stanja tipke (B1=GPIO04) in komunikacijo z BMP280 senzorjem vidimo tudi



Slika 3: Samodejni prikaz meritev temperatura in zračnega tlaka iz nadzornega menija Tasmota po priklopu BMP280 senzorja. Deluje samodejno, brez programiranja.

na sliki 2. Za BMP280 potrebujemo priključka SCL in SDA, za katera lahko izberem katerakoli GPIO priključka (moja izbira: SCL=GPIO32 in SDA=GPIO33). Pri izbiri si pomagamo s Tasmota konfiguratorjem v že omenjenem meniju Configuration/Configure Module.

Gonilnik za senzor BMP280 (temperatura, zračni tlak), BME280 (temperatura, zračni tlak, relativna vlažnost) in BME680 (temperatura, zračni tlak, relativna vlažnost in meritev onesnaženosti zraka) je že vgrajen v binarno datoteko, z osnovno programsko kodo Tasmota za ESP32 in samodejno ugotovi tip senzorja in se z njim poveže ob zagonu ESP32, ne da bi morali za to napisati eno samo vrstico programske kode.

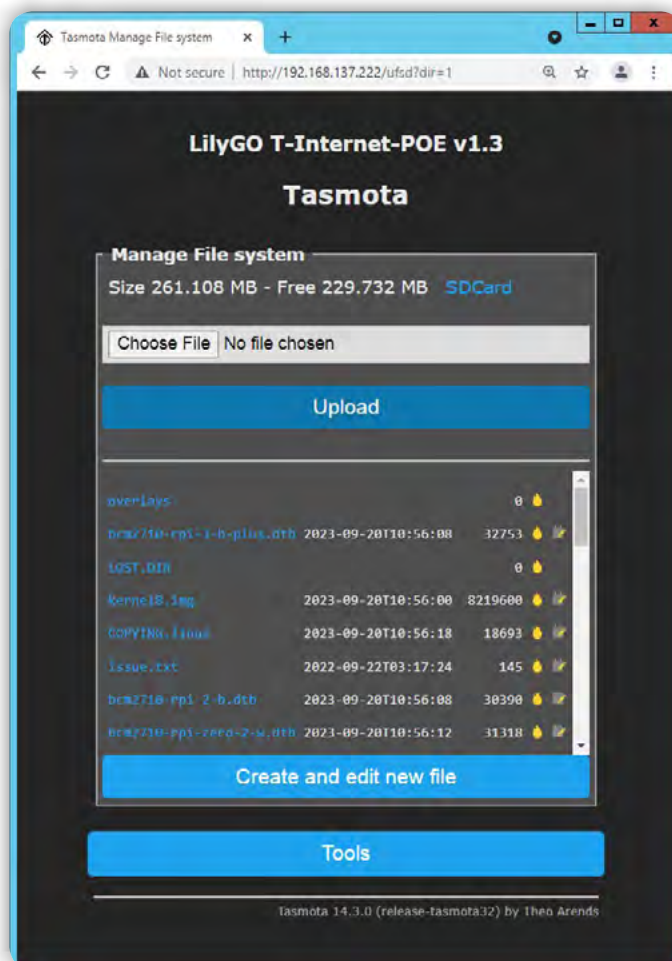
Razvojna ploščica GYBMEP ima nameščen 3,3-voltni napetostni regulator z nizkim padcem napetosti in je prednastavljena za delovanje prek I2C vodila, zato jo lahko napajamo s 3,3 V ali 5 V, obenem pa jo povežemo zgolj prek dveh GPIO priključkov, lahko pa uporabimo tudi vezje brez regulatorja, če imamo na voljo stabilno 3,3-voltno napajanje.

Podatkovni pogoni in datotečni sistemi

Tasmota podpira dva podatkovna pogona: pogon manjše velikosti v Flash pomnilniku ESP32 (največ nekaj MB) in pogon na SD kartici, ki jo povežemo z modulom. Razvojna ploščica LilyGO-PoE ima ESP32 vgrajeno režo za SD kartice, v kateri samodejno zazna vstavljeno SD kartico s datotečnim sis-

temom FAT12, FAT16 in FAT32. Največja kartica, ki sem jo uspešno preizkusil ima kapaciteto 128 GB, vendar naj takoj dodam, da kartice z datotečnim sistemom exFAT ne delujejo. Po drugi strani, utegnemo imeti težave s prikazov vsebine datotečnih map, v katerih je zelo veliko datotek. Je pa res, da je podpora za delo s karticam SD zadovoljiva za potrebe Tasmota okolja.

Hkrati sta lahko aktivna oba podatkovna pogon, pri čemer lahko v meniju Tools/Manage File System med njima izbiramo s klikom na tip podatkovnega pogona SDcard in FlashFS.

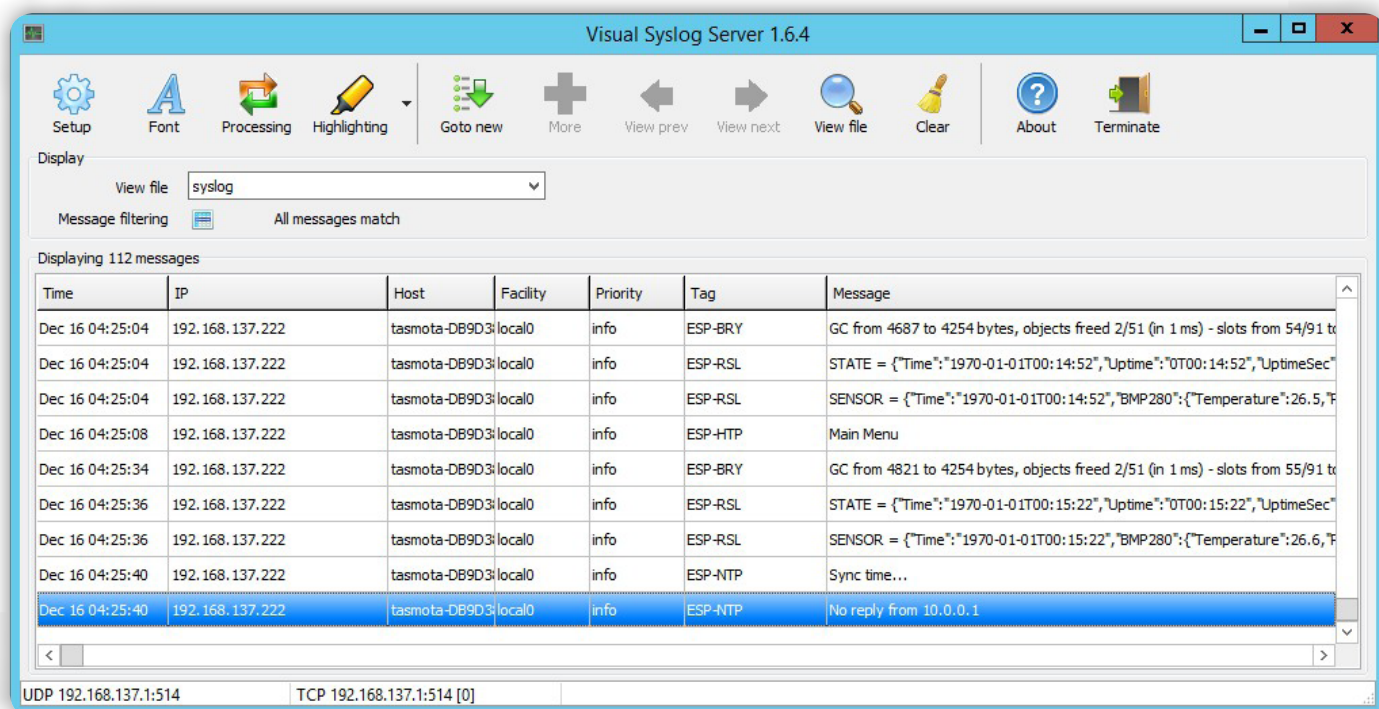


Slika 4: Prikaz vsebine v LilyGO-PoE modul vstavljene SD kartice, ki jo modul zazna ob zagonu.

