

Mikrokontrolerji

PIC18

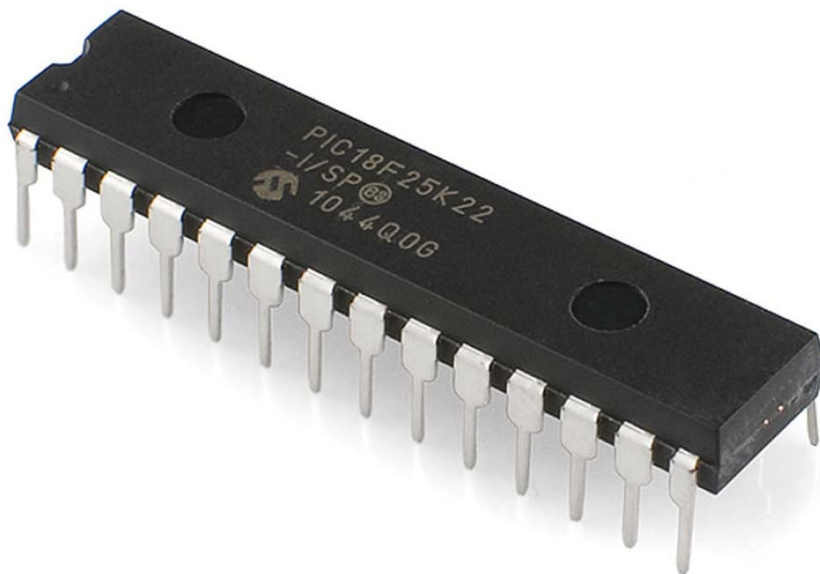
Mikrokontrolerji PIC18 v praksi



MICROCHIP



AX ELEKTRONIKA D.O.O.



Avtor: dr. Simon Vavpotič

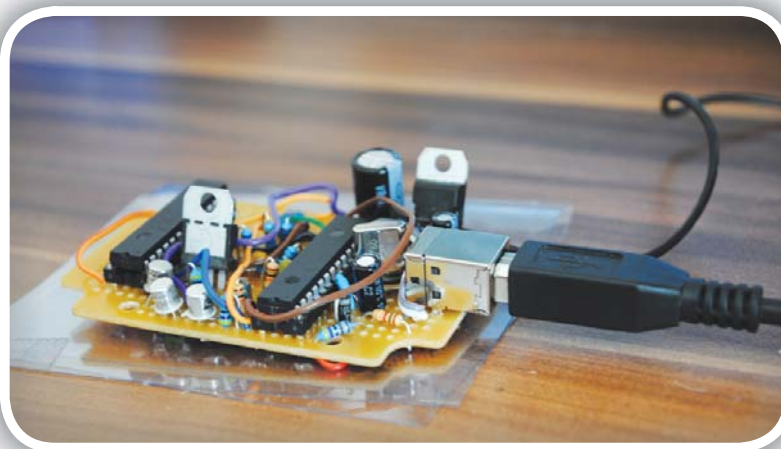
<i>Naslov poglavja</i>	<i>stran</i>
<i>Osnovna zgradba in delovanje PIC18</i>	<i>7</i>
<i>Digitalni in analogni vhodi in izhodi</i>	<i>13</i>
<i>Merjenje časa, frekvence in širine signalov ter vzporedno vodilo</i>	<i>21</i>
<i>I2C in prekinitve</i>	<i>31</i>
<i>USB, EEPROM in nizkofrekvenčni generator</i>	<i>40</i>
<i>PWM modul</i>	<i>47</i>
<i>Brezžične komunikacije</i>	<i>59</i>
<i>Polnjenje baterij</i>	<i>68</i>
<i>Brezžični komunikacijski protokol</i>	<i>75</i>
<i>Programiranje v C-ju</i>	<i>85</i>

Osnovna zgradba in delovanje PIC18

Družina 8-bitnih mikrokontrolerjev PIC18 je velika in ponuja številne možnosti za izdelavo digitalno krmiljenih naprav. Vgrajena podpora za USB ali Ethernet ji daje uporabnost tudi na področju kompleksnih aplikacij, kjer se kosa s 16-bitno družino PIC24 in 32-bitno družino PIC32.

