

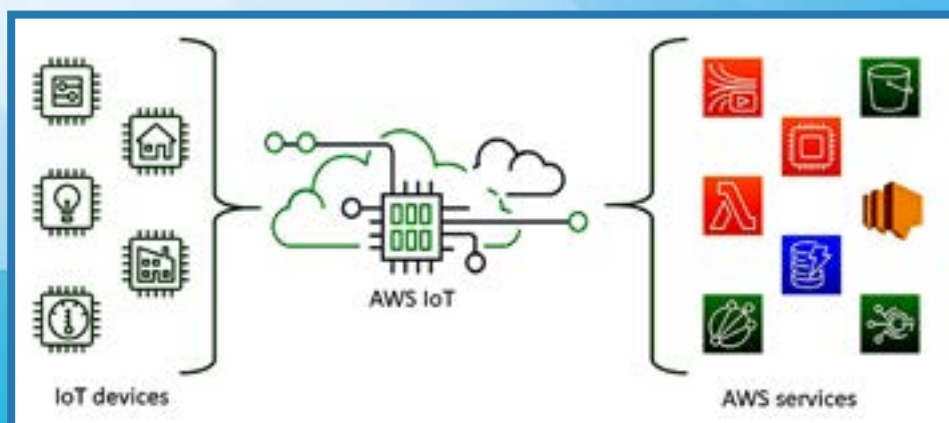


Tehnologija INICnet™ poenostavlja izvajanje zvočnih funkcij v vozilih



letnik XXVIII
marec 2021
številka 294
cena:

4,50 €



Maksimiranje pretvorbe navzdol s sinhronimi DC- DC pretvorniki



LiDAR za avtonomno vožnjo

► Uporaba novih ATtiny v Arduino (ATtiny412, ATtiny1614, ATtiny3216, ATtiny1616, ATtiny3217)

► Optimizirano merjenje toka z modulacijo sigma-delta za krmiljenje motorjev 2. del

► Povezava AWS IoT naprave z AWS VPC strežnikom

► Shield-A: Komunikacija med mikrokontrolerjem in PC-jem

► Uporaba 433 MHz radijskega oddajnika in sprejemnika z ARDUINO

VEČ KOT 9,6 MILIJONOV IZDELKOV NA SPLETU | VEČ KOT 1.200 VODILNIH DOBAVITELJEV V INDUSTRIJI

Od zasnove do proizvodnje

**BREZPLAČNA
DOSTAVA**
PRI NAROCILIH NAD
50 € ALI 60 \$*



(+386)-1-888 9071
DIGIKEY.SI



*Pri vseh naročilih pod 50,00 € bodo zaračunani stroški pošiljanja v vrednosti 20,00 €. Pri vseh naročilih pod 60,00 USD bodo zaračunani stroški pošiljanja v vrednosti 30,00 USD. Vsa naročila so poslana prek UPS, Federal Express ali DHL in dostavljena v roku 2 do 4 dni (odvisno od končnega cilja). Brez stroškov obdelave. Vse cene so v evrih ali ameriških dolarjih. Digi-Key je pooblaščen distributer za vse partnerske dobavitelje. Dnevno dodajamo nove izdelke. © 2021 Digi-Key Electronics, 701 Brooks Ave. South, Thief River Falls, MN 56701, ZDA

ECIA MEMBER
Supporting The Authorized Channel

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

Glavni in odgovorni urednik:

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

Tehnična urednica in računalniški prelom:

Aleša Opeka

Prodajni servis, naročnine:

Samo Gregorčič
E-pošta: prodaja04@svet-el.si

Razvoj:

Bojan Kovač
E-pošta: bojan@svet-el.si

Marketing:

Tel: 01 549 14 00
GSM: 031 872 580
E-pošta: stik@svet-el.si

Prototipna tiskana vezja:

Luznar d.o.o., Kranj
Antivirusni program: PANDA security

Založnik:

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

Direktor:

JURIJ MIKELN, dipl.inž.

Tisk:

EVROGRAFIS d.o.o.
Naklada do: 1.500 izvodov
ISSN 1318 4679

Spletna revija:

<https://svet-el.si/category/revija/pretekle-stevilke>

Cena za posamezni izvod je 4,50 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. V skladu s 25. členom 7. odstavka Zakona o davku na dodano vrednost se za revijo Svet elektronike plačuje in obračunava 9,5% DDV.

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

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

OGLAŠEVALCI

2 DIGI KEY
5 AIG 2012
7 TZS
17 MICROCHIP
23 STROMBOLI

Vabljeni na IKTEM 2021 junija 2021



Tako je, drage bralke in bralci – vabimo vas na IKTEM2021, ki se bo odvijal od 17. do 18. junija 2021. Lani nam je IKTEM odnesla epidemija Covid-19, srčno upamo, da letos ne bo tako, in da se bomo v skladu z vsemi pravili družili na Rogli.

Mogoče se komu od vas zdi, da je še zelo zgodaj za vabilo na IKTEM konferenco, vendar je bolje, da si že zdaj rezervirate četrtek in petek v juniju, ko se bo odvijala konferenca.

Tudi za letošnji IKTEM pripravljamo obilico zanimivih predavanj in delavnic. Zato vas vabim, da spremljate tako spletno stran IKTEM konference, kot tudi reviji Svet elektronike ter Svet mehatronike, kjer bomo objavljali članke povezane z IKTEM konferenco. Eden takih je že predstavljen v tokratni številki z naslovom Mechanum voziček. Članek je zanimiv iz več vidikov: najprej zaradi same mehanske izgradnje in Mechanum koles omogoča zvezno gibanje v praktično vseh smereh. Poleg tega pa je opisana tudi elektronika in krmiljenje, ki poteka preko pametnega telefona. Aplikacija za krmiljenje preko pametnega telefona je napisana v Android App Inventor spletnem programu in bo gotovo zanimiva za marsikoga.

Ko že ravno beseda teče o Android programiranju, naj vam sporočim, da bo točno to tudi ena od tem predavanj na IKTEM 2021 konferenci.

Seveda upamo, da bomo lahko na IKTEM konferenci »komunicirali v živo« in da se ne bo dogodilo tako, kot lani, ko smo se morali konferenci v živo odpovedati.

In ko že teče beseda o komunikaciji, boste v tokratni številki revije tudi našli članek o komunikaciji. V članku o Shield-A razvojni plošči bomo namreč predstavili komunikacijo med PC-jem in Shield-A razvojno ploščo.

Ker moramo ves čas paziti na porabo energije, boste v članku o DC pretvornikih lahko spoznali nove DC-DC pretvornike, ki so načrtovani tako, da porabijo čim manj električne energije.

Naj vas pomlad, ki prihaja, »zasuje« s pozitivno energijo. Pogled skozi okno, ki pokaže lep in sončen dan, se točno tako odraža na meni – verjetno tudi na vas. Lepo in predvsem mirno vstopite v letošnjo pomlad skupaj z revijo Svet elektronike!

Lep pozdrav!

Jure

3 UVODNIK
4 KAZALO

5 NOVICE

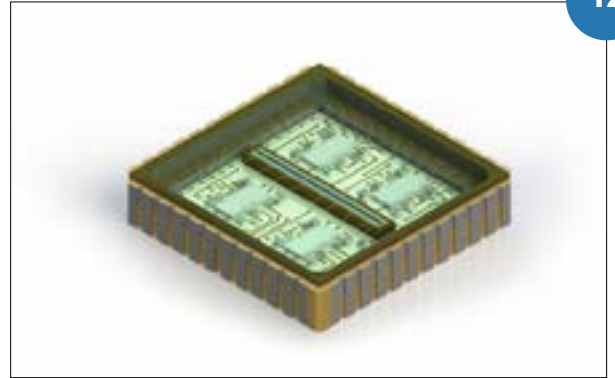
- 5** Za večjo gostoto moči in zmanjšan BoM:
Melexis MLX91220 / 21 tokovni senzorji na voljo pri
podjetju Rutronik
- 6** Littelfuse predstavlja 1 A polprevodniški rele z
vgrajeno omejitvijo toka in temperaturnim izklopom

8 PREDSTAVLJAMO

- 8** Razširitvena plošča tretje generacije
podjetja Pervasive Displays podpira vse iTC
EPD in ponuja obsežno knjižnico brezplačne
programske opreme
- 9** CompanyWall: Poznate pot do varnih poslovnih
odločitev?
- 12** LiDAR za avtonomno vožnjo
Kako znanstvena fantastika postaja resničnost
Avtor: Alain Bruno Kamwa
- 15** Tehnologija INICnet™ poenostavlja izvajanje zvočnih
funkcij v vozilih
Avtor: Carmelo De Mola
- 18** Maksimiranje pretvorbe navzdol s sinhronimi DC-DC
pretvorniki navzdol
Avtor: Rolf Horn
- 22** Ocenjevanje možnosti kirurgije v vesolju na Univerzi
v Louisvillu
Avtor: David Wilson
- 24** Optimizirano merjenje toka z modulacijo sigma-delta
za krmiljenje motorjev 2. del
Avtorji: Jens Sorensen, Shane O'Meara, Dara O'Sullivan

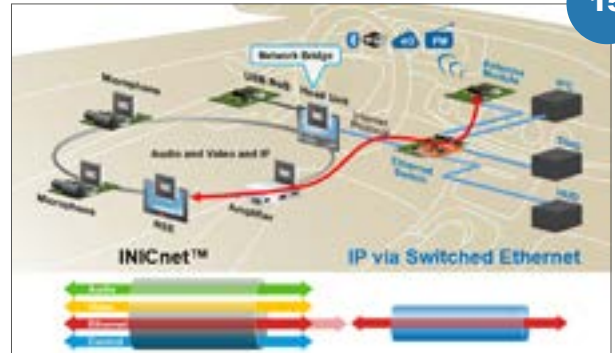
30 PROGRAMIRANJE

- 30** C/C++
Avtor: Mag. Boštjan Šuhel
- 34** Shield-A, učni pripomoček za programiranje
mikrokontrolerjev (7)
Avtorja: Vladimir Mitrović in Robert Sedak
- 39** Uporaba 433 MHz radijskega oddajnika in
sprejemnika z ARDUINO
- 42** IoT naprave v globalnem AWS oblaku – 3. del
Povezava AWS IoT naprave z AWS VPC strežnikom
Avtor: dr. Simon Vavpotič
- 49** Uporaba novih ATtiny procesorjev v Arduino IDE
(ATtiny412, ATtiny1614, ATtiny3216, ATtiny1616,
ATtiny3217)
Avtor: Emmanuel Odunlade
- 53** SAMOGRADNJE
- 53** Enostaven NF ojačevalnik z BC547
- 54** MECANUM električni voziček MB-1/2020 Del: 1/2
Avtor: mag. Marjan Bezjak



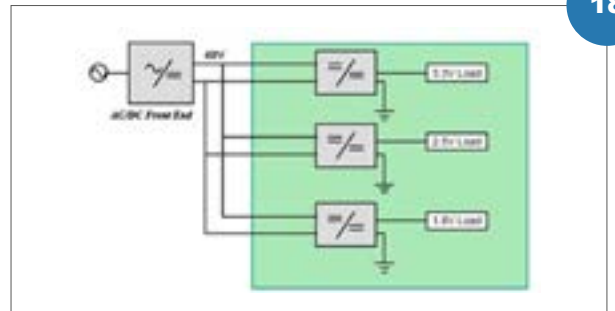
LiDAR za avtonomno vožnjo

Tako kot radar je tudi LiDAR metoda za zaznavanje in merjenje razdalje (angl. Detection and Ranging – DAR). Oba posnemata netopirje. Ti oddajajo ultrazvok, nato pa na podlagi njegovega odboja ugotovijo, kje so predmeti in njihov plen. Pri radarju za to uporabljamo radijske signale, LiDAR pa uporablja svetlobo.



Tehnologija INICnet™ poenostavlja izvajanje zvočnih funkcij v vozilih

S tem pristopom so namreč rešeni številni izzivi avtomobilskega omrežja, ustvarja pa še druge, nove izzive, med katerimi so infotainment in primeri uporabe zvoka, da omenim le nekatere.



Maksimiranje pretvorbe navzdol s sinhronimi DC-DC pretvorniki navzdol

Običajni asinhroni pretvorniki navzdol ponujajo potencialno cenovno ugodno rešitev, vendar z manjšimi izkoristki pretvorbe, ki ne izpolnjujejo zahtev številnih elektronskih sistemov.

Za večjo gostoto moči in zmanjšanje BoM: Melexis MLX91220 / 21 tokovni senzorji na voljo pri podjetju Rutronik

Zmanjšajte toplotne izgube: Z MLX91220 in MLX91221, Melexis predstavlja dva integrirana tokovna senzorja za izmenični in enosmerni tok in meritvami z analognim vmesnikom. MLX91220 in MLX91221 sta izolirana integrirana tokovna senzorja, ki delujeta s pomočjo Hallovega učinka v območju od 0-50A in dvojnem OCD (zaznavanje najvišjega toka).

Njena vsestranska rešitev ponuja optimalno simbiozo majhnih dimenzij, nizke impedance, velike pasovne širine in izolacije.

Dvojno zaznavanje najvišjega toka na čipu z ločenim izhodom tudi zmanjša BoM z odpravo potrebe po zunanji zaščiti pred najvišjim dovoljenim tokom. Senzorji so primerni za uporabo v avtomobilski in industrijski uporabi (npr. OBC), DC / DC pretvorniki in majhni električni pogoni ter napajalniki. Njihova pasovna širina znaša 300 kHz, zato so primerni za uporabo pri pretvorbi toka pri manj kot 50Aeff.

Nizka disipacija

Senzorji navdušujejo s posebej nizkimi ohmskimi izgubami integriranega vodnika (0,9 mΩ za SOIC8 in 0,75 mΩ SOIC16). Zaščita

pred stresanimi polji glede na načelo diferencialnega merjenja torej ni potrebno. Kombinacija notranjega in zunanjega mehazma spremljanja zagotavlja optimizacijo dvojnega zaznavanja prekomernega toka na čipu. Odzivni čas notranjega praga OCD je le 2μs, čas zunanjega pa 10μs.

Brez magnetne histereze

Poseben koncept senzorja zajema magnetno polje, ki ga ustvari integrirani primarni vodnik, kar odpravlja potrebo po feromagnetnih koncentradorjih. To omogoča večjo gostoto elektronike.

Dodatne lastnosti

- Senzorji delujejo v radiometričnem ali diferencialnem / fiksnem načinu, odvisno od uporabe.
- MLX91220 deluje pri 5V napajalni napetosti, medtem ko

MLX91221 deluje pri 3,3V.

- Izolacija nazivne napetosti je 2,4kVRMS za SOIC-8 in 4,8kVRMS za SOIC-16 ohišje.

Za več informacij o trenutnih senzorjih Melexis

MLX91220 / 21 in možnost neposrednega naročila obiščite platformo za e-poslovanje na www.rutronik24.com.

Kontaktna oseba: Thomas Kepcija, Product Sales Manager Analog & Sensors, +49 7231 801 1393 | thomas.kepcija@rutronik.com

» Za več informacij o senzorjih Melexis MLX91220 / 21 in možnost naročila obiščite platformo za e-poslovanje na www.rutronik24.com. «



Avtomatizacija v industriji in gospodarstvu 2021

Organizator: Društvo avtomatikov Slovenije in Univerza v Mariboru, FERI

Izvedba spletne konference:

Vabljeni predavanja, predstavitve člankov, podelitev nagrad Tehnološke mreže, predstavitve pokroviteljev in borza kadrov. Teme predavanj bodo osredotočene na avtomatizacijo industrijskih obratov, avtomatizacijo v logistiki in prometu, avtomatizacijo v energetiki, pametna mesta in skupnosti, pametne stavbe in dom, krožno gospodarstvo, trajnostna pridelava hrane, tovarne prihodnosti in mobilnost ter izkušnje in izzivi pri izobraževanju avtomatikov na daljavo.



Okrogla miza:
Izzivi in priložnosti za podjetja v času po epidemiji.

Prijava prispevkov (naslov članka in povzetek): 12. 2. 2021
Odgovor avtorjem: 19. 2. 2021
Oddaja prispevkov: 8. 3. 2021

Prijava prispevkov in končno oddajo prispevka pošljite na: konferenca@aig.si

KOTIZACIJA
110 EUR

Vključuje udeležbo na predavanjih in objavo članka v zborniku referatov.



INFO
konferenca@aig.si
02/220-7162,
www.aig.si



Littelfuse predstavlja 1 A polprevodniški rele z vgrajeno omejitvijo toka in temperaturnim izklopom

Littelfuse, Inc. (NASDAQ: LFUS), svetovno priznani proizvajalec vodilnih tehnologij na področju zaščite vezij, močnostnega krmiljenja in zaznavanja, je objavil novico o svojem novem polprevodniškem releju z oznako CPC1561B. CPC1561B je polprevodniški rele z najvišjim delovnim tokom (1 A, 60 V), ki ga je trenutno mogoče dobiti na tržišču in ima vgrajena elektronska vezja za temperaturni izklop in omejitev toka.

Prednost majhnega ohišja za površinsko montažo, v katerem je vgrajen polprevodniški rele CPC1561B z dvema zaščitama pred napakami, je zanesljiva rešitev za zahtevne aplikacije, ki jih ne bi bilo mogoče uresničiti z uporabo elektromehanskih in standardnih polprevodniških relejev.

Tipični trgi in aplikacije za CPC1561B vključujejo:

- pametne domove
- avtomatizacijo zgradb
- igre na srečo
- merilne instrumente
- sisteme z baterijskim napajanjem

“CPC1561B je idealen za trge in aplikacije, katerih delovanje zaradi prekomernega toka, prekomerne temperature in električnih napetostnih nihanj ne sme biti prekinjeno za daljše časovno obdobje,” je povedal Steve Andrezyk, direktor trženja za integrirana

vezja pri Littelfuse-IXYS. “Izhodni rele CPC1561B lahko prenese tudi take težke pogoje in ko je napaka odpravljena, nadaljuje z normalnim delovanjem, s čimer se zmanjša čas, ko izdelek ne deluje in potencialno odpravi čas servisiranja, saj ima SSR lastno zaščito in se samodejno ponastavi, ter nadaljuje z normalnim delovanjem.”

CPC1561B ponuja te ključne prednosti:

- Izboljša elektronske zmogljivosti za preživetje napak z aktivnim omejevanjem toka;
- Prilagaja se napakam z uporabo zaščite pred napakami s termičnim izklopom pri temperaturi vgrajene polprevodniške osnove 128°C.
- Z uporabo samodejne ponastavitve zmanjša izpad opreme in visoke stroške popravila, s čimer se izogne okvaram sistema. Ponuja 3750 V galvansko izolacijo med vhodom in izhodom.

Slika je iz video predstavitve izdelka na spletni strani:





Ta izdelek je na voljo neposredno pri proizvajalcu in distributerjih, več informacij pa najdete na tej povezavi:



Kako deluje (oglejte si video!):

- 1.) Aktivni nadzor toka:** vezje zazna prekomerni tok obremenitve in ustrezno uravnava krmiljenje vrat MOSFET tranzistorjev za preživetje previsokih tokov porabe.
- 2.) Termična zaustavitev:** vezje spremlja temperaturo vgrajene polprevodniške osnove in za zaščito SSR releja deluje skupaj s krmiljenjem tokovne omejitve.
- 3.) Samodejna ponastavitev:** Ko je napaka odpravljena in SSR doseže določeno območje delovne temperature, rele nadaljuje z normalnim delovanjem. Za ponastavitev delovanja SSR ni potrebno nikakršno posredovanje ali ponovni zagon sistema.

Razpoložljivost

Na voljo je pakiranje CPC1561B v traku ali kolutu. Zahteve za vzorce lahko oddate prek pooblaščenih distributerjev Littelfuse po vsem svetu. Za popoln seznam Littelfuse distributerjev obiščite spletno stran Littelfuse.com.

Dodatne informacije so na voljo na strani izdelka CPC1561B. Za tehnična vprašanja se obrnite na: Bob Graham, vodja aplikacij na RGraham@littelfuse.com.

Vir:

<https://ebom.com/littelfuse-introduces-1-amp-fault-protected-solid-state-relay-with-integrated-current-limiting-and-thermal-shut-down/>

Tehniška založba Slovenije

www.tzs.si
narocila@tzs.si

080 17 90

NADGRADITE SVOJE ZNAJJE

Kakovostni priročniki, s katerimi boste obogatili svoje znanje! Več zanimivih in poučnih knjig najdete na www.tzs.si



327 strani
17,5 × 22,5 cm
CENA: 24,99 €



1000 strani
14 × 20 cm
CENA: 49,99 €



864 strani
14 × 20,4 cm
CENA: 49,99 €

ZA LJUBITELJE NARAVE



Ključ za določanje praprotnic in semenk

Priročnik obsega 3452 vrst in podvrst, od tega 3119 avtohtonih in naturaliziranih. Povečanje števila vrst gre predvsem na račun vrst, ki so bile odkrite na ozemlju Slovenije po tretji izdaji (torej po letu 1999).

Razširitvena plošča tretje generacije podjetja Pervasive Displays podpira vse iTC EPD in ponuja obsežno knjižnico brezplačne programske opreme

Podjetje Pervasive Displays je predstavilo razširitveni komplet in razvojno ploščo EXT3 s podporo za celotno paleto e-zaslonov e-papirja ultra nizke porabe iTC za industrijske, komercialne in maloprodajne aplikacije, skupaj z obsežnimi knjižnicami programske opreme, ki pomagajo zmanjšati inženirski napor svojih strank.

Številni proizvajalci se želijo s TN / STN zaslona preusmeriti na prikaz na t.i. e-papir, ki ga odlikuje izjemno nizka poraba, kjer je mogoče sliko na zaslonu ohraniti brez porabe energije. EXT3 inženirskim skupinam pomaga razviti tehnologijo e-papirja, preden sprejme odločitve na ravni sistema. To vključuje odločitve, kateri gostiteljski mikrokontroler uporabiti, katero velikost zaslona in izbrati barvo ter količino ali vrsto pomnilnika, potrebnega za optimalno uporabniško izkušnjo.

EXT3 omogoča preprost način za doseg teh ciljev razvoja. Omogoča priročen način povezovanja gostiteljskega mikrokontrolerja in opcijske plošče, občutljive na dotik, s katerim koli E-Ink zaslonom podjetja Pervasive Displays, ki uporablja tehnologijo internega krmilnika časa (iTC). Ta zajema črno-bele in črno-bele / rdeče zaslone, ki so na voljo v več velikostih in dimenzijah zaslona, od 1,54-palčne Aurore do 12,2-palčne Spectre.

EXT3 ima tudi odprtokodne programske vire, ki projektnim skupinam omogočajo, da ocenijo vse zaslone iTC, ki temeljijo na tehnologiji podjetja Pervasive Displays. To razvijalcem pomaga, da poiščejo pravo rešitev za svojo aplikacijo, saj omogoča hiter in preprost način povezovanja zaslona z EXT3. Na vozilu EXT3 vključuje 1 MB / 8 Mbit Flash pomnilnika in razširitveno ploščico za dodajanje dodatnega pomnilnika (Flash ali RAM), če to zahteva aplikacija. To inženirjem omogoča, da pospešijo svoj cikel načrtovanja in dosežejo najbolj optimalno kombinacijo MCU / pomnilnik / zaslon za njihovo uporabo.

“Nova plošča EXT3 omogoča enostavnejši način ocenjevanja številnih lastnosti in prednosti EPD tehnologije, vključno s hitro

in delno posodobitvijo,” je dejala Charming Su, višja podpredsednica podjetja Pervasive Displays. »Inženirji lahko z razširitveno

ploščo povežejo svoj zeleni MCU s katerim koli od naših zaslonov, ki temeljijo na iTC, s komaj dodatnimi inženirskimi naporji. To olajša ocenjevanje in razvoj ter stranki skrajša čas za trženje. “

**Pervasive Displays razvija
» e-prikazovalnike e-papirja za aplikacije, «
ki zahtevajo ločljivost, berljivost in
majhno porabo energije.**

Za nadaljnjo podporo strankam je EXT3 dobavljen z dopolnilnim kompletom za razširitev, ki ponuja odprtokodno programsko opremo EPD gonilnikov in knjižnico osnovnih grafičnih elementov za razvoj grafičnih vmesnikov. Komplet EXT3 Plus vključuje napredno različico grafične knjižnice in EXT3 Touch ploščo, ki razvijalcem omogoča, da svojim dizajnom dodajo integracijo plošče občutljive na dotik. Vsi EXT3 kompleti podpirajo razvoj hitrih in delnih načinov posodabljanja.

O podjetju Pervasive Displays

Pervasive Displays razvija, izdeluje in trži e-prikazovalnike e-papirja za aplikacije, ki zahtevajo visoko ločljivost, dobro berljivost in majhno porabo energije. Podjetje se osredotoča na komercialne in industrijske aplikacije, vključno z maloprodajo, logistiko, zdravstvom, varnostjo in proizvodnjo. Njihove zrele TFT platforme, integrirano vezje in e-papir zmanjšujejo tveganja in izboljšujejo vrednost izdelka.

Podjetje Pervasive Displays poenostavlja delo oblikovalcev, tako da nudi standardne zaslone in zaslone po meri ter ponuja obsežno tehnično podporo prek ekosistema partnerjev. Viri za načrtovanje vključujejo podrobne specifikacije izdelka, opombe o aplikacijah, referenčne zasnove, izvirno kodo in podporo za aplikacije. Podjetje ima sedež v mestu Tainan City na Tajvanu in v Oregonu v ZDA. Več informacij: www.pervasivedisplays.com.

CompanyWall: Poznate pot do varnih poslovnih odločitev?

Če se želite pravilno odločiti, kateremu podjetju boste zaupali, morate vedeti, kako posluje.



PREDSTAVLJAMO

Pandemija Covid-19 spreminja način, kako podjetja poslujejo. Zaradi višjih tveganj, manj stabilnosti, omajanega zaupanja so podjetja bolj previdna, s kom bodo sodelovala, in več pozornosti namenijo iskanju zanesljivih virov informacij, na katerih temeljijo poslovne odločitve. Z razvojem digitalizacije in dostopnostjo vse večjega števila podatkov je poslovne partnerje sicer relativno enostavno in hitro najti, s čimer se v poslovnem svetu, ki ga narekuje hiter tempo, zagotovo optimizira proces odločanja. **A**

sprejemanje odločitev ne sme biti samo hitro, pač pa zanesljivo in varno za vas in vaš posel. Zato je zaupanja vreden vir informacij o partnerjih, kupcih, konkurenci ključen, da najdete prave poslovne

podatke, iz katerih takoj in jasno vidite, katera podjetja so zdrava, in s katerimi boste v času negotovosti ohranili stabilnost. Če znate dokazati, da ste zaupanja vredno podjetje in znate prepoznati, kateri so zaupanja vredni partnerji, dobavitelji, kupci, boste na trgu konkurenčnejši in boste lažje dosegli poslovne cilje. Kje torej najti zanesljive informacije o partnerjih, kupcih, dobaviteljih in konkurenci ter kako jih uporabiti?

» Če znate dokazati, da ste zaupanja vredno podjetje in znate prepoznati, kateri so zaupanja vredni partnerji, boste na trgu konkurenčnejši in boste lažje dosegli poslovne cilje. «

S CompanyWall business podatki spremenite poslovne odločitve v poslovne rezultate

Nujno je, da poslovne odločitve temeljijo na poznavanju oz. razumevanju tistega, s katerim hočemo sodelovati. **Bonitetna hiša CompanyWall** zato razvija rešitve, s katerimi v poslovnem svetu hitro, enostavno in na podlagi objektivnih informacij naj-

dete priložnost za varno poslovanje. Omogočajo, da se ne vi ne tisti, s katerimi sodelujete ali hočete sodelovati, ne odločajo čustveno, pač pa premišljeno.

CompanyWall vam pomaga, da najdete

zaupanja vredna podjetja za sodelovanje, ki so kompetentna in transparenta pri poslovanju, kar pozitivno vpliva na učinkovitost, posledično pa tudi na rast prihodka, ne glede na to v kateri dejavnosti posluje in velikost vašega podjetja. A pridobiti zaupanje je običajno dolgotrajen proces, poslovno okolje pa narekuje hiter tempo in odločitve čez noč.



Zato izkoristite bazo pametnih podatkov CompanyWall business, ki dnevno pomaga več deset tisoč uporabnikom v Sloveniji, Srbiji, BiH, Črni gori in na Hrvaškem, da se pravilno odločijo in dobijo natančen vpogled v stanje na trgu. S finančnim informatorjem ne potrebujete finančnih analitikov, saj zbiranje, analizo in obdelavo podatkov opravijo strokovnjaki CompanyWall in vam jih dostavijo na enem mestu. Povezujejo jih v različne kategorije tako, da ne spremljate le posameznih podjetij, pač pa vidite tudi širšo gospodarsko sliko, trende v dejavnostih ipd.

Ob tem v CompanyWall business najdete orodja, ki preverjanje podjetij še dodatno olajšajo.

• Lista za sledenje

Na Listo za sledenje dodate podjetja, ki vas najbolj zanimajo, nimate pa časa ali potrebe, da bi jih dnevno spremljali. CompanyWall business jih spremlja za vas in vas o vsakršni spremembi takoj obvesti po e-pošti. Najpomembnejše spremembe, ki jih s CompanyWall business ne boste zamudili:

- Blokada TRR
- Stečajni postopek
- Davčni dolgovi
- Sodni postopek
- Sprememba bonitetne ocene
- Sprememba odgovornih oseb
- Sprememba števila zaposlenih
- Ostale spremembe

• Bonitetno poročilo

CompanyWall bonitetna poročila v jedrnatih oblikah ponujajo zanesljive podatke o poslovnem okolju podjetja. Predstavljajo maksimalno optimizacijo uporabe virov in omogočajo enostavno analizo preteklega poslovanja ter oceno poslovanja

v prihodnje. Bonitetno poročilo za svoje ali drugo podjetje enostavno izvozite v finančnem informatorju v PDF obliki. Bonitetno poročilo svojega podjetja uporabite kot portfelj, da se predstavite svojim partnerjem in sodelavcem.

• Stečaji

Spremljanje dolžnikov je izjemnega pomena, zato se v CompanyWall business dnevno osvežuje seznam stečajev s pripadajočimi dokumenti, da imate vse potrebne informacije na enem mestu.

• Dražbe

Za še večjo časovno in finančno učinkovitost v CompanyWall business najdete javne dražbe premičnin in nepremičnin. Ne potrebujete dodatnega vira informacij, pač pa le z enim uporabniškim imenom in geslom spremljate dražbe, na katerih lahko povečate svoje premoženje.

• Možnost širitve na tuje trge

Naložbene priložnosti v tujini so bližje kot kdajkoli, saj je CompanyWall business regijski finančni informator. Poleg bonitetnih informacij za slovenska podjetja je uporaba na voljo v Srbiji, na Hrvaškem, v Črni gori in BiH. Izkoristite podatke in tudi v tujini varno stopite v sodelovanje.

CompanyWall bonitetna ocena: Dokažite, da ste zaupanja vredno podjetje

Bonitetne ocene so vsak dan bolj zaupanja vreden instrument na trgu, saj le z enim in mednarodno prepoznavnim simbolom govorijo o celostnem poslovanju gospodarskega subjekta. Na kratko bonitetna ocena pove, ali je podjetje sposobno poravnati svoje obveznosti, ali jih bo poravnalo pravočasno ter kako kvalitetno in stabilno posluje.



Bonitetna hiša CompanyWall gospodarskim subjektom podeljuje naslednje bonitetne ocene:

- **Bonitetna ocena AAA:** Dokaz o brezhibni plačilni sposobnosti in poslovni učinkovitosti.
- **Bonitetna ocena AA+:** Zelo visoka kreditna sposobnost in stabilnost ter sposobnost izpolnjevanja standardov uspešnega poslovanja.
- **Bonitetna ocena A+:** Brez znakov tveganega poslovanja, visoka sposobnost izpolnjevanja finančnih obveznosti in nizko kreditno tveganje.
- **BBB:** Podjetje posluje zadovoljivo, potrebna je povečana previdnost.
- **CCC:** Tvegano poslovanje z malo možnosti, da bo podjetje preživel v prihodnosti.

Najboljše bonitetne ocene pokažite s certifikatom bonitetne odličnosti

Poslovni subjekti, ki uporabljajo bonitetne ocene, hitreje in enostavneje izberejo poslovnega partnerja oziroma določijo stopnjo tveganja pred končno poslovno odločitvijo. Bonitetne ocene je možno preverjati v finančnem informatorju CompanyWall business ali s certifikatom bonitetne odličnosti. Certifikat bonitetne odličnosti bonitetna hiša CompanyWall izda le najuspešnejšim podjetjem, ki so na podlagi poslovnih rezultatov pridobila eno od

bonitetnih ocen v razredu A. Podjetja, ki z bonitetnimi ocenami A poslujejo tri leta zapored, poleg certifikata prevzamejo tudi kristalno plaketo zlate bonitetne odličnosti. Certifikat bonitetne odličnosti na nacionalni in mednarodni ravni omogoča prepoznavanje najbolj uglednih, učinkovitih, transparentnih in odgovornih podjetij, ki izpolnjujejo dogovore in zahteve trga. Ker certifikat bonitetne odličnosti prejmete tako v fizični kot v digitalni obliki, ga je moč izpostaviti na vseh najpomembnejših mestih: Poslovni prostor, ponudbe, e-mail podpis, spletna stran, družbena omrežja, predračuni, dokumenti ... Tako s CompanyWall rešitvami v različnih oblikah komunikacije, ki je ključna za utrjevanje zaupanja, enostavno pokažete poslovno integriteto.

Želite več zaupanja v poslovanju? Iščete način, da se na trgu izpostavite na najboljši možni način?

Z brezplačnim **DEMO DOSTOPOM** že danes preizkusite CompanyWall business in poskrbite za zdravo poslovno leto.

Ob registraciji na www.companywall.si/ uporabite **PROMOCIJSKO KODO: CWB2020**



LiDAR za avtonomno vožnjo

Kako znanstvena fantastika postaja resničnost

Avtor: Alain Bruno Kamwa, vodja prodaje izdelkov za optoelektroniko pri podjetju Rutronik

Od KITT v »Vitezu za volanom« do vozil v »Petem elementu«, »Posebnem poročilu« in številnih drugih znanstvenofantastičnih zgodbah – številni ljudje sanjajo o tem, da bi jih njihovo vozilo brez pomoči odpeljalo, kamor želijo iti. Avtomobili so zdaj vedno bližje tem vizijam prihodnosti. Pri tem pa imajo glavno vlogo različne tehnologije tipal. Med najobetavnejšimi je tehnologija LiDAR.

Tako kot radar je tudi LiDAR metoda za zaznavanje in merjenje razdalje (angl. Detection and Ranging – DAR). Oba posnemata netopirje. Ti oddajajo ultrazvok, nato pa na podlagi njegovega odboja ugotovijo, kje so predmeti in njihov plen. Pri radarju za to uporabljamo radijske signale, LiDAR pa uporablja svetlobo.

Pri tipalih LiDAR oddajamo svetlobne impulze z impulzno lasersko diodo. Če se ta odbije od ovire, jo tipalo s tem zazna. S časom od oddaje do sprejema svetlobe, ki mu pravimo čas preleta (angl. Time of Flight – ToF), lahko ugotovimo razdaljo od tipala do ovire.

Zelo občutljivi detektorji

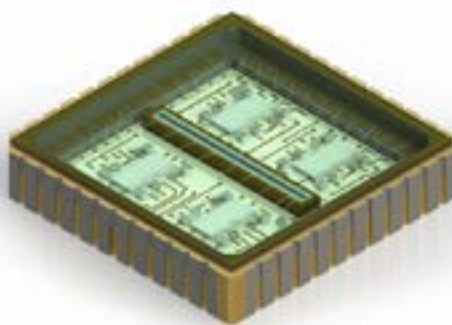
Svetloba se pri tem odvisno od razdalje in oblike odbojnega predmeta ali živega bitja razprši v številne smeri. Zato dobimo natančnejšo sliko okolja s čim širšo površino detektorja – tako lahko zazna več odbojev. V trenutnih tipalih LiDAR se zato uporabljajo plazovne fotodiode (angl. Avalanche-Photodiode – APD) v poljih s po 8, 12 ali 16 diodami. Vsaka dioda pomeni eno slikovno točko celotne slike. To pomeni: Poleg velikosti polja sta pomembna tudi razdalja med diodami (= slikovnimi točkami), ki vpliva na ločljivost tipala, in pa občutljivost plazovnih fotodiod. Cilj je, da zajamejo tudi najmanjše sledi odbitega žarka.

Optimalen svetlobni žarek

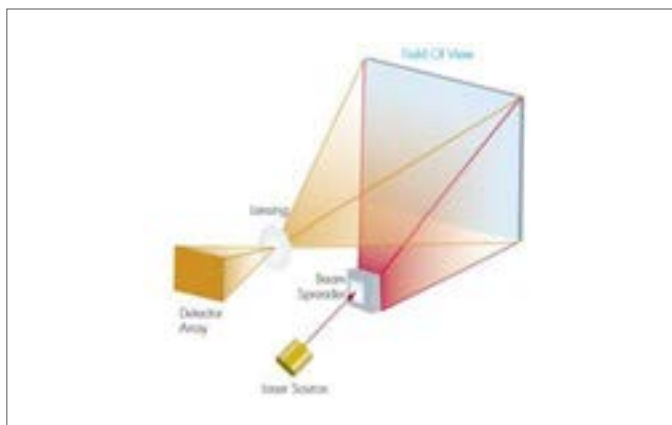
Za ločljivost tipala je odločilna dolžina svetlobnega impulza. Proizvajalci LiDAR zato veliko dela vlagajo v razvoj čim krajših impulzov. Trenutno trajajo v povprečju od 5 do največ 10 ns. Dodaten dejavnik je velikost svetlobnega žarka. Ker laserska dioda pošlje zelo fokusiran svetlobni žarek, lahko meri le razdaljo do enako velike površine. To nikakor ne zadostuje za uporabo v sistemih za pomoč vozniku ali celo avtonomna vozila. Obstajajo različne rešitve za povečanje vidnega polja (angl. Field of View – FoV). Tukaj je izziv zajeti vse najmanjše površine znotraj velikega vidnega polja.