Berry za vse!

Programski jezik Berry je preprostejši od C++, ki ga uporabljamo pri Arduino projektih, zato pa omogoča vse, kar potrebujemo za izdelavo krmilne logike. V naslednjem primeru vidimo program s štirimi programskimi stavki:

```
import string
for i:0..9    print(string.format("Test:
%d",i)) end
tasmota.set_power(1,false)
print(tasmota.read_sensors())
```



Slika 5: Prikaz Syslog Server beležke.

V prvi vrstici uvozimo programsko knjižnico string, ki jo potrebujemo za delo s podatkovnimi nizi. V drugi vrstici vidimo primer programske zanke, s katero desetkrat izpišemo besedo test, poleg pa še zaporedno številko izpisa. V tretji vrstici je prikazan ukaz za krmiljenje stanja releja 1, ki ga postavimo v stanje izklopljeno (false), medtem ko v zadnji vrstici pridobimo podatke s senzorjev. V našem primeru je priključen samo BMP280 senzor, zato dobimo samo njegovi trenutni meritvi temperature in zračnega tlaka.

Berry omogoča tudi tvorbo pravil (rules), oziroma podprogra-

mov, ki se samodejno izvedejo, ko so izpolnjeni vnaprej določeni pogoji. Vendar o tem več v naslednjem nadaljevanju. Več primerov programov v skriptnem jeziku Berry lahko najdemo na spletni strani: tasmota.github.io/docs/Berry-Cookbook.

Dnevnik dogodkov

Strežniška programska oprema Syslog Server za Linux in Windows omogoča beleženje dnevnika dogodkov na centralnem računalniku prek vrat 514. Medtem, ko ima veliko Linuxov Syslog Server že vgrajen in ga moramo samo aktivirati, ga lahko v Windows namestimo kot programsko aplikacijo. Če uporabljamo požarni zid, moramo omogočiti izjemo za vrata 514.

Nastavitve za povezavo LilyGO-PoE s ESP32 modulom s strežnikom Syslog Server izvedemo v meniju Configuration/Configure Logging, v katerem nastavimo nivo beleženja za posamezne vrste komunikaciji. Pri tem nastavimo tudi periodo posredovanja informacij strežniku v sekundah. Nivojev beleženja je pet: 0 - brez (None), 1 - beleženje napak (Error), 2 - informativno (Info), 3 - razhroščevanje (Debug) in 4 - več razhroščevanja (More debug).

Prihodnjič

Tokrat smo poznali, kako enostavno povezati releja, tipko in BMP280 senzor na LilyGO-PoE modul s Tasmoto programsko opremo. V naslednjem nadaljevanju se lotimo kompleksnejših problemov, prebrali pa boste lahko tudi o načinu povezovanja Tasmota naprav v različne aplikacije za nadzor doma, ki jih poganjamo na nadzornih računalnikih, ki usklajujejo delovanje različnih pametnih naprav.

<https://pcusbprojects.com>

NAJPOPOLNEJŠI

ARDUINO KIT

za nadebudne programerje

VSEBUJE:

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

Dva projekta za spremljanje zdravja z uporabo modulov Mikro-e Click in uporabniškega vmesnika GUI-O

Avtor: Brian Millier

Email: bmiller1@gmail.com

Morda ste že videli oglase podjetja Mikro-e, ki se hvalijo z več kot 1000 Click modulov, ki jih proizvajajo. Ti Click moduli imajo skupen razpored priključkov z dvema 0,1-palčnima konektorjema, od katerih ima vsak 8 priključkov.

Določeni so napajalni priključki ter SPI, I2C in UART priključki, obstaja pa tudi nekaj GPIO priključkov. Zaradi velike raznolikosti Click modulov, ki so na voljo, in večjim številom MCU razvojnih plošč različnih proizvajalcev, vključuje enega ali več Click priključkov. Čeprav je razpored Click priključkov pri vseh moduli enak, je fizična velikost vsakega modula prilagojena dejanskim komponentam, ki se uporabljajo na modulu, in morebitnim omejitvam velikosti zaradi priključnih blokov, nameščenih na modulu. Slika 1 prikazuje modul ECG 3 Click, ki je bil uporabljen v enem od projektov v tem članku - spodnja polovica vsebuje skupni razpored priključkov.

Ugotavljam pa, da je izvorna koda za njihove primere LibStock Click oblikovana za njihove lastne prevajalnike in je na voljo v lastni (?) obliki datotek (.mpkg). Te datoteke je mogoče zlahka prebrati z Mikro-e prevajalniki, vendar jih jaz nisem mogel prebrati/uporabiti. Osebnostno uporabljam Arduino 2.3.2 IDE - ena od velikih privlačnosti Arduina je velika količina vzorčnih programov in knjižnic, ki so na voljo zanj. Za številne periferne čipe, ki jih najdemo na Click ploščah, je enostavno najti knjižnico/primere za Arduino. Za projekte v tem članku sem lahko našel Arduino knjižnice. Na žalost ena od njih ni delovala, kot je napisana, in sem moral narediti veliko sprememb, da je začela delovati.



Slika 1: Modul ECG 3 Click

Podjetje Mikro-e zagotavlja vzorčno kodo za svoje Click module - vsaj za tiste, ki vsebujejo periferne MCU čipe. Na voljo so v razdelku LibStock na njihovem spletnem mestu. Ti primeri so napisani v jeziku, ki ga podpirajo njihovi lastni prevajalniki. Mikro-e prodaja prevajalnike/IDE za C, Basic in Pascal, namenjene večini družin MCU (PIC, ARM, AVR itd.). Ker so napisali več različnih prevajalnikov, ki so vsi prilagojeni za delo z različnimi MCU-ji, so za te prevajalnike sprejeli edinstven „slog“. V zadnjem času nisem delal s prevajalniki Mikro-e, zato trenutno ne morem oceniti njihove učinkovitosti ali enostavnosti uporabe.

ECG 3 Click

Modul ECG 3 Click je zasnovan za branje EKG signalov, zajetih s standardnim enožilnim EKG kablom/elektrodami. Če imate dober spomin, se boste morda spomnili, da sem pred časom napisal članek, v katerem sem opisal EKG projekt, ki je posnel komercialno EKG enoto KardioMobile. Ta enota je kot zaslon uporabljala prilagojeno aplikacijo za mobilni telefon KardioMobile. Pri tem projektu sem uporabil čip podjetja Analog Devices ECG Front End AD8232, ki ima analogni izhod. Ta čip obstaja že 12 let, zato sem želel preizkusiti veliko novejši ECG Front-End.

Modul ECG 3 Click vsebuje precej novejši čip MAX30003. To je bil prvotno čip podjetja Maxim, ki je zdaj del podjetja Analog Devices. Za razliko od AD8232 je izhod tega čipa digitalen in uporablja SPI protokol. Poleg tega, da zagotavlja obliko EKG signala v digitalni obliki, vsebuje tudi procesor, ki lahko na podlagi tega EKG signala določi srčni utrip. To je lahko priročno pri enotah z nizko porabo energije (baterijsko napajanje), saj se lahko gostiteljski MCU preklopi v stanje spanja in prekine šele, ko je izračunana vrednost srčnega utripa.

Za izris EKG signala sem se odločil, da bom uporabil zaslon mobilnega telefona. Moj prejšnji EKG projekt je bil odvisen od aplikacije KardioMobile po meri za mobilne telefone, ki je z mobilnim telefonom komunicirala z ultrazvokom (z mikrofonom telefona). Pri tem projektu sem moral aplikacijo za mobilni telefon izdelati sam. Ker nimam izkušenj s pisanjem aplikacij za mobilne telefone, sem namesto tega uporabil aplikacijo

GUI-O za Android. To je poceni aplikacija, ki deluje samo v operacijskem sistemu Android. Zunanemu MCU-ju z WiFi, Bluetooth ali BLE omogoča interakcijo z vašim mobilnim telefonom. Na zaslonu mobilnega telefona lahko ustvari uporabniško nadzorno ploščo in sprejema pritiske na tipke, geste itd., ki jih pošlje nazaj v zunanjo MCU napravo. Slika 2 prikazuje GUI-O program, ki ga nadzoruje moja EKG naprava in prikazuje EKG sled. Prazno območje proti začetku je „izbrisan“ del prejšnje sledi. Tako kot pri komercialni EKG napravi se sled stalno posodablja po zaslonu, prazno območje pa ločuje prejšnjo sled od trenutne.