Znati moramo poiskati mikrokontroler, ki ustreza našim potrebam, tako cenovno kot tudi po vgrajenih funkcijskih enotah. Na mikrokontroler moramo gledati celovito. Če potrebujemo povezavo s PC-jem in pri tem mikrokontroler za ta namen nima ustrezne funkcionalne enote, nam 16 ali 32-bitov prav nič ne koristi. Podobno velja, če naš problem ne zahteva veliko računanja, ki je značilno za digitalne signalne procesorje (DSP).

Hkrati si za »domače« in manj zahtevne industrijske projekte želimo mikrokontroler z ravno pravnim številom priključkov, ki omogoča preprosto spajkanje. Denimo, 28-priključkov je dovolj za okoli 22 vhodnih ali izhodnih kanalov. Dobrodošla je tudi možnost (skoraj) poljubne konfiguracije funkcionalnosti priključkov na ohišju. Na ta način si lahko večje število funkcionalnih enot znotraj mikrokontrolerja deli iste priključke na ohišju. Pri tem lahko več funkcionalnih enot za vhod uporablja isti priključek. Če pa je priključek izhod, potem lahko programsko izberemo funkcijsko enoto, ki ga bo uporabljala. Tako postane nabor problemov, ki jih lahko rešimo z mikrokontrolerjem zares bogat, kljub temu, da je na voljo malo priključkov. Mikrokontrolerji z več priključki sicer niso dražji, večji problem je, da so v ohišjih SMD (površinsko nameščena naprava, angl. surface mounted device) z zelo majhnim razmikom med priključki, ki je manj primeren za ročno spajkanje. Hkrati je tudi izdelava tiskanega vezja v domači delavnici zahtevnejša. Zato bodo v tej knjigi predstavljeni mikrokontrolerji z 28 priključki, ki se od večjih »bratrancev« po notranji zgradbi skoraj ne razlikujejo.



Slika 1.1: Hitri programator za mikrokontrolerje PIC18FxxJxx na osnovi PIC-18F26J50

Podružine PIC18

Družina PIC18 je razdeljena v več poddružin tudi po razponu napajalnih napetosti, načina programiranja (nizkonapetostno, visoko napetostno, ali oba), razponu števila priključkov in porabe energije. Najstarejši so mikrokontrolerji

```

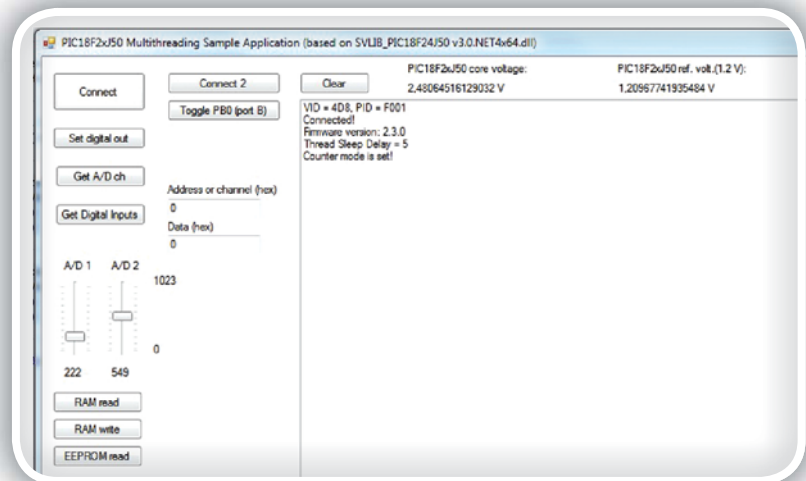
PIC.DataMemWrite(RPINR4,2)      , select T0CKI = RP02 = I2 on K8055(N)
PIC.ClearDataMemBit(INTCON,5)   , disable T0 interrupt
PIC.ClearDataMemBit(PIE2,2)     , disable T3 interrupt
DataMemWrite(TMR3H,0)           , Set counter 0 to 0 (reset)
DataMemWrite(TMR3L,0)
DataMemWrite(TMR0H,0)           , Set counter 1 to 0 (reset)
DataMemWrite(TMR0L,0)
PIC.SetDataMemBit(T0CON,7); // Start timer 0 in synchronized counter mode
PIC.SetDataMemBit(T3CON,0); // Start timer 3 in synchronized counter mode