Varnost za oči in kožo

Pri razvoju tipal LiDAR nas omejuje varnost oči. Ker lahko zlasti v prometu laserski žarek vedno zadene mrežnico, je zato ne sme poškodovati. Laserska svetloba pa lahko škoduje tudi človeški koži. Standard EN 60825-1 opredeljuje različne razrede glede na nevarnost za oči in kožo. Pri tem sta pomembni valovna dolžina in trajanje impulza: Trije primeri razredov laserskih žarkov: Razred 1 pomeni lasersko sevanje, ki je neškodljivo ali v zaprtem ohišju. Razred 2 pomeni lasersko sevanje v vidnem spektru od 400 do 700 nm. Pri kratkem trajanju obsevanja do največ 0,25 s ni



Slika 1: Vsaka plazovna fotodioda (APD) v polju pomeni eno slikovno točko celotne slike. (Vir slike: Laser Components)



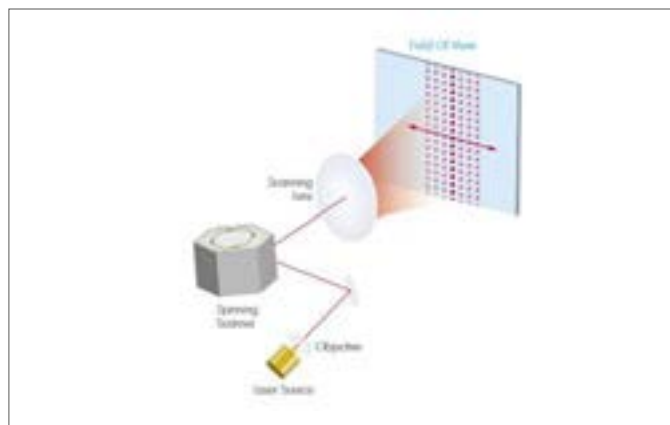
Slika 2: Bliskovna tipala LiDAR: Sipanje laserskega žarka poveča vidno polje. Polje zelo občutljivih tipal zaznava posamezne fotone. (Vir slike: Laser Components)

nevaren za oči. Razred 4 vključuje laserje, ki so zelo nevarni za oči in kožo tudi pri razpršenem sevanju.

Bliskovni LiDAR – sipana svetloba

Ena od metod za povečanje vidnega polja temelji na sipanju svetlobnega žarka, tako da s širokim sevalnim kotom pokriva veliko vidno polje. Bliskovna tipala LiDAR (angl. Flash-LiDAR) pa uporabljajo difuzno svetlobo, ki je bistveno šibkejša od fokusiranega svetlobnega žarka. Da lahko še vedno dosegajo velik domet in ločljivost, zato uporabljajo laserske diode z zelo veliko močjo, 1–2 kW.

Za načine uporabe, kjer je treba predmete zaznavati na kratkih razdaljah, so idealne laserske diode s površinskim oddajnikom (angl. Vertical-Cavity Surface-Emitting Laser, VCSEL) z valovno dolžino med 850 in 940 nm. Z njimi je mogoče sestaviti močna 2D-polja. V detektorju so najprimernejša občutljiva tipala, ki zaznavajo tudi posamezne fotone – t. i. enofotonske plazovne diode (angl. Single Photon Avalanche Diode – SPAD). Za povečanje dosega ter zagotavljanje zanesljivega merjenja razdalje tudi pri močni sončni svetlobi je Fraunhoferjev inštitut za mikroelektronska vezja in sisteme razvil detektorje CMOS SPAD. Tipala SPAD so tukaj integrirana s procesom CMOS, ki je certificiran



Slika 3: Rastrska tipala LiDAR: Impulzni laser (impulzne laserske diode ali VCSEL) se rastrsko premika po vidnem polju z vrtljivim zrcalom. (Vir slike: Laser Components)

za avtomobilsko industrijo in optimiziran za optoelektronske aplikacije. Rezultat so zelo občutljive in izredno hitre plazovne fotodiode s kratkoročnim ojačanjem do 108, velikimi hitrostmi impulzov in nizkim šumom.

Bliskovno tipalo LiDAR s fotodiodami CMOS SPAD ponuja podjetje Laser Components: SPAD2L192 je bliskovno tipalo LiDAR brez premikajočih se delov v tehnologiji CMOS s 192 x 2 slikovnimi točkami. Njegovo merjenje razdalje temelji na načelu neposrednega merjenja trajanja preleta za prvi foton (angl. First Photon Direct ToF). Detektorji posameznih fotonov zagotavljajo izredno veliko občutljivost in visoko časovno ločljivost. Digitalni pretvornik trajanja (angl. Time to Digital) je integriran v slikovno točko in ima ločljivost 312,5 ps (pikosekund) ter doseg 1,28 μ s, tako da omogoča nazivni doseg 192 m in ločljivost 4,7 cm.

Rastrska tipala LiDAR – premična zrcala

Tehnologija rastrskih tipal LiDAR (angl. Scanning LiDAR) ohrani svetlobno jakost osnovnega žarka in razširi vidno polje z rastrskim premikanjem svetlobnega žarka po celotnem vidnem polju. Svetlobni žarek premikajo premična mikrozrcala po celotnem načrtovanem vidnem polju. Pri rastrskih tipalih LiDAR je praviloma uporabljenih od 1 do 16 laserskih diod. Tukaj so najprimernejši



Slika 4: Impulzne laserske diode serije 905xxUA podjetja Laser Components izpolnjujejo zahteve AEC Q101 in imajo izhodno moč do 110 W pri valovni dolžini 905 nm. (Vir slike: Laser Components)

laserji z robnim oddajnikom in valovno dolžino 905 nm, močnos-
tne laserske diode z močmi nad 100 W pa omogočajo doseg nad
150 m. Ker zadostuje malo diod z razmeroma majhno močjo,
imajo rastrska tipala LiDAR dobre toplotne lastnosti. To omogoča
zelo velike hitrosti impulzov, tako da je varnost oči zagotovljena
tudi pri valovni dolžini 905 nm.

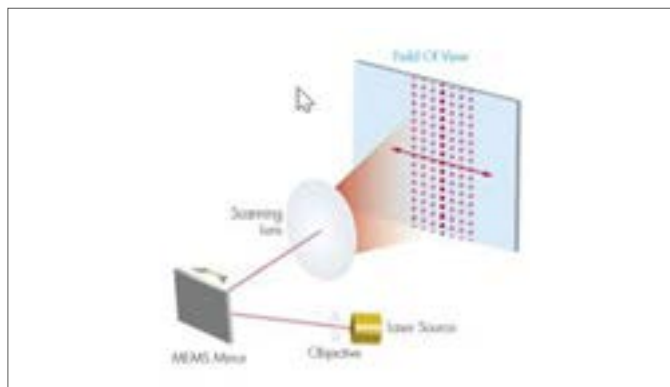
Vidno polje praviloma znaša 145° po osi y in $3,2^\circ$ po osi z.
Teoretično lahko s to tehnologijo dosežemo 360° vidni kot, realno
pa bomo pri tem vedno naleteli na slepe pege. Svetlobni žarek
ne omogoča merjenja v neposredni bližini. Rešitve z dodatnim
radarjem in kamero lahko to šibko točko odpravijo. Vendar pa so
zaradi svoje velikosti in občutljivosti rastrska tipala LiDAR manj
primerna za uporabo v vozilih: Merijo približno $10,5 \times 6 \times 10$ cm
in so zato prevelika, da bi jih na primer lahko vgradili v ohišje
žarometov. Poleg tega so premikajoča se zrcala občutljiva za
tresljuje, udarce, prah in ekstremne temperature, ki se jim pri
vozilih ni mogoče izogniti.

Ustrezne diode so na voljo pri podjetju Laser Components:
Serija 905DxxUA vključuje impulzne laserske diode v izvedbi
z enojnim ali večkratnim spojem z lasersko močjo do 110 W
in valovno dolžino 905 nm. So izredno zanesl-
jive, odlično toplotno
stabilne in zelo natančno
izravnanе v hermetično
zaprtem ohišju. Zaradi
tega so primerne za
merjenje razdalje,
prepoznavanje ovir, geo-
detske naprave, sisteme LiDAR in številne medicinske načine
uporabe. Izvedbe, ki izpolnjujejo zahteve AEC-Q101, so primerne
tudi za uporabo v avtomobilih.

Za detektorje priporočamo fotodiode Si-APD ali polja foto-
diod Si-APD. Fotodiode Si-APD serije SAHA podjetja Laser
Components so optimizirane za valovne dolžine od 850 do 905
nm. Polprevodniški material je tukaj še posebej učinkovit, na
teh valovnih dolžinah pa delujejo tudi impulzne laserske diode.
Fotodiode Si-APD v miniaturnem ohišju SMD imajo visok kvan-
tni izkoristek, kar pomeni visoko občutljivost in majhen šum. Enake
lastnosti ima serija SAH1Lxx, ki vključuje polja z 8, 12 ali 16
zelo občutljivimi fotodiodami Si-APD v ohišju LCC44 z zaščitnim
oknom. Odlikuje jo posebno majhna razdalja med diodami, ki
znaša le 40 μm . Polje 12 fotodiod APD je na voljo tudi v 14-polnem
ohišju DIL. Poleg standardnih polj so na voljo tudi polja fotodiod
APD po meri stranke s poljubnim številom in velikostjo elementov.

Polprevodniška tipala LiDAR – polprevodniki namesto mehanskih delov

Manjša in trpežnejša alternativa so polprevodniška tipala LiDAR.
Za usmerjanje svetlobnega žarka se namesto na mehanske dele
zanašajo na polprevodnike. Ločimo med dvema vrstama: z zrcali s
tehnologijo MEMS in s polji z zamikom optične faze (angl. Optical
Phased Array – OPA). Tipala LiDAR z zrcali MEMS uporabljajo



Slika 5: Polprevodniška tipala LiDAR: Premična zrcala MEMS usmerjajo svetlobo v različne smeri, da s tem povečajo vidno polje. (Vir slike: Laser Components)

matriko mikrozrcal; vsako zrcalo ima stranico nekaj mikrometrov.
Ta zrcala se več tisočkrat na sekundo premaknejo med dvema
položajema. Premikajo jih elektrostatična polja. Takšna zrcala
se uporabljajo na primer v blagajnah z optičnimi bralniki in v
projektorjih z digitalno obdelavo svetlobe (angl. Digital Light
Processing – DLP). To pomeni, da gre za preverjeno tehnologijo
z razmeroma majhnimi
proizvodnimi stroški. Za
avtomobilsko uporabo pa
morajo tipala izpolnjevati
bistveno strožje zahteve.
Tu je na primer potrebno
širše vidno polje kot pri
blagajni ali projektorju.

» **Do avtonomnih voženj, kot jih
gledamo v znanstvenofantastičnih
filmih, bo minilo še precej let vendar ...** «

Trenutne rešitve ponujajo kot 40° pri rastrski frekvenci nad 100
Hz, sistemi MEMS z večjimi koti pa so trenutno še v razvoju.
Pri tipalih LiDAR OPA se faza svetlobe vsake laserske diode
spreminja z modulatorjem, tako da impulz pokrije večje območje.

Ta tehnologija je trenutno še v fazi raziskav. Ena izvedba stavi na
nekaj kvadratnih milimetrov veliko silicijevo vezje, ki nadomešča
vrtečo se enoto z oddajnikom in detektorjem. Za večje moči in
široko vidno polje raziskujejo tudi daljše valovne dolžine od tre-
nutno uveljavljene 905 nm. Valovna dolžina 1550 nm je na primer
neškodljiva za oči, vendar pa jo oslabi sneg ali dež. Poleg tega
to zahteva tudi drugačne detektorje.

Znanstvena fantastika se z različnimi tehnologijami bliža resničnosti

Do avtonomnih voženj, kot jih gledamo v znanstvenofantastičnih
filmih, bo minilo še precej let. Vseeno pa je vsak sistem pomoči,
kot so prilagodljivi tempomat (angl. Adaptive Cruise Control –
ACC), pomoč pri zaviranju v sili (angl. Emergency Brake Assist
– EBA) ali opozorilo ob zapuščanju voznega pasu (angl. Lane
Departure Warning – LDW), korak v to smer. Za številne od njih
so tipala LiDAR nepogrešljiv del, ki pa ga bo vsekakor treba
kombinirati z drugimi tehnologijami, kot so ultrazvočna tipala,
kamere in radarske rešitve, saj ima vsaka tehnologija svoje pred-
nosti ter slabosti.

Tehnologija INICnet™ poenostavlja izvajanje zvočnih funkcij v vozilih

Avtor: Carmelo De Mola, direktor prodaje in marketinga v podjetju Microchip Technology Inc in K2L GmbH & CO. KG.

V zadnjih letih avtomobilska industrija poskuša utrditi širjenje mrežnih tehnologij, ki se uporabljajo v vozilih. Vizija je vzpostaviti tako imenovano "mono tehnološko omrežje", pristop do te rešitve pa je prilagoditi tehnologijo Ethernet avtomobilskim zahtevam, saj ima dokazano uporabno vrednost tudi na drugih področjih.

S tem pristopom so namreč rešeni številni izzivi avtomobilskega omrežja, ustvarja pa še druge, nove izzive, med katerimi so infotainment in primeri uporabe zvoka, da omenim le nekatere. Zlasti prenos zvočnih signalov je velik izziv in zahteva dodatne drage strojne in programske komponente. Vsi ti ukrepi so zapleteni in dragi ter negativno vplivajo na tveganje, stroške in čas, ki je potreben za razvoj nekega izdelka.

Nova INICnet tehnologija pa ponuja vse potrebne zvočne funkcije, kot je prenos več namenskih audio in video kanalov, skupaj z visoko kakovostjo storitve in nizko zakasnitvijo, brez potrebe po dodatni strojni ali programski opremi. Poleg tega ponuja še Ethernet / IP kanal, ki omogoča primere uporabe, kot so nalaganje in posodabljanje programske opreme (vključno z OTA) in diagnostiko ter brezhibno povezavo do preostalega omrežja v vozilih, kamor zagotovo spada tudi avtomobilski Ethernet.

Toda zakaj bi potrebovali še en odprt standard v že doslej prenapolnjeni polici z vsemi avtomobilskimi standardi? Ta odgovor lahko najdemo, če si ogledamo glavne izzive, s katerimi se sooča celotna avtomobilska industrija. Trudi se postati čim bolj inovativna, saj je začela posnemati hitro spreminjajoče se življenjske

cikle potrošniških izdelkov, hkrati pa poskuša prihraniti stroške. V središču tega dogajanja je avtomobilska elektronika. Kot je razvidno iz slike 1, se je količina elektronike v tipičnem vozilu izredno povečala, ta rast pa se bo nadaljevala zaradi treh megatrendov: elektrifikacije vozil, vse bolj izpopolnjene pomoči vozniku na poti k popolnoma avtonomni vožnji in povečane povezanost tako znotraj

vozila, kot tudi z drugimi vozili in infrastrukturo.

To je povzročilo izmenjavo ogromnih količin podatkov med različnimi komponentami v vozilu ter med vozilom in infrastrukturo, te številke pa se bodo samo še pove-

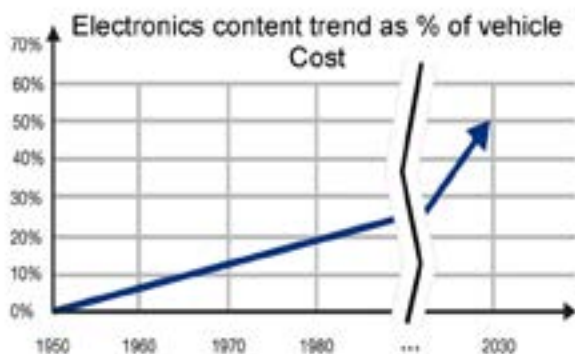
ečevale. To predstavlja novo breme za omrežja v vozilih, ki so tradicionalno domenska omrežja, kot so CAN, Flexray, LIN in MOST, ki zajemajo posebne naloge za različne vrste podatkov, odvisno od pasovne širine in zahtev glede komunikacije v realnem času.

V teh razmerah postajajo vse pogostejši primeri nadomestnih arhitektur, ki jih nadomešča hrbtenični pristop, pri katerem omrežne zahteve pokriva hrbtenica, to je zelo hiter Ethernet, ki temelji na neoklopljeni prepleteni bakreni parici (UTP).

Očitna prednost tega je, da je Ethernet zrela tehnologija, katero množica inženirjev udobno uporablja in je na voljo s poceni izvedbo fizične plasti. UTP lahko pomaga zmanjšati razvojne stroške, projektno tveganje in čas do prodaje novih avtomobilov. Vendar je treba vedeti, da vsi podatki, ki se izmenjavajo v omrežjih vozila, v svoji osnovi niso na voljo v paketni obliki.

Vzemimo na primer zvočne podatke v informacijsko-razvedrilnem sistemu ali v zvočni aplikaciji, kot je aktivno odpravljanje šuma (ANC) ali v komunikaciji med potniki. Izvedba tovrstnih aplikacij z omrežjem Ethernet bi pomenila uporabo posebnih standardov, kot je Audio Video Bridging (AVB), ki izpolnjuje vse zahteve audio aplikacij, kot so sinhronizacija, nizka zakasnitev in zanesljivost, vendar so zelo zapleteni za uporabo v programski opremi in zahtevajo visoko zmogljivo računalniško zmogljivost že

» **Toda zakaj bi potrebovali še en odprt standard v že doslej prenapolnjeni polici z vsemi avtomobilskimi standardi?** «



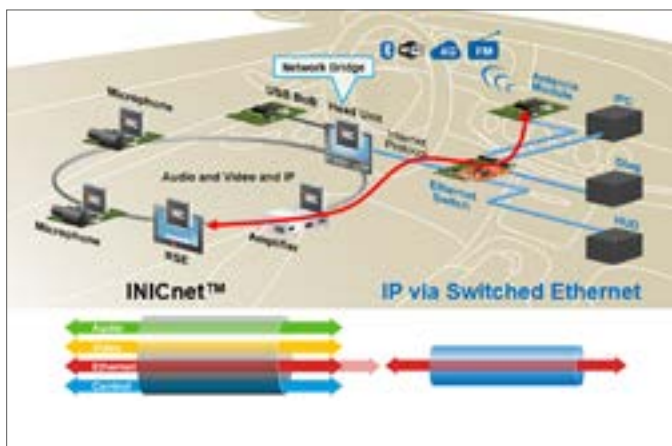
Slika 1: Trend naraščanja vgrajene elektronike v vozilih

za samo upravljanje omrežja. Stroški za izvedbo kompleksnega sklopa programske opreme na visoko zmogljivem mikrokontrolerju izničijo vse prednosti omrežnega standarda.

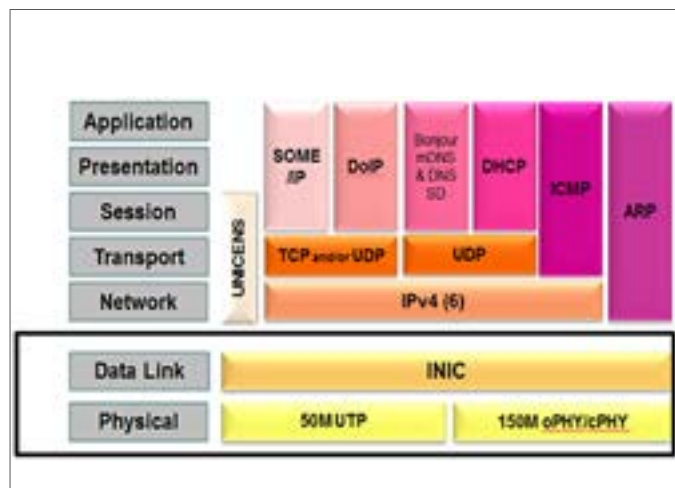
Kako se temu izogniti in uporabiti omrežni standard za avdio, akustiko in informacijsko-zabavno vsebino brez visokih stroškov za njihovo izvedbo?

**» Kako se temu izogniti in uporabiti omrežni standard za avdio, akustiko «
brez visokih stroškov za njihovo izvedbo?**

Odgovor na to vprašanje je INICnet tehnologija. Tehnologija INICnet bo leta 2021 postala odprt ISO standard in podpira visokokakovostne storitve avdio in video kanalov, ki se v celoti upravljajo prek INICnet integriranih vezij ali prek razpoložljive vitke (vitki razvoj programske opreme pomeni odstranjevanje vsega nepotrebne) programske opreme, tako da inženirji ne potrebujejo dodatnih razvojnih prizadevanj za razvoj prometa na omrežju. Tehnologija INICnet zagotavlja delovanje s fizičnim slojem z uporabo UTP ali koaksialnega kabla, je popolnoma združljiv z Ethernetom, saj ima vsako vozlišče svoj MAC naslov in podpira vse mehanizme, povezane z Ethernetom, načine naslavljanja in velikosti paketov.



Slika 2: Sožitje INICnet tehnologije in Ethernet



Slika 3: INICnet tehnologija in ISO/OSI model

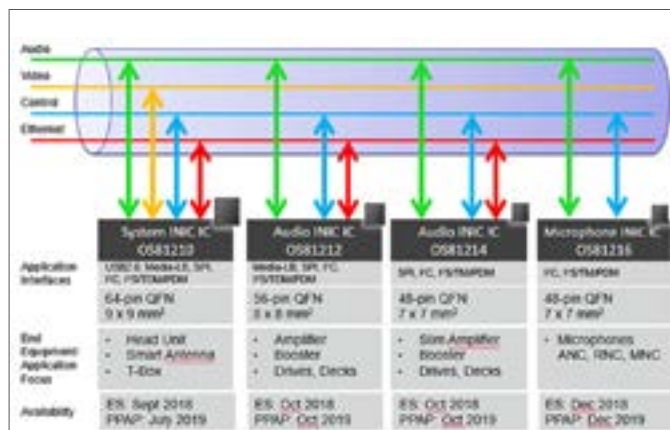
INICnet tehnologija je na voljo v dveh različnih hitrostnih stopnjah z visoko pasovno širino, več kot 95%: 50Mbit/s ali 150MB / s. Obe možnosti podpirata obliko povezave v obroču ali nanizano (daisy chain). Hitrost 50 Mb/s je na voljo prek UTP kabla, 150Mbit/s pa po koaksialnem kablu.

INICnet tehnologija podpira fantomsko napajanje in zagotavlja celovito diagnozo brez potrebe po

dodatnih prožilnih kablích. Slika 2 prikazuje tipičen primer, kako lahko INICnet tehnologija in Ethernet omrežje sobivata. Prednost te omrežne arhitekture je, da lahko aplikacije za zvočni video temeljijo na tehnologiji INICnet, saj obdeluje zvočne ali video podatke v izvorni obliki; razvijalci se lahko osredotočijo na svoje aplikacije, ne da bi jim bilo treba skrbeti za kompleksne naloge za pretvorbo podatkov ali omrežne naloge.

Druga prednost je ta, da bi lahko hitro posodabljanje ugnezdene programske opreme v vsaki napravi INICnet potekalo tudi brezžično, saj INICnet tehnologija prav tako podpira tudi izvirne Ethernet pakete in je prek ene od svojih naprav povezana s preostalo hrbtnico vozila, kot je na primer glavna enota. Glavni enoti ni potrebno imeti programskega komunikacijskega prehoda, saj je vsako INICnet napravo mogoče neposredno naslavljanjati z njenim edinstvenim MAC naslovom.

Upoštevač ISO/OSI model INICnet tehnologije Ethernet kanala, ta pokriva samo prvi dve plasti modela, kot je razvidno iz slike 3; zato ga je mogoče popolnoma povzeti iz višjih slojev, tako da lahko programsko opremo, ki je bila napisana za druge tehnologije, po posodobitvi gonilnika ponovno uporabimo. Trenutno so na voljo gonilniki za Linux in QNX, ki jih je mogoče uporabljati skupaj z INICnet integriranimi vezji in ki omogočajo, da se Ethernet kanal z INICnet tehnologijo na povsem pregleden način integrira v že obstoječi sistem, ki temelji na IP-ju, tako da razvojnim inženirjem ni treba skrbeti za osnovno omrežno tehnologijo.



Slika 4: Microchipova družina INICnet integriranih vezij s prilagodljivimi vmesniškimi možnostmi, ki jih usmerja osredotočanje na aplikacijo

Microchip ponuja popolno družino specifičnih aplikacij za izdelke, ki so usmerjeni v aplikacije z nizko zakasnitvijo, kot so ANC, generiranje zvoka motorja, odpravljanje hrupa na cesti, e-klic in vse druge aplikacije, ki zahtevajo majhno zakasnitev, kot je prikazano na sliki 4. Vsako INIC integrirano vezje je mogoče konfigurirati tako, da deluje kot omrežni nadzornik ali omrežni odjemalec in lahko ta svoj način delovanja samodejno spremeni, če je recimo po prometni nesreči omrežje poškodovano in želi uporabnik avtomobila opraviti e-klic.

Upravljanje omrežnih virov in konfiguracije omrežja tehnologije INICnet lahko izvede poenoten Microchip-ov UNICENS centraliziran omrežni sklad. Vse druge funkcije upravljanja sistema, kot je na primer opravljanje odločanja, lahko podpirajo razpoložljivi IP skladi, kot so SOME/IP sklad ali katere koli druge tehnike daljinskega klika (RPC). UNICENS je odprtokodna aplikacija, ki je na voljo brezplačno in uporabnikom omogoča, da konfigurirajo celotno omrežje iz ene naprave; to omogoča delovanje

naprav, ki ne potrebujejo mikrokontrolerja, kot so na primer mikrofonska vozlišča. V primeru, da v omrežju obstajajo vozlišča, ki se ukvarjajo samo z Ethernetnim prometom, kot so na primer

pametne antene, sploh ni potrebno, da tovrstna vozlišča vsebujejo kakršno koli omrežno programsko opremo, ali v najboljšem primeru, če so ustvarjeni podatki v izvorni Ethernet obliki, je mogoče tako vozlišče

načrtovati brez uporabe vgrajenega mikrokontrolerja. Trg razume prednosti INICnet tehnologije, kar dokazuje tudi prvo sprejetje te tehnologije v avtomobilski OEM, ki se je začelo sredi leta 2018 in bo začelo izdelovati leta 2020. Ocenjevanje so že začeli tudi OEM in Tier1 v različnih regijah sveta. tehnologije in sodelujejo s strokovnjaki Microchip, da bi o tem ustvarili še eno zgodbo o uspehu.

Za več informacij o tehnologiji INICnet se obrnite na lokalno predstavništvo Microchipa ali z elektronsko pošto na INICnet@microchip.com

» **INICnet tehnologija podpira fantomsko napajanje in zagotavlja celovito diagnozo brez potrebe po dodatnih prožilnih kablích** «



Poslovite se od prilagodilnikov nivojev In pozdravite Multi-Voltage I/O na AVR® DB MCU družino

Izdelava ugnezdene zasnove, ki podpira več napetostnih standardov, pogosto zahteva dodajanje zunanje strojne opreme za zagotovitev združljivosti. Družina AVR DB MCU-jev ima namenska vrata za sočasno večnapetostno delovanje, kar jim omogoča, da se spopadajo z izzivi na več napajalnih domenah, ne da bi potrebovali zunanje komponente. Ta vrata izvirno podpirajo od 1,8 do 5,5 V, kar vam omogoča zmanjšanje stroškov in prostora na plošči. Poslovite se od prilagodilnikov logičnih nivojev in zgradite svojo naslednjo ugnezdjeno napravo z AVR DB MCU-ji.

Ključne začilnosti vključujejo

- Interni 24 MHz oscilator
- Do 128 KB Flash in 16 KB SRAM spomina
- Inteligentna analogna periferija, ki vključuje 12-bit ADC, DAC in vgrajene operacijske ojačevalnike
- Komunikacijski vmesniki, ki vključujejo USART/SPI/dual-mode dvožilni vmesnik (TWI)
- Na voljo v več ohišjih, od 28 do 64 priključkov



microchip.com/AVRDB



Microchip ime in logo, Microchip logo in AVR so registrirane blagovne znamke podjetja Microchip Technology Incorporated v Z.D.A. in drugih državah. Vse ostale blagovne znamke so v lasti njihovih registriranih lastnikov. © 2021 Microchip Technology Inc. Vse pravice pridržane. MEC2365A-SLO-02-21

Maksimiranje pretvorbe navzdol s sinhronimi DC-DC pretvorniki navzdol

Avtor: Rolf Horn

Zahteva po pretvorbi visokih napetosti navzdol za napajanje integriranih vezij in drugih porabnikov je pri sistemih na področju avtomobilizma, industrijske avtomatizacije, telekomunikacij, računalništva, bele tehnike ter potrošniške elektronike, vse večja. Namen je to pretvorbo navzdol izvesti s kar največjo učinkovitostjo, kar najmanjšo toplotno obremenitvijo, nizkimi stroški in najmanjšo mogočo velikostjo rešitve.

Običajni asinhroni pretvorniki navzdol ponujajo potencialno cenovno ugodno rešitev, vendar z manjšimi izkoristki pretvorbe, ki ne izpolnjujejo zahtev številnih elektronskih sistemov. Razvijalci si lahko pri zasnovi kompaktnih rešitev, ki zagotavljajo večje izkoristke, pomagajo s sinhronimi DC-DC pretvorniki in sinhronimi DC-DC krnilniki.

V tem članku sta podana kratek opis zahtev glede zmogljivosti elektronskih sistemov za učinkovitejšo DC-DC pretvorbo in pregled razlike med asinhronimi oziroma sinhronimi DC-DC pretvorniki. V nadaljevanju predstavlja več možnosti zasnove sinhronega DC-DC pretvornika proizvajalcev **Diodes, Inc.**, **STMicroelectronics** in **ON Semiconductor** skupaj z razvojnimi ploščami ter navodili za zasnovo, ki lahko pospešijo razvoj izjemno učinkovitih rešitev.

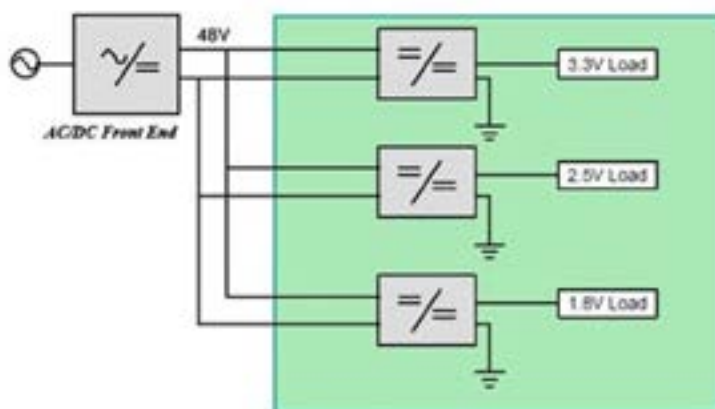
O tem, zakaj obstaja potreba po sinhronih DC-DC pretvornikih

Vedno večje zahteve po večji učinkovitosti vseh vrst elektronskih sistemov v kombinaciji z vse večjo zapletenostjo sistemov narekujejo ustrezen razvoj arhitektur napajalnih sistemov in topologij

pretvorbe električne energije. Z naraščajočim številom neodvisnih napetostnih domen, ki podpirajo vse večjo funkcionalnost, se arhitekture porazdelitve električne energije (DPA) uporabljajo v vse več elektronskih sistemih.

DPA namesto več izoliranih virov napajanja za napajanje različnih porabnikov vključuje en izoliran vir AC-DC napajanja, ki proizvaja razmeroma visoko razdelilno napetost, in več manjših pretvornikov navzdol, ki razdelilno napetost pretvorijo v nižjo, kot zahteva vsak posamezen porabnik (slika 1). Uporaba več pretvornikov navzdol ponuja prednosti, kot so manjša velikost, večja učinkovitost in večja zmogljivost.

Postopek izbire med asinhronimi oziroma sinhronimi pretvorniki navzdol temelji na kompromisih med stroški in učinkovitostjo. Če so zahtevani najnižji stroški s sprejemljivima manjšo učinkovitostjo in večjo toplotno obremenitvijo bo morda primernejša rešitev z asinhronimi pretvorniki navzdol. Če pa je učinkovitost najpomembnejša in ima prednost rešitev s hladnejšim delovanjem, je uporaba dražjega sinhronega pretvornika navzdol običajno prva izbira.



Slika 1: Arhitektura porazdelitve električne energije s prikazanim glavnim izoliranim AC-DC virom napajanja (v ospredju) in več neizoliranimi DC-DC pretvorniki, ki napajajo nizkonapetostne porabnike. (Vir slike: Digi-Key Electronics)

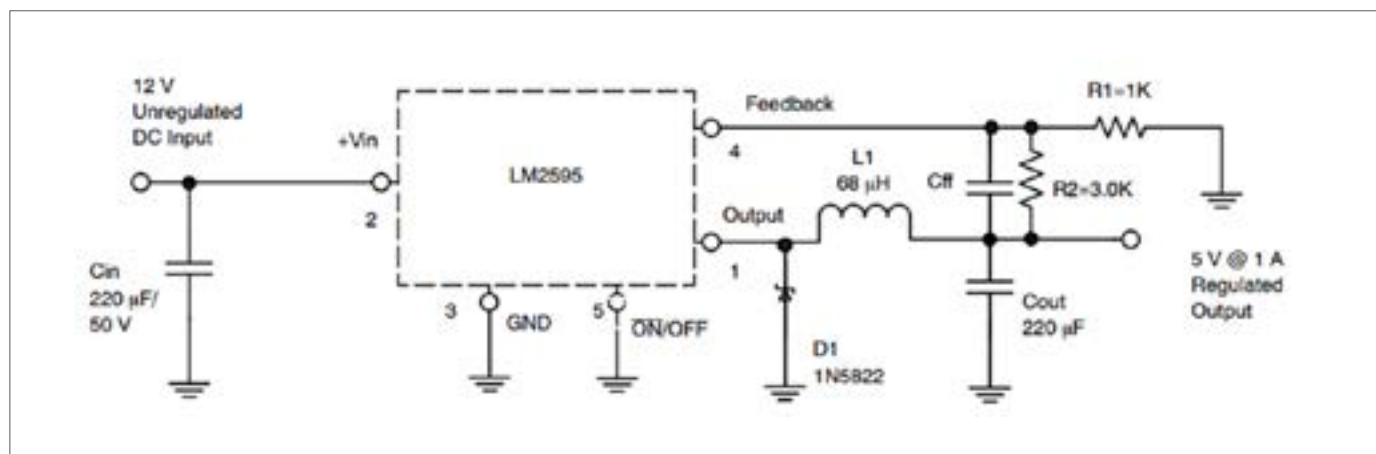
Sinhroni pretvorniki navzdol v primerjavi z asinhronimi

Tipična uporaba asinhronnega pretvornika navzdol je prikazana na sliki 2. **Model LM2595** proizvajalca ON Semiconductor je monolitno integrirano vezje, ki vključuje glavno napajalno stikalno in krmilno vezje. Je notranje kompenzirano za kar najmanjše število zunanjih komponent in poenostavljeno zasnovo vira napajanja. Zagotavlja tipično učinkovitost pretvorbe 81 %, pri čemer se 19 % električne energije odvede v obliki toplote, pri rešitvi s sinhronim pretvornikom navzdol pa je tipična učinkovitost pretvorbe približno 90 %, v obliki toplote pa se odvede le 10 % električne energije. To pomeni, da so toplotne izgube v asinhronem pretvorniku navzdol skoraj dvakrat večje od toplotnih izgub v sinhronem pretvorniku navzdol. Zato uporaba sinhronnega pretvornika navzdol bistveno poenostavlja upravljanje toplote z zmanjšanjem količine proizvedene toplote.

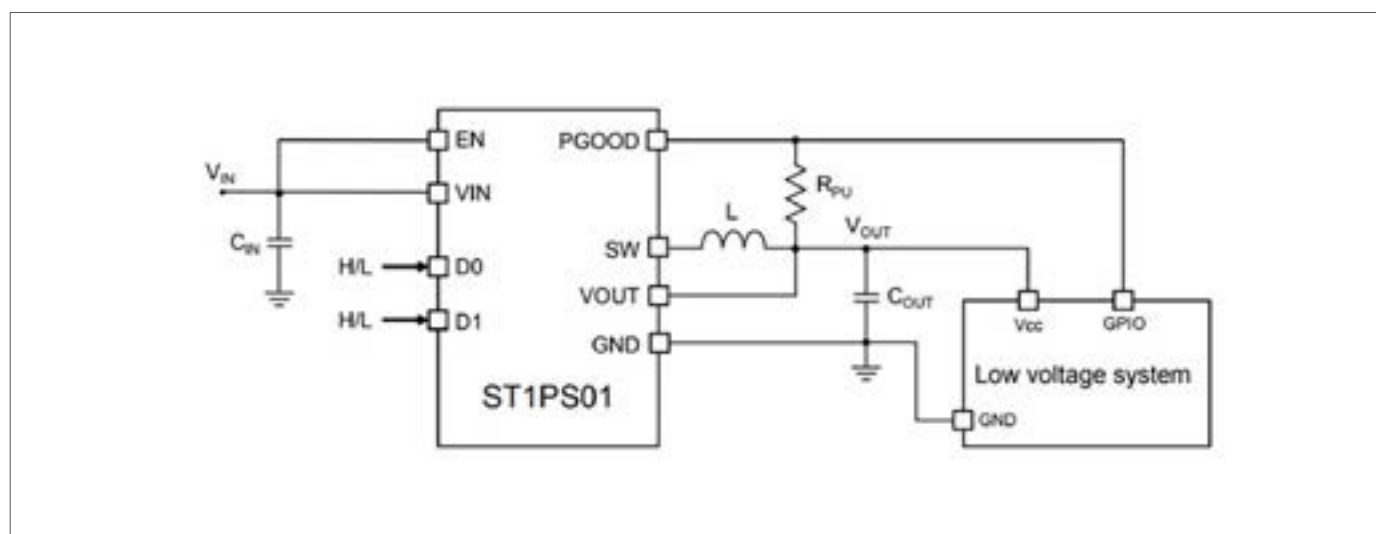
V sinhronem pretvorniku navzdol, kot je ST1PS01 proizvajalca STMicroelectronics, izhodni usmernik nadomešča usmerjanje

sinhronnega tranzistorja MOSFET (slika 3). Manjša preklopna upornost sinhronnega tranzistorja MOSFET v primerjavi z izhodnim usmernikom v asinhronem pretvorniku navzdol zmanjšuje izgube in ponuja znatno večje izkoristke pretvorbe. Sinhroni MOSFET tranzistor je znotraj integriranega vezja in zmanjšuje potrebo po diodi zunanjega usmernika.