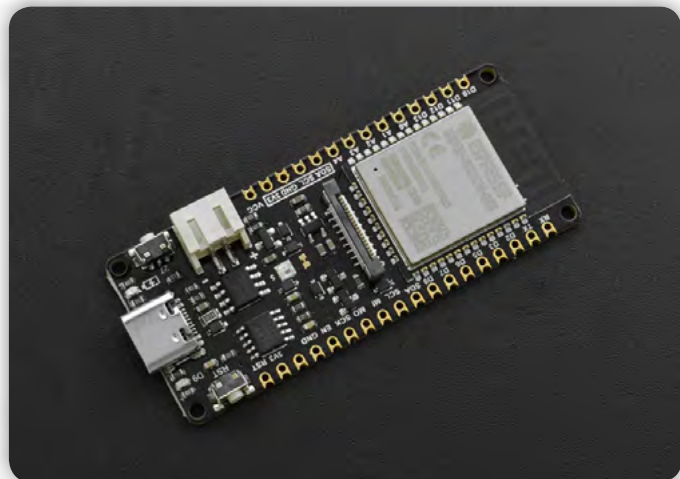
Omeniti moram, da podjetje Maxim označuje MAX30003 kot 1-žični ECG Front-End. Tako bi ga nedvomno poimenovali v medicini, kjer EKG meritve lahko vključujejo 6 ali več elektrod, ki so priključene po celem telesu. Za bolj rutinske meritve se uporablja konfiguracija z 1 elektrodo. Vendar pa je to nekaj podobnega kot Dallasov komunikacijski protokol „1-Wire“ - dejansko obstaja več kot ena žica! V primeru 1-žilnega EKG se uporabljata dve aktivni elektrodi in ena „skupna“ elektroda, ki je običajno potrebna za zmanjšanje zunanjih RF šumom. Več o tem pozneje.

Vezje

Maxim MAX30003 ECG Front-End je na voljo v 28-pin TQFN ali 30-pin WLP ohišju, ki sta premajhni, da bi ju lahko uporabljal/montiral na tiskano vezje. Zato je sreča, da je ta čip na voljo na Click ploščici.

Pri tem projektu sem bil prisiljen uporabiti starejši Bluetooth 4.2 protokol. Razlog za to je, da se zdi, da Arduinova BLE programska oprema ni sposobna obvladovati velikih blokov podatkov. To je potrebno za pravočasen prikaz EKG sledi. Vendar pa Bluetooth 4.2 v tem pogledu deluje dobro.

To je v bistvu pomenilo, da sem lahko uporabil le enega od



Slika 3: Fotografija modula DFR0654



Slika 2: GUI-O program, ki ga nadzoruje moja EKG naprava in prikazuje EKG sled

MCUjev ESP32. Le originalni ESP32 vsebuje starejši Bluetooth 4.2. Poznejše različice (C3, S3, S2) vsebujejo le BLE. Novi MCU ESP32C6 naj bi podpiral tako Bluetooth 4.2 kot BLE. Zahteva različico 3.x.x kompleta plošče Arduino ESP32 podjetja Espressif. Vendar nisem mogel sestaviti svojih obstoječih programov, ki so uporabljali Bluetooth 4.2, ko sem kot ciljni MCU izbral ESP32C6 (in naložil komplet plošče Espressif ESP32 v3.0.7).

Razvojne plošče DF Robot DFR0654 imam vedno pri roki, saj se mi zdijo primerne za številne projekte. Vsebuje modul ESP32-WROOM-32E. Ima tudi vtičnico LiPo in polnilec, ki sta potrebna za ta projekt. Ima veliko več GPIO, kot je potrebno za ta projekt, vendar se dobro prilega ohišju, ki sem ga uporabil in ga bom omenil pozneje. Na sliki 3 je fotografija modula DFR0654. Uporablja priključek USB.

Na sliki 4 je shematski prikaz projekta. Na njem ni veliko komponent. MAX30003 komunicira z ESP32 preko SPI protokola. Simbol DFR0654, ki je bil uporabljen tukaj, je prišel iz knjižnice.

Prikazane številke priključkov so fizične številke priključkov na modulu. Namesto GPIO oznak DF Robot plošče uporabljajo konvencije portov Arduino (D2,D3, A0,A1 itd.). Na plošči so te funkcije pinov označene, SPI priključki pa so naslednji:

SCK	=	GPIO18
MOSI	=	GPIO23
MISO	=	GPIO19
CS	=	GPIO14 (D6 na plošči)

V skici Arduino za ta projekt sem kot ciljno ploščo določil „FireBeetle 2 ESP32-E“, kar je opisno ime za DFR0654. ESP32 je mogoče konfigurirati tako, da ima privzet SPI port na različnih priključkih, vendar če določite to ciljno ploščo, bo SPI port uporabljal zgoraj navedene priključke. To pomeni, da SPI priključkov ni treba konfigurirati v kodi.

Modul ECG 3 Click potrebuje 3,3 V napajanje, ki ga zagotavlja 3,3-voltni LDO na modulu DFR0654.

MAX30003 vsebuje FIFO buffer za EKG podatke. Vsebuje pa tudi priključek za prekinitve, ki ga je mogoče konfigurirati na več načinov. Ta priključek za prekinitve sem konfiguriral tako,

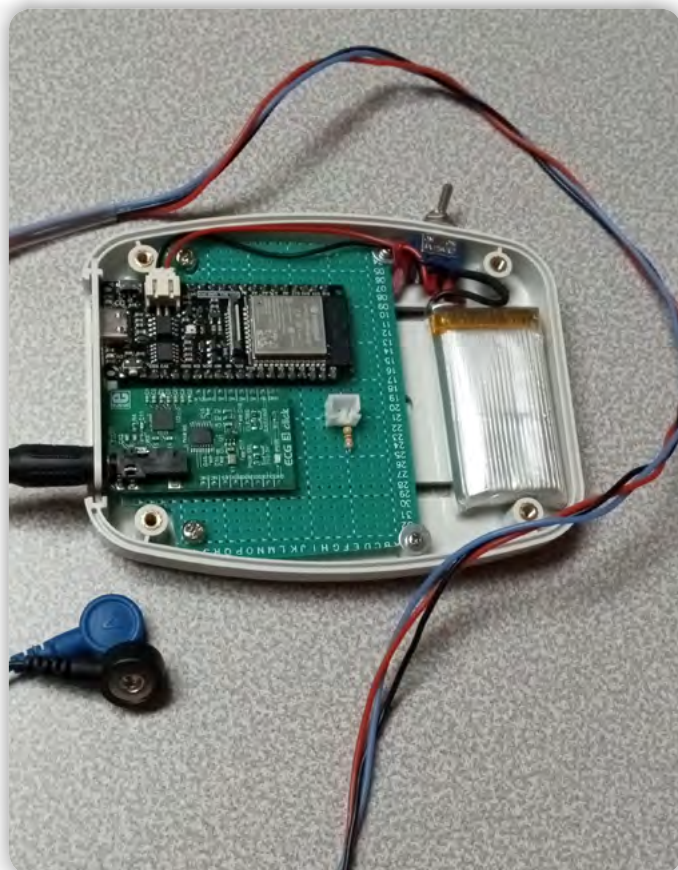
da označuje, kdaj je bil zbran en sam EKG vzorec. Ta priključek za prekinitev (označen kot INT na Click plošči) je povezan s priključkom D3 v DFR0654 (ESP32 GPIO26). Program ga preverja in uporablja za sinhronizacijo zbiranja podatkov.

Moji poskusi branja vzorcev iz FIFO predpomnilnika (z uporabo bitov stanja v besedi podatkov o vzorcu, ki označujejo FIFO stanje) so bili neuspešni. Vendar je uporaba INT priključka in branje vsakega vzorca, ko je bil na voljo, delovalo pravilno.