```

ECCP in merjenje signalov

Po vsem napisanem, je več kot očitno, da časovnikov večinoma ne uporabljamo samostojno, ampak predvsem v povezavi z drugimi funkcionalnimi enotami mikrokontrolerjev PIC18. ECCP smo doslej le omenili, zato je prav, da pred prvim praktičnim primerom, ko jo bomo uporabili pri impulzno-širinski modulaciji, nekoliko pojasnimo njeno delovanje.

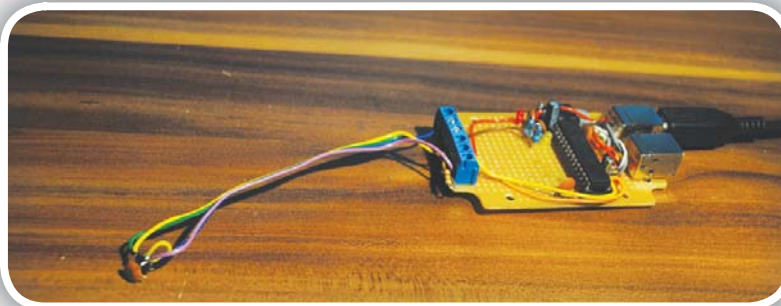
PIC18 ima dve enoti ECCP, od katerih lahko vsaka deluje v treh načinih delovanja: zajem (angl. capture) signala, primerjanje (angl. compare) signala in impulzno-širinska modulacija (PWM). Za delovanje potrebuje takt enega od časovnikov. V prvih dveh načinih lahko izberemo časovnik 1 ali 3, v načinu PWM pa časovnik 2 ali 4. Obe enoti lahko hkrati uporabljata tudi takt istega časovnika.



Slika 3.2: Aplikacija za merjenje signalov PWM

Pri načinu zajem signala enota ECCP preko ene od vhodnih močic mikrokontrolerja (glede na nastavitve enote PPS, ki smo jo omenili v preteklem nadaljevanju) spremlja analogno vrednost vhodnega signala. Signal gre preko programabilnega delilnika frekvence z mogočimi količniki 1, 4 in 16 v programabilni detektor prehoda signala, ki pri prehodu iz logične 0 v logično 1 in prehodu signala iz logične 1 v logično 0 odda impulz. Detektor sicer omogoča tri režime delovanja. V prvem odda impulz vsakokrat, ko zazna prehod iz 0 v 1, v drugem, ko zazna prehod iz 1 v 0, v tretjem pa na obe fronti signala, iz 0 v 1 in iz 1 v 0. Ob vsakem impulzu detektorja prehoda signala ECCP zajame trenutno vrednost 16-bitnega števec časovnika 1 (registra TMR1H in TMR1L) ali časovnika 3 (registra TMR3H ali TMR3L) v registrski par CCPR1H in CCPR1L; odvisno od izbire časovnika v krmilnem registru ECCP, CCPxCON (x je številka enote ECCP, oz. 1 ali 2). Obenem lahko ECCP proži tudi ustrezno procesorsko prekinitev, če je omogočena v prekinitvenem registru mikrokontrolerja. 16-bitna vrednost v registrskem paru CCPR1H in CCPR1L predstavlja celotno trajanje impulza, merjeno v številu taktov časovnika 1 ali 3, če je izbrana detekcija na prvo ali zadnjo fronto, ali širino impulza (ko je ta v stanju logične 1), če je izbrana detekcija na prvo in zadnjo fronto.