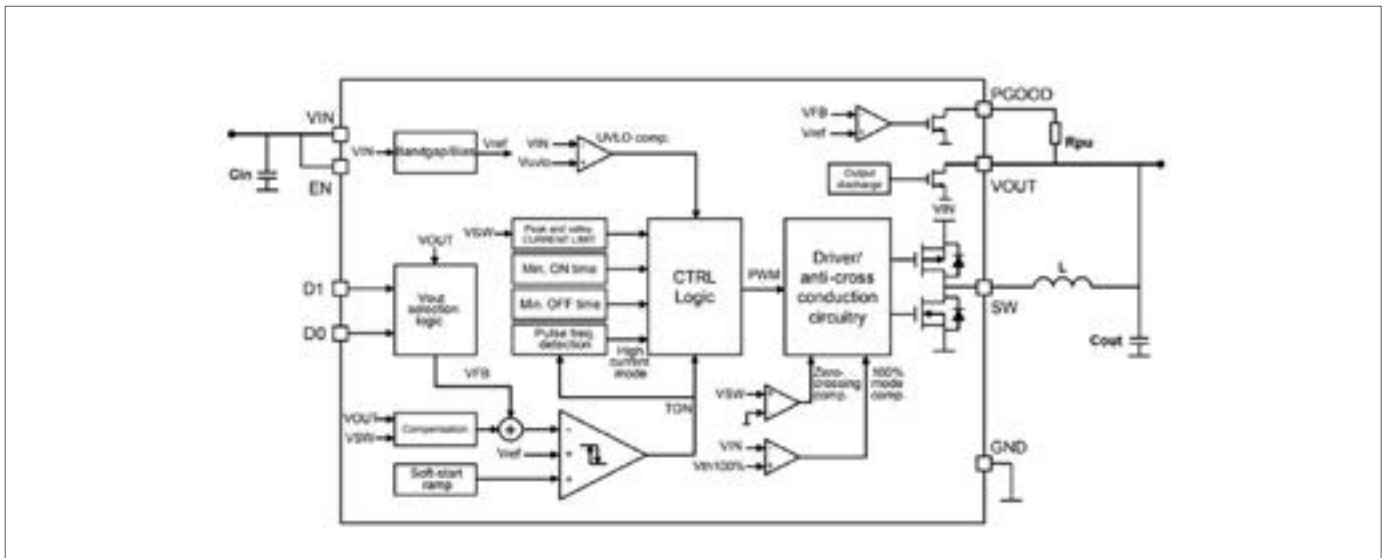
Večja učinkovitost in manjša toplotna obremenitev sinhronnega pretvornika navzdol terjata svoj strošek. Zasnova asinhronih pretvornikov navzdol z enim MOSFET tranzistorjem za prekop napajanja in diodo za usmerjanje je preprostejša (in manjša), ker je odpravljena možnost prečne prevodnosti ali »shoot-through« toka in torej ni potrebe po krmiljenju sinhronnega FET tranzistorja. Topologija sinhronnega pretvornika navzdol zahteva kompleksnejši gonilnik in vezje, ki preprečuje prečno prevodnost za nadzor obeh stikal (slika 4). Za preprečitev istočasnega vklopa MOSFET tranzistorjev in posledičnega kratkega stika je potrebna večja kompleksnost, kar pomeni uporabo večjih in dražjih integriranih vezij.



Slika 2: Tipična uporaba asinhronnega pretvornika navzdol s prikazanim izhodnim usmernikom (D1), izhodnim filtrom (L1 in Cout) ter povratnim vezjem (Cff, R1 in R2). (Vir slike: ON Semiconductor)



Slika 3: Vezje pri uporabi sinhronnega pretvornika navzdol z odstranjeno diodo zunanjega izhodnega usmernika. Zunanje filtrirne in povratne komponente so še vedno potrebne. (Vir slike: STMicroelectronics)



Slika 4: Blokovna shema integriranega vezja sinhronnega pretvornika navzdol s prikazom dveh integriranih MOSFET tranzistorjev (ob priključku z oznako SW) in dodanega gonilnika/vezja z neprečno prevodnostjo. (Vir slike: STMicroelectronics)

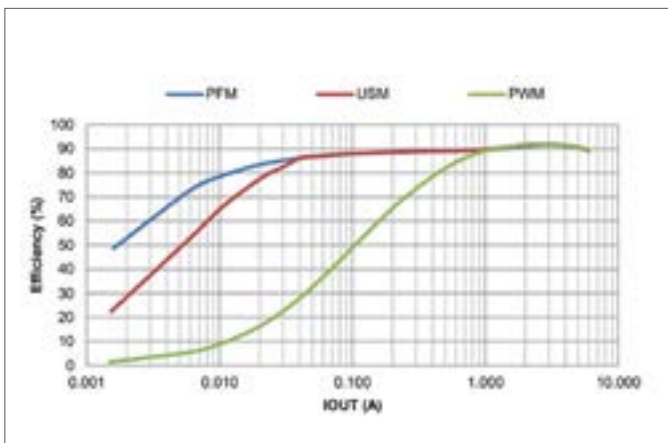
Čeprav so sinhroni pretvorniki navzdol, krmiljeni s pulzno širinsko modulacijo, učinkovitejši v pogojih z zmerno ali polno obremenitvijo, asinhroni pretvorniki navzdol v pogojih manjše obremenitve pogostokrat ponujajo večje izkoristke pretvorbe. Kljub temu pa to ne drži več, saj izvedbe najnovejših sinhronih pretvornikov navzdol vključujejo več načinov delovanja, ki razvijalcem omogočajo optimizacijo izkoristkov pri manjši obremenitvi.

Sinhroni pretvornik navzdol za porazdelitev električne energije s 5- in 12-voltno napetostjo

Za razvijalce, ki na področju porabniških izdelkov in bele tehnike uporabljajo porazdelitev električne energije s 5- in 12-voltno napetostjo, proizvajalec Diodes, Inc. ponuja 6-amperski (A) sinhroni pretvornik navzdol AP62600 s širokim razponom vhodnih napetosti od 4,5 do 18 voltov. Naprava vključuje integrirana MOSFET tranzistorja s 36 miliohm (mΩ) na strani z visoko napetostjo in MOSFET s 14 mΩ na strani z nizko napetostjo za izjemno učinkovito DC-DC pretvorbo navzdol.

AP62600 zaradi svojega konstantnega pravočasnega nadzora (COT) zahteva kar najmanjše število zunanjih komponent. Poleg tega zagotavlja hiter prehodni odziv, preprosto stabilizacijo zanke in nizko stopnjo valovitosti izhodne napetosti. Zasnova modela AP62600 je optimizirana za zmanjšanje elektromagnetnih motenj (EMI). Naprava vključuje shemo gonilnika lastniških vrat za omejevanje zvonjenja preklopnega vozlišča brez vpliva na čas vklopa in izklopa MOSFET tranzistorja, kar zmanjšuje emisije visokofrekvenčnega šuma EMI zaradi preklapljanja MOSFET tranzistorja. Naprava je na voljo v V-QFN2030-12 ohišju (tip A).

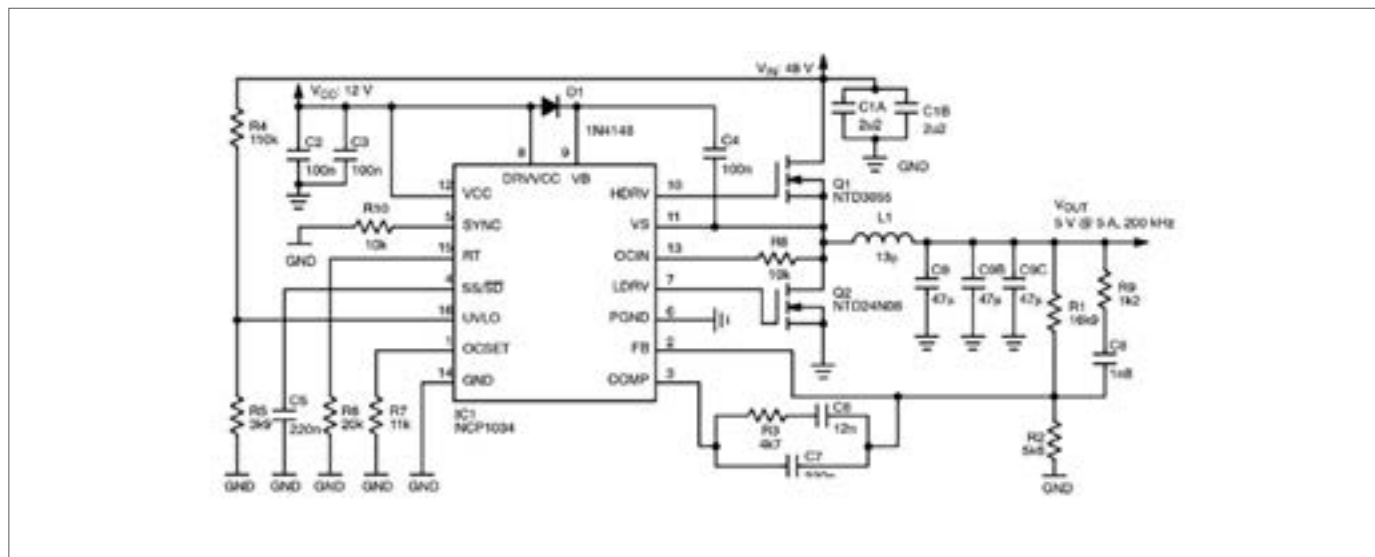
Indikator ustreznosti napetosti uporabnike opozori na morebitne napake. Programirljiv način mehkega zagona nadzira vhodni tok ob vklopu, kar oblikovalcem omogoča izvedbo sekvenčnega napajanja pri uporabi več modelov AP62600 za napajanje velikih integriranih naprav, kot so programirljive matrice logičnih vrat (FPGA), integrirana vezja za določeno aplikacijo (ASIC), procesorji digitalnih signalov (DSP) in mikroprocesorske enote (MPU).



Slika 5: AP62600 razvijalcem ponuja izbiro treh načinov delovanja za potrebe posameznih aplikacij: PFM, USM in PWM. (Vir slike: Diodes, Inc.)



Slika 6: Razvojna plošča AP62600SJ-EVM zagotavlja preprosto in priročno okolje za ocenjevanje modela AP62600. (Vir slike: Digi-Key Electronics)



Slika 7: Tipična aplikacijska shema za integrirano vezje sinhronega pretvornika navzdol NCP1036 s prikazanima MOSFET tranzistorjema na straneh z visoko in nizko napetostjo (Q1 in Q2). (Vir slike: ON Semiconductor)

AP62600 razvijalcem ponuja izbiro treh načinov delovanja za specifične potrebe posameznih aplikacij (slika 5). Pulzno-frekvenčna modulacija (PFM) omogoča izjemno učinkovitost pri vseh obremenitvah. Drugi razpoložljivi načini vključujejo modulacijo pulzne širine (PWM) za kar največjo učinkovitost valovitosti in ultrazvočni način (USM) za preprečevanje slišnega šuma pri manjših obremenitvah. Za pomoč pri začetku uporabe modela AP62600 proizvajalec Diodes, Inc. razvijalcem ponuja razvojno ploščo AP62600SJ-EVM (slika 6). AP62600SJ-EVM vključuje preprosto postavitev in omogoča dostop do ustreznih signalov prek testnih točk.

Sinhroni pretvornik navzdol za 24-voltna vodila

L6983CQTR proizvajalca STMicroelectronics z razponom vhodnih napetosti od 3,5 do 38 voltov zagotavlja izhodni tok do 3 A. Razvijalci lahko L6983 uporabljajo v širokem naboru aplikacij, vključno s 24-voltnimi industrijskimi napajalnimi sistemi, 24-voltno baterijsko napajano opremo, decentralizirana pametna vozlišča, senzorje ter aplikacije z neprekinjenim vklopom in nizko ravno šuma.

L6983 temelji na arhitekturi načina vršnega toka z notranjo kompenzacijo in je na voljo v QFN16 ohišju velikosti 3 x 3 mm za kar najmanjšo kompleksnost in velikost zasnove. L6983 je na voljo tako v različici z načinom za nizko porabo (LCM) kot v različici z načinom za nizko raven šuma (LNM). LCM omogoča kar največjo učinkovitost pri manjših obremenitvah z nadzorovano valovitostjo izhodne napetosti, zaradi česar je naprava primerna za aplikacije z baterijsko napajano opremo. LNM zagotavlja konstantno preklopno frekvenco in zmanjšano valovitost izhodne napetosti za manjše obremenitve v skladu s specifikacijami za aplikacije, občutljive na šum. L6983 omogoča izbiro preklopne frekvence v razponu od 200 kilohertzov (kHz) do 2,3 megahertzov (MHz) z izbirnim razpršenim spektrom za izboljšano elektromagnetno združljivost.

STMicroelectronics ponuja razvojno ploščo **STEVAL-ISA209V1**, ki razvijalcem omogoča odkrivanje zmogljivosti sinhronega monolitnega regulatorja navzdol L6983 in pospešeno snovanje.

Sinhroni krmilnik navzdol za računalniške in telekomunikacijske zasnove

NCP1034DR2G proizvajalca ON Semiconductor je visokonapetostni PWM krmilnik, zasnovan za aplikacije z izjemno zmogljivimi sinhronimi DC-DC pretvorniki z vhodnimi napetostmi do 100 voltov. Ta naprava je zasnovana za uporabo pri pretvorbi 48-voltnega neizoliranega vira napajanja v vdelanih aplikacijah na področju telekomunikacij, omrežij in računalništva. NCP1034 napaja zunanja N-kanalna MOSFET tranzistorja, kot je prikazano na sliki 7.

NCP1036 vključuje programirljivo preklopno frekvenco od 25 kHz do 500 kHz in sinhronizacijskim priključkom, ki omogoča zunanji nadzor preklopne frekvence. S frekvenčnima krmilnikoma lahko razvijalci izberejo optimalno vrednost za posamezno specifično aplikacijo in sinhronizirajo delovanje več NCP1034 krmilnikov.

Naprava vključuje tudi uporabniško programirljiv podnapetostno zaščito in zaščito pred preobremenitvijo s tokovno omejitvijo. Za nizkonapetostne zasnove se notranje omejena 1,25-voltna referenčna napetost lahko uporabi za natančnejšo regulacijo izhodne napetosti.

Zaščito naprave in sistema zagotavljajo štiri podnapetostna zaščitna vezja. Tri so dodeljena specifičnim funkcijam: dvoje vezij zagotavlja zaščito za gonilnike na straneh z visoko in nizko napetostjo, eno pa zagotavlja zaščito pred prezgodnjim zagonom integriranega vezja, še preden je VCC pod nastavljenim pragom. Četrto podnapetostno zaščitno vezje lahko razvijalec programira z uporabo zunanjega upornega delilnika: dokler VCC ne doseže uporabniško nastavljene vrednosti, ostane krmilnik izklopljen.

Za pomoč pri začetku uporabe modela NCP1034 proizvajalec ON Semiconductor razvijalcem ponuja razvojno ploščo **NCP1034BCK5VGEVB** (slika 8). Ta razvojna plošča je zasnovana z več možnostmi za različne potrebe sistema. Linearni regulator napaja integrirano vezje, razvijalec pa lahko z izbiro ustreznega upora določi, ali se napajanje izvaja prek Zener diode ali visokonapetostnega tranzistorja. Poleg tega lahko razvijalci izberejo kompenzacijo drugega tipa (napetostni način) ali tretjega tipa (tokovni način), izhodne keramične ali elektrolitske kondenzatorje in različne vrednosti vhodne kapacitivnosti. Na voljo sta dva glavna priključka: eden za preprosto povezavo zunanega vira sinhronizacijskega impulza, ki omogoča neposredno povezavo plošče z drugo NCP1034 razvojno ploščo, ter drugi za povezavo s SS/SD priključkom, ki se lahko uporabi za zaustavitev krmilnika, kadar je povezana z ozemljitvenim vodnikom



Slika 8: Razvojna plošča NCP1034BCK5VGEVB vključuje več možnosti, ki so razvijalcem v pomoč pri hitrem začetku razvijanja novih zasnov. (Vir slike: Digi-Key Electronics)

Zaključek

Potreba po pretvorbi visokih napetosti vodil v nizke napetosti za napajanje integriranih vezij in drugih porabnikov je pri sistemih na področju avtomobilizma, industrijske avtomatizacije, telekomunikacij, računalništva, bele tehnike ter potrošniške elektronike, vedno večja.

Kot je opisano, si lahko razvijalci za izvedbo pretvorbe navzdol s kar največjo učinkovitostjo, kar najmanjšo toplotno obremenitvijo, nizkimi stroški in najmanjšo mogočo velikostjo rešitve, pomagajo s sinhronimi pretvorniki napetosti navzdol.



Ocenjevanje možnosti kirurgije v vesolju na Univerzi v Louisvillu

Avtor: David Wilson

► IZZIV ►

V zgodovini vesoljskih poletov na srečo še niso bili potrebni kirurški posegi ali takojšnja kirurška obravnava posledic nezgode v vesolju. Kljub tehnološkemu napredku, ki je ljudem omogočil dolgotrajno bivanje onkraj roba Zemljine atmosfere, pa bi se moral danes pacient v primeru potrebe po nujni medicinski pomoči vrniti na Zemljo v kapsuli. Vsak načrt za odpravo na Luno, Mars in še naprej mora z absolutno gotovostjo predvideti tudi zdravstvene zaplete in s tem v zvezi je ključnega pomena ustrezno zdravljenje takoj po poškodbi.

► REŠITEV ►

Konceptualizacija in razvoj kirurške izolacijske kupole odpirata možnosti za kirurgijo v vesolju. Kupola za svoje delovanje potrebuje sistem upravljanja fluidov (FMS) in večfunkcijsko kirurško orodje (MFSW) za omejitev in nadzor operativnega polja ter delo v odsotnosti težnosti. Za samodejno proženje eksperimentov v pogojih mikrogravitacije na testnih poletih s slavnim letalom Vomit Comet se uporabljajo programirljivi inštrumenti FPGA iz podjetja NI.



Kirurgija v mikrogravitaciji

Univerza v Louisvillu in Inštitut za kardiovaskularne inovacije sta sklenila partnerstvo na področju raziskav kirurških operacij na dolgotrajnih vesoljskih poletih ter razvoja inštrumentarija za potencialno uporabo v splošni laparoskopiji. Raziskovalci načrtujejo tudi eksperiment v okviru projekta podprtega s strani agencije NASA na brezpilotnem vesoljskem plovilu SpaceShipTwo (Virgin Galactic), za katerega bo treba razviti popolnoma avtomatiziran sistem za podporo komponentam FMS in MFSW.

Avtomatizacija vodenja, meritev in validacije

Raziskovalci so v zgodnjih fazah razvoja uporabljali ročno manipulacijo fluidov s tehniko pritiska na gumb za polnjenje in praznjenje kupole. Prototip druge generacije je nato omogočil polsamodejno vodenje in krmiljenje na osnovi časovnika, toda noben od omenjenih pristopov ni bil primeren za izvedbo eksperimenta med letom na vesoljskem plovilu brez posadke. Komponenti FMS in MFSW sta bili zasnovani za delovanje z avtomatiziranim vodenjem, programiranim za izvedbo določene serije korakov v natančno določenih časovnih trenutkih in brez ročnega poseganja ljudi.

Za sprožitev eksperimenta so bili uporabljeni podatki o mikrogravitaciji ($< 0,02 \text{ G}$) iz vgrajenega pospeškomera. Razvita je bila programska oprema za sprožitev zajema podatkov z visoko ločljivostjo ob vstopu v mikrogravitacijo. Le-to so dosegli tako, da so sistem naložili v eksperimentalno napravo z aerodinamičnim ščitom in jo odvrli s 24-metrskega stolpa v Nasinem raziskovalnem središču Glenn. Padec je trajal 2,2 sekunde.

Ti validacijski preizkusi so ključnega pomena, saj bo treba eksperiment na koncu opraviti v dveh minutah v pogojih brez težnosti. Na plovilu ne bo posadke, zato se bo moral cel eksperiment odviti samodejno,« pojasnjuje Christopher Higginson z Univerze v Louisvillu.

Daljnosežne priložnosti

Uporaba popolnoma funkcionalnega sistema FMS in zbirke kirurških kupol ustreznih velikosti predstavlja kompaktno in učinkovito tehniko za izvajanje kirurških operacij med vesoljskimi poleti. Sistem FMS bo upravljaval dovajanje vseh potrebnih fluidov za zaščito vesoljskega plovila in pacienta, MFSW pa bo odigral vlogo dodatnega pomočnika za omejeno število ljudi na dolgotrajnem

vesoljskem poletu (posadke bodo štele od štiri do šest članov). Možnost zdravljenja članov posadke brez vračanja na Zemljo pomeni prihranek časa in denarja, najbolj pomembno pa je, da obvaruje človeška življenja. Tako se bo izboljšala celotna stopnja varnosti vesoljskih odprav in povečala gotovost v uspeh dolgotrajnih vesoljskih misij z izhodiščem na Zemlji. Sistem FMS pa ne omogoča le vesoljske kirurgije, saj ima tudi potencial za upravljanje fluidov v zemeljski kirurgiji. Odpravlja namreč potrebo po nekaterih medicinskih pripomočkih in dodatnem osebju pri izvajanju laparoskopskih operacij na domačem planetu.

Beseda podpredsednika NI raziskovalcem

Raziskovalci vsak dan uporabljajo platformo NI za premikanje meja odkrivanja. Vodi jih veliki izzivi, s katerimi se sooča človeštvo ter gospodarski in tehnični trendi, ki spreminjajo brezžične komunikacije, prevoz in energijo. Ideje, teorije in prototipi, ki se začnejo v laboratorijih za akademske raziskave, segajo v vse bolj zapletene aplikacije in sčasoma vplivajo na življenja vseh v obliki komercialne tehnologije.

Tako raznoliki, kot je morda področje njihovih raziskovalnih središč, se akademiki soočajo s podobnimi izzivi, ne glede na področje. Cilj NI je bil vedno pomagati znanstvenikom in inženirjem, da preživijo svoj čas na nečem novem in inovativnem, tako da ponudi natančnost, ponovljivost in prilagodljivost skozi platformo, ki jih potrebujejo za potrditev in prototip raziskav. Prispevek je del priročnika, ki nam služi kot prostor za izmenjavo spoznanj in najboljših praks svetovne raziskovalne skupnosti skozi predstavitev novih raziskav, izvedenih s pomočjo platforme NI.

ADD ProS d.o.o. | +386 3 425 08 00

info@add-pros.com | https://add-pros.com



David Wilson

David Wilson

Podpredsednik za trženje izdelkov programske opreme, akademiki in izobraževanje strank

RAČUNALNIŠKE NOVICE

bralcem revije

SVET ELEKTRONIKE

ponujajo POSEBNO PONUDBO!

12 ŠTEVILK revije

RAČUNALNIŠKE NOVICE

plačate samo stroške pošiljanja

9,70 € za vseh 12 števil, brez vezave.

Navedete geslo
SVET ELEKTRONIKE.



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

Optimizirano merjenje toka z modulacijo sigma-delta za krmiljenje motorjev 2. del

Avtorji: Jens Sorensen, inženir za sistemske aplikacije,
Shane O'Meara, inženir za sistemske aplikacije
in Dara O'Sullivan, inženir za sistemske aplikacije

Ta je drugi od dveh člankov. V prvem delu smo obravnavali demodulacijo sigma-delta ($\Sigma\Delta$) kodiranih podatkov s filtri sinc v aplikaciji za krmiljenje motorja.

Pokazali smo pomen sinhronizacije impulznega odziva filtra sinc s pulznoširinsko modulacijo (PWM) in predlagali strategije sinhronizacije; vendar pa so sinhronizacijske sheme otežile iskanje pravilne konfiguracije sistema.

V drugem delu bomo predstavili novo strukturo filtra sinc, ki je optimizirana za sinhronizacijo. Ta filter izboljša zmogljivost merjenja v aplikacijah, ki zahtevajo natančno časovno usklajevanje verige za povratno informacijo. Potem bomo govorili o izvedbi filtrov sinc s kodo HDL in optimizaciji filtrov za izvedbo z napravami FPGA. Na koncu bomo predstavili meritev, izvedeno na 3-faznem servopogonu, ki temelji na napravi FPGA.

Filtri sinc, optimizirani za sinhronizacijo

Kot smo že govorili v delu 1, je mogoče s pravilno uskladjitvijo impulznega odziva z modulacijo PWM doseči meritve sigma-delta brez napak zaradi zrcaljenja signala. Metoda je sicer jasna, vendar pa je težko (včasih tudi nemogoče) najti konfiguracijo sistema, ki zagotavlja želeni rezultat. To pokažimo na primeru filtra sinc in bloka PWM, ki imata skupno sistemsko uro, ki deluje s frekvenco f_{sys} . Uro modulatorja, f_{mclk} , potem določa enačba 1.¹

$$f_{mclk} = \frac{f_{sys}}{D_{mclk}} \quad (1)$$

Tukaj D_{mclk} pomeni delilnik ure za uro modulatorja, Frekvenco PWM, f_{pwm} , potem določa enačba 2.

$$f_{pwm} = \frac{f_{sys}}{D_{pwm}} \quad (2)$$

D_{pwm} tu pomeni delilnik ure, ki določa frekvenco PWM. Na koncu dobimo z enačbo 3 še stopnjo decimacije (podatkovno hitrost) za filter sinc.

$$f_{dec} = \frac{f_{mclk}}{D_{dec}} = \frac{f_{sys}}{D_{mclk} \times D_{dec}} \quad (3)$$

Tukaj D_{dec} pomeni delilnik ure za decimirano uro. Zaradi preprečevanja lezenja impulznega odziva glede na cikel PWM mora imeti vsak cikel PWM celo število decimacijskih ciklov:

$$\frac{f_{dec}}{f_{pwm}} = N \quad (4)$$

N je celo število. Če kombiniramo enačbi 2, 3 in 4, dobimo:

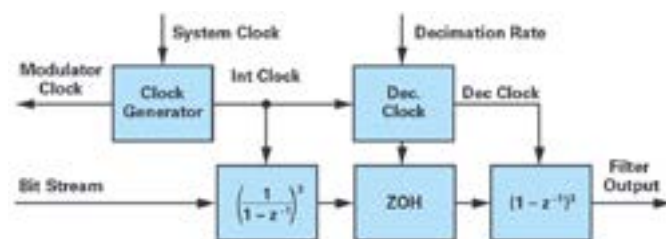
$$\frac{D_{pwm}}{D_{mclk} \times D_{dec}} = N \quad (5)$$

Očitno lahko enačbo 5 rešimo le z omejenim naborom delilnikov ure D_x . Poleg tega je izbiranje delilnikov ure pogosto strogo omejeno. Sistem mora pogosto delovati z določeno frekvenco PWM (na primer 10 kHz) ali uporabljati točno določeno uro modulatorja (na primer 20 MHz). Druga težava so omejene možnosti pri izbiranju ure modulatorja. Če f_{sys} na primer znaša 100 MHz, je edina razumna izbira za D_{mclk} zelo omejeno območje celih števil od 5 do 10 (od 20 MHz navzdol do 10 MHz).

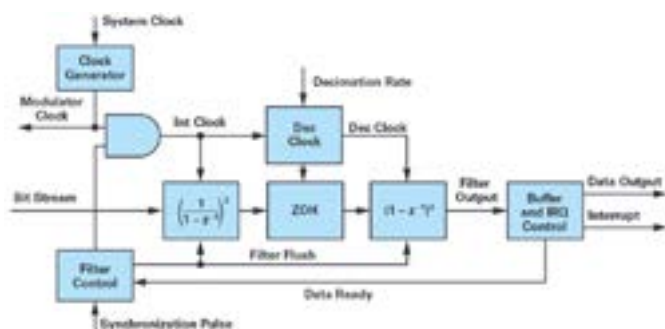
Pri vseh teh omejitvah je lahko zelo težko (če ne povsem nemogoče) najti delilnike ure, ki nam ustrezno uskladijo impulzni odziv in PWM. Običajno je potem uporabnik prisiljen izbrati delilnike ure, ki zadovoljijo enačbo 5, namesto da bi izbral delilnike ure, ki zagotovijo želeno frekvenco PWM, uro modulatorja in razmerje signal/šum (SNR). Dodatna težava je, da lahko spreminjanje frekvence s časom povsem onemogoči določitev veljavne konfiguracije. To je pogosto v večslojnih sistemih, kjer en krmilnik premikanja sinhronizira več krmilnikov motorjev v omrežju.

Usklajevanje sicer omogoča vrhunsko zmogljivost merjenja, vendar včasih ni izvedljiva. V nadaljevanju bomo zato predstavili novo vrsto filtra sinc. Ta filter zagotavlja optimalno zmogljivost merjenja, hkrati pa uporabniku omogoča, da neodvisno izbere vse delilnike ure.

Filter sinc z brisanjem



Slika 1. Tradicionalni filter sinc tretjega reda



Slika 2. Filter sinc, zasnovan za občasno delovanje z brisanjem vseh stanj

Tradicionalni filter sinc tretjega reda kaže slika 1. Filter tvori uro modulatorja za A/D-pretvornik z deljenjem sistemske ure, A/D-pretvornik pa v filter pošilja 1-bitni podatkovni tok. Filter je sestavljen iz treh kaskadnih integratorjev, $1/(1-z^{-1})$, z enako uro kot modulator in treh kaskadnih diferenciatorjev, $1-z^{-1}$, ki delujejo z decimirano uro.

Filter sinc in A/D-pretvornik delujeta s stalnim dovodom ure v oba elementa. Posledično dobimo na izhodu filtra neprekinjen tok podatkov s fiksno hitrostjo, ki jo določa decimirana ura. Hitrost podatkov iz filtra je običajno večja od hitrosti posodabljanja krmilnega algoritma motorja, tako da zavržemo veliko izhodnih podatkov filtra. Izhodna vrednost se zajame in uporabi kot povratna informacija samo, ko je središče impulznega odziva poravnano z idealno meritvijo.

Pri modulaciji s prostorskim vektorjem ima fazni tok povprečno vrednost le dvakrat na periodo PWM. Skladno s tem lahko dobimo le dva izhodna podatka brez napak zaradi zrcaljenja na cikel PWM, zato ni potrebe, da bi filter deloval neprekinjeno. V resnici zadošča, da meritev omogočimo samo takrat, ko potrebujemo povratno informacijo, sicer pa jo onemogočimo. Povedano drugače: Meritev deluje le občasno, ko je potrebna, podobno kot pri klasičnem A/D-pretvorniku.

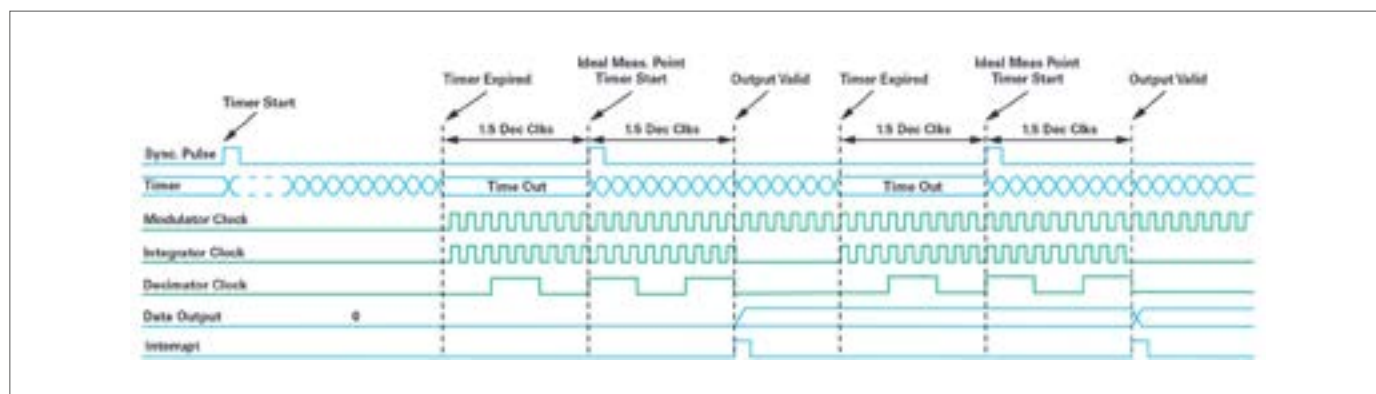
Težava z občasnim delovanjem je, da se uri modulatorja in filtra pridobita iz iste sistemske ure. To pomeni, da zato občasno delujeta tako filter kot tudi A/D-pretvornik, kar ni priporočljivo, saj se zato poslabša zmogljivost. Razlog za to je, da je modulator

A/D-pretvornika sistem višjega reda, ki ima določene čase umirjanja in svoje dušenje. Zaradi tega se mora ob prvem vklopu ure za A/D-pretvornik modulator najprej umiriti, da lahko zaupamo izhodnemu podatkovnemu toku. Zaradi reševanja teh težav predlagamo novo strukturo filtra (glejte sliko 2).

Enako kot pri standardnem filteru sinc ima jedro tri kaskadne integratorje in tri kaskadne diferenciatorje. Vendar pa ima ta filter več dodatnih značilnosti, ki omogočajo nove načine delovanja. Prva je nova funkcija generatorja ure, ki uro modulatorja loči od ure integratorja. To omogoča neprekinjeno dovajanje ure v A/D-pretvornik, ura integratorja pa deluje le, ko želimo dobiti rezultat meritve. Druga novost je nova funkcija za krmiljenje filtra. Krmilni blok glede na sinhronizacijski impulz upravlja vse potrebne časovne uskladitve in proženje, ki so potrebni za delovanje filtra. Glavna naloga krmilnika filtra je brisanje podatkov filtra, ki vključuje inicializacijo vseh stanj in časovnikov filtra pred začetkom nove meritve, ter omogočanje/onemogočanje ure integratorja v pravih trenutkih. Filter ima na koncu še novo enoto z medpomnilnikom in za krmiljenje prekinitev, ki razvršča izhodne podatke ter izbere pravo meritev. Enota z medpomnilnikom in za krmiljenje prekinitev prav tako obvesti aplikacijo za krmiljenje motorja, ko je na voljo nova meritev. Diagram časovne uskladitve na sliki 3 kaže delovanje filtra.

Za začetek meritve se v krmilnik filtra dovede sinhronizacijski impulz. Ta impulz običajno označuje začetek novega cikla PWM. Sinhronizacijski impulz zažene časovnik, ki je nastavljen tako, da se sproži točno 1,5 cikla decimacije pred želeno točko merjenja. Takrat se omogoči ura integratorja in decimirana ura ter se začne postopek filtriranja. Po treh ciklih decimacije (čas umirjanja pri filteru sinc tretjega reda) medpomnilnik in krmilnik za prekinitve zajameta izhodni podatek ter sprožita prekinitve. Na sliki 3 vidimo, kako je meritev postavljena na sredino okoli sinhronizacijskega impulza. Zaporedje se ponovi pri naslednjem sinhronizacijskem impulzu, vendar pa po zagonu filtra ura modulatorja ostane vklopljena.

Predlagani filter sinc reši težave s sinhronizacijo klasičnih filtrov sinc. Filter in njegov način delovanja delujeta brez privzemanja frekvence PWM, ure modulatorja ali stopnje decimacije. Enako dobro deluje z vsemi konfiguracijami sistema in celo pri



Slika 3. Diagram časovne uskladitve filtra sinc v načinu občasnega delovanja

spreminjanju frekvence PWM. Ker se filter dejansko ponastavi za vsako meritev, nanj prav tako ne vpliva medsebojno lezenje ur.

Izvedba filtra sinc v jeziku HDL

Avtorji so ugotovili, da imajo nekateri javno dostopni primeri filtrov sinc v jeziku HDL pomanjkljivosti, ki negativno vplivajo na zmogljivost filtra ali povzročajo nepričakovano obnašanje. V tem razdelku bomo govorili o težavah pri izvedbi in kako zasnovati kodo HDL za optimalno zmogljivost v napravah FPGA.

Integratorji

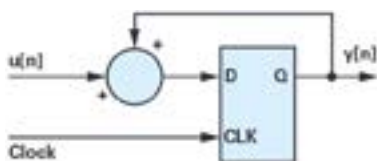
V svoji najčistejši obliki je filter sinc3 sestavljen iz treh kaskadnih integratorjev in treh kaskadnih diferenciatorjev; glejte sliko 1. Najprej pogledjmo čisti integrator v z-domeni:²

$$\frac{y(z)}{u(z)} = \frac{1}{1-z^{-1}} \quad (6)$$

Pri tem je u vhod in y izhod. Diferenčna enačba integratorja je:

$$y[n] = u[n] + y[n-1] \quad (7)$$

Ta enačba prvega reda je enakovredna akumulatorju, ki je zelo primeren za izvajanje s sinhrono logiko, na primer v napravah FPGA. Tipičen pristop do izvedbe je akumulator s flip-flopom vrste D, ki ga kaže slika 4.



Slika 4. Izvedba akumulatorja s flip-flopom vrste D

Ta tokokrog lahko v napravi FPGA izvedemo z le nekaj logičnimi vrati. Kadar postavimo tri čiste integratorje v kaskado, ima prenosna funkcija v z-domeni enačbo 8.

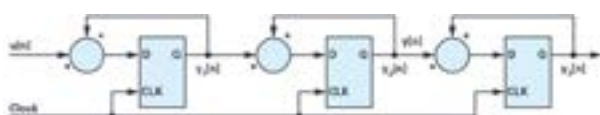
$$\frac{y(z)}{u(z)} = \left(\frac{1}{1-z^{-1}} \right)^3 = \frac{1}{1-3z^{-1}+3z^{-2}-z^{-3}} \quad (8)$$

Diferenčna enačba za tri kaskadne integratorje je prikazana v enačbi 9:

$$y[n] = u[n] + 3y[n-1] - 3y[n-2] + y[n-3] \quad (9)$$

Poglejmo, kako vhodna vrednost pri vzorcu n vpliva na izhodno vrednost pri vzorcu n .

Če so trije integratorji izvedeni kot akumulator s flip-flopom vrste D na sliki 3, dobimo rezultat na sliki 5.



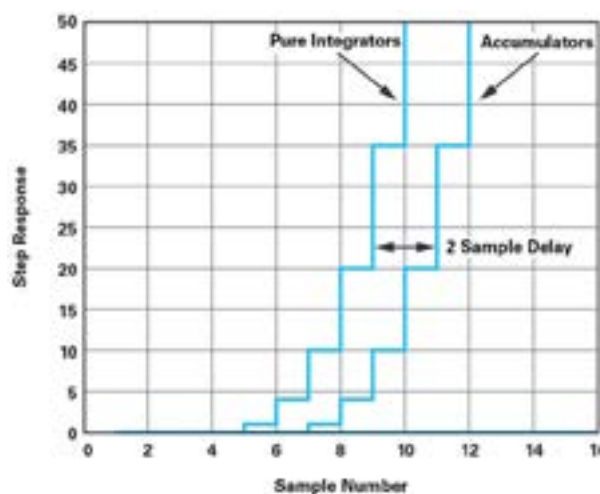
Slika 5. Trije kaskadni akumulatorji, izvedeni s flip-flopi vrste D

Ker gre za sinhrono vezje z uro, traja več urinih ciklov, da sprememba na vходу vpliva na izhod. To postane še bolj jasno pri

opazovanju diferenčnih enačb za kaskadne akumulatorje (glejte enačbo 10).