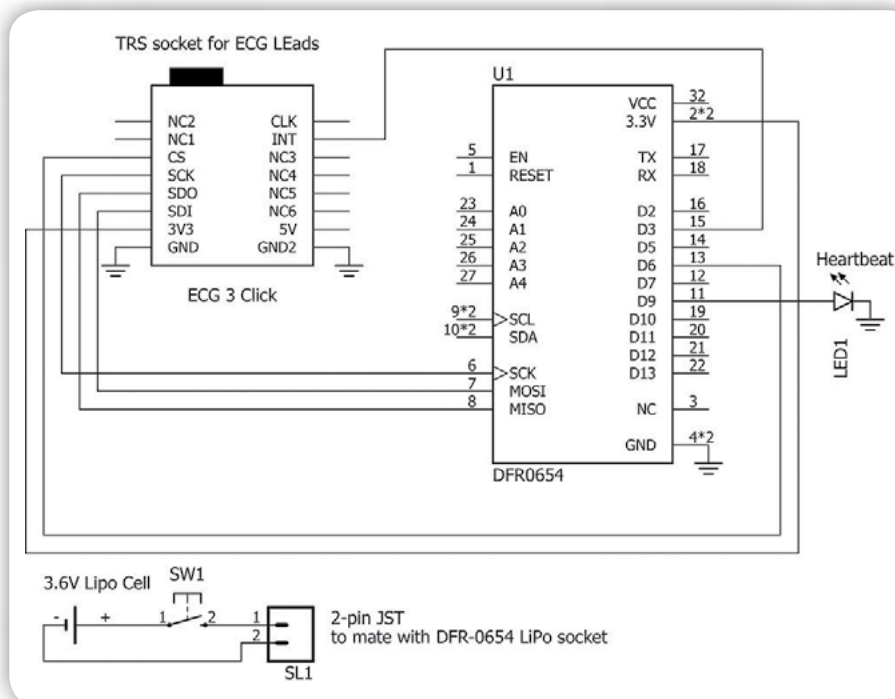
LED-ica je priključena na D9 naprave DFR0654. Ta bo utripala ob srčnem utripu, kadar bo notranja funkcija za izračun srčnega utripa v MAX30003 lahko določila srčni utrip iz valovne oblike EKG.

Na sliki 5 je fotografija vezja. Pri tem projektu si nisem prizadeval zmanjšati velikosti, ker:

- Zaradi prej omenjenega upoštevanja Bluetooth 4.2 sem moral uporabiti večjo razvojno ploščo ESP32.
- Odkril sem, da je podjetje Arrow Electronics razprodaja veliko zalog in kupil več Hammond plastičnih ohišij, vnaprej izdelanih za stare M328 Arduino plošče, po izklicni ceni 0,016 €.



Slika 5: Vezje



Slika 4: Shematski prikaz projekta

EKG kabel, ki sem ga uporabil, je CAB-12790 podjetja Sparkfun.

Programska oprema

Kot sem že omenil, je treba programsko opremo za ta projekt zagnati na originalnem modelu ESP32, saj večina novejših ESP32 modelov v ugnezdjeni ROM programski opremi ne podpira Bluetooth 4.2 tehnologije. Prav tako mora biti v Arduino IDE izbrana plošča FireBeetle 2 ESP32-E (opisno ime plošče DFR0654). Razlog za to je v tem, da v svoji skici uporabljam imena vrat GPIO FireBeetle 2, saj je tako označena tudi sama plošča.

MAX30003 ECG Front-End je zapleten čip s številnimi registri, ki jih je treba konfigurirati. Ker nimam nobenega od Mikro-e prevajalnikov, nisem mogel uporabiti ali si ogledati njihovih primerov programov ali knjižnice gonilnikov. Našel sem le eno knjižnico MAX30003, ki je bila napisana za Arduino IDE: Protocentral_max30003. Podjetje Protocentral izdeluje razvojno ploščo MAX30003, podobno plošči ECG 3 Click. Odločil sem se, da poskusim s to knjižnico in njenimi primeri.

MAX30003 opravlja tri diskretne funkcije, ki jih lahko uporabljate neodvisno:

- Izmeri dejanski EKG signal, ga zbere v FIFO in ga pošlje pod nadzorom gostiteljskega MCU.
- S surovim EKG signalom izvede potrebne izračune za določitev srčnega utripa v udarcih na minuto in to število daje na voljo gostiteljskemu MCU.
- Generira kvadratni ali pulzni kalibracijski signal, ki se pošlje v ADC in ga je mogoče prebrati in analizirati, da se zagotovi pravilno delovanje MAX30003.

Ugotovil sem, da je Protocentral-ov primer programa za funkcijo srčnega utripa deloval v redu (z uporabo njihovega programa „Example 3 Computation only“). Vendar pa nisem mogel

dobiti pravilnega EKG signala, ko sem uporabil njihov program „Example1-ECG-stream-Arduino-Plotter“. Sicer sem videl signal, vendar je šlo za veliko naključnih podatkov, kolikor sem lahko ugotovil.

Preučil sem protocentral_max30003.h in .c datoteke ter veliko časa porabil za preverjanje kode, da bi ugotovil, ali je sledila definicijam registrov MAX30003 in predlogom za programiranje v podatkovni kartici MAX30003. V njihovi kodi sem našel napake v zvezi z načinom konfiguracije MAX30003 med inicializacijo. Prav tako sem našel napake v načinu, kako je njihova knjižnica obravnavala branje EKG podatkovnega registra. Ne da bi se spuščal v podrobnosti, vam predlagam, da prenesete mojo spremenjeno različico te knjižnice. Spremljala bo mojo programsko opremo za programiranje tega projekta, ki gostuje na spletnem mestu revije Svet Elektronike.

MAX30003 vsebuje 32 besed x 24 bitov FIFO za EKG podatke. EKG podatke zagotavlja 18-bitni ADC, preostalih 6 bitov pa je rezerviranih za stanje FIFO predpomnilnika (prazen, prepoln itd.) Od teh 6 bitov so v podatkovni kartici opredeljeni le trije ETAG biti. Ostali trije niso omenjeni.

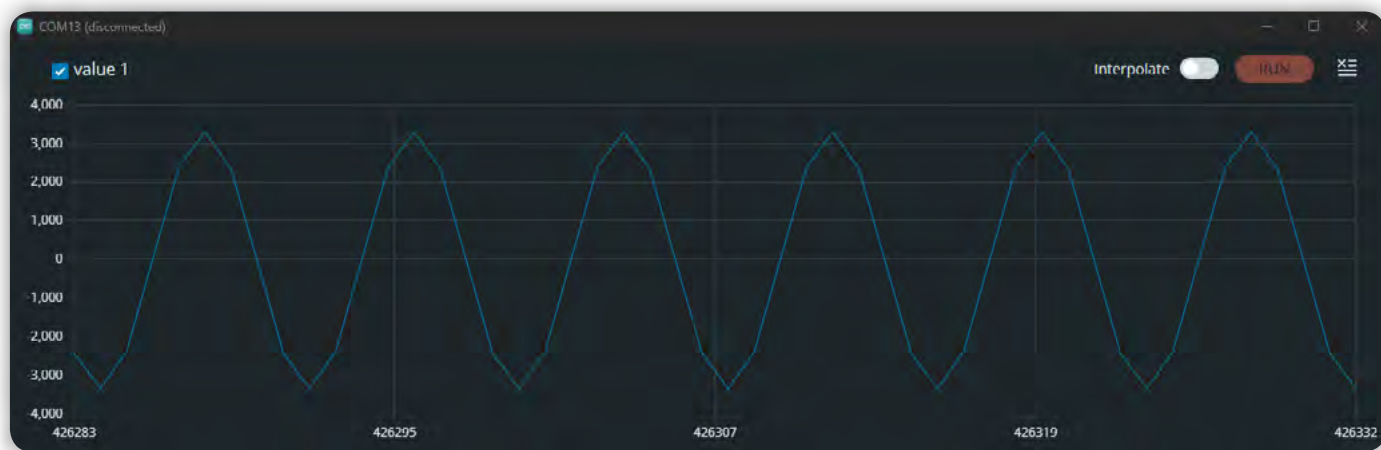
Na začetku sem veliko časa porabil za branje EKG signalov iz MAX30003, tako da sem na prsni koš priključil elektrode in iskal ustrezno obliko EKG valovanja. To je bilo milo rečeno neprijetno, poleg tega so nalepljene elektrode namenjene le enkratni uporabi. Če jih odstranite, pri ponovni uporabi ne bodo ustvarile ustrezne oblike valovanja. Zaradi napak v Protocentral knjižnici je bilo to obsojeno na neuspeh.