Standardizirane frekvence vodila I2Cso: 100 kHz, 400 kHz in 3,4 MHz. V kolikor to naprave na vodilu dopuščajo, lahko Microchipovi krmilnik generirajo taktni signal tudi pri poljubni drugi frekvenci. Slednje velja tudi za temperaturno tipala ADT7410, ki jih bomo v nadaljevanju uporabili za naš primer. Omenimo še, da temperaturno tipalo ADT7410 zahteva, da je čas prehoda iz logičnega stanja 0 v 1 (vzpon) ali obratno (upad) manjši od 0,3 μ s. To pomeni, da moramo uporabiti mikrokontroler, ki ima dovolj hitro tranzistorsko logiko, sicer se utegne zgoditi, da podatkov nikakor ne bomo mogli prenašati.

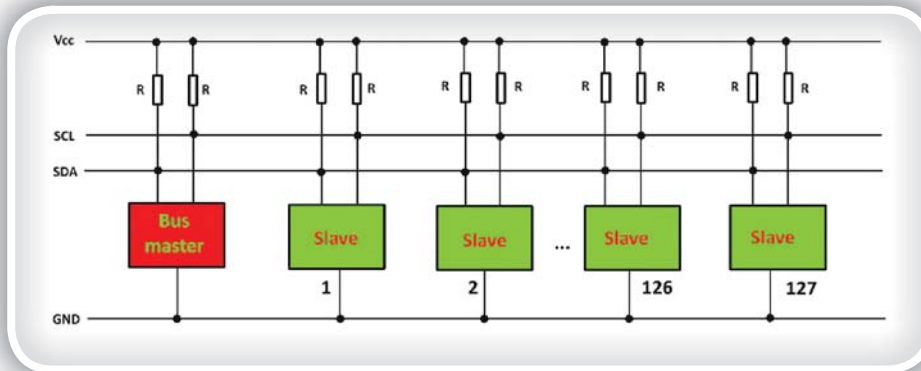


Slika 4.1: 16-bitno digitalno temperaturno tipalo Analog Devices ADT7410, povezano s PIC32MX250F128B preko vodila I2C

Vodilo deluje preko dveh napajalnih in dveh signalnih vodov: napajalna napetost, masa, dvosmerni podatkovni vod in vod za Takt ure. Takt ure oddaja le integrirano vezje, ki je v vlogi gospodarja vodila. Prav tako, je gospodar vodila (angl. bus master) edini, ki sme začeti prenos podatkov, ne glede na to ali gre za pisali ali bralni dostop. Ostale naprave na vodilu delujejo kot sužnji (angl. slaves).

Hkrati lahko kot gospodar vodila deluje le ena naprava, vendar protokol I2C dopušča, da se gospodarji vodila izmenjujejo in celo zamenjujejo svoje vloge. Krmilna enota za vodilo I2C zna ugotoviti kolizije, od katerih pride pri poskusih hkratnih oddaj podatkov, če poskuša hkrati oddajati več gospodarjev vodila. Prav tako zna nastaviti različna stanja vodila, kot je denimo začetno stanje, ki suženjskim napravam na vodilu I2C signalizira začetek operacije, ki jo vodi gospodar vodila.

Prenos podatkov preko vodila I2C sicer poteka v več fazah: Najprej mora gospodar poslati signal za začetek operacije (angl. start condition). Nato pošlje 7-bitni ali 10-bitni naslov naprave, s katero želi komunicirati. Naslovu naprave je pridružen enobitni način prenosa podatkov: 1 je branje, 0 je pisanje. Pri branju podatkov mora gospodar vodila nato oddati signal za ponovljeni start prenosa podatkov, ki naslovljeni napravi signalizira, da lahko odda zahtevane podatke v nizu bajtov. Prejem vsakega bajta podatkov mora gospodar vodila potrditi signalom ACK (potrditev, angl. acknowledge). Prenos podatkov zaključi gospodar vodila s tem, ko naslovljeni napravi odda signal za zaustavitev prenosa (angl. »stop condition«).