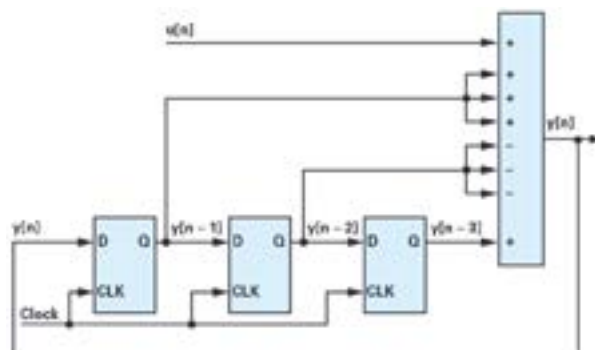
$$\begin{aligned} y_1[n] &= u[n] + y_1[n-1] \\ y_2[n] &= y_1[n-1] + y_2[n-1] = u[n-1] + y_1[n-2] + y_2[n-1] \\ y_3[n] &= y_2[n-1] + y_3[n-1] = u[n-2] + y_1[n-3] + y_2[n-2] + y_3[n-1] \end{aligned} \quad (10)$$

Ta diferenčna enačba je povsem drugačna od enačbe za čiste integratorje (glejte enačbo 9). Pri akumulatorjih traja prenos vpliva vhoda na izhod dva urna cikla, pri čistih integratorjih pa vhod takoj vpliva na izhod. To ilustrira slika 6, ki kaže odziv enačbe 9 in 10 na stopnico pri vzorcu številka 5. Kot smo sumili, so akumulatorji v primerjavi z integratorji zakasnjeni za dva urna cikla.



Slika 6. Odziv treh kaskadnih integratorjev in treh kaskadnih diferenciatorjev na stopnico

V večini javno dostopnih primerov filtrov sinc je priporočljiva izvedba integratorjev z akumulatorji s flip-flopi vrste D. Glavni argument je majhno število vrat, vendar pa ima tako preprosta izvedba svojo ceno. V primerjavi s skupinsko zakasnitvijo filtra se morda zdi dodatna zakasnitev dveh urnih ciklov modulatorja zanemarljiva, vendar pa zakasnitev vpliva na sposobnost filtra, da oslabi višje frekvence, zato ima taka izvedba akumulatorja manjše efektivno število bitov kot pri čistem integratorju. Poleg tega zahteva predlagani filter z brisanjem za pravilno delovanje idealno prenosno funkcijo. Zaradi tega se pri nobeni izvedbi filtra sinc za izvedbo integratorske stopnje ne zanašajmo na akumulatorje.



Slika 7. Izvedba treh kaskadnih integratorjev

Za zagotovitev idealnega odziva sinc3 predlagamo neposredno izvedbo diferenčne enačbe iz enačbe 9. Rezultat kaže slika 7. Vidimo lahko, da blokovni diagram sestavljata dva dela: sinhrona logika (flip-flopi) in kombinatorni del (seštevanje). Taka izvedba zahteva več vrat, vendar pa dosega željeno zmogljivost in zakasnitev filtra.

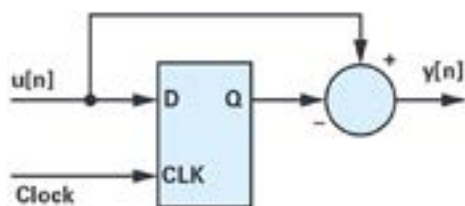
Diferenciatorji

Podobno kot integratorje mnogi javno dostopni primerih filtrov sinc napačno izvedejo tudi diferenciatorje, kar povzroči slabšo zmogljivost filtra in nepričakovane zakasnitve. V tem razdelku bomo govorili o stopnji diferenciatorja in kako jo izvesti z napravami FPGA za optimalno zmogljivost. Najprej si oglejmo čisti diferenciator v z-domeni v enačbi 11 in nato ustrezno diferenčno enačbo v enačbi 12.²

$$\frac{Y(z)}{U(z)} = 1 - z^{-1} \quad (11)$$

$$y[n] = u[n] - u[n-1] \quad (12)$$

Za realizacijo diferenciatorja v napravi FPGA najpogosteje uporabimo akumulator s flip-flopom vrste D; glejte sliko 8.



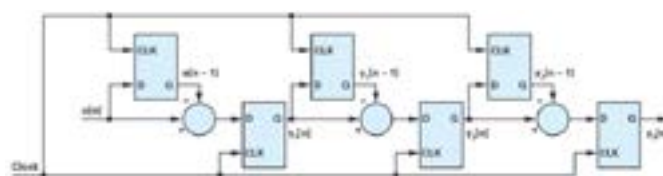
Slika 8. Izvedba diferenciatorja s flip-flopom vrste D

Običajno izvedbo treh diferenciatorjev s flip-flopi vrste D kaže naslednji izsek kode HDL. Tukaj je uporabljen zapis v smislu Veriloga, vendar se enako načelo uporablja tudi drugod.

```
always @(posedge clock)
begin
    y1[n] <= u[n] - u[n-1];
    y2[n] <= y1[n] - y1[n-1];
    y3[n] <= y2[n] - y2[n-1];
    u[n-1] <= u[n];
    y1[n-1] <= y1[n];
    y2[n-1] <= y2[n];
end
```

Slika 9. Trije diferenciatorji, izvedeni s sinhrono logiko

Kot pri vsaki prireditvi s sinhrono logiko se najprej ovrednotijo vse izjave na desni, nato pa se rezultati prenesejo na levo stran.³ Vse je sinhrono in vse prireditve se posodobijo vzporedno. To povzroča težave, saj izhodne vrednosti (yx[n]) potrebujejo predhodno posodobljene zakasnjene vmesne vrednosti (u[n-1] in yx[n-1]). Tak izsek kode Verilog se zato izvede z logiko, ki jo kaže slika 10.



Slika 10. Diferenciatorji, izvedeni s sinhronimi prireditvami

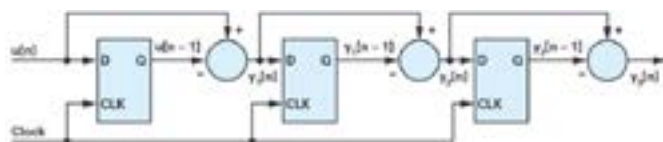
Sinhrono prireditve pomenijo, da zakasnitev diferenciatorjev namesto pričakovanih treh znaša kar šest urin ciklov. Ker diferenciatorje poganjamo z decimirano uro, s tem dejansko podvojimo skupinsko zakasnitev in čas umirjanja filtra. Vendar pa to vpliva tudi na slabljenje filtra, ki nima več enakega frekvenčnega odziva kot idealni filter sinc tretjega reda. Na sliki 10 vidimo izvedbo, ki je pogosta v objavljenih primerih filtrov sinc, vendar pa zelo priporočamo, da izberete pristop, ki posnema stopnjo z idealnimi diferenciatorji.

Prejšnji izsek kode Verilog lahko ločimo na dva dela: kombinatorni del, ki izračuna trenutne izhode, in del s sinhrono logiko, ki posodablja zakasnjena stanja. S tako ločitvijo lahko kombinatorni del premaknemo iz sinhronega bloka, kot kaže izsek kode na sliki 11.

```
always @ (posedge clock)
begin
    u[n-1] <= u[n];
    y1[n-1] <= y1[n];
    y2[n-1] <= y2[n];
end
assign y1[n] = u[n] - u[n-1];
assign y2[n] = y1[n] - y1[n-1];
assign y3[n] = y2[n] - y2[n-1];
```

Slika 11. Trije diferenciatorji, izvedeni s kombinacijo sinhrono in kombinatorne logike

Pri kombinatornih prireditvah nimamo dodatnih zakasnitev zaradi izračuna yx, kar skupno zakasnitev s 6 urnih ciklov skrajša na idealne 3 cikle. Slika 12 kaže blokovni diagram priporočene izvedbe diferenciatorjev.



Slika 12. Izvedba treh kaskadnih diferenciatorjev s kombinacijo sinhrono in kombinatorne logike

Če kombiniramo predlagani izvedbi kaskadnih integratorjev in diferenciatorjev, dobimo filter sinc z idealnimi lastnostmi glede slabljenja ter zakasnitev. Vse meritve, ki potekajo po načelu sigma-delta, bodo imele koristi zaradi optimizirane izvedbe filtra, še posebej pa filter sinc z brisanjem, ki se zanaša na natančno poznavanje zakasnitve filtra.

Meritve

Predlagani merilni sistem sigma-delta je bil izveden in preizkušen skupaj s krmilnikom servomotorja, ki temelji na sistemu SoC Xilinx® Zynq®-7020.4. Sistem sestavljata 3-fazni servomotor s trajnim magnetom in delovno napetostjo 60 V (Kinco SMH40S5) in 3-fazni stikalni razsmernik z napetostnim virom. V sistemu SoC se izvaja krmilni algoritem motorja z računanjem polja skupaj s programsko opremo za zajemanje izmerjenih podatkov v realnem času.

Za merjenje faznega toka ima sistem dva izolirana A/D-pretvornika sigma-delta (ADuM7701) z dvema filtroma sinc tretjega reda. Filtra sinc sta izvedena po priporočilih v tem članku, vključno z načinom delovanja filtra sinc z brisanjem. Za primerjavo bomo predstavili rezultate meritev za tradicionalni filter z neprekinjenim delovanjem in filter z brisanjem.

Krmilni sistem sicer deluje v zaprtozanknem načinu z računanjem polja, vendar pa vse meritve izvajamo z odprtozanknim krmiljenjem. Zaprtozanka regulacija toka je občutljiva na šum pri merjenju, zato se bo šum sklopil v tokovno zanko. Z odprtozanknim načinom delovanja odpravimo vse učinke tokovne regulacije, kar omogoča neposredno primerjavo rezultatov.

Razen konfiguracije načina in uskladtve z modulacijo PWM so meritve opravljene pri enakih konfiguracijah, kar vključuje stopnjo decimacije, ki je bila nastavljena na 125. Kakršne koli razlike v rezultatih meritev lahko torej pripišemo učinkom pravilne ali nepravilne uskladtve impulznega odziva filtra sinc3 z modulacijo PWM. Krmilni algoritem se izvaja z 10 kHz, ura modulatorja pa je 12,5 MHz.

Neusklajen impulzni odziv in neprekinjeno delovanje filtra sinc

V prvem primeru (glejte sliko 13a) impulzni odziv ni povezan z modulacijo PWM. Slika 13b kaže meritve dveh faznih tokov pri ustavljenem motorju, ko jih razsmernik krmili z razmerjem vklopa 50 % na vseh fazah. V tem načinu delovanja vidimo delež šuma v meritvi. Slika 13b kaže fazne tokove, ko motor deluje v odprtozanknem načinu pri 600 vrt/min. Motor ima štiri

pare polov, zato znaša električna perioda 25 ms. Oba rezultata kažeta močan šum, ki bi bistveno vplival na delovanje kakršne koli zaprtozanka tokovne regulacije. Raven šuma ni povezana z velikostjo osnovnega faznega toka, zato je šum primerjalno slabši pri manjših obremenitvah. Šum v tem primeru izhaja iz neusklajenega impulznega odziva filtra sinc in nanj povečanje stopnje decimacije (dušenja) filtra sinc ne bi imelo bistvenega vpliva.

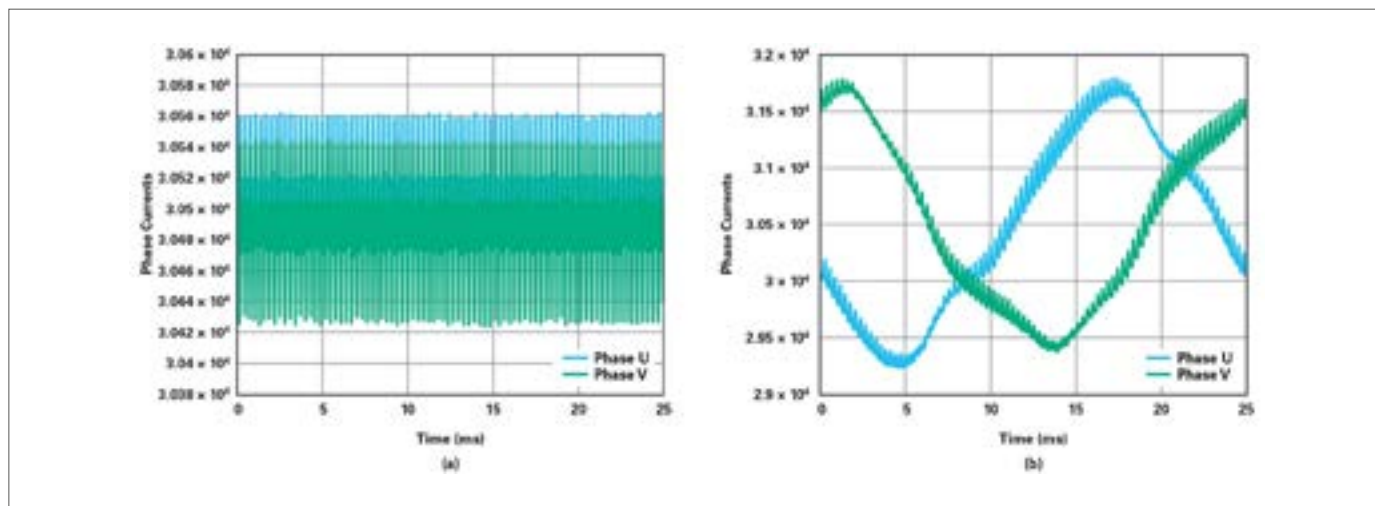
Usklajen impulzni odziv in neprekinjeno delovanje filtra sinc

Slika 14 kaže rezultate meritev pri celem številu ciklov decimacije na periodo PWM in impulznem odzivu, usklajenem z idealno merilno točko. Rezultati na sliki 14 so neposredno primerljivi z rezultati na sliki 13. Ko sliki 13 in 14 primerjamo, vidimo bistveno manjši šum kljub enaki stopnji decimacije. Primeri ponazarjajo, kako pomembni sta konfiguracija in sinhronizacija sistema, da lahko v celoti izkoristimo zmogljivost signalne verige z A/D-pretvornikom sigma-delta.

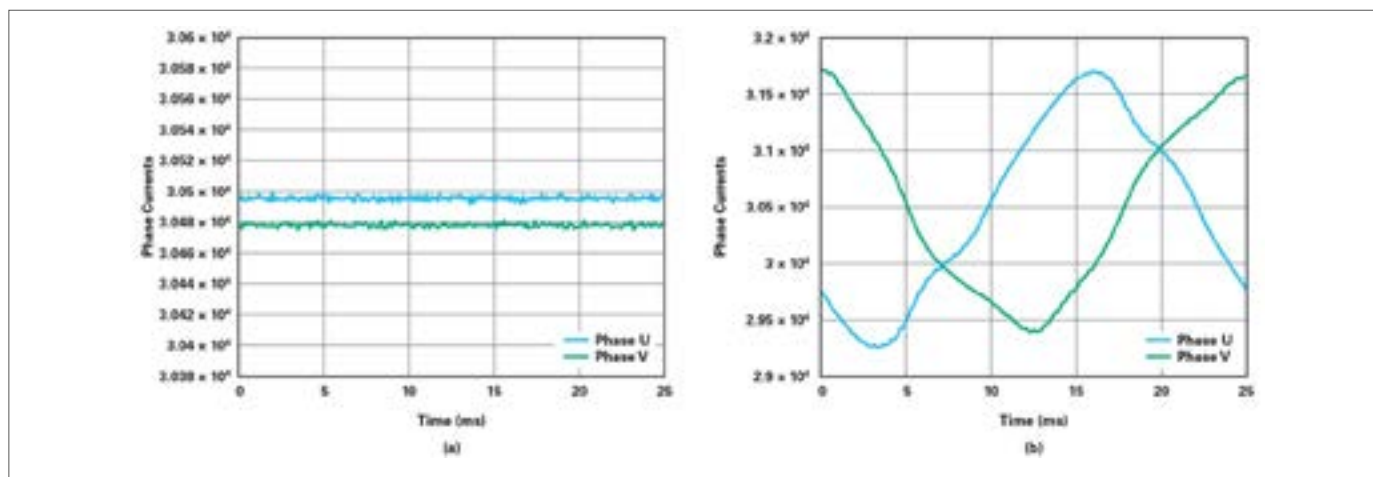
Filter sinc z brisanjem

Rezultati z neprekinjenim delovanjem filtra sinc na sliki 14 so zadovoljivi, vendar pa imamo s takim filtrom še vedno težave pri iskanju konfiguracije, ki omogoča sinhronizacijo. Sinhronizacija neprekinjeno delujočega filtra sinc z modulacijo PWM pogosto ni praktično izvedljiva. To težavo rešimo s filtrom sinc z brisanjem. Slika 15 kaže rezultate meritev za filter sinc z brisanjem. Filter je zasnovan tako, da deluje le 3 cikle decimacije okoli idealne točke merjenja. Zmogljivost je, kot pričakovano, podobna kot pri filtru z neprekinjenim delovanjem na sliki 14. Filter z brisanjem, uporabljen za primerjavo, ima popolnoma enako konfiguracijo kot filter z neprekinjenim delovanjem. Razlika je v tem, da pri filtru z neprekinjenim delovanjem moramo uporabiti to konfiguracijo, sicer se zmogljivost poslabša, kot kažejo rezultati na sliki 13. Filter z brisanjem pa nasprotno ohrani optimalno zmogljivost s poljubno konfiguracijo sistema.

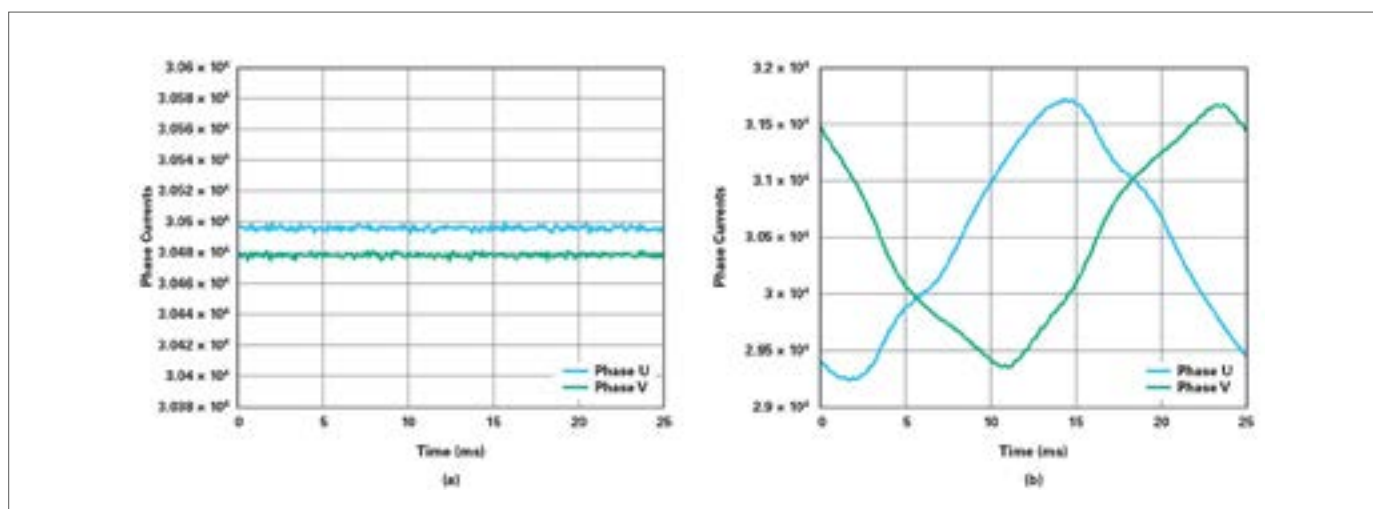
Raven šuma pri neusklajenem filtru sinc z neprekinjenim delovanjem (slika 13a) znaša približno 120 enot 16-bitnega signala. To pomeni približno 7 bitov izgubljene ločljivosti zaradi šuma.



Slika 13. Način delovanja z neprekinjenim delovanjem filtra sinc, ki ni usklajen z modulacijo PWM



Slika 14. Način delovanja z neprekinjenim delovanjem filtra sinc, ki je usklajen z modulacijo PWM



Slika 15. Filter sinc z brisanjem, ki ima impulzni odziv filtra sinc usklajen z modulacijo PWM

Raven šuma pri filtru sinc z brisanjem (slika 15a) znaša približno 5 enot 16-bitnega signala, kar pomeni manj kot 3 bite izgubljene ločljivosti.

Povzetek

Merjenje faznega toka z A/D-pretvorniki sigma-delta se široko uporablja v krmilnikih motorjev, vendar pa je treba za optimalno zmogljivost pravilno konfigurirati celoten sistem. V tem članku smo govorili o vzrokih za slabo zmogljivost in kako pravilno postaviti sistem.

Konfiguriranje sistema za optimalno zmogljivost povratne informacije o toku je lahko zahtevno in v nekaterih primerih celo nemogoče. Za rešitev te težave smo predstavili novo vrsto filtra sinc. Ta filter deluje samo, kadar je to potrebno, in zagotavlja optimalno zmogljivost s poljubno konfiguracijo sistema. Izvedba filtra sinc z napravami FPGA zahteva razvoj kode HDL. V članku smo obdelali več možnih tehnik izvedbe, ki zmanjšajo zakasnitve in povečajo slabljenje filtra.

Članek je na koncu predstavil še več rezultatov meritev, ki so pokazali pomembnost sinhronizacije in pa zmogljivosti filtra sinc z brisanjem.

Reference

1. Dara O'Sullivan, Jens Sorensen in Aengus Murray. AN-1265: Isolated Motor Control Feedback Using the ADSP-CM402F/ ADSP-CM403F/ ADSP-CM407F/ADSP-CM408F Sinc Filters and the AD7403. Analog Devices, Inc., april 2015.
2. Alan Oppenheim in Ronald Schaffer. Discrete-Time Signal Processing. Tretja izdaja. Prentice Hall Inc., 2010.
3. Rajeev Madhavan. Quick Reference for Verilog HDL. Automata Publishing Company, 1995.
4. Zynq-7000 SoC Data Sheet: Overview. Xilinx, Inc., julij 2018.
5. KNC-SRV-SMH40S Servo. Anaheim Automation, Inc., april 2019.

O avtorju

Jens Sorensen je inženir za sistemske aplikacije pri podjetju Analog Devices, kjer dela na rešitvah za krmiljenje motorjev za industrijsko uporabo. Ima diplomo M.Eng.Sc. iz Univerze Aalborg na Danskem. Zanimajo ga predvsem krmilni algoritmi, močnostna elektronika in krmilni procesorji. Dosegljiv je na naslovu jens.sorensen@analog.com.

O avtorju

Shane O'Meara je inženir za sistemske aplikacije v ekipi za povezano premikanje in robotiko pri podjetju Analog Devices. Njegovo strokovno področje so natančno pretvarjanje in signalne verige za krmiljenje in nadzor v industrijskih aplikacijah za krmiljenje gibanja. Ima diplomo B.Eng. iz Univerze Limerick, v podjetju Analog Devices pa dela od leta 2011. Dosegljiv je na naslovu shane.omeara@analog.com.

O avtorju

Dara O'Sullivan je inženir za sistemske aplikacije v ekipi za povezano premikanje in robotiko v poslovni enoti za avtomatizacijo ter energetiko pri podjetju Analog Devices. Njegovo strokovno področje so pretvarjanje moči, krmiljenje in nadzor v industrijskih aplikacijah za krmiljenje gibanja. Ima diplomo B.E., M.Eng.Sc. in Ph.D. iz univerze University College Cork na Irskem, od leta 2001 pa je delal na številnih aplikacijah za industrijo in obnovljive vire energije na številnih delovnih mestih za raziskave, svetovanje ter industrijo. Dosegljiv je na naslovu dara.osullivan@analog.com.

C/C++

Avtor: Mag. Boštjan Šuhel
Email: bostjan.suhel@gmail.com

C je prevajalnik, torej se programi izvajajo hitro. Srednješolski program računalniškega tehnika zaključimo z urejanji. Za ta namen so napisane štiri vaje za 4-1 različne urejevalne metode in na koncu še vaja, ki izmeri čase urejanja za štiri metode, in sestavi tabelo za različne dolžine vhodnih podatkov. Poglejmo si te vaje.

mehurcno.c

Mehurčno urejanje (Vir:2) uredi naključne podatke v vhodnem polju naraščajoče. Urejeni podatki omogočajo zelo hitre iskalne algoritme, ki imajo časovno kompleksnost $\ln(n)$. Neurejeni podatki imajo iskalne algoritme s časovno kompleksnostjo n . Urejanje je osnovno opravilo podatkovnih algoritmov. Zahteva teorijo in napisane programe, ki te teorije razložijo računalniku. Pri mehurčnem algoritmu začnemo spodaj in primerjamo spodnjo dvojico podatkov. Njuni vrednosti zamenjamo takrat, če je spodnji element manjši od zgornjega. Ta postopek ponavljamo do vrha tabele. Sedaj imamo na vrhu najmanjši element tabele.

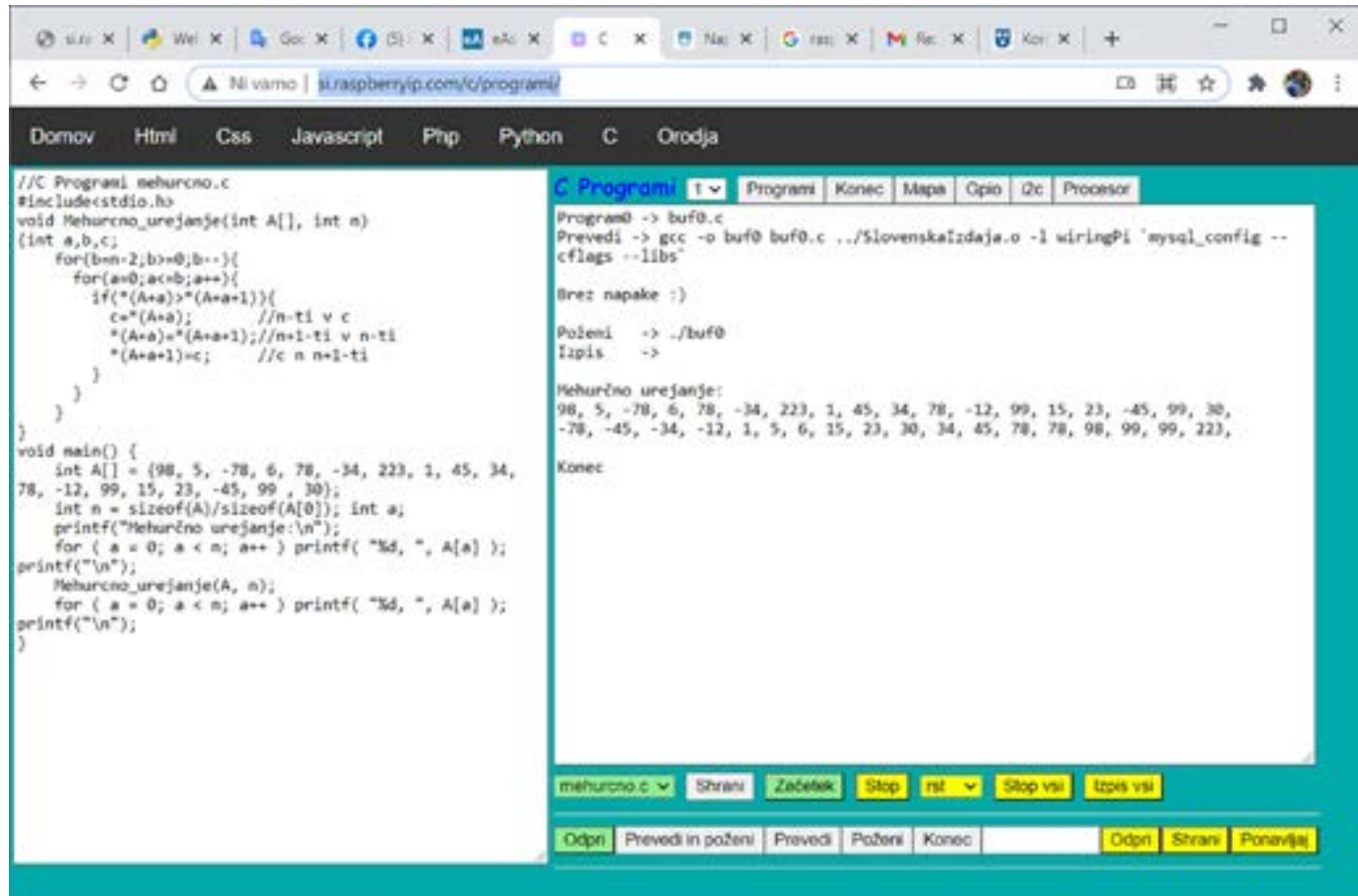
Ker vemo, da je najmanjši element že na vrhu, postopek ponovimo, vendar se ustavimo en zapis pred vrhom. Sedaj vemo, da je na drugem mestu drugi naj manjši element. Postopek ponavljamo, dokler padajoče ne uredimo cele tabele. Tako nam

elementi kot nekakšni mehurčki plavajo proti vrhu. Od tod ime. Mehurčno urejanje ni občutljivo na vhodne podatke. Urejanje je enako dolgo, ne glede na vhodne podatke. Časovna kompleksnost je n^2 , kar urejanje uvršča med počasnejše. Čas urejanja narašča kvadratno z dolžino vhodnih podatkov.

Ta podatek je recept za časovno bombo. Kar pomeni, da bi program odlično in hitro deloval pri npr. 1000 vhodnih podatkih. Pri npr. 100.000 vhodnih podatkih bi povsem zablokiral računalnik.

zlivanje.c

Zlivanje (Vir:3) je metoda urejanja, ki ni odvisna od vhodnih podatkov, sama hitrost ni odvisna od razporeditve podatkov. Časovna kompleksnost je $n \ln(n)$. Časovna kompleksnost ima veliko konstanto, zato se hitrost urejanja v primerjavi z mehurčnim urejanjem pozna šele pri velikih n .



```
//C Programi mehurcno.c
#include<stdio.h>
void Mehurcno_urejanje(int A[], int n)
{int a,b,c;
  for(b=n-2;b>=0;b--){
    for(a=0;a<=b;a++){
      if(A[a]>A[a+1]){
        c=A[a]; //n-ti v c
        A[a]=A[a+1]; //n+1-ti v n-ti
        A[a+1]=c; //c n n+1-ti
      }
    }
  }
}

void main() {
  int A[] = {98, 5, -78, 6, 78, -34, 223, 1, 45, 34,
78, -12, 99, 15, 23, -45, 99, 30};
  int n = sizeof(A)/sizeof(A[0]); int a;
  printf("Mehurčno urejanje:\n");
  for ( a = 0; a < n; a++ ) printf( "%d, ", A[a] );
  printf("\n");
  Mehurcno_urejanje(A, n);
  for ( a = 0; a < n; a++ ) printf( "%d, ", A[a] );
  printf("\n");
}
```

C Programi 1 Programi Koniec Mapa Opio Qc Preprocessor

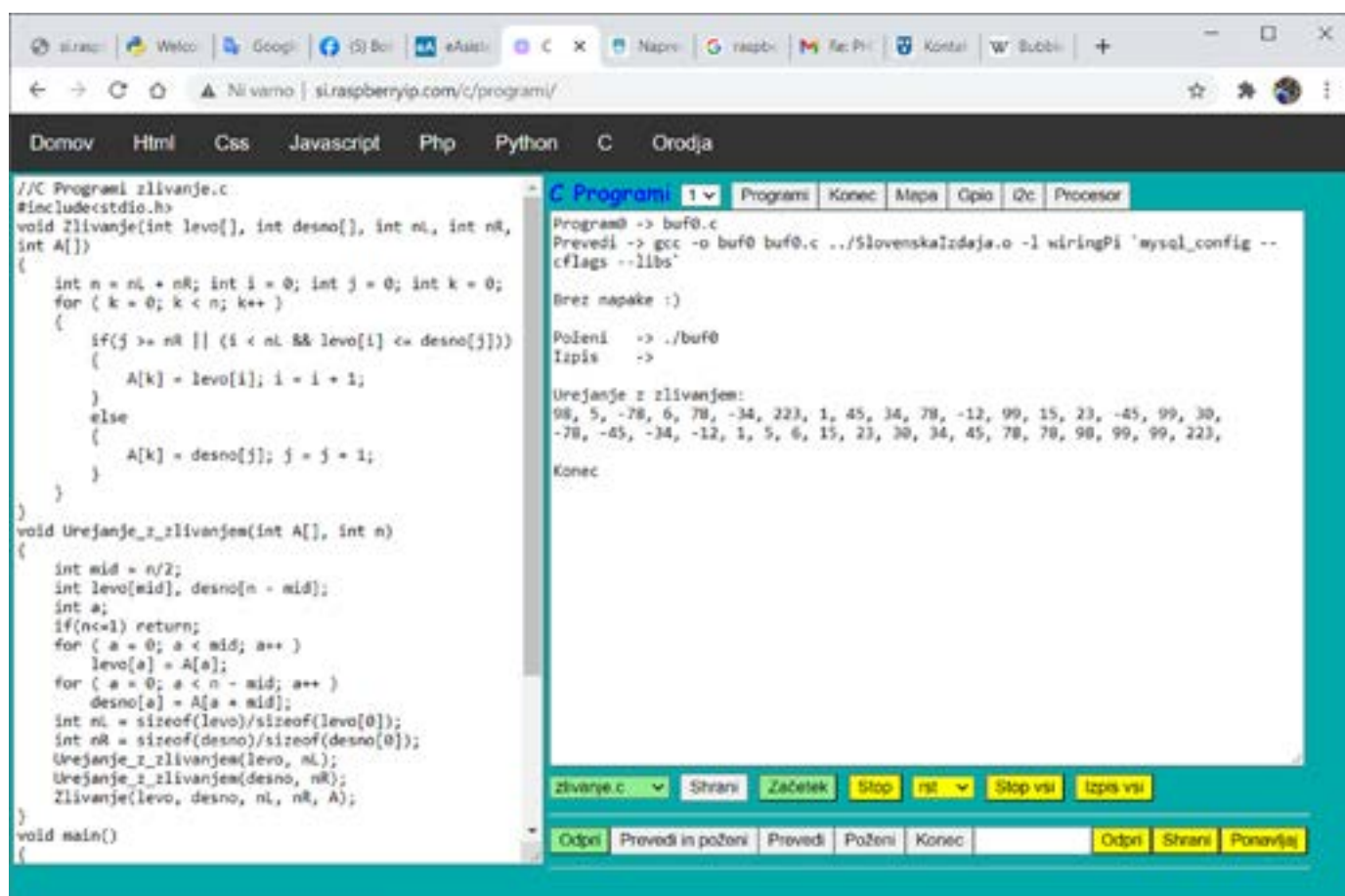
Program0 -> buf0.c
Prevedi -> gcc -o buf0 buf0.c ../SlovenskaIzdaja.o -l wiringPi `mysql\_config --cflags --libs`
Brez napake :)
Pošeni -> ./buf0
Izpis ->

Mehurčno urejanje:
98, 5, -78, 6, 78, -34, 223, 1, 45, 34, 78, -12, 99, 15, 23, -45, 99, 30,
-78, -45, -34, -12, 1, 5, 6, 15, 23, 30, 34, 45, 78, 78, 98, 99, 99, 223,
Koniec

mehurcno.c Shrani Začetek Stop rst Stop vsi Izpis vsi

Odpr Prevedi in pošeni Prevedi Pošeni Koniec Odpr Shrani Ponovljaj

Slika 1 mehurcno.c



Slika 2 zlivanje.c

Mehurčno urejanje deli vhodno tabelo na polovico. Te polovice na četrtine in tako naprej, dokler ne ostaneta samo dve števili. Rekurzivno pisanje programov močno obremenjuje zalogo (stack). Rekurzivni programi so kratki in jasni. Preostali dve števili uredimo z enostavnim if stavkom. Sedaj zlivamo najprej dvojice, potem po štiri, osem do vrha. Po končanem postopku imamo urejeno tabelo. C je prevajalnik. Prvič morate pritisniti gumb »Prevedi in poženi«. Ko je enkrat program preveden, lahko za ponovni zagon programa pritisnemo gumb »Poženi«

vstavljanje.c

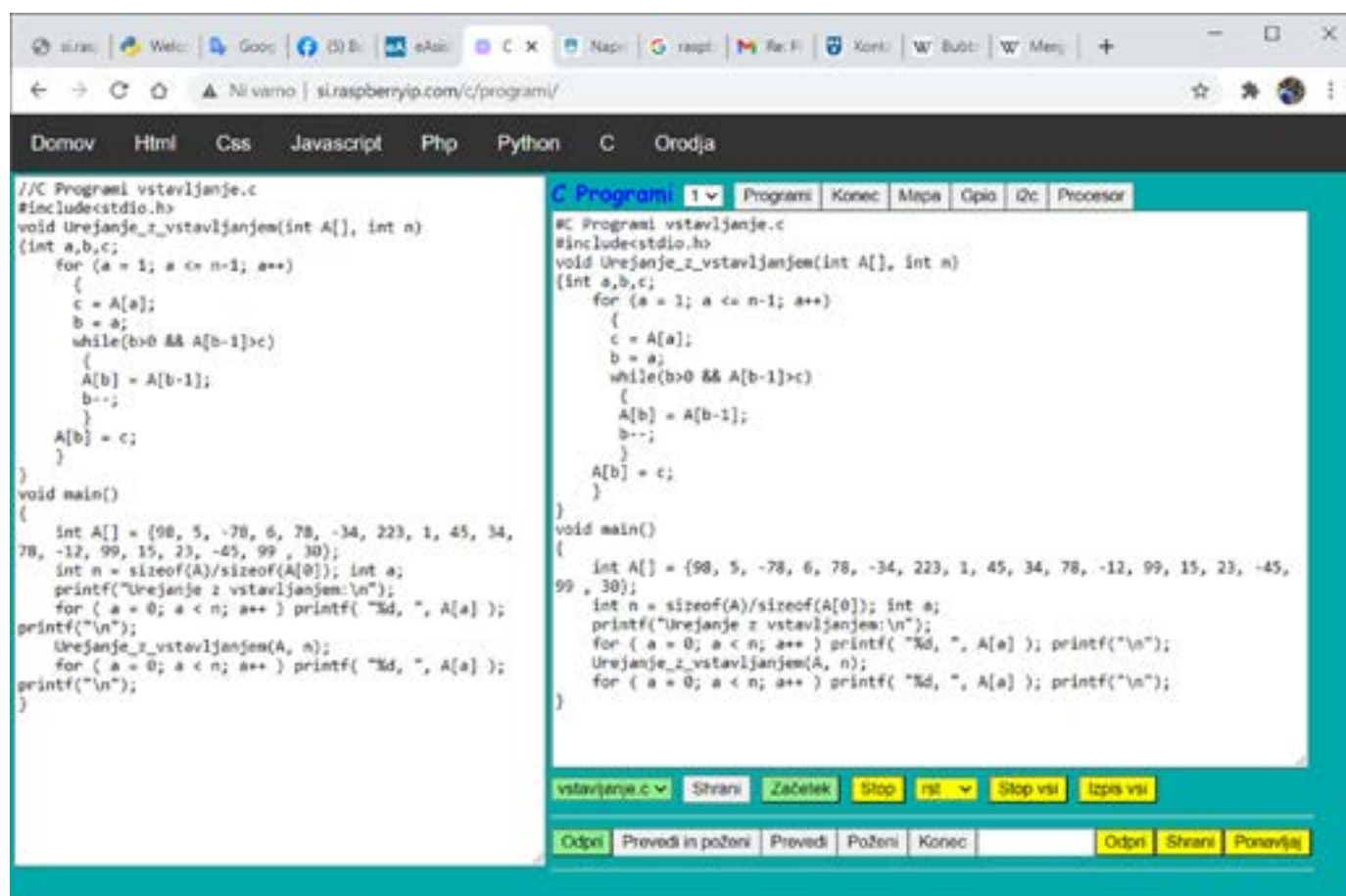
Urejanje z vstavljanjem (Vir:4) je neodvisno od podatkov. Ima časovno kompleksnost n^2 . Je nevaren za temperane bombe ob prevelikem povečanju vhodnih podatkov. Urejanje z vstavljanjem začne na drugem mestu in si zapomni vrednost. Najprej izberemo podtabelo spodnjih dveh elementov. Zapomnimo si zgornji element podtabele. Poiščemo prvo mesto, kjer je zgornji element večji kot element na trenutnem mestu. Zgornji element podtabele vpišemo na mesto kamor spada, preostali del podtabele pa prestavimo za eno navzgor. Podtabela prvi, drugi element je s tem postopkom urejen. Sedaj si zapomni tretji element in ga vstavi v podtabelo prvi, tretji element. Ustavimo zopet na mesto, ki ustreza velikosti tretjega elementa. Vstavljanje pomeni, da najprej poiščemo mesto, kamor moramo ustaviti element. Potem vse elemente desno prestavimo za ena, in na koncu zapišemo zadnji element na izpraznjeno mesto. Ko ta postopek ponovimo za celotno tabelo, je le-ta urejena.