MAX30003 vsebuje generator za umerjanje, ki lahko zagotavlja številne signale za preskusne namene. To so kvadratni valovi ali impulzi s frekvencami od 4 do 64 Hz, ki so lahko unipolarni ali bipolarni in različnih magnitud. Zato je mogoče MAX30003 sprogramirati tako, da zagotovi preskusni signal, ki je namenjen zagotavljanju pravilnega delovanja naprave - ne da bi bile EKG žice dejansko priključene na osebo. Zato sem pregledal podatkovno kartico, da bi videl, kako omogočiti kalibracijske valovne oblike. Z „znanim“ signalom sem nato poskrbel, da je funkcija knjižnice MAX30003 pravilno poročala o kalibracijskih signalih.

Sprva sem poskušal brati FIFO predpomnilnik, medtem ko sem spremljal stanje FIFO z uporabo teh 3 ETAG bitov. Ne glede na to, kaj sem storil, nikoli nisem videl signala, ki bi bil podoben tistemu, ki sem ga pričakoval od generatorja kalibracije. V najboljšem primeru sem lahko zajel kalibracijski signal, ki je bil videti pravilen, vendar je po nekaj sekundah zajemanja prišlo do anomalij. Čas, ki je bil potreben, da je signal postal „smeti“, se je spreminjal, ko sem spreminjal kodo in preizkušal različne stvari.

Nazadnje sem se odločil, da popolnoma opustim FIFO. MAX30003 lahko sprogramirate tako, da njegov pin INTB zagotovi prekinitev za vsak zajeti EKG vzorec, nato pa se ta zastavica nekoliko pozneje sama izbriše. INTB priključek na MAX30003 je povezan s priključkom INT Click plošče, ki sem ga povezal s priključkom D3 ESP32 (GPIO26). V svoji Arduino skici počakam na naraščajoči rob tega signala in nato zajamem EKG vzorec s funkcijo max30003ReadData(). Ta funkcija vrne 32-bitno vrednost: iz nje je treba izluščiti 18-bitno vrednost ADC (nahaja se v bitih od 6 do 24 vrtnjene 32-bitne vrednosti). Čeprav je ta EKG signal 18-bitna vrednost, ima gradnik Chart na mobilnem telefonu navpično ločljivost le približno 1024 slikovnih pik. Zato EKG vrednost pred pošiljanjem v gradnik Chart povečam na 1024 polnih pik. Slika 6 je posnetek zaslona kalibracijskega signala MAX30003 16 Hz 0,5 mV, ki ga zajame moja preskusna skica in nato prek zaporednih vrat pošlje funkciji plotter v Arduino IDE. Zaradi filtriranja, ki sledi ADC, je bil kvadratni val pretvorjen v grob sinusni val. Podatke berem s hitrostjo 128 vzorcev/s, torej je na cikel le 8 vzorcev - to pojasnjuje videz signala.

Tehnični list MAX30003 obsega 46 strani, čip pa ima devetnajst 24-bitnih registrov. Vhodni multiplexer naprave lahko preklaplja med kalibracijskimi signali, normalnim delovanjem ali zaznavanjem manjkajočega vodnika. Za testne/certifikacijske postopke je mogoče ustvariti različne kalibracijske signale. Na enem ali obeh vodih je mogoče uporabiti enosmerno napetost. Čip vsebuje PGA, katerega ojačenje lahko spreminjamo od 20 V/V do 160 V/V v štirih korakih. Čip vsebuje digitalni filter, ki ga je mogoče konfigurirati za 40 Hz, 100 Hz, 150 Hz ali brez filtriranja.



Slika 6: Posnetek zaslona kalibracijskega signala MAX30003

MAX30003 lahko zbira EKG podatke s hitrostjo vzorčenja 128, 256 ali 512 vzorcev na sekundo, če se uporablja kristal s frekvenco 32.768 Hz (kar velja za ECG 3 Click modul). Uporabil sem hitrost 128 vzorcev na sekundo, ker je bilo treba podatke prek Bluetooth povezave poslati v mobilni telefon, mobilni telefon/GUI-O pa ni mogel izrisati EKG valovne oblike hitreje od te hitrosti. Imam poceni mobilni telefon in mogoče je, da bi boljši telefon ali tablični računalnik z operacijskim sistemom Android lahko izrisal obliko EKG valovanja hitreje.

GUI-O uporabniški vmesnik za pametni telefon

Za ta projekt sem se odločil, da preizkusim uporabniški vmesnik za mobilni telefon, saj se zdi, da ljudje danes za vse pogostejše uporabljajo svoje mobilne telefone. Uporabniški vmesnik za mobilni telefon je mogoče oblikovati na tri načine:

- *Lastna aplikacija, ki deluje v operacijskem sistemu za mobilne telefone Android ali IOS in komunicira prek Bluetooth ali WiFi povezave.*
- *Spletna aplikacija, ki uporablja brskalnik mobilnega telefona. Za to bi moral ESP32 gostiti spletni strežnik, ki bi bil sposoben upravljati funkcijo izdelave grafikonov.*
- *Uporabite aplikacijo GUI-O, ki je na voljo samo za Android mobilne telefone.*

Nimam nobenega strokovnega znanja o programiranju aplikacij za mobilne telefone v sistemu IOS (Applov jezik Swift itd.) ali Android (Java itd.). Vendar sem aplikacijo GUI-O za Android uporabljal pri drugih projektih in ugotovil, da je precej intuitivna. Na voljo je v trgovini Google Playstore po zelo nizki ceni.

GUI-O aplikacija je pravzaprav izvorna aplikacija za Android, ki deluje kot „posrednik“ med številnimi API funkcijami Android sistema in tokom ukazov, ki prihajajo iz zunanje naprave prek Bluetooth, BLE ali WiFi povezave. Zunanja naprava se mora

nastaviti kot Bluetooth ali BLE odjemalec z uporabo UART profila. Ko zaženete GUI-O aplikacijo, se prikaže seznam razpoložljivih Bluetooth (ali BLE) naprav v dosegu, vi pa izberete ustrezno napravo. GUI-O aplikacija se lahko tudi samodejno poveže z določeno Bluetooth napravo, če jo tako konfigurirate. Ko se to povezovanje izvede, zunanja naprava postane glavna naprava in nato prek Bluetooth povezave pošlje vrsto ukazov GUI-O aplikaciji v mobilnem telefonu. GUI-O bo te ukaze razčlenil in ustvaril uporabniško nadzorno ploščo na zaslonu mobilnega telefona. Na voljo je večina gradnikov, ki jih lahko najdete v kateri koli drugi aplikaciji za Android, ki uporablja ukaze zunanje glavne naprave (v tem primeru ESP32). Seznam vseh GUI-O gradnikov je prikazan v Tabeli 1.

GUI-O Chart pripomoček

Ko sem začel ta projekt, me je najprej skrbelo, ali lahko kombinacija ESP32 MCU krmilnika in GUI-O aplikacije za Android izriše EKG podatke tako hitro, kot so nastajali. Odločil sem se, da bom uporabil Bluetooth 4.2 ali komunikacijski protokol BLE, saj bi bilo treba EKG enoto le seznaniti z mobilnim telefonom in se mi ne bi bilo treba prijavljati v WiFi dostopno točko.