hitro.c

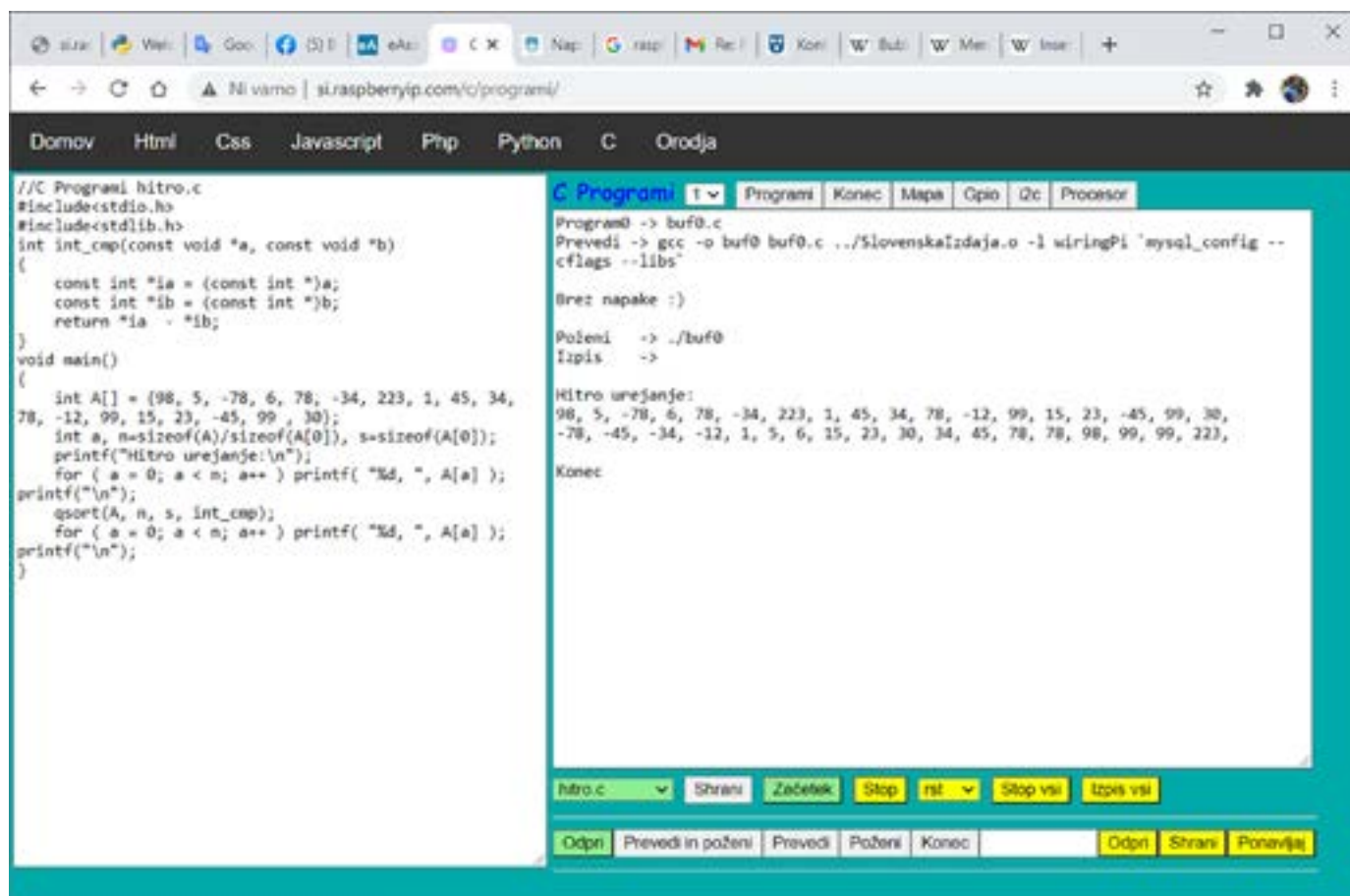
Hitro urejanje (Vir:5) je odvisno od vhodnih podatkov. Takemu urejanju lahko podtaknemo take podatke, da ureja po časovni kompleksnosti n^2 ali pa po $n \ln(n)$. Zaradi male konstante je v povprečju učinkovit pri kratkih ali dolgih vhodnih tabelah. Vaja uporabi knjižnico stdlib. Ime urejanja je qsort (quick sort). Uporaba standardnih in preizkušenih knjižnic je dobra izbira, zaradi male verjetnosti napake in verjetno naj boljših rezultatov. Je pa tale vaja odlična za malo bolj radovedne. Če si pogledate na Vir:5, boste našli zapis algoritma za hitro urejanje. Poizkusite namesto standardne knjižnice uporabiti ta algoritem.

meritev.c

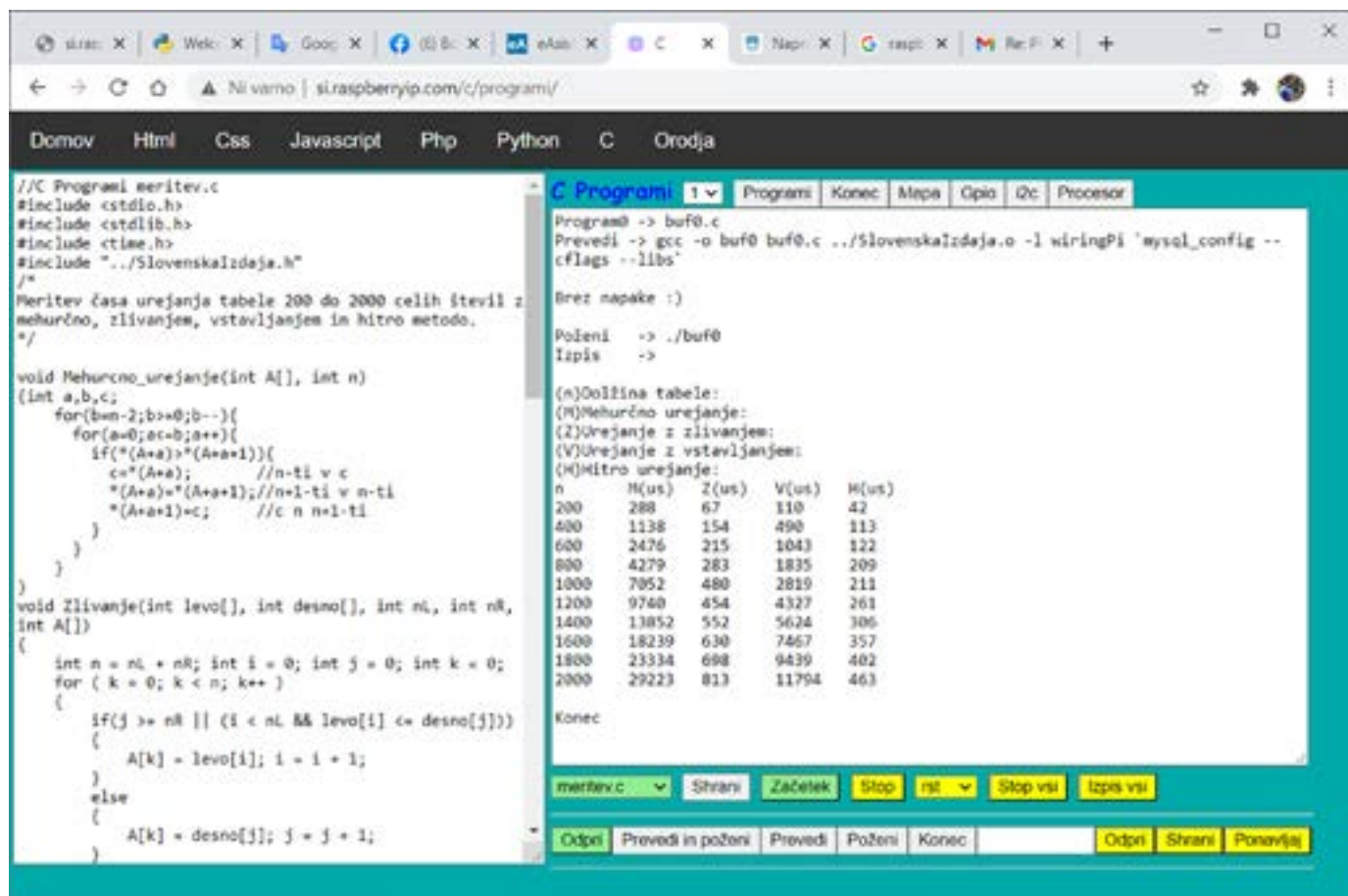
Pri urejanju se ukvarjamo s časovno kompleksnostjo in eventualno odvisnostjo od vhodnih podatkov. Na primerih smo si pogledali štiri najbolj uporabljane algoritme. Nekaj malega smo si ogledali teoretično ozadje, za razširjeno poznavanje so navedeni viri. Na primerih smo vedno dali enake vhodne podatke in na koncu dobili le-te lepo urejene. Sedaj nas zanimajo konkretni časi urejanja naključnih vhodnih podatkov ob različnih dolžinah le-teh. Najprej nekaj o merjenju časa. Seveda uporabimo knjižnico za to. Najprej se moramo zavedati, da smo v več pravilnem operacijskem sistemu, z osrednjim dodeljevalnikom opravil. Vsako opravilo je lahko kadarkoli naključno prekinjeno za naključno dolžino časa. Zadnjič smo ugotovili, da se to dogaja v časovnem okviru cca. 2ms. Kratki časi izvajanja programa (kar v našem primeru pomeni kratka vhodna tabela), lahko pri meritvah, ki se



Slika 3 vstavljanje.c



Slika 4 hitro.c



Slika 5 meritev.c

izvajajo na vgrajenih števcih procesorskih jader, velika stresanja rezultata. Dodeljevalnik opravi že lahko poskrbi, da se programi, ki so v delovanju, čedalje manj prekinjajo v primerjavi s programi, ki uporabljajo sleep metodo, vendar je pri kratkih programih vsega konec, preden se opravi optimizacija. Pomaga, da test izvedemo večkrat in primerjamo rezultate.

Iz tabele lahko razberemo časovno kompleksnost in izvajanje merjeno v mikrosekundah. Kot smo napovedali, se iz rezultatov

(n) Dolžina tabele:					
(M) Mehurčno urejanje:					
(Z) Urejanje z zlivanjem:					
(V) Urejanje z vstavljanjem:					
(H) Hitro urejanje:					
n	M(us)	Z(us)	V(us)	H(us)	
200	288	67	110	42	
400	1138	154	490	113	
600	2476	215	1043	122	
800	4279	283	1835	209	
1000	7052	480	2819	211	
1200	9740	454	4327	261	
1400	13852	552	5624	306	
1600	18239	630	7467	357	
1800	23334	698	9439	402	
2000	29223	813	11794	463	

vidi časovna kompleksnost n^2 pri mehurčnem urejanju in urejanju z vstavljanjem. Časovna kompleksnost $n \ln(2)$ prepoznamo iz rezultatov urejanja z zlivanjem in pri hitrem urejanju. Zanimarjive niso konstante, ki določijo zmagovalca v obeh kategorijah časovne kompleksnosti. Absolutni

zmagovalac je pričakovano uporaba standardne knjižnice za hitro urejanje. Vendar tudi urejanje z zlivanjem ni slabo. Upoštevati moramo, da smo ga napisali enkrat za vajo, ga nismo nič optimizirali (npr. uporaba registrov) in ni bil izpostavljen optimizacijam, kar se je standardni knjižnici zagotovo dogajalo.

Za zaključek naloga. Poizkusite optimizirati urejanje z zlivanjem. Urejanje z zlivanjem ni odvisno od vhodnih podatkov, zato ima najslabšo možnost, daleč boljšo od hitrega urejanja. Obstaja ogromno problemov, kjer nas zanima najslabša možnost in ne povprečje. Če najdete super rešitev, bomo popravili vajo in dodali ime avtorja.

Naslednjič

Naslednjič se vračamo na Python. Čakajo nas tri nadaljevanja osnov. Python je prvi po uporabi s strani programerjev, zato je prav, da ga spoznamo temeljito, preden udarimo v realne projekte. Vse kar berete je na slovenski izdaji in je osnova novi mehatroniki, ki sledi tehnološki revoluciji.

Viri

<http://si.raspberrypi.com/c/programi/>
https://en.wikipedia.org/wiki/Bubble_sort
https://en.wikipedia.org/wiki/Merge_sort
https://en.wikipedia.org/wiki/Insertion_sort
<https://en.wikipedia.org/wiki/Quicksort>

Shield-A, učni pripomoček za programiranje mikrokontrolerjev (7)

Avtorja: Vladimir Mitrović in Robert Sedak
email: vmitrovic12@gmail.com

Komunikacija med mikrokontrolerjem in PC-jem

Komunikacija preko USB kabla je dvosmerna: ne samo da mikrokontroler lahko pošlje sporočilo osebnemu računalniku, pač pa lahko tudi osebni računalnik pošlje sporočilo mikrokontrolerju. S primeri iz preteklega nadaljevanja smo ilustrirali pošiljanje sporočila, tokrat pa bomo pokazali kako lahko mikrokontroler sprejme in obdela sporočilo, ki mu je bila poslana iz terminalskega emulatorja. Predpostavili bomo, da sta Arduino Uno in osebni računalnik še vedno povezana kot prikazano na sliki 23 in da je na Arduino Uno postavljen razvojni sistem Shield-A. Izkoristili bomo svetleče diode D0-D7 z razvojnega sistema ki so, kot smo to že prej spoznali, s priključki Arduino Uno ploščice in z mikrokontrolerjem povezane kot je prikazano na sliki 27.

- če je sprejeta številka med 0 in 7, je potrebno vklopiti "istoimensko" LED-ico, D0-D7;
- če je sprejeta številka 8, je potrebno zamenjati stanje vseh LED-ic;
- če je sprejeta številka 9, je potrebno ugasniti vse LED-ice.

Bascom-AVR rešitev (program Shield-A_9.bas)

Najprej bomo definirali spremenljivko Znak in konfigurirali priključke ki krmilijo LED-ice na že poznati način:

```
Dim Znak As Byte

Config Portb.4 = Output
Portb.4 = 1
Config Portd = Output
Portd = &B00000000
```

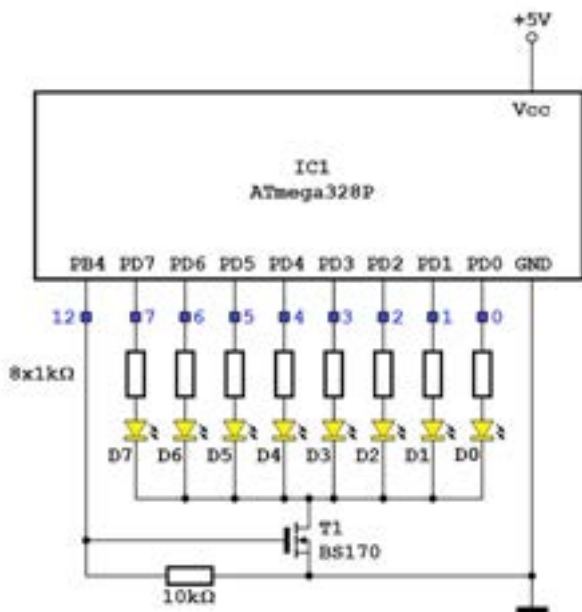
V spremenljivko Znak bomo v brezkončni zanki sprejemali znake, ki prihajajo iz terminalskega emulatorja:

```
Do
  Znak = Inkey()
```

Funkcija Inkey() vrača binarno vrednost sprejetega znaka (njegovo 8-bitno ASCII kodo) ali binarno ničlo, če od predhodne do te izvršitve nič ni bilo sprejeto. Takšna "prazna" sporočila moramo ignorirati, zato bomo podprogram Vrti_znak izvršili samo v primeru, če je terminalski emulator res nekaj poslal:

```
If Znak <> 0 Then
  Gosub Vrti_znak
End If
```

V podprogramu preverjamo, ali je sprejeti znak mala črka, in v tem primeru zmanjšujemo njegovo ASCII kodo za 32 (tako smo ga pretvorili v veliko črko) in nato sprejeti ali "popravljeni" znak pošljemo nazaj v terminalski emulator z ukazom *Print*:



Slika 27: Svetleče diode D7-D0 so tako povezane s priključki Arduino Uno ploščice in priključki mikrokontrolerja

9. programska naloga:

Program sprejema znake iz terminalskega emulatorja in vsak sprejeti znak vrača nazaj v nespremenjeni obliki, razen če gre za majhno črko; v tem primeru jo bo program pretvoril v veliko črko in jo šele nato poslal nazaj. Nekatere znake bo program razumel kot ukaze:

```

Vrati_znak:
  If Znak >= "a" And Znak <= "z" Then
    Znak = Znak - 32
  End If
  Print Chr(znak)
Return

```

Po vrnitvi v glavno zanko mora program še preveriti, ali sprejeti znak predstavlja nek ukaz definiran z nalogo. Če gre za številko med 0 in 7, program pretvori njegovo ASCII kodo v binarno vrednost 0 do 7 in nato postavlja en od bitov PORTD.0 do PORTD.7, in tako vklopi eno od LED-ic:

```

If Znak >= "0" And Znak <= "7" Then
  Znak = Znak - "0"
  Portd.znak = 1

```

Če so sprejete številke 8 ali 9, bo program spremenil stanje vseh priključkov ali pa jih vse postavil v stanje 0, prav tako, kot je z nalogo predvideno:

```

Elseif Znak = "8" Then
  Portd = Not Portd
Elseif Znak = "9" Then
  Portd = &B00000000
End If
Loop

```

Preverimo, če vse dela kakor smo si zamislili! Za to je potrebno postaviti Shield-A na Arduino Uno, ju povezati z osebnim računalnikom po shemi s slike 23, sprogramirati mikrokontroler in zagnati terminalski emulator.

Če pritisnemo na tipkovnici neko tipko, se bo v oknu terminalskega emulatorja izpisal ustrezen znak. To, česar ne vidimo je, da je ta znak "potoval" preko USB kabla do mikrokontrolerja, da ga je program sprejel in se je nato preko istega kabla vrnil nazaj v terminalski emulator, da bi ga končno lahko prikazal na zaslonu. Da je temu res tako, bomo dokazali tako, da na tipkovnici pritisnemo eno od tipk s črkami: male črke se bodo izpisale kot velike, kot da je na tipkovnici aktivirana tipka "caps lock" (opomba: to velja samo za črke angleške abecede, za specifične črke naše abecede bi morali dodatno dodelati program).

In sedaj preverimo del programa, ki bi moral vklopiti in izklopiti svetleče diode! Če pritisnete tipko s številko 7, se bo vklopila svetleča dioda D7, 6 bo vklopila D6 in tako po vrsti vse do tipke s številko 2, prav tako kot pričakujemo. Tipki s številka 8 in

9 delata po pričakovanjih vendar opazimo, da LED-ici D0 in D1 stalno svetita in ju ni mogoče kontrolirati iz terminalskega emulatorja. Zaradi česa sta te dve LED-ici drugačni od ostalih?

Priključka mikrokontrolerja PD0 in PD1, na katera sta spojeni, sta večnamenska in se tako uporabljata tudi za serijsko komunikacijo. Če v Bascom-AVR programu uporabimo ukaz kot je Print ali Inkey(), bomo izgubili kontrolo nad njima - neodvisno od tega, ali smo ju konfigurirali kot izhodna ali če jima menjamo logična stanja, te naše aktivnosti se bodo dogodile, kot smo jih želeli znotraj mikrokontrolerja, vendar se to ne bo odrazilo na zunanjih priključkih PD0 in PD1.

Obstajajo tudi druge situacije v katerih izgubimo kontrolo nad tema priključkoma, obstajajo pa tudi situacije, v katerih ju normalno uporabljamo (npr., normalno smo ju uporabljali v programih Shield-A_5.bas do Shield-A_7b.bas). Zato bi se generalno priporočilo lahko glasilo tako: če uporabljate Arduino v nekem vezju, se izogibajte uporabi priključkov PD0 in PD1, lahko se zgodi, da ne bo vse delalo tako, kot ste si zamislili. To velja kar se tiče Bascom-AVRa; pogledjmo, če obstaja tudi pri Arduino programskega jezika isti problem!

Arduino rešitev (program Shield-A_9.ino)

Najprej bomo konfigurirati priključke, ki krmilijo LED-ice in serijsko komunikacijo z računalnikom na od prej poznani način:

```

void setup() {
  for ( int i = 0; i <= 7; i++){
    pinMode(i, OUTPUT);
    digitalWrite(i, LOW);
  }

  pinMode(12, OUTPUT);
  digitalWrite(12, HIGH);

  pinMode(A1, INPUT_PULLUP);
  pinMode(A2, INPUT_PULLUP);
  Serial.begin(9600);
}

```

Za prepoznavanje, če je poslan znak preko serijske komunikacije, bomo uporabili funkcijo Serial.available(). Ta funkcija nam sporoči če in koliko bajtov je dostopnih za branje s serijskega porta, kateri so že sprejeti in spravljani v priročen vhodni spomin serijskega porta. V kolikor funkcija vrača številko večjo od ničle to pomeni, da so podatki pripravljeni v priročnem spominu in jih lahko preberemo.

Na sliki 28 vidite z rdečim pravokotnikom okvirjeno polje, v katero se vpisujejo podatki. Za pošiljanje v Arduino Uno pa moramo bodisi pritisniti tipko Enter ali klikniti na virtualno tipko "Send".



Slika 28: Prikaz monitorja serijske komunikacije

Za branje enega znaka bomo uporabili funkcijo `Serial.read()`. Funkcija vrača vrsto podatkov `int`. Da bi si olajšali programersko življenje pri kasnejši primerjavi prebranega znaka s pričakovanimi znaki, bomo prebrani znak shranili v spremenljivko znaka vrste `char`. Prevajalnik bo med prevajanjem dodal funkcije za pretvarjanje `int` v `char`.

Opazili bomo isti algoritem kot v Bascom-AVR primeru:

```
void loop() {
  if (Serial.available() > 0) {
    char znak = Serial.read();
    if (znak >= 'a' and znak <= 'z' ) {
      znak = znak - 32;
      Serial.println(znak);
    }

    if (znak >= '0' and znak <= '7' ) {
      znak = znak - '0';
      digitalWrite(znak, HIGH);
    } else if (znak == '8') {
      for ( int i = 0; i <= 7; i++){
        digitalWrite(i, !digitalRead(i));
      }
    } else if (znak == '9') {
      for ( int i = 0; i <= 7; i++){
        digitalWrite(i, LOW);
      }
    }
  }
}
```

Opazili boste, da pri primerjavi vsebine spremenljivke `znak` uporabljamo enojne narekovaje in ne dvojnih. Ko uporabljamo dvojne narekovaje takrat prevajalnik ve, da želimo primerjati vrsto podatkov `string`, ko pa uporabljamo enojne narekovaje takrat prevajalnik ve, da želimo primerjati podatke vrste `char`. V programskih jezikih C in C++ morata biti oba podatka, ki se primerjata, iste vrste. V nasprotnem primeru se lahko dogodi to, da prevajalnik ne javi napake, program pa ne bo delal to, kar pričakujemo.

Ena od karakteristik programskega jezika Bascom-AVR je izjemno enostavno krmiljenje s priključki mikrokontrolerja s pomočjo pridruženih registrov. Da bi lahko isto naredili v programskih jezikih C ali C++, bi morali uporabljati Booleovo algebro in pomikanje podatkov v registru. Za podrobno pojasnitev takega načina krmiljenja bi potrebovali nov članek; zato uporabljamo že poznana ukaza `digitalRead()` in `digitalWrite()`.

Ko vpišemo znak 8, takrat program v For zanki "prehaja" preko priključkov PD0 (D0) do PD7 (D7), bere stanje posameznega priključka, spremeni (invertira) stanje in zapiše novo stanje priključka (za invertiranje se uporablja znak '!').

Pri izvrševanju programa se pojavi že prej opisani problem s priključkoma PD0 in PD1.

Vprašanje za radovedne: Kaj se bo zgodilo, če s pomočjo monitorja serijske komunikacije pošljete niz 9753?

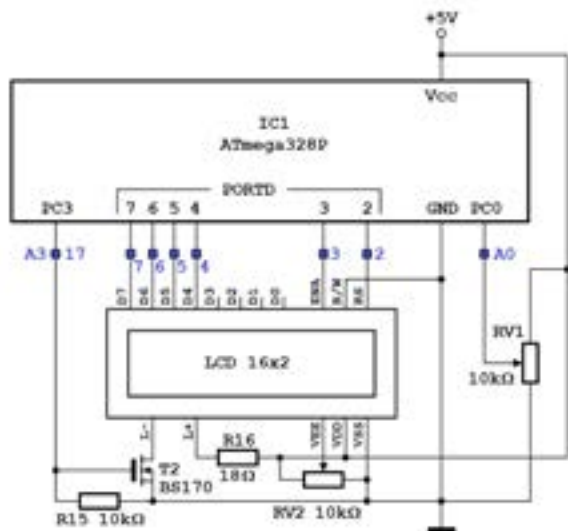
Drugi, še bolj eleganten način prikazovanja sporočil iz mikrokontrolerja je uporaba alfanumeričnega displeja (LCD). Razvojni sistem Shield-A ima 16-pinski priključek za alfanumerični displej tipa 16x2 (dve vrstici s po 16 znaki v vsaki vrstici). Ko se displej postavi na Shield-A, bo prekril svetleče diode (slika 29), vendar to niti ni več важно: informacija, ki jo lahko prikažemo na displeju je precej bolj kvalitetna od informacije, ki jo lahko prenesemo s pomočjo LED-ic.



Slika 29: Ko se alfanumerični displej postavi na Shield-A, bo prekrival svetleče diode

Opombe: standardno se proizvajajo alfanumerični displeji z eno, dvema ali štirimi vrsticami, s 16 ali 20 znaki v vsaki vrstici. Večina displejev na tržišču ima identičen razpored priključkov in se, teoretično, vsi te displeji lahko priključijo na Shield-A. Ker pa so dimenzije displejev odvisne od skupnega števila znakov, bo na Shield-A najbolje „sedel“ displej tipa 16x2. Razpored priključkov na tiskani ploščici razvojnega sistema Shield-A ustreza AN displejem, pri katerih je priključek 16 katoda, priključek 15 pa anoda

osvetlitve ozadja zaslona. Na tržišču obstajajo tudi displeji pri katerih sta priključka anode in katode osvetlitve ozadja zaslona "zamenjana"; takšni displeji se lahko postavijo na Shield-A, vendar jim brez ustreznega popravka prevezave ne bomo mogli vklopiti osvetlitev ozadja.



Slika 30: Alfanumerični displej je tako povezan s priključki Arduino Uno ploščice in priključki mikrokontrolerja

Shema na sliki 30 prikazuje kako se alfanumerični displej preko Shielda-A povezuje s priključki Arduino Uno ploščice, oziroma, s priključki mikrokontrolerja. Za komunikacijo z displejem je potrebnih šest linij: dve kontrolni (RS, EN) in štiri podatkovne (D7-D4). Opazili boste, da smo izkoristili iste priključke Arduino ploščice oziroma mikrokontrolerja, katere smo do sedaj uporabljali za krmiljenje LED-ice. To ima smisel zato, ker so LED-ice tako prekrile, pa tudi ne bodo predstavljale problem niti v tehničnem smislu, dokler je tranzistorsko stikalo T1 (slike 18, 21, 27) izključeno.

Prikaz na displeju se nastavlja z napetostjo na priključku VEE, s pomočjo trimerja RV2 na razvojni plošči Shield-A. Če je slika preveč blede ali pretemna ali se sporočilo sploh ne vidi, je potrebno vrteti trimmer, dokler se ne doseže najboljša vidljivost. Optimalen položaj drsnika je največkrat blizu priključka, ki je spojen na maso. Osvetlitev ozadja alfanumeričnega displeja se vklopi s tranzistorjem T2.

V naslednjih primerih bomo ilustrirali kako se uporablja alfanumerični displej iz programskih jezikov Bascom-AVR in Arduino.

10. programska naloga:

Program naj izpiše pozdravno sporočilo, nato naj izmeri napetost na drsniku potenciometra RV1 in prikaže izmerjeno vrednost v drugi vrstici displeja.

Bascom-AVR rešitev (program Shield-A_10.bas)

V programu moramo najprej definirati kateri tip AN displeja uporabljamo

```
Config Lcdbus = 4
Config Lcd = 16 * 2
```

in nato opisati, kako so priključki displeja povezani s priključki mikrokontrolerja:

```
Config Lcdpin = Pin , Db7 = Pind.7 ,
Db6 = Pind.6 , Db5 = Pind.5 ,
Db4 = Pind.4 , E = Pind.3 ,
Rs = Pind.2
```

Ta opis mora ustrezati dejanskemu stanju (primerjajte s sliko 30)! Konfiguracijski del običajno zaključimo z dvema izvršnima ukazoma:

```
Cursor Off
Cls
```

Prvi bo preprečil prikaz kurzorja (črtice ki prikazuje aktualen naslov oziroma lokacijo, na kateri se bo izpisal naslednji znak), drugi ukaz bo zbrisal vsebino displeja in kot aktualen naslov postavi gornji levi vogal displeja. Če ima displej osvetlitev ozadja, ga bomo vključili s pomočjo tranzistorskega stikala T2:

```
Config Portc.3 = Output
Portc.3 = 1
```

Sedaj lahko pišemo kar želimo! Uporabili bomo ukaz *Lcd*, ki je zelo podoben ukazu *Print* iz predhodnih primerov:

```
Lcd "*** Shield-A ***"
Home L
Lcd "Svet elektronike"
```

Rezultat vidimo na sliki 31 zgoraj: prvo sporočilo je izpisano v gornji vrstici displeja, medtem, ko ukaz *Home L* povzročil, da se je drugo sporočilo izpisalo v začetku spodnje vrstice.

Pozdravno sporočilo bomo zadržali nekaj sekund, in nato izbrisali spodnjo vrstico, da bi jo osvobodili za prikaz merjenja:

```
Wait 5
Home L
Lcd Spc(16)
```



Slika 31: Prikaz sporočila iz programa Shield-A_10

Funkcija `Spc(16)` generira 16 belin, ki bodo prekrile predhodno vsebino spodnje vrstice displeja. Konfiguracija A-D pretvornika, postopek merjenja in preračun pridobljene vrednosti v napetost so identični postopkom prikazanim v programih Shield-A_8a in Shield-A_8b. Edina razlika je v tem, da smo ukaz `Print` zamenjali z ukazom `Lcd`:

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

```
Do
  Napon = Getadc(0)
  Napon = Napon * 5000
  Napon = Napon / 1023
  Home L
  Lcd "U = " ; Napon ; " mV    "
  Waitms 100
Loop
```

Arduino rešitev (program Shield-A_10.ino)

V Arduino programih za delo z AN displejem uporabljamo ustrezno knjižnico funkcij. Ko knjižnico vključimo v naš program, bomo definirali objekt z imenom `lcd` in sočasno definirali komunikacijske priključke:

```
#include <LiquidCrystal.h>

LiquidCrystal lcd(2, 3, 4, 5, 6, 7);
```

V funkciji `setup()` bomo vključili osvetlitev ozadja s pomočjo tranzistorskega stikala T2. Vrsto AN displeja definiramo s pomočjo funkcije `lcd.begin(16,2)` s katero določimo, da uporabljamo displej z 2 vrsticama in s 16 znaki v vsaki vrstici. Po definiciji displeja se izpis avtomatsko prične od prvega mesta v gornji vrstici. To lahko spremenimo s funkcijo `lcd.setCursor()`, s katero določimo stolpec in vrstico v kateri želimo izpis. Potrebno je vedeti, da se prva vrstica označuje z ničlo. Isto velja tudi za stolpce. Zato `lcd.setCursor(0,1)` definira začetek izpisa v prvem stolpcu in drugi vrstici. Izpisovanje teksta in spremenljivk je omogočeno s funkcijo `lcd.print()`; po njeni izvršitvi kurzor ostaja v isti vrstici in stolpcu, ki sledi po zadnjem izpisanem znaku. Zato če želimo nastaviti izpis v isti vrstici, nam ni potrebno ponovno definirati položaja kurzorja. Če želimo zbrisati vsebino neke vrstice, jo bomo prepisali s sporočilom, ki vsebuje 16 razmikov (belina). Seveda moramo pred tem postaviti kurzor na začetek zelene vrstice.

```
void setup() {
  pinMode(17, OUTPUT);
  digitalWrite(17, HIGH);

  lcd.begin(16, 2);

  lcd.print("*** Shield-A ***");
  lcd.setCursor(0, 1);
  lcd.print("Svet elektronike");
  delay(5000);
  lcd.setCursor(0, 1);
  lcd.print("                ");
}
```

Funkcija `loop()` uporablja identični algoritem kot v primerih Shield-A_8a in Shield-A_8b, samo sedaj namesto `Serial.print()` in `Serial.println()` uporabimo samo `lcd.print()` in obvezno moramo postaviti kurzor na začetek druge vrstice.

```
void loop() {
  int vrijednostPotenciometra =
  analogRead(A0);
  int napon = map(vrijednostPotenciometra,
  0, 1023, 0 , 5000);

  lcd.setCursor(0, 1);
  lcd.print("U = ");
  lcd.print(napon);
  lcd.print(" mV    ");

  delay(100);
}
```

Opomba: Programi Shield-A_9.bas, Shield-A_10.bas, Shield-A_9.ino in Shield-A_10.ino se lahko brezplačno dobijo v uredništvu revije Svet elektronike.

Uporaba 433 MHz radijskega oddajnika in sprejemnika z ARDUINO

Med gradnjo projektov, ki temeljijo na mikrokontrolerjih, obstajajo primeri, ko bo potrebna komunikacija med dvema napravama, bodisi v dveh smereh (kjer lahko obe napravi oddajata in sprejemata hkrati, kar imenujemo dupleks) bodisi v enostavni komunikaciji, kjer je komunikacija enosmerna (sprejemna naprava ne more oddajati in oddajna naprava ne more sprejemati).

Obstaja več možnosti za izvajanje katerega koli od zgoraj omenjenih načinov komunikacije, izbira določene možnosti pa je običajno odvisna od specifikacije projekta, zlasti od razdalje med napravami in stroškov. Za nizkoporračunsko komunikacijo med dvema mikrokontrolerjema kratkega dosega je eden izmed najbolj zaželenih medijev komunikacija z radiofrekvenčnimi frekvencami (RF) z uporabo 433MHz oddajnih in sprejemnih modulov. V tokratnem članku bomo preučili, kako uporabiti te module za vzpostavitev komunikacije med dvema Arduino ploščama.

433 MHz oddajni in sprejemni moduli

Ti moduli so zaradi nizke cene in enostavnosti uporabe zelo priljubljeni med izdelovalci in ljubitelji DIY. Uporabljajo se v vseh oblikah kratkega dosega, na osnovi simpleksa, komunikacije med dvema mikrokontrolerjema, pri čemer eden od mikrokontrolerjev služi kot oddajnik, drugi pa kot sprejemnik. Ti moduli so ASK RF moduli (Amplitude Shift Keying) ali OOK (Of Hook Keying), kar pomeni, da običajno ne oddajajo moči pri oddajanju logične "ničle" in kot taki porabijo bistveno manj energije. Zaradi te nizke porabe energije so zelo uporabni pri izvedbah, ki se napajajo iz baterij. Nekatere specifikacije oddajnika in sprejemnika so navedene spodaj.

Oddajni modul:

- Delovna napetost: 3V - 12V
- Delovni tok: manj kot 40mA max in min 9mA
- Resonančni način: (SAW)
- Modulacijski način: ASK
- Delovna frekvenca: 433,92MHz
- Izhodna moč: 25mW
- Frekvenčna napaka: + 150kHz (max)

- Hitrost: manj kot 10Kbps
- Doseg: 90m (na odprtem prostoru)

Sprejemni modul:

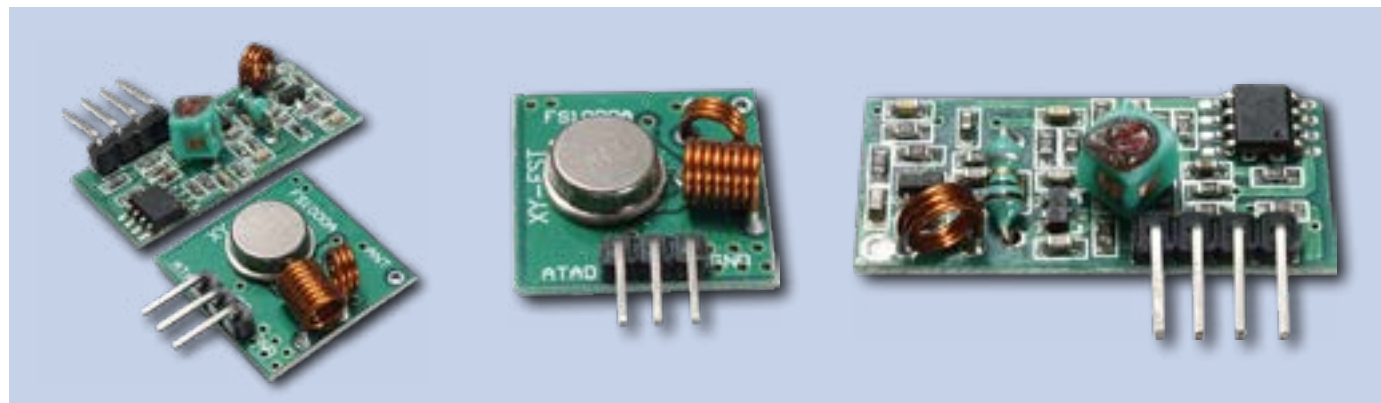
- Delovna napetost: 5,0 VDC + 0,5 V
- Delovni tok: $\leq 5,5$ mA max
- Modulacijski način: OOK / ASK
- Delovna frekvenca: 433,92 MHz
- Širina pasu: 2 MHz
- Občutljivost: presega -100 dBm (50Ω)

Za prikaz enostavnosti dodajanja brezžičnih zmogljivosti projektu z uporabo teh modulov bomo zgradili vremensko postajo z oddaljenim prikazom podatkov. Vremenska postaja bo sestavljena predvsem iz senzorja temperature in vlažnosti ter 433 MHz oddajniškega modula. Naprava bo izmerila temperaturo in vlažnost okolja ter jo preko RF-oddajnika poslala na prikazovalno enoto (sprejeto prek RF-sprejemniškega modula) na ST7735 1,8-palčnem TFT LCD zaslonu.

Potrebne komponente

Za izdelavo tega projekta so potrebne naslednje komponente:

- Arduino Uno
- Komplet 433 MHz oddajnik in sprejemnik
- DHT22
- 1,8-palčni barvni TFT
- Majhna prototipna plošča
- Žice
- Napajalnik ali baterija
- Jumper žice
- Držalo za baterijo



Slika 1: Primer oddajnega in sprejemnega modula

Slika 2: Oddajni modul

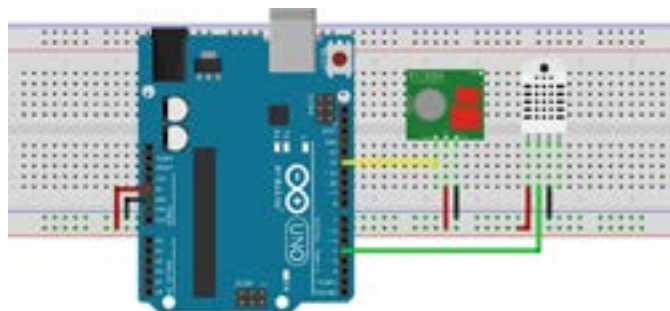
Slika 3: Sprejemni modul

Električna shema

Za ta projekt obstajata dve shemi. Prva je namenjena oddajniku, ki iz okolice pridobiva temperaturo in vlago ter te podatke pošlje drugi polovici projekta - sprejemniku, ki podatke prikaže na zaslonu.

Električna shema oddajnika

Oddajniško vezje je sestavljeno iz Arduina, senzorja temperature in vlage DHT22 ter 433 MHz RF-oddajniškega modula. Za napajanje Arduina, ko je odklopljen od računalnika, lahko dodate baterijo. Priključite komponente, kot je prikazano na sliki 4.



Slika 4: Priklop komponent na oddajniku

Zaradi jasnosti so povezave med Arduinom in drugimi komponentami prikazane spodaj.

Arduino oddajnik:

1. 5V - VCC
2. 12 - Podatki
3. GND – GND

Arduino DHT22:

1. 5V - VCC
2. D4 - Signal
3. GND – GND

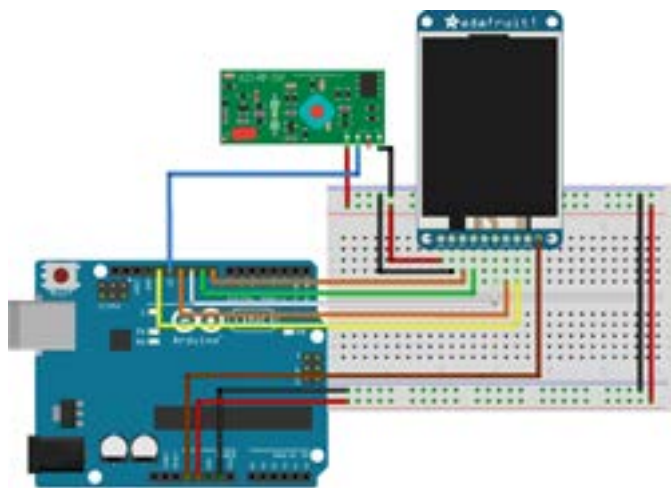
Električna shema za sprejemnik

Sprejemnik je sestavljen iz 433 MHz RF-sprejemniškega modula, 1,8-palčnega barvnega TFT zaslona ST7735 in Arduino Uno. Priključite komponente, kot je prikazano na sliki 5.

Zaradi razlike v razporedu priključkov zaslona od enega proizvajalca do drugega in zaradi jasnosti je povezava med Arduinom in drugimi komponentami, ki sestavljajo sprejemnik, prikazana spodaj:

1,8-palčni TFT – Arduino:

1. LED – 3,3V
2. SCK - D13
3. SDA - D11
4. DC - D9
5. Ponastavitev - D8
6. CS - D10
7. GND - GND
8. VCC – 5V



Slika 5: Priklop sprejemnika

Arduino - 433 MHz Rx modul:

1. 5V - VCC
2. D12 - PODATKI
3. GND - GND

Programska oprema

Za boljše razumevanje uporabe ST7735 1,8-palčnega barvnega zaslona z Arduinom si oglejte eno od prejšnjih vadnic avtorja o povezovanju zaslona z Arduino. Z vsemi opravljenimi povezavami lahko zdaj nadaljujemo s pisanjem kode za ta projekt.

Tako kot smo morali zgraditi dve napravi, bomo za ta projekt napisali dve različni kodi. Ena od kod je za nadzor oddajnika, druga pa za nadzor sprejemnika. Za lažje pisanje kode za ta članek bomo uporabili knjižnice, ki olajšajo krmiljenje vsakega dela projekta. Pri RF modulih bomo za pošiljanje in prejemanje podatkov uporabljali navidezno žično knjižnico, za prikaz prejetih podatkov pa knjižnice Adafruit GFX in Adafruit ST7735 za enostavno posodobitev LCD zaslona ST7735. Da bi ga omejili, bomo uporabili knjižnico senzorjev Adafruit DHT za enostavno pridobivanje podatkov o temperaturi in vlažnosti iz senzorja DHT22.

Algoritem za kodo je preprost. Za oddajnik pridobite vrednosti temperature in vlažnosti iz DHT22 in jih pošljite prek RF oddajnika na sprejemnik. Za sprejemnik pridobite vrednost temperature in vlažnosti, ki jo oddajnik pošlje z RF-sprejemniškim modulom in prikazovalnikom na LCD-ju. Kot ponavadi bom naredil kratko razlago kode za dve polovici projekta, začenši z oddajnikom.

Programska koda oddajnika

Najprej vključimo knjižnice, ki bodo uporabljene znotraj kode:

```
1. //Written by Nick Koumaris
2. //info@educ8s.tv
3.
4. #include <VirtualWire.h>
5. #include "DHT.h"
```

Po tem določimo priključek Arduina, na katerega je povezan naš DHT, in določimo tudi vrsto uporabljenega DHT.

```
1. #define DHTPIN 4
2.
3. #define DHTTYPE DHT22
```

Nato navedemo Arduino priključek, ki bo uporabljen kot naš priključek za prenos podatkov (ki je povezan z podatkovnim priključkom RF oddajniškega modula) in ustvarimo paket "struct", ki bo uporabljen za pošiljanje podatkov.

```
1. const int led_pin = 13;
2. const int transmit_pin = 12;
3.
4. struct package
5. {
6.     float temperature ;
7.     float humidity ;
8. }
```

Nato določimo vrsto ohišja in ustvarimo primer razreda DHT za naslavljanje DHT senzorja.

```
1. typedef struct package Package;
2. Package data;
3.
4. DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);
```

Po tem se premaknemo na funkcijo void setup (), kjer nastavimo TX priključek in druge parametre za inicializacijo RF modula.

```
1. void setup()
2. {
3.     // Initialise the ID and ISR
4.     vw_set_tx_pin(transmit_pin);
5.     vw_set_ptt_inverted(true); // Required for DR3100
6.     vw_setup(800); // Bits per sec
7.     pinMode(led_pin, OUTPUT);
8. }
```

Naslednja je funkcija void loop (), kjer z uporabo funkcije branja senzorja pridobimo temperaturo in vlago. Po pridobitvi podatkov se pošljejo s funkcijo vw_send (). Izvede se čas zakasnitve 2000 ms, da se ustvari interval med podatki in zagotovi, da se eden pošlje pred drugim.

```
1. void loop()
2. {
3.     digitalWrite(led_pin, HIGH); // Flash a light to show transmitting
4.     readSensor();
5.     vw_send((uint8_t *)&data, sizeof(data));
6.     vw_wait_tx(); // Wait until the whole message is gone
7.     digitalWrite(led_pin, LOW);
8.     delay(2000);
9. }
```

Celotna koda je na voljo v viru [1] v razdelku za prenos.

Programska koda sprejemnika

Kot ponavadi začnemo z vključitvijo knjižnic, ki bodo uporabljene.

```
1. //Written by Nick Koumaria
2. //info@educ8s.tv
3.
4. #include <VirtualWire.h>
5. #include <Adafruit_ST7735.h>
6. #include <Adafruit_GFX.h>
```

Nato deklariramo Arduino priključke, na katere so priključeni LCD priključki.

```
1. #define TFT_CS 10
2. #define TFT_RST 8
3. #define TFT_DC 9
4. Adafruit_ST7735 tft = Adafruit_ST7735(TFT_CS, TFT_DC, TFT_RST);
5.
6. // Option 2: use any pins but a little slower
7. #define TFT_SCLK 13 // set these to be whatever pins you like!
8. #define TFT_MOSI 11 // set these to be whatever pins you like!
```

Nato deklariramo Arduino priključek (receive_pin), na katerega je priključen podatkovni priključek modula RF sprejemnika, in ustvarimo spremenljivke char za vrednosti temperature in vlažnosti.

```
1. const int receive_pin = 12;
2. char temperatureChar[10];
3. char humidityChar[10];
```

Nato kreiramo strukturni paket, podoben tistemu znotraj kode oddajnika.

```
1. struct package
2. {
3.     float temperature = 0.0;
4.     float humidity = 0.0;
5. };
```

Po tem se premaknemo na funkcijo void setup (), kjer inicializiramo zaslon in RF sprejemniški modul, ki nastavi hitrost bitov in zažene sprejemnik.

```
1. void setup()
2. {
3.     tft.initR(INITR_BLACKTAB);
4.     tft.fillScreen(ST7735_BLACK);
5.     printUI();
6.     delay(1000);
7.
8.     // Initialise the ID and ISR
9.     vw_set_rx_pin(receive_pin);
10.    vw_setup(800); // Bits per sec
11.    vw_rx_start(); // Start the receiver PLL running
12. }
```


Nato sledi funkcija void loop (). Funkcijo zaženemo s preverjanjem, ali je bilo s funkcijo vw_have_message () prejeto sporočilo. Če je bilo prejeto sporočilo, iz njega pridobimo podatke o temperaturi in vlažnosti ter jih prikazemo na LCD-prikazovalniku.

```

1 void printTemperature(float, uint8_t color, int x, int y, int textSize)
2 {
3   SPI.setCursor(x, y);
4   SPI.setTextColor(color);
5   SPI.setTextSize(textSize);
6   SPI.setTextWrap(false);
7   SPI.print(temp);
8 }
9
10 void print()
11 {
12   printText("TEMPERATURE", ST7735_GREEN, 30, 5, 1); // Temperature Header Text
13   printText("T", ST7735_WHITE, 40, 10, 2);
14   printText("C", ST7735_WHITE, 100, 10, 1);
15
16   printText("HUMIDITY", ST7735_GREEN, 30, 30, 1); // Temperature Header Text
17   printText("H", ST7735_WHITE, 40, 35, 2);
18 }

```

Koda vključuje tudi funkcije, s katerimi so bili rezultati prikazani na uporabniku bolj prijazen način.

Celotna koda sprejemnika je na voljo na [1], kjer je priložen v zip datoteki v razdelku za prenos tega projekta.

Delovanje

Naložite ustrezno kodo v sprejemni in oddajni Arduino. Obe Arduino plošči lahko napajate z baterijskim paketom. Nekaj minut po vklopu naprav bi se na LCD-prikazovalniku morali prikazati podatki o temperaturi in vlažnosti. Območje obsega delovanja oddajnika in sprejemnega modula 433 MHz je na splošno majhno, vendar bi lahko s spajkanjem zunanjih anten njihov doseg še povečali.

Vir: 1: <https://bit.ly/39zVCCQ>

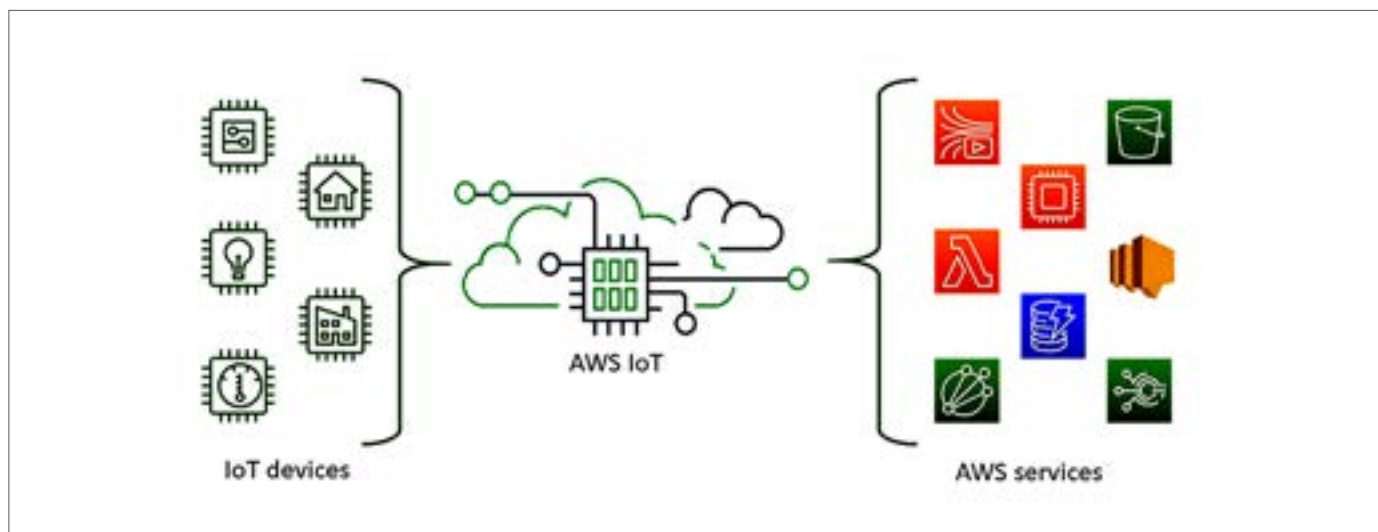
IoT naprave v globalnem AWS oblaku – 3. del

Povezava AWS IoT naprave z AWS VPC strežnikom

Avtor: dr. Simon Vavpotič

<https://sites.google.com/site/pcusbprojects>

Amazonove spletne storitve v računalniškem oblaku (AWS) lahko uporabljamo tudi v IoT napravah z ESP8266, ESP32, WINC15x0, WFI32E in drugimi IoT Wi-Fi moduli. Kako jo izdelamo in kako deluje AWS IoT naprava? Katere storitve ponuja oblak? Kako z njim povežemo dve oddaljeni napravi? Kako varno je? Koliko stane?



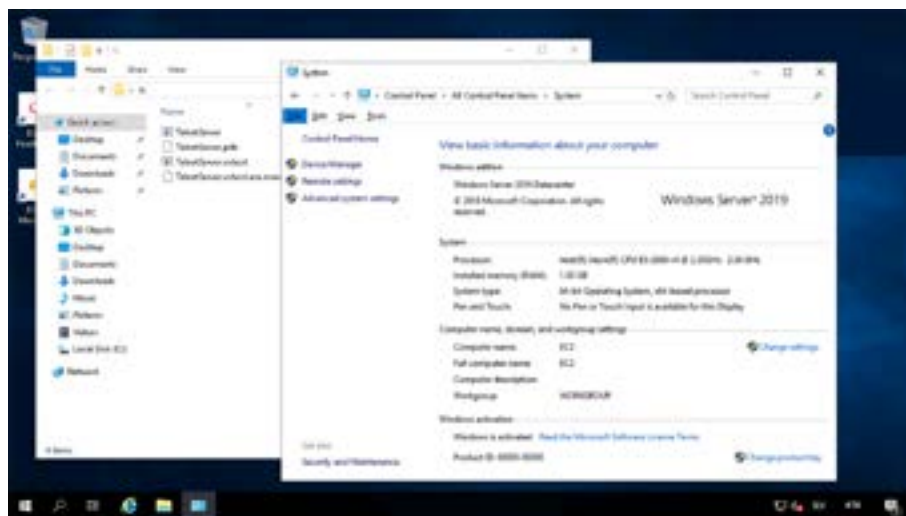
Slika 1: IoT naprave in AWS storitve

V preteklem nadaljevanju smo se najprej loti alternativnih možnosti dostopa do AWS IoT storitev z množico razvojnih plošč na osnovi WINC15x0 modula. Zanimala nas je tudi alternativna možnost ožičene komunikacije IoT naprave z AWS oblakom, za katero smo uporabili kar Microchip PIC32MZ EF Starter kit z vgrajeno LAN8720 hčerinsko ploščico. Za alternativno testiranje AWS nastavitve in storitev ter ustreznosti izdelanih e-certifikatov, smo na PC namestili tudi DOS AWS konzolo in OPENSSL. V nadaljevanju smo preizkusili Microchipov Wi-Fi modul WINC1510 in spoznali, kako uporabljamo AWS IoT z AWS Lambda funkcijami, ki omogočajo analitične in statistične obdelavo podatkov, ne da bi za to potrebovali lasten navidezni AWS strežnik. Nazadnje smo v AWS vzpostavili tudi navidezni strežnik.

Tokrat bomo videli, kako IoT napravo povežemo z AWS navideznim PC, ki smo ga ustvarili v preteklem nadaljevanju. Lotili se bomo tudi razvoja AWS Lambda funkcij za razpoznavanje slik iz ESP32-CAM in videli, kako pri tem koristno uporabljamo AWS S3 storitve.

Povezava AWS IoT naprave z AWS VPC strežnikom

Prednost AWS VPC strežnikov je varna in nadzorovana navidezna omrežna in računalniška infrastruktura, s katero lahko ob pravilni konfiguraciji spremljamo vse parametre svojega navideznega računalniškega sistema. Komunikacija IoT naprave z navideznim strežnikom preko Interneta poteka enako kot, če bi kot strežnik uporabili službeni ali domači PC s stalnim IP naslovom. Vendar bi morali doma sami skrbeti za internetno varnost, tako na nivoju strojne kot programske opreme. AWS VPC omogoča predvsem varen dostop kjerkoli iz interneta, ob pogoju da pravilno izvedemo namestitve programske opreme na AWS VPC strežnik ter nastavitve AWS usmerjevalnika, AWS požarnega zidu in AWS VPC strežnika. V preteklem nadaljevanju smo v AWS ustvarili navidezni VPC strežnik (WINSRV19: pregled nastavitve operacijskega sistema pokaže, da slučajno teče na 2,3 GHz Intel Xeon E5-2686 v4 procesorju), na katerega bomo



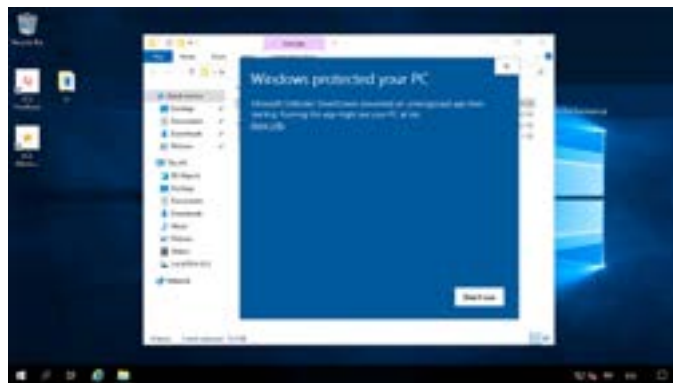
Slika 2: VPC strežnik fizično teče na Amazonovem procesorju Intel Xeon E5-2686, vendar pri tem dobi le majhen del njegovih zmogljivosti

najprej namestiti različne lastne TCP/IP strežniške storitvene aplikacije, nato pa bo do njih dostopali iz AWS IoT naprave. To je vsekakor dobra alternativa za tiste, ki so že razvili lastno IoT programsko opremo in jo želijo le poganjati v AWS računalniškem oblaku. Slednji nudi tudi stalno razpoložljivost, za kar moramo pri lastnem računalniškem sistemu poskrbeti sami.

Lotimo se dela! Najprej moramo izbrati komunikacijski protokol, pri čemer imamo poled MQTT na voljo širok nabor standardnih protokolov za varno komunikacijo, ko sta HTTPS in SFTP, Telnet itn. Pri tem moramo podpro za izbrani protokol zagotoviti tako na strežniku kot AWS IoT napravah.

Implementacija Telnet v AWS

Telnet je enostaven komunikacijski protokol za znakovno komunikacijo, ki deluje na osnovi TCP/IP. V Arduino razvojnem okolju smo ga večkrat implementirali v ugnezdjeni programske opreme za ESP8266 in ESP32 v seriji člankov WiFi z ESP8266 in ESP32 za domači hardware [SE282-SE291]. Pri tem se je dobro obnesel tudi pri krmiljenju robotiziranega modela velikega traktorja, ki lahko tako sprejema ukaze tudi iz pametnega telefona, računalniške tablice, notesnika, ali drugega računalnika z Wi-Fi vmesnikom.



Slika 3: Doma narejen TelnetServer lahko na Windows Server 2019 zaženemo le, če izberemo More info in se nato strinjamo, da jo vseeno zaženemo

Če hočemo za IoT module pripraviti storitev v navideznem računalniku v AWS oblaku, potrebujemo strežniško aplikacijo Telnet tudi za navidezni strežnik, ki smo ga izdelali v preteklem nadaljevanju. Ker smo izbrali strežnik Windows Server 2019 Datacenter, lahko tako aplikacijo izdelamo v programskem jeziku C#.NET in prevedemo v eni izmed različic Microsoft Visual Studio.NET. Projekt Microsoft Visual Studio 2015.NET. Za prevajanje lahko uporabimo tudi novejšo ali starejšo različico tega razvojnega orodja. Za uporabo starejše različice je potrebno izdelati nov projekt (npr. TelnetServer.sln) in vanj prenesti datoteke program.cs, server.cs, client.cs. Pri tem pozovimo originalno

datoteko program.cs. Nato program prevedemo. Datoteko ts.zip s preizkusnim telnetnim strežnikom TelnetServer.exe lahko prenesemo iz spletne strani <https://sites.google.com/site/pcusb-projects/downloads>.

Če ste medtem že vzpostavili svoj navidezni Microsoft Windows WAS strežnik WINSRV19 v okviru EC2 storitev, se z njim povežite prek oddaljenega namizja (Windows protokol RDP). Najprej v dashboardu Server Managerja kliknite na Add roles and features, nato pod Server Selection izberite edini strežnik (WINSRV19) in nato kliknite na Features. Zdaj izberite na .NET Framework 3.5 Features in izberite samo .NET 3.5 Framework. V meniju poiščite še program Telenet Client in prav ga tako izberite, nakar lahko nadaljujete z gumbom Next in nazadnje kliknete Install. Povejmo še, da lahko nameščanje .NET Frameworka 3.5 preskočimo, če kodo originalno prevedemo za .NET Framework 4.5 ali višjo različico, vseeno pa potrebujemo Telnet Client, če želimo namestitev telnetnega strežnika najprej lokalno preizkusiti na navideznem Windows Server strežniku.

Zdaj moramo iz spletne strani sites.google.com/site/pcusb-projects/downloads prenesti datoteko ts.zip, vendar moramo prej

v Internet Explorerju Windows Server 2019 prenose datotek omogočiti. Iz glavnega menija Internet Explorerja odpremo Tools, kliknemo Internet Options in nato odpremo zavihek Security. Izberemo ikono Internet in kliknemo na gumb Custom Level. V pregledu lastnosti izberemo Downloads/File Download in izberemo možnost Enable. Zdaj bomo datoteko lahko iz spletne strani prenesli v navidezni strežnik. Datoteko ts.zip nato shranimo v izbrano mapo (npr. Documents) in jo razširimo.

Zdaj moramo v požarni zid v Inbound Connections dodati izjemo za TerminalServer.exe. To storimo tako, da se podamo v Control Panel in kliknemo na Windows Firewall in nato na levi strani izberemo Allow an app or feature through Windows Firewall in kliknemo gumb Allow another app... Zdaj moramo po kliku na gimb Browse le še poiskati TerminalServer.exe nazadnje klikniti na gumb Add.

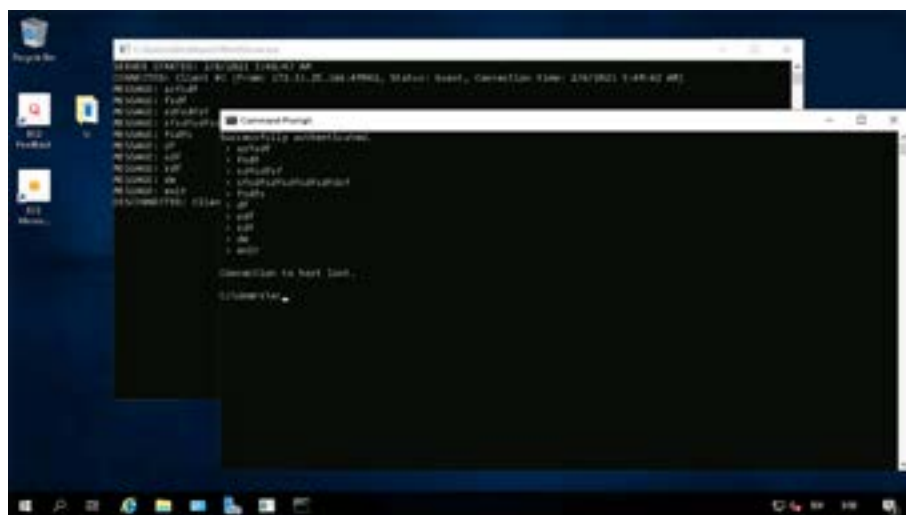
Zdaj končno lahko zaženemo datoteko TerminalServer.exe, a ker ni digitalno popisana, nam Windows zagona ne bo dovolil, če v pojavnem oknu ne kliknemo More info in nato Run anyway. Delovanje telnetnega strežnika lahko zdaj spremljamo

v njegovem konzolnem oknu. Preizkusimo tako, da odpremo še Command Prompt in natikamo telnet <Private IP Address>. Private IP Address je dostopen samo znotraj segmenta, katerem je naš strežnik, ne pa tudi v Internetu. Zato nanj ne vpliva AWS usmerjevalnik s požarnim zidom. Če je vse pravilno nameščeno, bomo v Command Promptu zagledali poziv za prijavo. Uporabniško ime je root geslo pa r00t. Oba lahko nastavimo v izvorni programski kodi, ki jo dobite v datoteki ts-src.zip iz prej omenjene spletne strani.

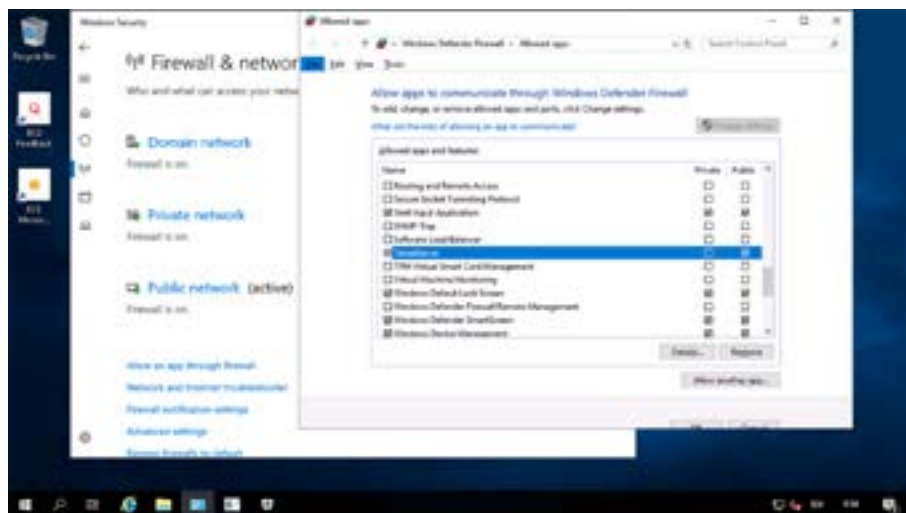
Odpiranje navideznega strežnika v Internet

Pri odpiranju navideznega strežnika v Internet moramo biti pazljivi, saj nikakor ne smemo odpreti vseh vrat in vseh načinov dostopov, ampak samo tiste, ki jih zares potrebujemo. V EC2 Management Console v stranskem pregledu poiščemo Security Groups in izberemo varnostno skupino, ki pripada navideznemu strežniku, na katerem teče TelnetServer.exe. Zdaj izberemo zavihek Inbound rules in kliknemo Edit Inbound rules. Kliknemo na Add rule, nakar lahko dodamo Custom TCP, pri katerem kot vrednost v Port range vnesemo 23, oziroma standardna vrata za telenet, razen če smo prej v programski kodi TelnetServerja nastavili druga vrata.

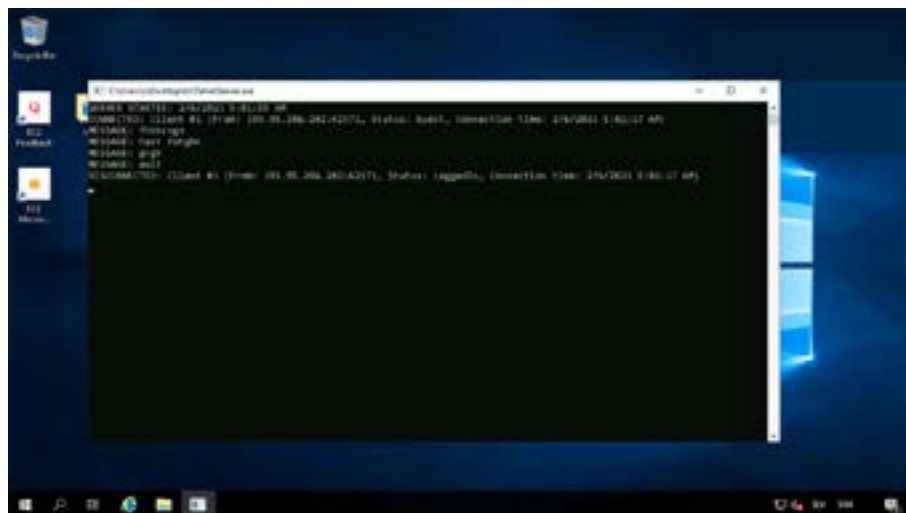
Zdaj lahko dostop do telenet strežnika preverimo tudi z IoT ESP32 napravo preko



Slika 4: Lokalni test TelnetServerja na Windows Server 2019



Slika 5: Odpiranje požarnega zidu za aplikacijo TelnetServer



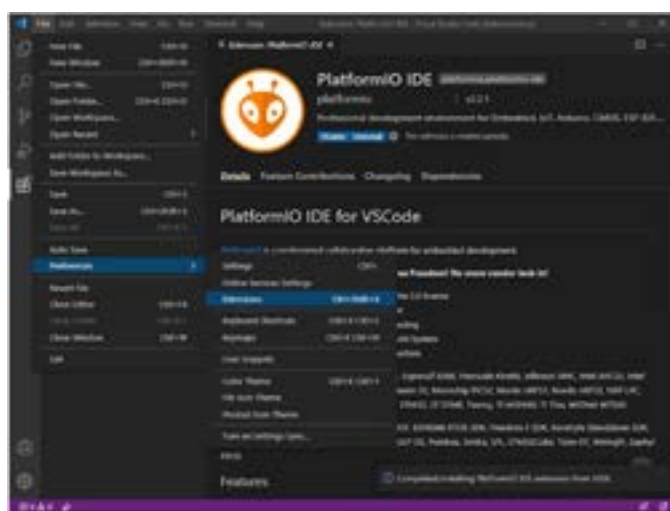
Slika 6: Preizkus doma narejenega TelnetServerja iz ESP32 modula

javnega IP naslova, Public IP Address. Če smo pravilno izvedli nastavitve usmerjevalnika in požarnega zidu Windows 2019, bo dostop deloval enako kot testu v strežniku. Pri tem spomnimo, da smo v preteklem nadaljevanju VPC usmerjevalnik omejili samo na lastni zunanji IP naslov, kar pomeni, da je AWS VPC okolje dostopno samo iz našega računalnika (domačega) pod pogojem, da imamo stalni IP naslov. Vsekakor je to dodatni varnostni element, ki nam omogoča, da si morda nekoliko poenostavimo prijavo v AWS VPC strežnik, tako da naredimo še kakega uporabnika z enostavnejšim geslom...

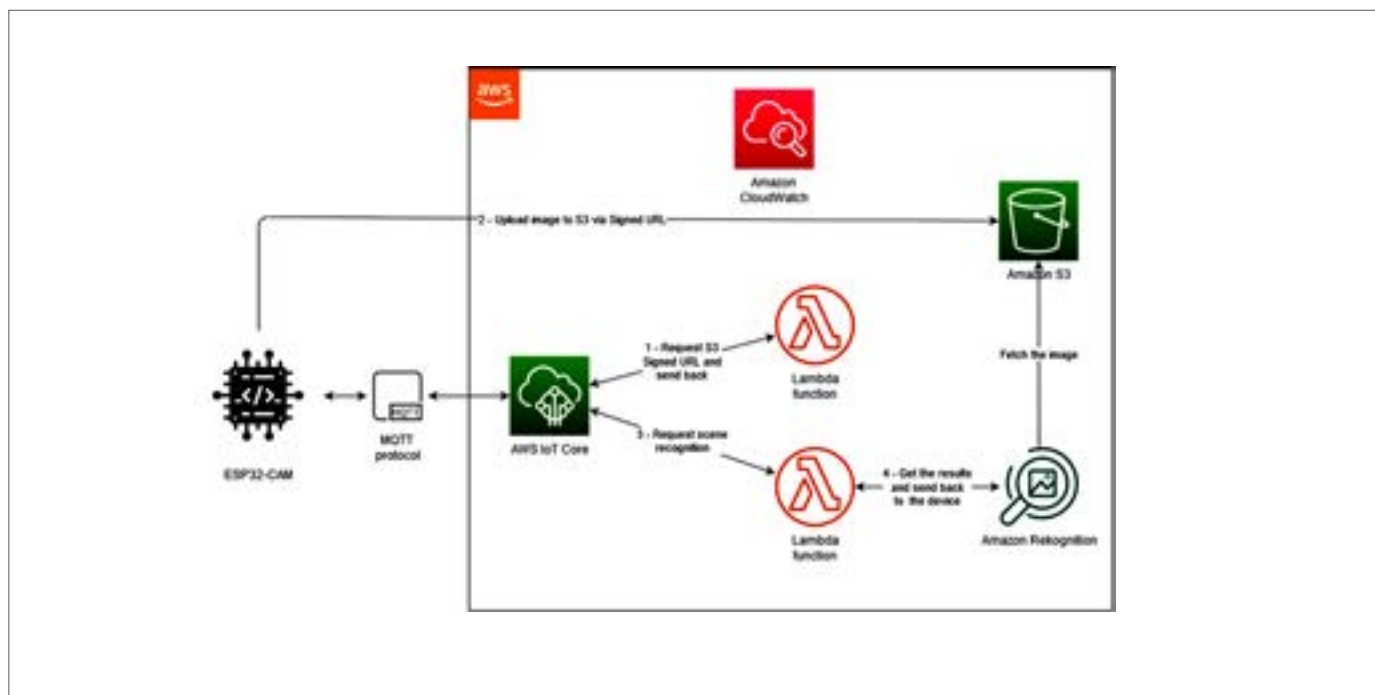
Omenimo še, da bi lahko namesto lastnega uporabili tudi Windows Server 2019 Telnet Server, vendar smo lastnega izdelali zato, ker je za enostavne aplikacije prikladnejši, saj izvirno kodo strežnika v Microsoft Visual Studio.NET razvijamo naprej podobno kot bi jo v Arduino okolju.

Nestrežniške storitve

AWS Lambda, AWS DynamoDB in AWS S3 storitve predstavljajo resno alternativo pravkar opisanim strežniškim storitvam. Prednost nestrežniške implementacije storitev sta njihovi večja varnost in enostavnejše vzdrževanje, saj za AWS strežnike in sistemsko programsko opremo v njih skrbi Amazon. Sami moramo zgolj izdelati in vzdrževati programsko kodo storitev, ki temelji na AWS razvojnih programskih knjižnica, preko katerih dostopamo do funkcionalnosti AWS računalniške infrastrukture. Sami moramo poskrbeti tudi za definicijo načina shranjevanja podatkov, ki jih lahko shranjujemo v AWS DynamoDB



Slika 8: Razvojno okolje PlatformIO

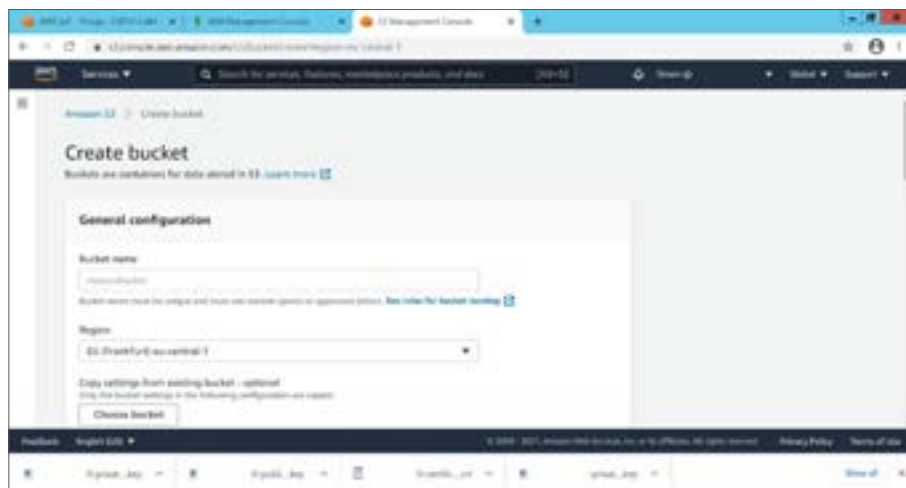


Slika 7: Shema umestitve AWS Lambda funkcij in AWS S3 vedra

tabelah, ali pa kot datoteke na AWS S3 navideznih podatkovnih pogonih. Uporaba funkcij AWS Lambda zahteva predpripravo tako na stani AWS IoT Core in AWS S3 storitev, kot tudi dopolnitev primera vgrajene programske opreme za MQTT povezavo IoT naprave z AWS IoT Core storitvami, predstavljenega v SE293. Ker pa bi bilo samo naštevane funkcionalnosti dolgočasno, se bomo lotili konkretnega primera, ki je zanimiv tudi za lastno implementacijo varnostnih sistemov v okviru AWS storitev.