Sprva sem menil, da bi bil najboljši BLE, saj je to novejši protokol. Ker je zasnovan za nizko porabo energije, sem domneval, da bodo njegovi komunikacijski naporji manjši. To pomeni, da manj kot je bilo treba prenesti bajtov na paket sporočila, manjša je bila potrebna oddajna moč. V praksi s protokolom BLE nisem mogel izrisati podatkov EKG v gradnik GUI-O Chart widget. Posvetoval sem se z razvijalcem aplikacije GUI-O, ki je dejal, da naj za ta projekt ostanem pri Bluetooth 4.2.

Izkazalo se je, da je pri uporabi GUI-O aplikacije serijski protokol Bluetooth 4.2 veliko hitrejši od BLE protokola (s profilom UART). Ko sem preklopil na Bluetooth 4.2, sem lahko prenesel EKG podatke in jih izrisal z uporabno hitrostjo za posodabljanje zaslona.

Pripomoček GUI-O Chart Widget je mogoče konfigurirati v treh različnih načinih:

- *XY diagram - to lahko prikaže podatkovne točke z uporabo njihovih X,Y koordinat.*
- *Časovni diagram - to lahko prikaže vrednosti podatkovne točke Y glede na čas.*
- *Diagram preleta - pri tem se izrisujejo podatkovne točke Y s koordinato X, ki se povečuje pri vsaki podatkovni točki - dokler ni dosežena meja varovalnega prostora. Nato se graf vrne na levo stran grafa in prepíše obstoječo sled (s prikazanim ozkim pasom „brisanja“).*

Za to uporabo je idealen način preleta (Sweep). Velikost podatkovnega predpomnilnika določi uporabnik. V tem projektu MAX30003 proizvaja 128 EKG vzorcev na sekundo, zato sem določil velikost predpomnilnika na 512. Tako so na zaslonu ves čas prikazane 4 sekunde EKG podatkov. Opozoriti moram, da vsaj na mojem mobilnem telefonu nizke kakovosti traja približno 6 sekund, da se izrišejo 4 sekunde EKG podatkov. Čeprav se torej vedno prikaže neprekinjen 4-sekundni blok EKG podatkov, se med vsakim naslednjim zbiranjem podatkov s 512 vzorci izgubi nekaj EKG podatkov. Če se torej pojavi „enkratna“

Toggle (switch)	Slider (value selector)
Circular Bar (value selector)	Numeric Input window
Text Input window	Scrollable Text area
Calendar	Button
Virtual Joystick	Trackpad area
Knob (adjustment)	Label
Status Indicator	Image
Image List	Barcode Reader
Video display	Charts (various)
Bar Chart	Radar Chart
Line Chart	Pie Chart
Doughnut Chart	Polar Chart
List	Spinnable List
Drop-down Box	Message Box
Rectangle Grid	Checkbox
Radio Button	Flick Area
Shapes: Pie Rect., Triangle	Ellipse, Line, Arc, Grid

Tabela 1: Seznam vseh GUI-O gradnikov

naključna anomalija v EKG signalu, je morda ne bo mogoče prikazati, saj se nekaj vzorcev EKG med vsakim neprekinjenim 4-sekundnim blokom podatkov EKG izgubi.

Pripomoček Chart Widget omogoča veliko različnih možnosti prikaza. Nastavite ga lahko na primer tako, da samodejno spreminja merilo prikaza. Tako se na primer ob vnosu podatkov, če njihova vrednost koordinate Y preseže uporabniško opredeljeni vrednosti Ymin ali Ymax, graf ponovno izriše z večjimi minimalnimi ali maksimalnimi mejami polnega merila. Ta funkcija ni potrebna za EKG potrebe. Prikazete lahko tudi grafe, v katerih so za različne sklope podatkov uporabljene različne barve. Na voljo je označevanje osi in mrež.

Čeprav za ta projekt nisem potreboval zapletenega uporabniškega vmesnika, lahko GUI-O ustvari zelo obsežen uporabniški vmesnik ali nadzorno ploščo na mobilnem telefonu ali, še bolje, na tabličnem računalniku s sistemom Android. Slika 7 prikazuje kompleksno nadzorno ploščo, ki jo je ustvaril GUI-O. To je eden od primerov GUI-O programa. Kodo, ki je potrebna za izdelavo, si lahko ogledate na spletni strani GUI-O. Obstaja zelo malo grafičnih elementov, ki jih GUI-O ne obvladuje.



Slika 7: Kompleksna nadzorna plošča, ki jo je ustvaril GUI-O

Delovanje

Delovanje je zelo preprosto. Ko odprete GUI-O aplikacijo in vklopíte EKG enoto, morate opraviti začetno seznanjanje. Delovanja GUI-O aplikacije ne bom opisoval, saj je dobro opisano v uporabniškem priročniku. Če ESP32 krmilnik deluje pravilno, se mora med postopkom seznanjanja prikazati naprava Bluetooth z imenom „ECG“. Ko je ta naprava seznanjena, se boste ob zagonu GUI-O programa samo povezali z EKG napravo. Prikazala se bo nadzorna plošča, kot je prikazana na sliki 2. Če imate priključene EKG priključke, pritisnete tipko Operate (Deluj) in prikazana bi morala biti približno takšna oblika valovanja EKG - ob predpostavki, da vaše srce deluje pravilno, kot je bilo moje za to zaslonsko sliko. Čez nekaj časa se bo pod grafikonom prikazala vrednost srčnega utripa.

Če pritisnete tipko Test, se po nekaj sekundah prikaže kalibracijski signal, ki uporablja določene parametre, ki sem jih izbral. Nekoliko je podoben pravemu EKG signalu, saj je prisotna ostra „špica“ s fiksno hitrostjo in ravno osnovno linijo.

S tipko Shrani shranite EKG valovno obliko trenutnega zaslona

v datoteko. Ta datoteka se bo imenovala „ECG.txt“ in bo vsebovala 512 EKG vrednosti (8 v vrstici). Datoteka se nahaja v mobilnem telefonu v naslednji mapi:

`/Android/data/com.guio.guioapp/files/`

Do te datoteke dostopam tako, da telefon s sistemom Android priključim na računalnik. Telefon se prikaže kot Flash disk. Zgornja hierarhija map se nahaja v „notranjem datotečnem sistemu“ in ne v zunanjem datotečnem sistemu (na SD kartici) (prikazano, če je nameščena SD kartica).



Slika 8: Click plošča za merjenje srčne frekvence in pulzni oksimeter

Druga Click ploščica, v povezavi z zdravjem, ki sem jo preizkusil, je bila Click ploščica za srčni utrip Mikro-e-2000. Mikro-e izdeluje tudi podobno ploščo Click za srčni utrip - Mikro-e-3215. Arrow Electronics je imel veliko razprodajo razvojnih plošč, ki je vključevala veliko Mikro-e Click plošč. Kupil sem približno ducat Click plošč, vključno z dvema zgoraj omenjenima. Mikro-e-2000 meri srčni utrip in vsebnost kisika v krvi (tj. pulzni oksimeter). Plošča Mikro-e-3215 uporablja senzor Rohm BH1790GLC in deluje približno enako kot Mikro-e-2000 pri določanju srčnega utripa, vendar ne vključuje merjenja kisika v krvi. Ker je Mikro-e-2000 cenejši in bolj vsestranski, sem za ta projekt uporabil to Click ploščo.

Mikro-e-2000 uporablja MAX30100 podjetja Analog Devices (Maxim). To je majhen 14-pin čip v 5,6 mm dolgem in 2,888 mm širokem ohišju. Vidimo ga na sredini vzorca srca na Click plošči, kot je prikazano na sliki 8. Vsebuje rdečo (660 nm) in infrardečo (880 nm) svetlobo ter detektor s fotodiodo. Vsebuje 16-bitni sigma-delta ADC.