Razpoznavanje slik z ESP32-CAM v AWS oblaku

V Svetu elektronike je bilo o ESP32-CAM že veliko napisanega, a primer povezave ESP32-CAM z AWS Lambda in AWS S3 storitvami, ki omogočajo prepoznavanje in shranjevanje slik v AWS oblaku, je še posebej zanimiv za graditelje varnostnih sistemov, ki se pogosto srečujejo tudi s problemom varnega prenosa obveščevalnih podatkov preko Interneta, predvsem pa njihove varne hrambe. AI Thinkerjev ESP32-CAM modul lahko že z AI Thinkerjevim primerom ugnezdena programske preme za Arduino razvojno okolje uporabimo tudi za osnovno sprotno razpoznavanje obrazov, vendar je mogoče le sprotno ogledovanje slik s spletnim brskalnikom na oddaljenem računalniku z internetno povezavo.



Slika 9: Izgradnja AWS S3 vedra

Povezava z AWS omogoča več. Poleg tega, da kamera morebitnega storilca kaznivega dejanja posname, se posnetki takoj varno shranijo v Internetu in jih morebitni storilec ne more odnesti seboj. Nekateri so doslej v ta namen uporabljali DropBox, Google Drive in podobne storitve, namesto katerih lahko uporabimo tudi AWS S3, ki se lepo vklaplja v portfelj AWS storitev.

Kaj potrebujemo?

V preteklem nadaljevanju ste lahko prebrali, kako se registriramo in povežemo z AWS konzolo, za tokratni eksperiment pa potrebujemo še ESP32-CAM modul, ki ga lahko naročite skoraj v vsaki svetovni spletni trgovini z elektronskimi komponentami (npr. www.amazon.de, www.farnell.com, www.digikey.com) ter 3,3 V vmesnik USB/RS-232, ki ga lahko kupite (npr. FTDI ali CH341) ali izdelate sami. Na spletni strani PC USB Projects (sites.google.com/site/pcusbprojects) najdete načrte za vmesnike na osnovi PIC32MX250F128B, PIC18F14K50 in MCP2200. Vsekakor potrebujete tudi dovolj zmogljivo 5 V napajanje prek USB (vsaj kakih 500 mA), da bo ESP32-CAM modul dobro deloval, medtem ko se lahko USB/RS-232 vmesnik napaja kar iz računalnikovega priključka USB. Kot vmesnik USB/RS-232 je mogoče uporabiti tudi Arduino Uno, vendar to zahteva dodatno vezje za prilagoditev napetostnih nivojev iz 5 V na 3,3 V. Vsekakor potrebujemo tudi Wi-Fi dostopno točko z dostopom do Interneta, kar omogoča večina novejših modemov slovenskih internetnih operaterjev, lahko pa v začasno dostopno točko premenimo tudi pametni telefon, prenosni ali namizni računalnik z dostopom do interneta in Wi-Fi vmesnikom.

com/site/pcusbprojects) najdete načrte za vmesnike na osnovi PIC32MX250F128B, PIC18F14K50 in MCP2200. Vsekakor potrebujete tudi dovolj zmogljivo 5 V napajanje prek USB (vsaj kakih 500 mA), da bo ESP32-CAM modul dobro deloval, medtem ko se lahko USB/RS-232 vmesnik napaja kar iz računalnikovega priključka USB. Kot vmesnik USB/RS-232 je mogoče uporabiti tudi Arduino Uno, vendar to zahteva dodatno vezje za prilagoditev napetostnih nivojev iz 5 V na 3,3 V. Vsekakor potrebujemo tudi Wi-Fi dostopno točko z dostopom do Interneta, kar omogoča večina novejših modemov slovenskih internetnih operaterjev, lahko pa v začasno dostopno točko premenimo tudi pametni telefon, prenosni ali namizni računalnik z dostopom do interneta in Wi-Fi vmesnikom.

Priprava storitev AWS Lambda in AWS S3

Če hočemo slike iz ESP32-CAM modula shranjevati v AWS, moramo v njem pripraviti funkcije za zajem in obdelavo podatkov ter model za shranjevanje podatkov. Dela se bomo lotili po korakih: Najprej bomo izdelali AWS senco ESP32-CAM IoT naprave v AWS IoT Core in zanjo pridobili certifikate, podobno kot smo naredili že v SE293, le da tokrat z nekoliko bogatejšo funkcionalnostjo. Sledi izdelava AWS S3 vedra (AWS S3 bucket), v katerega bom shranjevali zajete slike iz ESP32-CAM, temu pa priprava dveh Lambda funkcij. V AWS IoT Core moramo vgraditi še pravila, ki bodo omogočala posredovanje podatkov obdelave slik nazaj v ESP32-CAM. Mimogrede omenimo še, da lahko ESP32-CAM opremimo s tremi LED (npr. zeleno, rumeno in rdečo), s katerimi lahko neposredno vidimo sprotno delovanje razpoznavne slik. Tisti, ki se jim ne ljubi spajkati oziroma na tablici za prototipiranje (proto boardu) priklapljati LED in 330 uporov pa lahko namesto tega priklapljajo vmesnik USB/RS-232, ki ga potrebujemo tudi za programiranje ESP32-CAM. Več o tem v nadaljevanju.

AWS senco ESP32-CAM IoT naprave

Tako kot v preteklem nadaljevanju, se najprej prijavimo v AWS konzolo in izberemo IoT Core storitve, nato pa v levem stranskem pregledu seznam Things. Zdaj lahko ustvarimo novo napravo oziroma stvar. Ker bomo senco ESP32-CAM IoT naprave uporabili v ugnezdeni programski kodi, je dobro, da jo poimenujete myesp32-cam-example, saj tako kode ne bo potrebno prilagajati. Ostale nastavitve pustimo kot so in nadaljujemo na drugi ekran, na katerem ustvarimo nov elektronski certifikat za komunikacijo ESP32-CAM z AWS in ga aktiviramo (gumb Activate). Namesto tega lahko uporabite tudi obstoječi certifikat, če ste že izdelali kako drugi IoT napravo.

Naslednji korak je izgradnja varnostne politike, ki jo poimenujemo Esp32Policy. Tokrat bomo pri opisu varnostne politike natančnejši kot v SE293, saj bomo natančno opredelili dovoljene operacije. Predloga za izgradnjo politike je priložena v datoteki z izvorno

kodo ESP32-CAM vgnezdene programske opreme na spletni strani PC USB Projects. V predlogo JSON na označena mesta vnesete svojo regijo in ID svojega AWS računa. Nato politiko povežete z myesp32-cam-example.

Izgradnja AWS S3 vedra

Tako imenovano vedro za shranjevanje podatkov bomo poimenovali esp32-recognition-<ID AWS računa>. Pri tem <ID AWS računa> zamenjate z vašim ID računa v AWS. Namesto tega lahko za ime AWS S3 vedra uporabite tudi katerokoli drugo ime, ki še ni uporabljeno za ta namen. JSON datoteka s predlogo z definicije vedra, v katero na označena mesta vnesete ID svojega uporabniškega računa in uporabniško ime, je priložena v datoteki z izvorno kodo ESP32-CAM vgrajene programske opreme. V slednji najdete tudi XML datoteko s CORS konfiguracijo, ki omogoča komunikacijo prek HTTPS in jo prav tako vgradimo v vedro.



Slika 10: Prevajanje AWS IoT ESP32-CAM vgrajene programske opreme v razvojnem okolju Arduino

AWS Lambda funkciji

Koda Lambda funkcij v programskem jeziku Python 3.8 in omogoča pripravo podpisanih AWS S3 spletnih povezav URL, kakor tudi API za razpoznavanje predmetov. Tudi ta koda je priložena izvorni kodi vgrajene programske opreme za ESP32-CAM. V kodo prve funkcije, ki jo bomo imenovali esp32-request-url in je zadolžena za generiranje URL, moramo po kopiranju vnesti ime vedra, ki je v našem primeru esp32-recognition-<ID AWS računa>. Za izvajanje funkcije moramo v datoteki JSON (priložena) dodati tudi ustrezna dovoljenja za dostop do AWS S3 vedra in objavo sporočil za IoT napravo.

Druga funkcija, esp32-request-recognition, ki je prav tako pripravljena v programskem jeziku Python 3.8, prepozna predmete na slikah. Podobno, kot pri prvi funkciji, moramo tudi tej v datoteki JSON (priložena) zagotoviti ustrezne pravice izvajanja, s katerimi pokliče AWS Lambda storitev prepoznavanja, nakar objavi MQTT temo.

Določitev AWS IoT Core pravil

Jedrna IoT Core pravila izvajajo klice AWS Lambda funkcij glede na vsebino prispelih MQTT sporočil. Prvi pravilo izvaja klic esp32-request-url Lambda funkcije ob prispetju URLjev preko HTTPS protokola, zato ga lahko opredelimo kot naslednji enostavni SQL stavek: `SELECT * FROM 'esp32/pub/url'`. Podobno, opredelimo tudi drugo pravilo za klic esp32-request-recognition Lambda funkcije kot: `SELECT * FROM 'esp32/pub/data'`, saj ta funkcija vrne odgovor o prepoznavi.

Testiranje delovanja lastnih AWS funkcionalnosti

Tako, naredili smo kar nekaj opravil in preden se lotimo programiranja in povezovanja ESP32-CAM z AWS oblakom, je pametno preveriti, ali pravkar pripravljene funkcije delujejo. Testiramo tako, da v oknu AWS IoT Core storitev iz stranskega levega

pregleda izberemo rubriko Test ter se prijavimo na temo esp32/sub/url. Nato sestavimo JSON datoteko z vsebino `{"payload": "virtual-esp32-device"}` in jo objavimo na esp32/pub/url kot novo temo.

Kot odgovor pričakujemo <ime datoteke>/<podpisan URL>. URL lahko preverimo z orodji, kot je Postman (poštar), v katerih izberemo funkcijo PUT, pri kateri izberemo binarno telo, in kot vsebino prilepimo prejeti URL. Ko pošljemo zahtevo (PUT), se mora v AWS S3 vedru pojaviti nova datoteka.

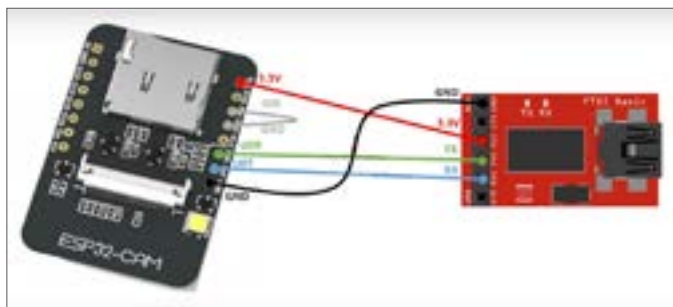
Zdaj lahko v AWS S3 vedro prenesemo testno datoteko test.jpg, ki smo jo prej ustvarili. Ponovno gremo v

rubriko Test v IoT Core, se prijavimo na MQTT temo esp32/sub/data in v temi esp32/pub/data objavimo JSON datoteko z naslednjo vsebino: `{"payload": "test.jpg"}`. Odgovor, ki vsebuje ključne besede Amazonove storitve razpoznavanja, ima temo esp32/sub/data.

Priprava strojne opreme

Delovanje ESP32-CAM in možnosti izboljšanja njenega delovanja so natančno predstavljene na spletni strani PC USB Projects v projektu ESP32-CAM based secure flash LED camera. Vezje je izdelano tako, da za programiranje kamere ni potrebno pretikanje kablov, pri čemer je za USB/RS-232 vmesnik in krmilnik ESP32-CAM uporabljen Microchipov MCP2200.

Tako je vgradnja nove vgrajene programske opreme v ESP32-CAM mogoča samo z uporabo programske opreme. Res je, da vezje nima LED-ic niti mikrostikal, s katerim sprožimo razpoznavanje predmeta na slik, lahko pa namesto tega uporabimo RS-232 povezavo, preko katere z ukazom sprožimo prepoznavanje. Po izvedenem prepoznavanju ESP32-CAM vrne rezultati.



Slika 11: Programiranje ESP32-CAM z FDDI USB/RS-232 vmesnikom

Če si vseeno želite mikrostikala in lučk, povejmo, da morate mikrostikalo za upravljanje prepoznavne vezati med GPIO12 in 3,3 V, medtem ko priključke GPIO13, GPIO14 in GPIO15 uporabite za povezavo rdeče, rumene in zelene LED. Morda opozorimo, da si od vrha navzdol priključki na levi strani modula ESP32-CAM sledijo takole: 5 V, masa, GPIO12, GPIO13, GPIO15, GPIO14, GPIO2 in GPIO4, z desne strani pa 3,3 V, GPIO16, GPIO0, masa, VCC, GPIO3, GPIO1, masa.

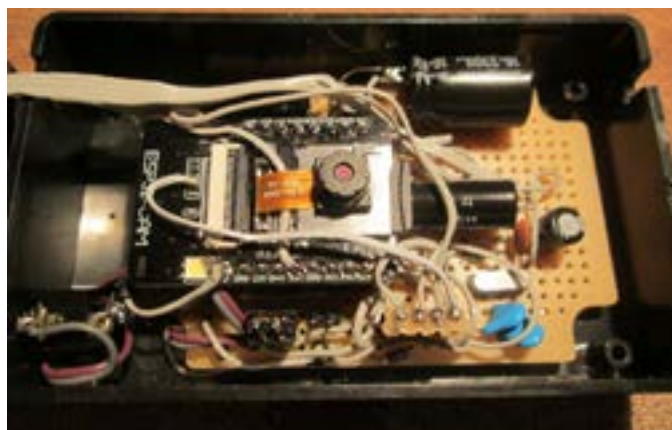
Kakorkoli, če boste projekta povezave ESP32-CAM z AWS oblakom lotili bolj bazično, se pretikanju kablov ali pritiskanju mikrostikal za reset in programiranje vsekakor ne boste mogli izogniti. Za programiranje modula moramo vhod GPIO0 spojit na maso, za normalno delovanje pa ga ni potrebno povezati, saj modul že vsebuje 10 k ohmski upor na maso. Priključka U0TxD in U0RxD omogočata prenos programske kode v načinu za programiranje in prenos sporočil in ukazov med normalnim delovanjem modula. Zato lahko USB/RS-232 most uporabimo tako za programiranje kot za diagnostiko in krmiljenje ESP32-CAM med normalnim delovanjem.

Kakorkoli, vezje AWS IoT naprave za prepoznavo predmetov in nalaganje slik v AWS S3 vedro je tako enostavno, da ga lahko sestavimo celo z vtičmi kabli na tablici za prototipiranje.

Izgradnja ugnezdene programske opreme za ESP32-CAM

Na uradnem blogu AWS konzole je objavljen primer povezava ESP32-CAM z AWS za razvojno okolje PlatformIO (vtičnik platformio.platformio-ide-2.2.1.vsix), ki je vtičnik za Microsoftov zastojnski urejevalnik programske kode Microsoft Visual Studio VSCode, v katerega lahko sicer vgradimo še številne druge vtičnike prevajanje, razhročevanje, nameščanje in poganjanje programskih kod v različnih programskih jezikih. VSCode deluje v Windows z nameščenim .NET Framework 4.5.2 ali novejšim, lahko pa z določenimi dodatnimi razvojnimi namestimo tudi v operacijske sisteme Linux in Apple Mac X.

Kakorkoli, PlatformIO je prirejen za spletno namestitev, kar pomeni, da smo pri namestitvi na nov računalnik in pri vseh posodobitvah povsem odvisni od številnih strežnikov v Internetu, iz katerih orodje za namestitev sproti črpa datoteke in razvojna orodja. Po drugi strani pa že površen pregled programske kode razkrije, da glavna programska datoteka main.cpp med



Slika 12: Doma narejeno vezje, ki omogoča programiranja in upravljanje ESP32-CAM brez pretikanja mostičkov

prevajanjem vključi programsko knjižnico Arduino.h, ki je v razvojnem okolju Arduino v vsakem primeru vključena in je ni potrebno posebej navajati. Zato lahko PlatformIO za AWS primer z ESP32-CAM sorazmerno enostavno priredimo za Arduino. Kar sem storil tudi sam. Da z razlago ne bi izgubljali preveč prostora, povejmo le še, da lahko datoteko ESP32-CAM-SV-AWS.zip z izvorno kodo primera potegnemo iz spletne strani PC USB Projects.

Kako deluje ugnezdena programska oprema?

Pred koncem tokratnega nadaljevanja namenimo še nekaj besed razlagi in nastavitvam ugnezdene programske kode. Za povezavo z Wi-Fi moramo v programsko kodo vgrajene programske opreme vnesti SSID in geslo, za povezavo z AWS pa še elektronski certifikat AWS oblaka in elektronski certifikat sence ESP32-CAM v AWS. Do AWS dostopamo preko končne točke za svojega uporabnika v določeni AWS regiji (root ali IAM, o tem ste že brali v SE292), zato moramo v programsko kodo vnesti tudi URL naslov končne točke (endpoint address), ki vsebuje naš uporabniški ID in oznako regije. Ker pa vsega programja ne bomo napisali sami, moramo pri kopiranju vzorčne programske opreme paziti, da na označenih mestih pravilno vnesemo svoje poverilnice.

Zdaj se lahko posvetimo delovanju programske opreme. Osnovna programska koda za zajem slik z ESP32-CAM ni kaj dosti spremenjena, razlika je predvsem v tem, da nam pri razpoznavanju slik slednje zajemamo na zahtevo, oziroma ob pritisku na mikrostikalo, ki je vezano na GPIO12. Zajem slik z OV2640 je skrit v programskih knjižnicah, zato zajem slike izvedemo z eno samo funkcijo. Preostali del glavnega programa skrbi za prenos slike v AWS oblak in proženje funkcij za njeno razpoznavanje in vračanje rezultatov razpoznavne.

Naslednjič

Podatkovna zbirka AWS DynamoDB omogoča strukturirano hrambo in hitro dostopnost podatkov. Zato je nepogrešljiva pri številnih IoT aplikacijah, ki se spogledujejo s področjem informatike. Prihodnjič se lotimo projekta, s katerim bomo izkoristili tudi njen potencial v povezavi z AWS IoT Core in AWS Lambda storitvami.

Uporaba novih ATtiny procesorjev v Arduino IDE (ATtiny412, ATtiny1614, ATtiny3216, ATtiny1616, ATtiny3217)

Avtor: Emmanuel Odunlade
email: emmaodunlade@gmail.com

Medtem ko so Arduino razvojne plošče znane po enostavni uporabi, zaradi česar so postale ljubljene skupnosti, obstaja več primerov, ko njihova uporaba ni priporočljiva za projekt. Še posebej pri projektih, kjer razvijalci želijo majhno ohišje ali pa mora naprava imeti nizko porabo.

Kot nadomestek razvijalci v večini primerov običajno uporabljajo ATmega328p, vendar tudi to običajno poveča projekt. Da bi vse to rešili, razvijalci svojo pozornost usmerjajo na novo serijo mikrokontrolerjev ATtiny in za tokratni projekt se bomo osredotočili na to, kako lahko novo serijo uporabimo z Arduino.



Slika 1: Izbor novih ATtiny čipov: SOIC ATtiny412, ATtiny1614 in ATtiny3216; QFN ATtiny1616 in ATtiny3217. (fotografija: technoblogy.com)

Morda niso tako priljubljeni kot ATmega328p, vendar nova serija mikrokontrolerjev ATtiny Microchip, kot sta ATtiny85 ali ATtiny2313, ne potrebuje predstavitve. Poganjajo vrsto drobnih naprav, kot je serija plošč Digispark, vendar so pri opravih na žalost skoraj neuporabni, saj imajo zelo omejen Flash (običajno manj kot 8K) in RAM (manj kot 1K). Da bi to izboljšal, je Microchip izdal novo serijo čipov ATtiny z več pomnilnika in funkcionalnosti, ki so dovolj, da se lahko primerjajo tudi z nekaterimi dražjimi in priljubljenimi mikrokontrolerji serije ATmega.

Te čipi sicer imajo neverjetne lastnosti in zmogljivosti, vendar jih pestijo dve glavni slabosti:

1. Na voljo so v SMD ohišjih in niso združljivi z nameščenimi ploščami, zato jih je težko uporabiti za domače graditelje.

2. Manjkajo jim verige orodij, ki jih imajo MCU-ji, kot je ATmega328p, ki njihovim uporabnikom omogočajo, da uživajo v isti

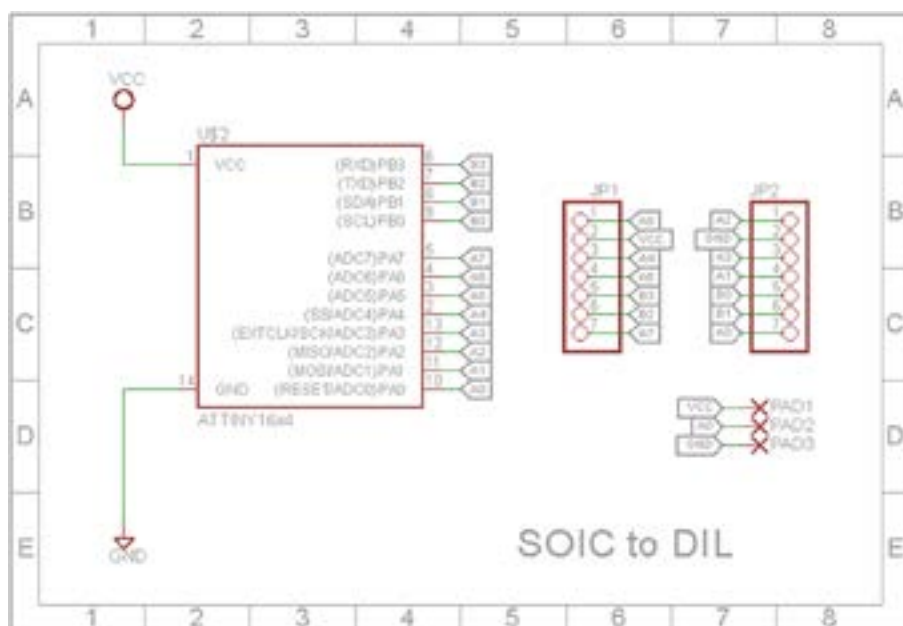
enostavnosti programiranja, povezani z Arduino ploščami (in kloni).

Da bi se izognili tem slabostim, so inženirji in ljubitelji v kratkem času začeli ustvarjati različne odprtokodne rešitve, ki omogočajo programiranje čipov prek Arduino IDE. Za tokratni članek bomo ustvarili adapter, ki bo čipe naredil prijazne, prav tako pa bomo preučili, kako lahko nekdo uporablja odprtokodne rešitve, ki vam omogočajo programiranje mikrokontrolerjev z uporabo Arduino IDE.

Potrebne komponente

Potrebujemo sledeče komponente:

- ATtiny serija mikrokontrolerjev 16 × 4. (npr. ATtiny1614)
- Arduino Nano
- 10k upor
- 10uf kondenzator
- Povezovalne žice
- Razvojna plošča



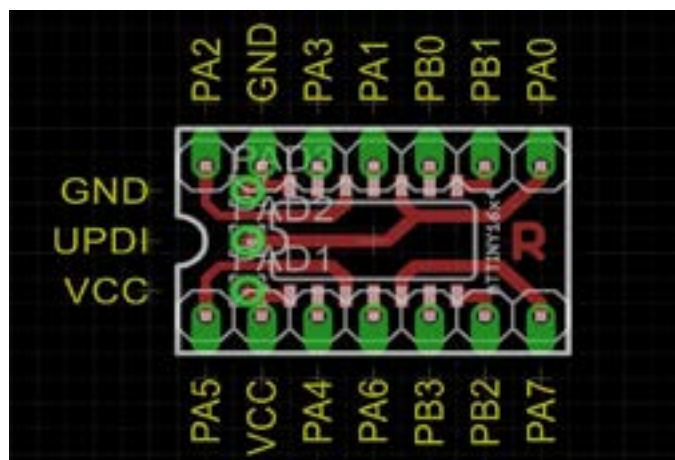
Slika 2: Shema adapterja (avtor: John Bradnam)

Te komponente lahko kupite v svojih najljubših spletnih trgovinah.

Izdelava ATtiny adapterja

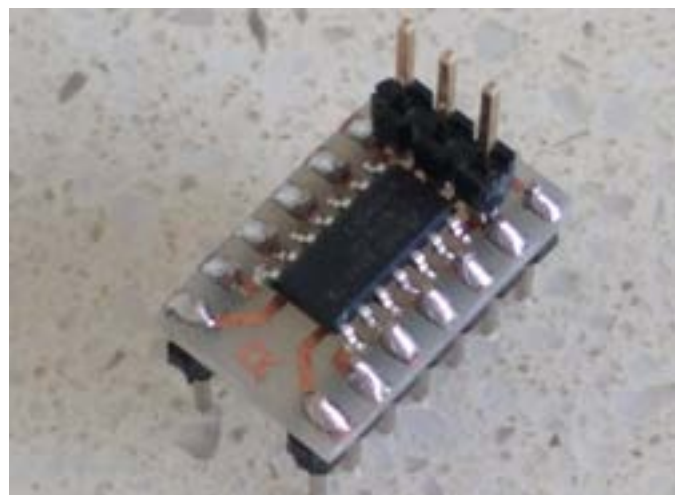
Kot smo že omenili v uvodu, je eden največjih izzivov pri uporabi nove serije ATtiny mikrokontrolerjev njihova SMD narava, ki otežuje izdelavo prototipov, saj čipa ni mogoče priključiti neposredno na ploščo. Da bi odpravili to pomanjkljivost, bomo zasnovali adapter za čip.

Shema adapterja je preprosta. Vse, kar moramo storiti, je povezati priključke ATtiny čipa do konektorja. To je izvedeno na TIV, saj je to najprijaznejši način za izvajanje vsega, kar vključuje SMD komponente. Adapter je bil zasnovan z uporabo Eagle CAD, shema pa je prikazana na sliki 2. TIV po zasnovi je prikazan na sliki 3.



Slika 3: TIV adapterja (avtor: John Bradnam)

Kot ste verjetno že opazili, se postavitve DIL-pin adapterja razlikuje od same postavitve SMD mikrokontrolerja. To je bilo storjeno zato, da je TIV enostranski in da se njegova širina ohrani znotraj 0,3 in, saj usmerjanje TIV-a tako, da je postavitve enaka postavitvi čipa SMD, zahteva širši ali obojestranski TIV. Širina adapterja 0,3 palca je bila namerna, saj je to širina, potrebna za vgradnjo adapterja v standardno 14-polno IC podnožje.



Slika 4: Izdelan adapter (avtor: John Bradnam)

Priključki na zgornjem delu plošče predstavljajo priključke UPDI / RESET, VCC in GND, prek katerih je mogoče priključiti programator za programiranje mikrokontrolerja. Če odstranite te priključke na vrhu adapterske plošče, je enostavno programirati ATtiny, tudi če je adapter prisrpan v projekt.

Za lažje tiskanje lastnega tiskanega vezja so bile vse datoteke Eagle CAD, vključno z Gerberji, priložene v ZIP datoteki v razdelku za prenos. Lahko tiskate neposredno ali pa ga prilagodite svojim potrebam.

Če pa imate raje bolj prilagodljiv adapter, ki ga lahko znova uporabite za več čipov, ne da bi morali čipe spajkati in odspajkovati, lahko kupite adapter v obliki ZIF vtičnice, ki je na prodaj v Adafruit (slika 5).



Slika 5: ZIF adapter (avtor: John Bradnam)

Električna shema

Ko je adapter nameščen, ga povežete s programatorjem, ki bo nato povezan z vašim računalnikom. Za ta projekt bomo kot programator uporabili Arduino Nano, shema na sliki 6 pa prikazuje, kako je povezan adapter.

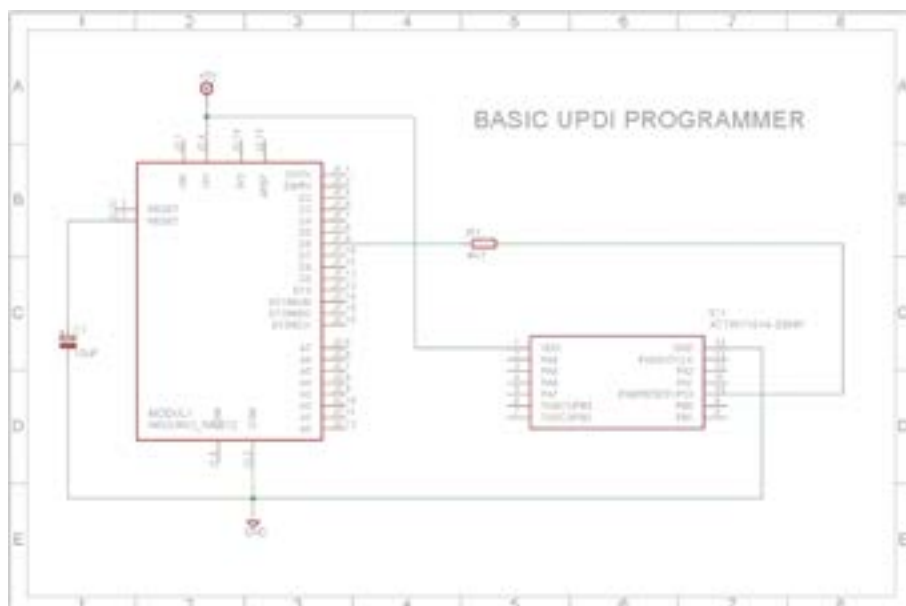
Kot predstavitev ATtiny v akciji bomo izvedli primer utripanja LED v Arduino okolju. Če želite to narediti, na nastavitve priključite LED, kot je prikazano na sliki 7.

Ko sta programator in LED povezana, lahko zdaj nadaljujemo s preučevanjem postopka nalaganja kode na ATtiny.

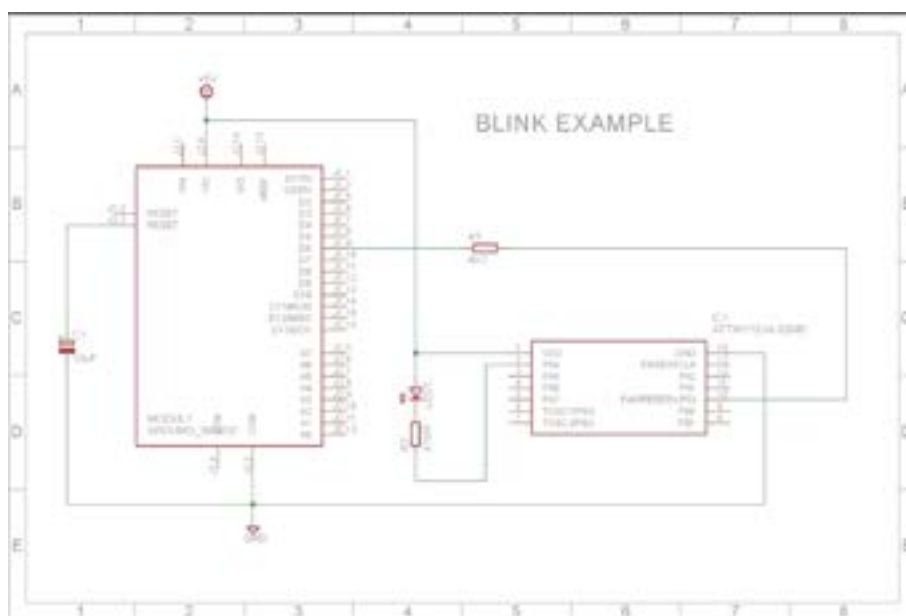
Priprava Arduino IDE

Da bi enostavnost programiranja z Arduino IDE, ki ga doživljajo običajne Arduino plošče in kloni, pripeljal do nove serije ATtiny MCU, je Spence Conde razvil paket plošč z imenom megaTinyCore, ki vam omogoča enostavno programiranje najnovejših serij ATtiny MCU-jev. prek Arduino IDE.

Za megaTinyCore je potrebna Arduino IDE različice 1.6.3 ali novejša, čeprav je bilo na njeni GitHub strani navedeno, da bo morda potreboval precej novejšo različico IDE s prvotnimi testi, izvedenimi v različici 1.8.9.



Slika 6: Povezava adapterja (avtor: John Bradnam)



Slika 7: Priključitev LED



Slika 8

MegaTinyCore je mogoče namestiti na Arduino IDE na dva načina:

1. Namestitev preko upravitelja Arduino plošč (Arduino Boards Manager)
2. Ročna namestitev

Raziskali bom obe metodi in se odločili, katera je najlažja ali hitrejša.

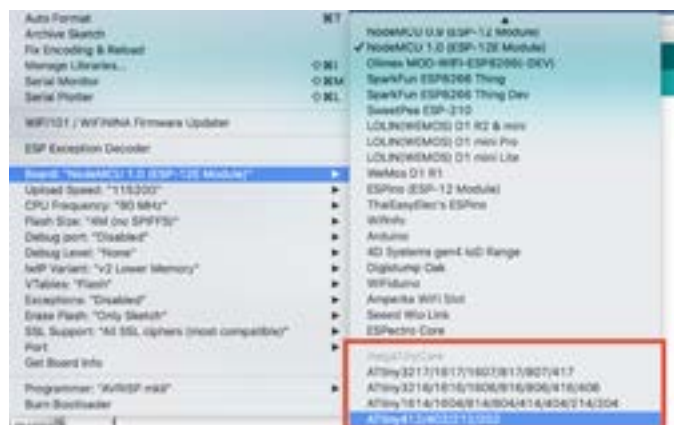
Namestitev prek upravitelja Arduino plošč

Upravitelj plošč Arduino je bil zasnovan tako, da uporabnikom olajša namestitev novih plošč in dodatkov. Če želite namestiti megaTinyCore s to metodo, sledite spodnjim korakom:

1. Odprite okno z nastavitvami v Arduino IDE. Pojdite v Datoteka > Nastavitve ali Arduino > Nastavitve, če delate iz sistema macOS.
2. V oknu z nastavitvami poiščite besedilno polje »Dodatni URL-ji upravitelja plošče« in v polje http://drazzy.com/package_drazzy.com_index.json vnesite, kot je prikazano na sliki 8 in kliknite tipko V redu.
3. Nato odprite upravitelja Arduino plošče. Odprite Orodja > Plošče > Upravitelj Plošč
4. Ko se odpre upravitelj plošč, v iskalno vrstico vnesite megaTinyCore in se pomaknite, videli boste »megaTinyCore by Spence Konde«, kliknite namestitev, kot je prikazano na sliki 9.
5. Poiščite tudi paket »Uradne plošče Arduino megaAVR« in namestite tudi najnovejšo različico tega. Ko je bilo vse to uspešno izvedeno, bi morali zdaj videti plošče ATtiny, vse navedene v razdelku plošč (orodja -> plošče) v Arduino IDE. Če je temu tako, to pomeni, da je bila namestitev plošče uspešna.



Slika 9



Slika 10

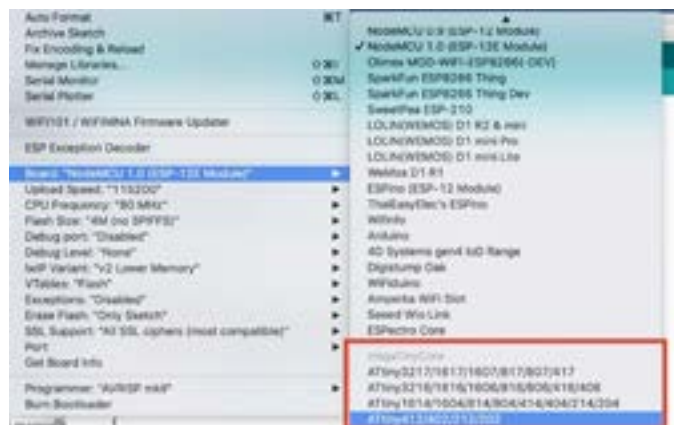
Ročna namestitvev

Metoda upravitelja plošč Arduino zagotavlja določeno stopnjo avtomatizacije, po drugi strani pa ročna namestitev omogoča namestitev najnovejše različice jedra s popravki, ki morda še niso na voljo v različici jedra upravitelja plošč. Če želite uporabiti ročno namestitev, morate z upraviteljem plošč namestiti najnovejšo različico uradnega paketa plošč Official Arduino megaAVR, da bo ročna namestitev delovala.

Ročna namestitev je priporočljiva, če želite prispevati k razvoju jedra ali če so za vašo izdelavo pomembni najnovejši popravki, ki niso v izdani različici. Za ročno namestitev sledite spodnjim korakom:

1. Prepričajte se, da ste namestili najnovejšo različico uradnega paketa plošč Arduino megaAVR.
2. Prenesite paket MegaTinyCore.zip (bodisi »izdana« različica bodisi s prenosom .zip glavnega repaja) v svoj računalnik.
3. Razširite in položite datoteko v mapo »strojna oprema« znotraj mape skic (kjer se shranjujejo vaše Arduino skice). Če mapa strojne opreme ne obstaja, ustvarite novo mapo in jo poimenujte »strojna oprema«.
4. Znova zaženite Arduino IDE.

Za samodejne posodobitve lahko namesto prenosa zip datoteke prenesete odjemalec GitHub in sinhronizirate ta repo v podmapo strojne opreme mape skic.



Slika 11

Ko so namestitveni koraki končani, bi morali zdaj videti plošče ATtiny, vse navedene v razdelku plošč (orodja -> plošče) Arduino IDE, če je bila namestitev uspešna.

Preoblikovanje Arduino Nano v UPDI programator

Drug izziv pri uporabi ATtiny čipov je način njihovega programiranja. Uporabljajo sistem, imenovan Unified Program and Debug Interface (na kratko UPDI). Ta vmesnik uporablja PIN RESET za programiranje in / ali razhroščevanje napak v napravi. Tako moramo Arduino Nano pretvoriti v UPDI programator, ki bo poslal ustrezne signale na UPDI / Reset pin.

Za to bomo uporabili skico UPDI Arduino, ki jo je ustvaril ElTangas. Skica pretvori Arduino na osnovi ATmega328 (p), kot so Arduino UNO, Nano in Pro mini, v programator UPDI. Skica pa ne deluje na ploščah, ki temeljijo na drugih mikrokontrolerjih, kot je plošča 32u4 (na Arduino Micro / Leo) ali plošči, ki ne vsebuje AVRja.

Naslednji koraki kažejo, kako to storiti.

1. Zaprite vse primerke Arduino IDE, da se izognete napakam.
2. Prenesite in izvalcite skico programerja UPDI
3. Po razširitvi datoteke prenosa odprite mapo jtag2updi
4. Odprite skico jtag2updi.ino in jo naložite na ploščo Arduino, ki jo želite uporabljati, kar je za nas Arduino Nano. Ko odprete kodo, bo datoteka .ino videti prazna in to je v redu, saj je vsa koda v drugih datotekah v isti mapi kot .ino, vendar je potreben prazen .ino, da jih lahko sestavi IDE.

Po uspešnem nalaganju ste pripravljeni na uporabo programerja UPDI. Če veliko uporabljate novo serijo ATtiny, bo pametna poteza, če boste Arduino Pro, Mini ali Nano ploščico popolnoma namenili kot stalni UPDI programator.

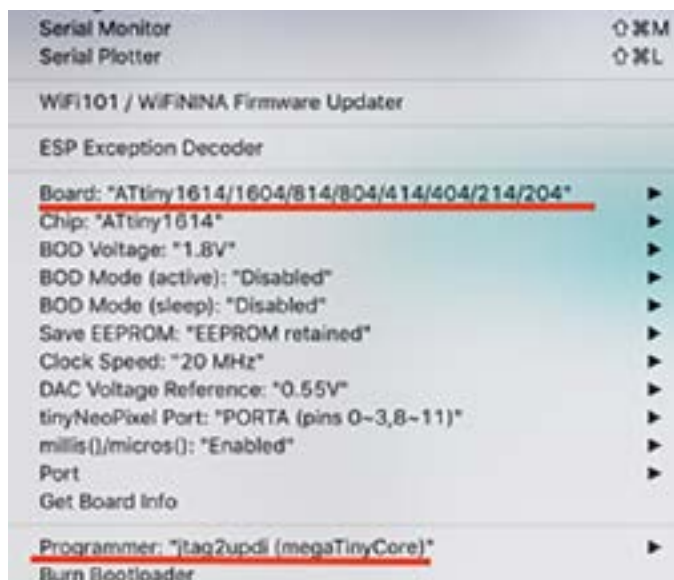
Programiranje kode v ATtiny

Za prikaz projekta v akciji bomo na ATtiny naložili primer Arduino utripanja LED. Primer utripanja ne potrebuje predstavitev, zato se ne bom trudil z razlago kode.

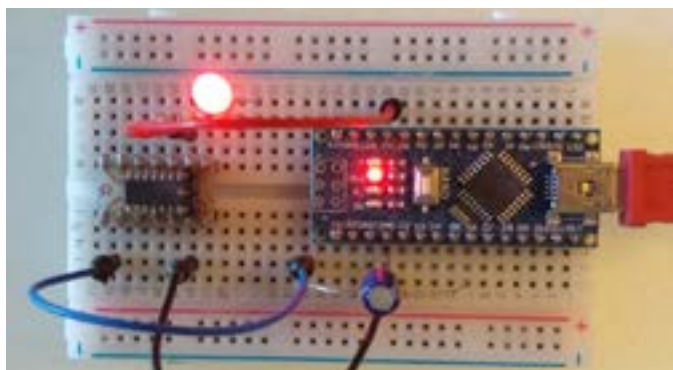
Ko je Arduino Nano povezan z ATtiny, kot je opisano v odseku shem, odprite primer utripanja, tako da odprete Datoteka-> Primeri-> Osnove-> Blink. Z odprtim primerom izberite vrsto plošče in nastavite programator (Orodja-> programator (pomaknite se proti koncu)) kot jtag2updi (megaTinyCore). Pred funkcijo setup () dodajte spodnjo vrstico kode, da označite priključek, na katerega je LEDica povezana (ker čip nima vgrajene LEDice).

```
#define LED_BUILTIN 0 //PA4 (Pin 2)
```

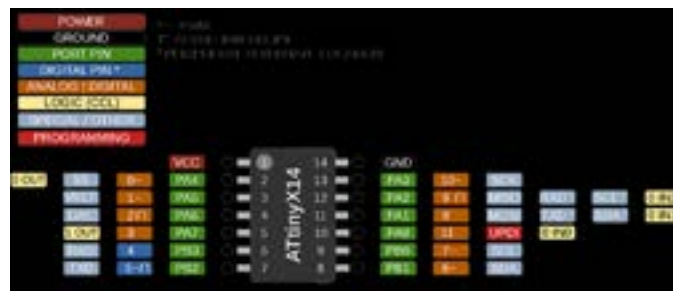
Pomembna stvar, ki jo je treba omeniti na tej točki, je razpored priključkov, ki prikazuje, kako je treba fizične IO-je sklicevati na funkcije Arduino C, kot so digitalWrite, digitalWrite, analogRead ali analogWrite. Na primer, PA4, ki je na čipu označen kot pin 2, je v ID-ju Arduino naveden kot 0.



Slika 12



Slika 14



Slika 13

Upoštevajte tudi, da za razliko od ATmega328 MCU novi procesorji ATtiny nimajo ločenih analognih priključkov. Vse je mogoče uporabiti kot analogne ali digitalne, odvisno od tega, kako je navedeno v kodi. Z zgoraj navedenim preverite kodo in pritisnite gumb za prenos. Sčasoma bi morali začeti videti, kako LED utripa. Na tej točki odklopite Arduino Nano in napajajte ATtiny iz vira 5VDC.

To je to!

Zdaj lahko v svoj projekt postavite novo serijo ATtiny mikrokontrolerjev. Prihranek prostora in denarja. V nasprotju s prejšnjimi ATtiny mikrokontrolerji so te nove serije MCU-jev opremljene z večjo količino Flash pomnilnikov, stanejo veliko manj in so na splošno bolj učinkoviti. Svetujem, da jih je treba obravnavati kot izbrani MCU za vaš naslednji majhen, poceni projekt z nizko porabo energije.

Povzeto po: <https://www.electronics-lab.com/project/using-new-attiny-processors-arduino-ide-attiny412-attiny1614-attiny3216-attiny1616-attiny3217/>

Enostaven NF ojačevalnik z BC547

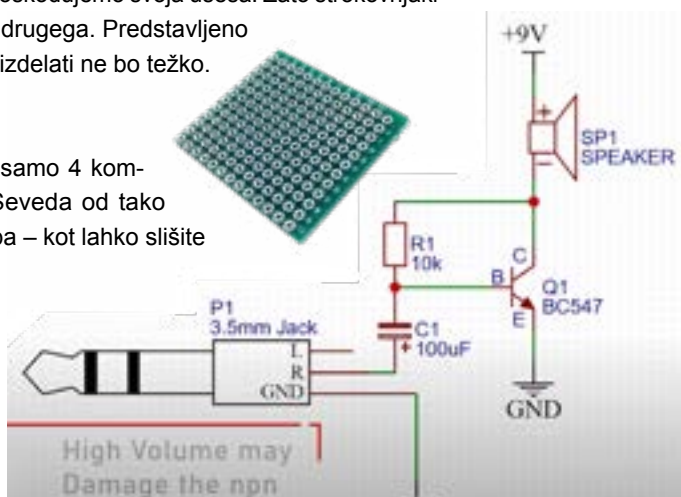
Predstavljeno vezje nam bo ojačilo nizkofrekvenčni (NF) signal takrat, ko bomo želeli ta signal predvajati na zvočniku.

Kolikokrat smo želeli, da slišimo svojo priljubljeno glasbo glasneje – gotovo velikokrat. Pa ne gre samo za glasbo, obstaja veliko vezij, kjer je NF signal predviden za poslušanje na slušalkah. Morda komu to tudi ustreza, je pa poslušanje na slušalkah nezdravo za ušesa, saj lahko s preglasnim poslušanjem poškodujemo svoja ušesa. Zato strokovnjaki predlagajo poslušanje na zvočnik, pa naj bo to glasba ali kar koli drugega. Predstavljeno vezje nam bo rešilo problem. Ker je vezje sila enostavno, ga tudi izdelati ne bo težko. Poglejmo si električno shemo na sliki 1.

Kot vidimo na sliki 1, je shema res enostavna. Uporabljene so samo 4 komponente, če ne štejemo konektorja in baterije za napajanje. Seveda od tako enostavnega vezja ne moremo pričakovati izjemne kvalitete, bo pa – kot lahko slišite na videu [1], predvajanje dovolj kvalitetno za »nezahtevno uho«. Vezje lahko sestavimo kar »v zraku« na priključkih zvočnika, ali pa uporabimo prototipno tiskano vezje, ki ga lahko nabavite v Virtualni trgovini.

Slika 1: Shema enostavnega ojačevalnika

Vir: <https://bit.ly/35fNjtp>



MECANUM električni voziček

MB-1/2020 Del: 1/2

Avtor: mag. Marjan Bezjak

Prototipni razvojni model električnega vozička MECANUM MB-1/2020 je bil izdelan na osnovi naročila stranke za specifični namen. Osnovna ideja in cilj projekta je bila izdelava električnega vozička, ki ga bo mogoče krmiliti preko namensko razvite Bluetooth aplikacije.

Uvod

Ko se avtoserviser pripelje na teren s kombiniranim vozilom, se na ciljni lokaciji najprej na vozilo namesti montažna rampa, po kateri je voziček mogoče zapeljati iz avta in nato do mikrolokacije izvedbe storitve. Med izvajanjem popravila je voziček možno po potrebi voziti okrog avtomobila in ob koncu storitve nazaj po rampi v kombinirano vozilo.

Voziček je torej namenjen transportu orodja na terenu v avto-servisni dejavnosti. Tako bo prototipni razvojni model v praksi seveda dopolnjen z orodjem in predali za le-to.

Zaradi obsežnosti tematike je članek razdeljen na dva dela. V prvem delu bomo predstavili blokovno shemo, konstrukcijsko rešitev, Mecanum kolesa in namensko razvito Android aplikacijo za krmiljenje električnega vozička. V naslednji številki nato sledi drugi del članka, ki bo zajemal električni načrt, načrtovanje elektromotornega pogonskega sklopa, razvito programsko rešitev in ugotovitve testiranja.

Blokovna shema

Cilj razvoja je bila optimalna rešitev, ki bi bila enostavna, cenovno ugodna in učinkovita. Sistemska napajalna napetost znaša 12 V, kar omogoča dodatni priklop avtomobilskega akumulatorja v primeru izpraznitve vgrajenega akumulatorja. Odločili smo se za uporabo mikrokrmilniške razvojne plošče ARDUINO MEGA

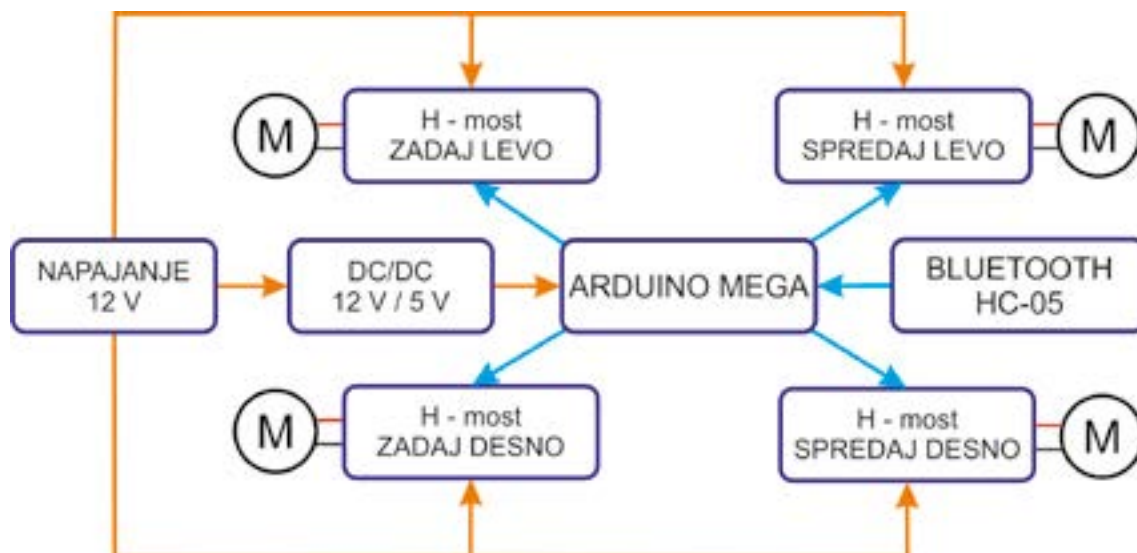
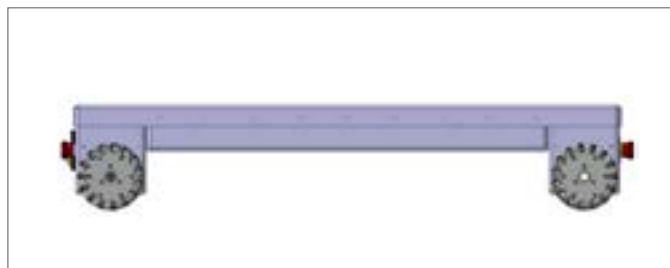
ter izbrali DC elektromotorje in krmiljenje s pulzno širinsko modulacijo (PŠM). V ta namen smo uporabili močnostne krmilnike BTS7960, ki zmorejo do 43 A toka in do 27 V napajalne napetosti. Za to smo se odločili, ker ne potrebujemo popolnoma natančnega vodenja in menimo, da bo sistem krmiljenja s pulzno širinsko modulacijo (PŠM) deloval zadovoljivo.

Za Bluetooth povezavo smo uporabili modul HC-05. Napajanje mikrokrmilnika smo izvedli s pomočjo DC/DC pretvornika navzdol z oznako LM2596.

Konstrukcija

Zahteve za dimenzije vozička so bile:

- dolžina 125 cm,
- širina 46 cm,
- v sredinskem delu dvignjen toliko, da ga bomo lahko zapeljali iz vozila ter nazaj in pri tem ne bo nasedel.





Konstrukcija je izdelana iz 4 mm aluminijaste pločevine izrezane z laserjem in strojno upognjene. Z upogibanjem smo pridobili na mehanski trdnosti. Celotno konstrukcijo sestavljajo 4 deli. Zgoraj imamo pokrov, na katerega je možno priviti nadgradnjo, v sredinskem spodnjem delu pa je trup, kjer se nahaja krmilje in povezave. V sprednjem delu se nahajata dva pogonska sklopa, tipka za zasilni izklop in kontrolna LED.

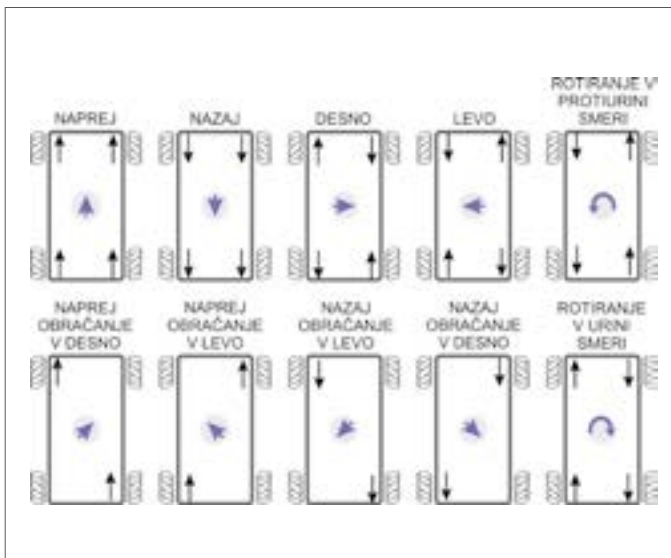
Na zadnji strani vozička se nahajajo:

- glavno stikalo za vklop (1),
- tipka za zasilni izklop (2),
- LED prikazovalnik stanja vozička (3),
- priključek za polnjenje akumulatorja, 12 V, 20 Ah (4) in
- prikazovalnik stanja baterije med vožnjo (5).

V zadnjem delu imamo tudi 12 V akumulator s kapaciteto 20 Ah.

Mecanum kolesa

Mecanum kolo je izumil inženir Bengt leta 1974. Kolo je sestavljeno iz vozlišča in več prosto gibljivih valjev, ki so nameščeni pod kotom 45°. Odvisno od kombinacije smeri gibanja posameznega kolesa se lahko pri krmiljenju 4 koles gibljemo v poljubni smeri, brez da bi se le-ta pri tem obračala (vsa kolesa so ves čas obrnjena v isto smer, vzporedno s konstrukcijo ohišja). Na sliki nam puščice ob kolesih prikazujejo smer vrtenja posameznega kolesa, v sredini pa puščica prikazuje smer gibanja vozička. Ob tem je potrebno omeniti še to, da vsa 4 kolesa niso enaka, saj se ločijo na leva in desna. Pri nabavi koles je torej potrebno paziti, da naročilo zajema dve levi in dve desni kolesi!



Na obravnavan prototip vozička so nameščena 152 mm Mecanum kolesa iz aluminija, z nosilnostjo 15 kg, naročena preko spletne strani www.robotshop.com. Naročilo je vsebovalo komplet 4 koles, dve levi in dve desni.

Android aplikacija in namestitve

Za izdelavo namensko razvite aplikacije za mobilno napravo z nameščenim Android operacijskim sistemom smo uporabili programsko okolje MIT App Inventor, ki je brezplačna in odprtokodna programska oprema ter je bila razvita v izobraževalne namene. Po prijavi v spletno orodje je najprej potrebno kreirati nov projekt in ga shraniti. Sledi izdelava izgleda aplikacije na zaslonu (»Designer«).

Na vrhu smo v našem primeru postavili tekst z osnovnimi podatki o aplikaciji. V naslednji vrstici smo dodali »HorizontalArrangement2«. V to polje smo dodali gumb za povezovanje aplikacije z Bluetooth modulom. Ob ta gumb smo dodali še napis »STANJE POVEZAVE«. V tem polju sta možna dva izpisa. Če se nam izpiše »Povezava je vzpostavljena« v zeleni barvi, pomeni, da smo povezani, če pa se pojavi rdeč napis »Povezava je PREKINJENA«, pa bo pomenilo, da nimamo vzpostavljene povezave z Bluetooth modulom.

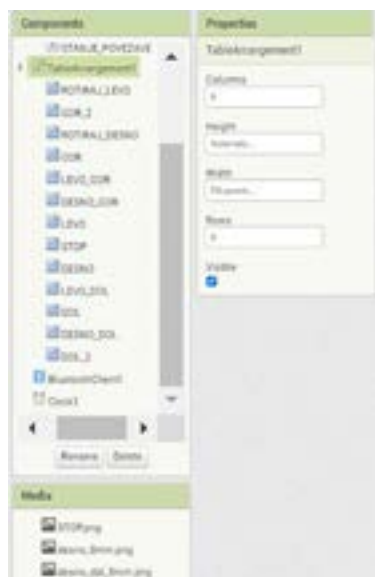
Nadaljevali smo s tabelo »TableArrangement1«, saj smo morali mrežo postaviti tako, da slike gumbov ostanejo v željeni poziciji. Izgled gumbov je najprej potrebno pripraviti v enem izmed bitnih ali vektorskih programov za grafično oblikovanje (Gimp, Inkscape, CorelDRAW, Photoshop, ...), lahko pa bi uporabili gumbe, ki se kreirajo v aplikaciji.



Pri izvažanju izdelane grafične oblike je smiselno, da objekte izvozite v primerni velikosti in v formatu PNG s transparentnim ozadjem.

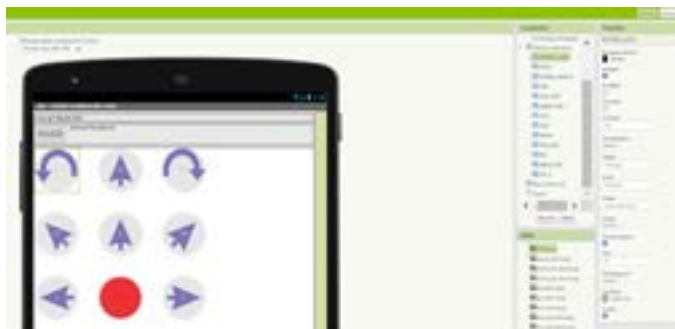
Sledi uvoz grafičnih objektov v MIT App Inventor, ki jih uvažamo posamično. Slike se naložijo v zavihek »Media« s pomočjo gumba »Upload File...«. Uvožene slike nato razporedimo v mrežo, ki smo jo določili za ozadje oblike na postavljenem zaslonu. Postavljenim gumbom določimo lastnosti ter jih poimenujemo. V našem primeru gre za tabelo s 5 stolpci in 9 vrsticami. V bistvu potrebujemo za postavitev potrebnih gumbov le 3 stolpce in 5 vrstic. Za večje število smo se odločili, da imamo med vsako vrstico in med vsakim stolpcem še en prazen prostor. Ta prostor bi lahko na primer koristil določevanju razmika med gumbi ali pa za vstavljanje dodatne grafike, kot so mrežne črte in podobno. Pri končnem izgledu smo v naši tabeli medprostore pustili prazne, so pa dodali nekaj razmika, ki se je izkazal za pravo odločitev.

Vsak gumb je potrebno smiselno poimenovati. Mi smo se za poimenovanje odločili na osnovi kombinacije pomena gumba in postavitve v izgledu aplikacije. Zgoraj levo je gumb, ki nam



omogoča rotiranje vozička v proti-urini smeri. Določili smo mu ime »ROTIRA_LEVO« in še skrajšan tekst na gumbu »RL«. Določili smo mu velikost 120 pixels tako po višini kot tudi širini. Za vsak gumb smo določili sredinsko poravnavo teksta, ki je zapisan preko izbrane slike, in takšno barvo, da čim manj izstopa na zaslonu mobilne naprave, razviden pa je za razvijalca APP.

Iz slike je tudi razvidno, da smo pri razvoju aplikacije v MIT App Inventorju morali izbrati monitorsko ločljivost (Monitor size 1024x768), da smo lahko hkrati videli vse ikone. Za takšen pogled smo se odločili, saj je takšna velikost primerna za ločljivost današnjih aktualnih GSM naprav, kar smo pri prenosu APP na GSM ugotovili tudi sami.



V osnovnih nastavitvah (ko se v »Components« postavimo na osnovni zaslon – »Screen1«) določimo še ime aplikacije (»AppName«) in izberemo ikono (»Icon«), ki se bo pojavila na zaslonu telefona po namestitvi. Ko smo zadovoljni z izgledom aplikacije na zaslonu sledi programski del (zgoraj desno preklapimo iz »Designer« v »Blocks«).

Pri programiranju sem si najprej pogledal nekaj primerov, ki so na spletu:

<http://appinventor.mit.edu/explore/ai2/hello-codi.html>
<https://sites.google.com/site/solaelektronikesers/home/blue-tooth-krmiljenje-led-diod>

Pri sestavljanju programske kode je najprej potrebno sprogramirati Bluetooth povezavo. Ko bomo pritisnili na gumb »POVEŽI«, nam bo v mobilni napravi prikazalo vse razpoložljive Bluetooth naprave. Nato izberemo pravo in naprava se bo povezala, ob gumbu pa se bo pojavil napis v zeleni barvi »Povezava je vzpostavljena«. Za vzpostavitev povezave je potrebno dodati

»ListPicker« in ga pravilno sestaviti. Podroben postopek programiranja je opisan na omenjenih spletnih straneh.



Osnovna ideja prenosa podatkov za vsak pritisk in sprostitve gumba izhaja iz odločitve, da smo se odločili prenašati tekstovna sporočila. Ob pritisku na tipko pošljemo malo črko iz angleške abecede, za sprostitve tipke pa pošljemo enako, vendar veliko tiskano črko. Ob prenosu nam programska rešitev v Arduino sprejme to kot številčno desetiško vrednost v skladu z desetiško vrednostjo iz ASCII tabele znakov.

	znak	prebere	znak	prebere
TIPKA	VKLOP	STEVILO	IZKLOP	STEVILO
ROTIRAJ_LEVO	a	97	A	65
:	:	:	:	:
DOL_2	m	109	M	77

Te vrednosti so pri nastavljeni hitrosti serijskega prenosa 9600 bps. Če spremenimo hitrost komunikacije, nam programska rešitev prebere druge vrednosti števil.

Naša končna verzija aplikacije se imenuje »Bezjak_VOZ_v10.2«. Potrebno jo je samo še izvoziti in namestiti na mobilno napravo.

Postopek je sledeč:

1. Na spletni strani v MIT APP inventorju 2 se nahaja aplikacija, ki omogoča kreiranje QR kode.
2. Na GSM namestimo aplikacijo APP inventor 2, ki jo najdemo v »Trgovina Play«.
3. Na GSM-u zaženemo aplikacijo »MIT AI2 Companion« in izberemo opcijo »scan QR code«.
4. Aplikacija se namesti pod imenom »Bezjak_VOZ_V10.2«.
5. Za aplikacijo se namesti ikona , ki ima obliko sivega kroga, v katerem je vijolična puščica, obrnjena desno navzgor pod kotom 45°.

Postopek za povezovanje Bluetooth modula HC-05 z mobilno napravo je sledeč:

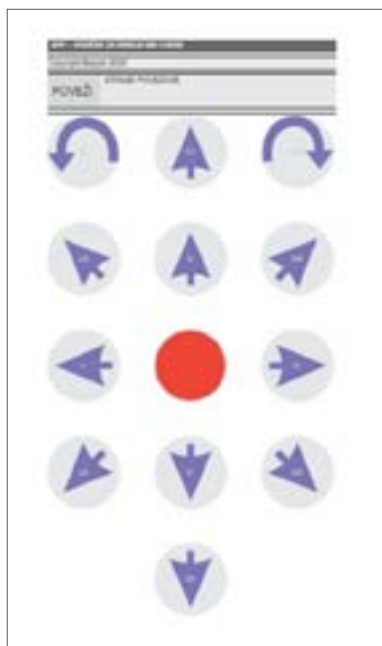
1. Na GSM aparatu je potrebno vklopiti Bluetooth povezavo.
2. Voziček je potrebno vklopiti in počakati nekaj sekund, da se elektronika zažene in Bluetooth modul začne komunicirati.
3. Na GSM aparatu v nastavitvah Bluetooth je potrebno najti Bluetooth modul, ki je nameščen na vozičku (modul HC-05).
4. Za povezavo Bluetooth modula HC-05 (na vozičku) z mobilno napravo je ob prvi povezavi (ali pa ko ga ponovno seznanjamo z napravo) potrebno vpisati kodo »1234«.
5. Ko se mobilna naprava in modul HC-05 povežeta, zaženemo aplikacijo za upravljanje vozička.

Zagon aplikacije na mobilni napravi in upravljanje vozička:

1. Aplikacijo zaženemo s pritiskom na ikono APP  »Bezjak_VOZ_V10.2«.
2. Ob zagonu APP je najprej potrebno povezati APP in Bluetooth modul HC-05 – to naredimo s pritiskom na gumb »POVEŽI«, ki se nahaja na zgornjem levem vogalu zaslona. Ob zagonu aplikacije se ob gumbu izpiše »Povezava je PREKINJENA« (napis je v rdeči barvi).
4. Ob pritisku na gumb »POVEŽI«, se nam izpiše seznam naprav, ki so na voljo. Izberemo napravo: »98:D3:31:FC:17:32 HC-05«. Če smo uspešno povezali mobilno napravo in HC-05, se ob gumbu pojavi napis »Povezava je vzpostavljena« (napis je v zeleni barvi).

Upravljanje aplikacije:

1. Aplikacija krmili voziček MB-1/2020.
2. S pritiskom na gumb za posamezno smer vožnje, se prične voziček gibati v izbrano smer.
3. Voziček se giblje v izbrano smer tako dolgo, dokler držimo gumb pritisnjen.
4. Ko gumb spustimo, se voziček prične ustavljati.



5. Šele ko en gumb spustimo, lahko vklopimo drugi gumb (hkrati ne moremo usmerjati vozička v dve smeri).
6. Osrednji gumb je rdeče barve in pomeni »STOP«.
7. S pritiskom na gumb »STOP« sunkovito (v trenutku) ustavimo vožnjo.
8. Pritisk na gumb za vsako smer vožnje povzroči postopni zagon vožnje (mehki zagon), sprostitve gumba pa povzroči postopno ustavljanje vožnje (mehko ustavljanje).

9. Ko izklopimo posamezno smer vožnje in izberemo drugo smer, se prehod med smermi vožnje izvede zvezno (mehki prehod).

Pri upravljanju vozička in Bluetooth komunikaciji obstaja možnost, da se kaj »zalomi« in ne deluje vse idealno. V ta namen smo pri izdelavi programske rešitve predvideli tudi način odpravljanja težav:

1. V primeru, da se voziček ne odziva ali se nekontrolirano pelje v določeno smer, ga je potrebno izklopiti.
2. Voziček izklopimo z napajalnim stikalom (1 / 0) s pritiskom na rdečo tipko »0«.
3. Za izklop vožnje se v primeru nujne potrebe po zaustavitvi uporabi tipka za izklop v sili, ki se nahaja na prednji in zadnji strani (pritisne se katerakoli tipka).
4. Ponovni zagon vožnje se izvede tako, da obe tipki za zasilni izklop izklopimo (zasukamo v desno in tipka se sprostijo - izskoči). Poleg tega moramo za 5 sekund izklopiti tudi napajanje.
5. Če mobilne naprave in modula HC-05 ne moremo povezati, je priporočljivo v Bluetooth nastavitvah mobilne naprave prekiniti povezavo in seznanitev s HC-05 ter ponovno seznaniti HC-05 z mobilno napravo.

Zaključek

V prvem delu članka smo skušali predstaviti namen Mecanum električnega vozička MB-1/2020 in postopek razvoja. V grobem smo predstavili ključne sestavne dele in povezave. 3D model konstrukcijske rešitve bralcu omogoči razumevanje celote. Predstavljena so tudi izredno zanimiva Mecanum kolesa, ki se vedno več uporabljajo pri razvoju avtonomnih robotskih vozičkov. Bistveni del pa je bil razvoj aplikacije, ki omogoča krmiljenje vozička. Podrobno je predstavljen potek razvoja od ideje, oblikovanja gumbov, vizualne postavitve, do programske rešitve in namestitve aplikacije na mobilno napravo. Predstavljena rešitev je glede na naša prva testiranja zanesljiva, zato menimo, da bo tudi na končnem prototipnem modelu dolgoročno delovala brezhibno. Razvojno okolje MIT App Inventor se je izkazalo kot zelo dobra rešitev pri razvoju aplikacij za prototipne rešitve. Mi smo želeli zmanjšati količino prenesenih podatkov na minimum. Odločili smo se tudi, da pošiljamo podatke samo v eno smer in s tem zmanjšamo možnost napak pri prenosu. Kljub temu smo pri programski rešitvi upoštevali izpad komunikacije, ki nam iz varnostnih razlogov ustavi gibanje vozička. To pa je že tema, ki se ji bomo podrobneje posvetili v drugem delu članka, ki bo objavljen v naslednji številki...

Na youtube kanalu si lahko ogledate delovanje vozička:
<https://bit.ly/3qa4Hlu>

Marjan Bezjak s. p.
 marjan.bezjak@gmail.com



Tematike:

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

Naročnina:

- ◇ 4 revije na leto.
PTT strošek 5,00 € / leto.

PDF revija je brezplačna (potrebna samo prijava).

Točka revije

Pomeni trgovino, kjer prejmeš revijo **brezplačno**.

najdi/sporoči svojo točko: www.svet-me.si

Prijava na brezplačno revijo
Svet mehatronike:



www.svet-me.si



revija@svet-me.si



01 549 14 00

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

 AX ELEKTRONIKA



Tematike:

- novice
- predstavljamo
- programiranje
- samogradnje

Naročnine:

- ◇ PRAVNE OSEBE (1 leto) Cena naročnine je 44,95 EUR.
- ◇ FIZIČNE OSEBE (1 leto) Cena naročnine je 39,95 EUR.
- ◇ INTERNET NAROČNINA (1 leto) Cena naročnine je 19,99 EUR.

Vsak naročnik prejme tudi **brezplačni letnik na DVD-ju**,
DVD je lahko katerikoli.

Brezplačno: vsi stari letniki v PDF obliki!

Prijava na naročnino za revijo
Svet elektronike:

<https://svet-el.si>



prodaja04@svet-el.si



01 549 14 00



STIK

KAKO, KJE IN KAJ potrebujem za naročilo?

- Naročilo je možno poslati po pošti (AX ELEKTRONIKA d.o.o., Depala vas 39, 1230 Domžale), po telefonu (01 528 56 88 ali 01 549 14 00) ali e-pošti (prodaja04@svet-el.si). Naročeni material pošiljamo preko Pošte Slovenije.
- Garancija za gotove izdelke velja 12 mesecev (datum na računu), KIT kompleti nimajo garancije.
- Plačevanje je možno po povzetju (plačilo ob prevzemu), na obroke (2 obroka), po predračunu, kreditnimi karticami ali po vnaprej dogovorjenem plačilnem roku!
- Naročene izdelke pošljemo najkasneje v roku 48 urah od prejema naročila oziroma vam sporočimo predvideni rok dobave. Vračilo izdelkov je možno v osmih dneh po prevzemu. Kontaktna oseba za naročila in vprašanja je Samo Gregorčič.
- Katerikoli brezplačni PDF letnik revije Svet elektronike si lahko izbere vsak novi naročnik ali obstoječi naročnik, ki podaljša naročnino.
- Popust na vse stare letnike revije Svet elektronike v PDF in v pisni obliki imajo vsi trenutni naročniki na revijo Svet elektronike.
- Pri obeh naročninah (pisni + internet) dobite internet naročnino za 50% ceneje.
- Konec leta vsak naročnik prejme stenski planer.

Naročnine na revijo Svet elektronike

- PRAVNE OSEBE (1 leto).** Naročnina na revijo Svet elektronike, za pravne osebe. Naročnina velja eno leto (11 števk, julij/avgust dvojna). Cena naročnine z vštetim popustom je 44,95 EUR.

Plačilo po predračunu, katerega pošljemo po pošti.

- FIZIČNE OSEBE (1 leto).** Naročnina na revijo Svet elektronike, za fizične osebe. Naročnina velja eno leto (11 števk, julij/avgust dvojna). Cena naročnine z vštetim popustom je 39,95 EUR.

Plačilo po položnici, ki jo pošljemo po pošti.

- ŠOLAJOČE SE OSEBE (1 leto, potrdilo o šolanju).** Naročnina na revijo Svet elektronike, za šolajoče se osebe.

Naročnina velja eno leto (11 števk, julij / avgust dvojna). Cena naročnine z vštetim popustom je 37,46 EUR.

Plačilo po položnici, ki jo pošljemo po pošti. Brez potrdila o šolanju se naročniku avtomatično pošlje naročnino z 20% popustom.

- INTERNET NAROČNIKI (1 leto, fizične ali pravne osebe).** Naročnina na internet revijo Svet elektronike.

Naročnina velja eno leto (vpogled revije v PDF datoteki na www.svet-el.si). Cena naročnine znaša 19,99 EUR.

Nujna je prijava na spletni strani, kjer si lahko ogledate tudi vse informacije glede naročnine.

- VSI NAROČNIKI (-50% popusta pri internetni naročnini 1 leto).** Pri naročilu na pisno revijo Svet elektronike in internet naročnino vam za internetno naročnino priznamo 50% popust. Izberite si željeno pisno naročnino in jo obkrožite skupaj z internet naročnino. Vsi pogoji ostanejo enaki, lahko si jih ogledate v zgornjih naročninah. Za vse ostale informacije smo vam na voljo na tel.: 01 549 14 00 ali e-naslov: prodaja04@svet-el.si.

- AVTORJI** člankov imajo brezplačno pisno naročnino (svojo naročnino lahko tudi podarijo komur koli)

Vse cene naročnin in izdelkov »od podjetja AX, d.o.o. in revije Svet elektronike« vsebujejo DDV.

Več naročnin vam prihrani denar. Pravnim osebam, ki naročijo več izvodov revije Svet elektronike, nudimo za **2. naročen izvod 50% popust**, za **3. izvod in vse naslednje pa 70% popust do preklica**. Velja tudi za podaljšanje naročnine. Vsi izvodi revije morajo imeti istega plačnika.

Naročilnica za revijo Svet elektronike

PODJETJE / FIZIČNA OSEBA (IME IN PRIIMEK)

ULICA / HIŠNA ŠTEVILKA / POŠTA / KRAJ

DAVČNA ŠTEVILKA / ZAVEZANEC (DA / NE)

TELEFON IN E-POŠTA

PODPIS / ŽIG

Podarite naročnino ali darilni BON

Obdarovanje svojih najbližjih je vsako leto težje. Imamo že toliko stvari, da ne vemo več kaj potrebujemo in kaj si v življenju res želimo, zato je obdarovanje včasih težko, ker ne vemo natančno kaj podariti. V uredništvu revije Svet elektronike smo za take primere pripravili nekaj novosti. Lahko podarite naročnino na revijo Svet elektronike ali vrednostni BON. Oboje vam olajša odločitev kaj podariti.



Brezplačni PDF letnik za naročnika

Svet elektronike nagradi vsakega naročnika z brezplačnim letnikom preteklih revij v PDF obliki od leta 2004 po svoji izbiri. Vsak naročnik se ob podaljšanju naročnine odloči, kateri letnik bi želel prejeti. Svojo odločitev nam lahko sporočite po elektronski pošti, telefonu ali preko virtualne trgovine.

Brezplačno vsi letniki do 2005

Vsi letniki do 2005 so sedaj brezplačno na naši spletni strani!

www.svet-el.si



Vsi naročniki

50% popusta pri internetni naročnini 1 leto. Pri naročilu na pisno revijo Svet elektronike in internet naročnino, vam za internetno naročnino priznamo 50% popust. Izberite si željeno pisno naročnino, ter jo obkrožite skupaj z internet naročnino. 50% popusta pri internetni naročnini 1 leto. Pri naročilu na pisno revijo Svet elektronike in internet naročnino, vam za internetno naročnino priznamo 50% popust. Izberite si željeno pisno naročnino, ter jo obkrožite skupaj z internet naročnino.

Brezplačni ogledni izvod

Verjamemo, da se želite prepričati, zakaj je Svet elektronike najboljša revija za prave elektrone. Ker smo ponosni na to, kar delamo, vam bomo z veseljem poslali brezplačni ogledni izvod na vaš naslov - seveda brez zaračunanih stroškov poštnine!



programming has never been easier

Smo uradni zastopnik za ELNEC v Sloveniji!

BeeProg3

70-0074



BeeProg2



BeeProg2C



BeeProg204P

70-0036



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

 AX ELEKTRONIKA