Na senzor položite palec ali kateri drugi prst in pokrijte obe luknjici. Rdeča in infrardeča LED-ica se napajata neodvisno in oddajata svetlobo pod kotom približno 45° glede na površino MAX30100. Ta svetloba pade na krvne žile, se odbije, zazna jo detektor s fotodiodo, kar izmeri ADC. Detektor bo oddajal signale nizke ravni, prisotna pa bo tudi precejšnja količina 50- ali 60-herčnega zunanjega signala. To še posebej velja, kadar se uporablja LED ali fluorescenčna razsvetljava, kar se danes

praktično vedno dogaja, saj se žarnice z žarilno nitko postopoma ukinjajo. Naprava MAX30100 vsebuje lasten digitalni filter 50/60 Hz, ki odstranjuje ta šum.

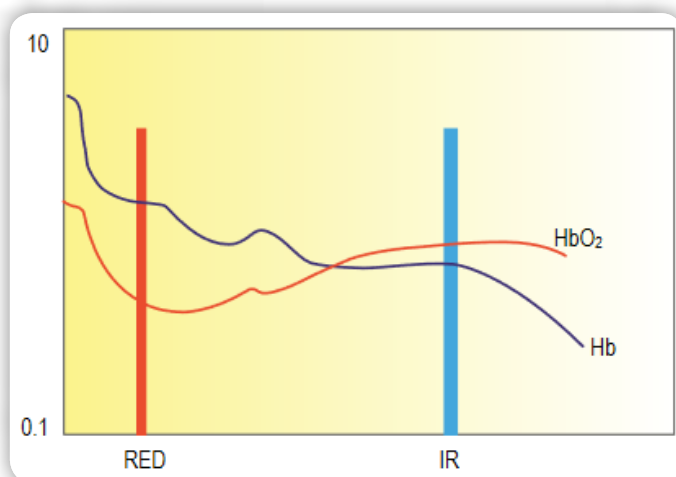
Količina rdeče svetlobe, ki se odbije nazaj v fotodiodo, se spreminja v odvisnosti od srčnega utripa (pulza). To spreminjanje se izmeri in uporabi za izdelavo signala srčnega utripa.

Ko gledate televizijske oddaje o bolnišnicah ali reševalcih, med prvimi stvarmi, ki jih opazite, je, da zdravstveno osebje na pacientov prst pritrdi majhno napravo. To je pulzni oksimeter, ki se uporablja za merjenje vsebnosti kisika v krvi. Te naprave imajo običajno na eni strani prsta nameščene rdeče in infrardeče LED-ice, na drugi strani pa detektor, tako da merijo rdečo in IR svetlobo, ki prehaja skozi prst. To je verjetno natančnejši način merjenja vsebnosti kisika, vendar vključuje dva ločena sklopa: LED-ice in fotodetektor. MAX30100 je samostojna enota. Svetlobo sveti v prst pod kotom približno 45° in meri svetlobo, ki se odbije nazaj. Ta metoda mora delovati precej dobro, sicer teh senzorjev ne bi prodajali.

Merjenje vsebnosti kisika v krvi s pulznim oksimetrom je odvisno od naslednjih lastnosti krvi:

- Hemoglobin z manj vezanega kisika prepušča več infrardeče svetlobe in absorbira več rdeče svetlobe.
- Hemoglobin ze vezanega kisika absorbira več infrardeče svetlobe in prepušča več rdeče svetlobe.

Te lastnosti si lahko ogledate na sliki 9, ki prikazuje graf absorpcije svetlobe skozi kri, ki vsebuje manj kisika (modra sled) in kri (rdeča sled), ki vsebuje več kisika. MAX30100 opravi ločene meritve v intervalu, ko je aktivirana IR LED-ica, in v intervalu, ko je aktivirana rdeča LED-ica. Svetloba, ki se odbije nazaj, se spreminja v intervalu med enim in drugim srčnim utripom. Zato predvidevam, da se v tem intervalu nabere veliko odčitkov, ki se ponovijo za oba intervala - prižgano rdečo ali IR LED-ico.



Slika 9: Graf absorpcije svetlobe skozi kri, ki vsebuje manj kisika (modra sled) in kri (rdeča sled), ki vsebuje več kisika.

Čeprav podatkovni list MAX30100 ne navaja veliko podrobnosti, je pri tej meritvi prisotna odvisnost od temperature. Pri IR in rdeči LED-ici se valovna dolžina s temperaturo nekoliko

spreminja. Na algoritem SpO2, ki se uporablja za določanje vsebnosti kisika v krvi, ima valovna dolžina IR LED le majhen vpliv, bolj pa vpliva valovna dolžina rdeče LED. To lahko opazite na sliki 9, kjer so nakloni v rdečem območju bolj ekstremni. V podatkovni kartici MAX30100 je navedeno, da se valovna dolžina IR LED v območju 10-30 °C praktično ne spreminja, vendar se valovna dolžina rdeče LED v tem območju znatno spreminja. MAX30100 vsebuje vgrajen temperaturni senzor, ki ga je mogoče odčitati in upoštevati pri izračunih kisika v krvi. Vse te izračune v programski opremi izvaja Arduino knjižnica MAX30100.

Za lažje povezovanje MAX30100 uporablja I2C vodilo. Ta Click plošča potrebuje samo 3,3 V napajanje in vključuje 1,8 V LDO za napajanje dela čipa MAX30100. Čip MAX30100 vsebuje INT priključek, ki signalizira, da so meritve pripravljene, vendar knjižnica tega priključka ne uporablja.

Izbor MCU-ja

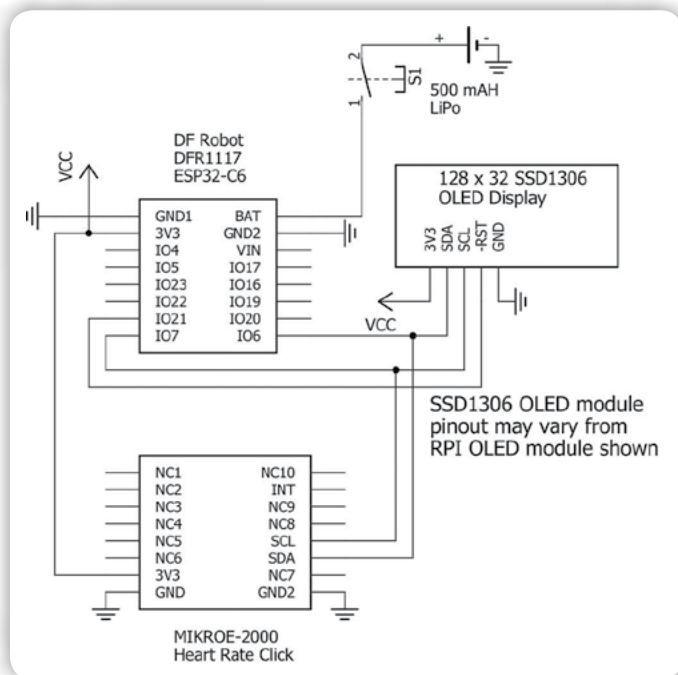
Našel sem Arduino knjižnico, ki je dobro delovala s to Click ploščo: MAX30100lib by OXullo. To knjižnico je enostavno najti, saj lahko v polje za iskanje te Arduino knjižnice vpišete MAX30100 in se bo prikazala. Po mojem mnenju bi moral za ta projekt delovati vsak MCU, ki deluje z Arduino IDE. Pri roki imam različne ESP32 module in odločil sem se, da bom uporabil DF Robot DFR1117. To je majhna ploščica, ki vsebuje MCU ESP32C6, ki sem jo skupaj s številnimi Click ploščicami kupil pri Arrow Electronics v času razprodaje. Projekt uporablja majhen OLED zaslon za merjenje pulza in kisika v krvi. Ta MCU ponuja možnost BLE, zato sem v skico vključil možnost, da se vrednosti pulza in kisika v krvi prikažejo tudi na mobilnem telefonu s sistemom Android. To je popolnoma neobvezno, saj je sam OLED zaslon zadovoljiv. Ker pa sem za EKG projekt že uporabil GUI-O nadzorno ploščo za mobilni telefon, je to z moje strani predstavljalo zelo malo dodatnega dela.

DFR1117 me je stal le nekaj dolarjev in uporablja nov MCU ESP32C6. Espressifov paket za podporo ploščam ESP32 različice 2.0.17 Arduino, ki ga uporabljam že nekaj časa, ne podpira novega ESP32C6. Treba je naložiti novejši paket za podporo ploščam 3.x.x. Espressif opozarja, da nadgradnja na različico 3.x.x „pokvari“ številne funkcije, ki so bile prisotne v različici 2.x.x. Ker imam več drugih nedavnih projektov, ki uporabljajo različico 2.0.17, sem okleval s posodobitvijo - čeprav se je z uporabo upravitelja Arduino plošč relativno enostavno vrniti na starejšo različico. Namesto tega sem posodobil Arduino IDE na sekundarnem računalniku (Linux), ki ga uporabljam, z različico ESP32. 3.07.

Za EKG projekt sem nameraval uporabiti ESP32C6, vendar ESP32C6 podpira le BLE in ne Bluetooth 4.2. Pri projektu, ki je vključeval prikaz grafiknov v realnem času, BLE ni deloval. Za ta projekt pa je BLE deloval dobro.

Vezje

Na sliki 10 je shematski prikaz projekta, ki je precej preprost. Modul DFR1117 vsebuje vhodne priključke za LiPo celico. Vsebuje LDO 3,3 V regulator in čip za polnjenje LiPo. 3,3 V napa-



Slika 10: Shematski prikaz projekta

janje modula DFR1117 se uporablja za napajanje plošče Mikro-e-2000 Click in OLED zaslona.

Mikro-e-2000 Click plošča in OLED zaslon uporabljata I2C vodilo in imata različne I2C naslove. Click plošča vsebuje dva 4,7k pull-up upora za liniji SCL in SDA.

Zaslon, ki sem ga uporabil, si zasluži nekaj razlage. Uporabil sem OLED modul podjetja Sseeed Technologies, ki je bil prvotno zasnovan tako, da ga je bilo mogoče priključiti neposredno na 40-pin priključek vodila Raspberry Pi računalnika. To si lahko ogledate na sliki 11. Očitno niso bili preveč priljubljene, zato sem jih nekaj kupil na razprodaji za manj kot 1 USD.

Uporablja priljubljeni gonilni čip SSD1306 in ima zaslon velikosti 128 x 32 pik, kar je običajna velikost. Vsak majhen OLED 128 x 32 zaslon z gonilnikom SSD1306 bi moral dobro delovati.



Slika 11: OLED modul podjetja Sseeed Technologies

Pri teh zaslonih je treba paziti, da je linija Reset povezana s pinom GPIO na MCU. Kateri pin se uporablja, je treba določiti v programu, kot sledi:

```
#define OLED_RESET    21// Reset pin # (or
-1 if sharing Arduino reset pin)
#define SCREEN_ADDRESS 0x3C ///< Address;
0x3D for 128x64, 0x3C for 128x32
Adafruit_SSD1306 display(SCREEN_WIDTH,
SCREEN_HEIGHT, &Wire, OLED_RESET);
```

Za ta zaslon uporabljam priljubljeno knjižnico Adafruit SSD1306. Prav tako morate upoštevati, da se I2C naslov SSD1306 spreminja glede na ločljivost zaslona:

```
display.begin(SSD1306_SWITCHCAPVCC,
SCREEN_ADDRESS)
```

Programska oprema

Kot sem omenil v razdelku Izbira MCU-jev, je treba izvirno kodo za ta projekt sestaviti s paketom plošče ESP32 podjetja Espressif različice 3.x.x. Če pa uporabljate starejši MCU ESP32, to ni potrebno in program bi se moral dobro sestaviti z različico 2.x.x paketa za plošče ESP32.

Z uporabo knjižnice Adafruit SSD1306 in knjižnice MAX30100_pulseOximeter je koda precej preprosta. V bistvu sem ponovil enega od primerov iz MAX30100_pulseOximeter knjižnice.

Najprej je treba instancirati razreda OLED in MAX30100. Knjižnica MAX30100_pulseOximeter uporablja eno funkcijo povratnega klica, ki jo je treba opredeliti, kot sledi:

```
pox.setOnBeatDetectedCallback
(onBeatDetected);
```

Vse, kar naredi povratna funkcija onBeatDetected je, da zastavico heartbeatFlag nastavi na „True“. Dokumentacija (shema), ki je priložena tej knjižnici MAX30100, prikazuje, da je pin INT na MAX30100 povezan z GPIO priključkom D2 na MCU. Vendar

ko sem preveril izvirno kodo knjižnice, ni bilo nobene omembe o tem, da bi se ta priključek spremljal ali da bi se sprožila prekinitev za spremembo priključka. Zato priključka INT nisem povezal z nobeno GPIO linijo ESP32.

Po setup() funkciji loop() rutina izvede časovno omejeno 1-sekundno zanko. Na začetku te zanke se pokliče rutina update(), ki izmeri odčitke srčnega utripa in SpO2 ter predvidoma nastavi zastavico heartbeatFlag, ko so na voljo natančni odčitki. Kadar je zastavica srčnega utripa postavljena na „True“, program pošlje sporočilo „Beat!“ po serijskih vratih (samo za diagnostične namene). Ne glede na stanje oznake heartbeatFlag se pokliče funkcija knjižnice getHeartRate()

in `getSpO2()`. Rezultati se nato pošljejo na OLED zaslon - nekaj sekund bodo to „smeti“, dokler se MAX30100 ne ustali na dobrih odčitkih.

Dodal sem nekaj kode za pošiljanje dveh odčitkov prek BLE povezave v pametni telefon, na katerem je nameščena GUI-O aplikacija. Konfiguracija ESP32 za vzpostavitev BLE povezave s pametnim telefonom, na katerem je nameščena GUI-O aplikacija, je nekoliko bolj zapletena kot uporaba razreda `BluetoothSerial` s povezavo Bluetooth 4.2 (kot sem to storil pri projektu EKG). Preprosto sem ponovil kodo, ki jo je GUI-O navedel v svojih BLE primerih.

Skoraj vsa ta koda se nahaja med vrsticami 81 in 100 v mojem programu. Nastavitev GUI-O nadzorne plošče za ta projekt je zelo preprosta, saj so uporabljene le 4 oznake. Dve od teh sta pravzaprav statični oznaki: „Srčni utrip“ in „SpO2“, medtem ko sta drugi dve dinamični in vsebujeta dejanske vrednosti, ki se izmerijo in pošljejo v telefon.

Na sliki 12 je končni projekt z odstranjenim zgornjim pokrovom.



Slika 12: Končni projekt z odstranjenim zgornjim pokrovom

Tudi če niste trenutni uporabnik številnih Mikro-e prevajalnikov, so možnosti, da boste zaradi priljubljenosti teh Click modulov našli ustrezne knjižnice za Arduino, ki jih boste lahko uporabili, precej velike.

Priznati moram, da ko sem videl, da ima Arrow Electronics veliko razprodajo na tisoče razvojnih plošč številnih proizvajalcev, sem porabil več ur, da sem si ogledal čim več teh plošč. Na koncu sem kupil približno ducat Click plošč.

Zaključki

Upam, da vas bo ta članek spodbudil, da si podrobneje ogledate nekatere od več kot 1000 Click modulov, ki so na voljo.

Električni pastir

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



<https://svet-el.si>

Kode:
5ELU0056, 5ELU0059,...



Računalniki ZA IGRE

**VSTOPNI,
SREDNJI IN
VIŠJI RAZRED**

**Koliko boljši
je namizni
računalnik od
prenosnika?**



BO TRUMP RAZKOSAL GOOGLE?

Prisilna odprodaja Chroma ali Androida bi imela ogromne posledice v vseh Googlovih poslovnih dejavnostih.

**Monitor
PRO**

MONITORPRO:

- Poslovno tiskanje
- Upravljanje vsebin

Kaj uporabljamo v uredništvu | Test Apple Mini M4 | Test Raspberry Pi 500 | 2,5 Gb/s omrežja za doma | Vse o malih jedrskih reaktorjih | Huawei proti Garmin

Monitor
www.monitor.si

NAJPOPOLNEJŠI ARDUINO KIT

za nadebudne
programerje



AX ELEKTRONIKA

VSEBUJE:

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