Pisanje podatkov poteka podobno, le da gospodar po oddaji naslova

Slika 4.2: Način priklopa večjega števila naprav na vodilo I2C

Stran 63

protokola končali, saj bi lahko o zagotavljanju integritete in varnostni prenosa podatkov v brezžičnih omrežjih napisali več člankov. Hkrati je na tem področju na voljo veliko strokovne literature. Naš namen je kljub temu dosežen. S preprostimi 1-bitnimi oddajniki in sprejemniki smo vzpostavil kanala za prenos podatkov med dvema mikrokontrolerjema...

Pes čuvaj

Vsi mikrokontrolerji PIC18 in PIC32 imajo podporo za preverjanje pravilnosti delovanja vgrajene programske opreme po principu »pes čuvaj«. Pes čuvaj je posebna funkcijska enota, zasnovana okoli odštevalnika in preproste krmilne logike, ki sproži samodejni zagon mikrokontrolerja, če odštevalnik prešteje do 0.

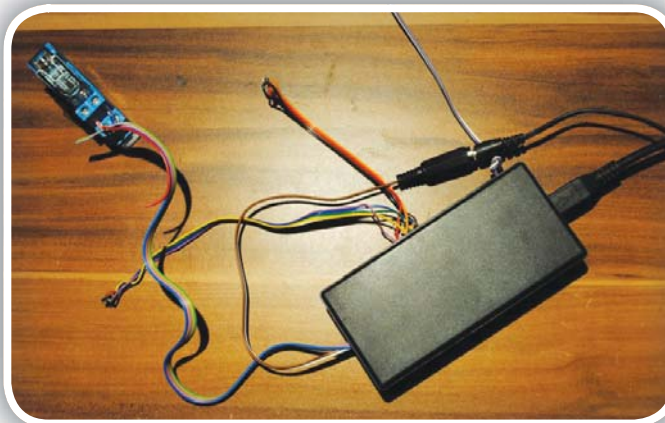
Način delovanja psa čuvaja lahko pri PIC18 in PIC32 nastavimo le v nastavitvenih besedah, ki jih moramo zaprogramirati v Flash EEPROM. Sicer je mogoč samodejni ali programski vklop psa čuvaja. Pri tem programski izklop, ob nastavljenem samodejnem vklopu preko nastavitvev v nastavitvenih besedah, ni mogoč. To predstavlja zaščito pred neželenim izklopom.

Vgrajeno programska opremo za PIC32MX250F128B, ki ima vgrajeno funkcionalnost psa čuvaja lahko dobimo s spletne strani: <https://sites.google.com/site/pcusbprojects/6-downloads> v datoteki PIC32F250F128B firmware v2.8.4 - all subversions.zip. Podrobna navodila za uporabo so v programerskem priročniku. Omenimo, le da funkcionalnost psa čuvaja vključimo preko nastavitvene tabele v Flash EEPROMu mikrokontrolerja. Nato deluje samodejno in neopazno, razen ob prekinitvi normalnega delovanja.

Pes čuvaj še je posebej uporaben pri digitalnem termostatu, katerega delovanje smo že opisali v preteklih nadaljevanjih. Tokrat le navedimo pot do izpopolnjenega primera, ki deluje v praksi: <https://sites.google.com/site/pcusbprojects/7-tips-tricks-troubleshooting/z-making-a-fail-safe-thermostat-tips>. Primer temelji na posebni različici vgrajene programske opreme PIC32MX250F128B firmware v2.8.81 - thermostat edition.hex, kjer je pes čuvaj vključen že preko osnovnih nastavitvenih besed in ga programska oprema ne more izključiti.

Zaključek

V naslednjem poglavju bomo spoznali enoto za krmiljenje polnjenja



Slika 7.8: Termostat z dvema senzorjema ADT7410 in mikrokontrolerjem PIC32MX250F128B, ki tudi v praksi uporablja »psa čuvaja«.



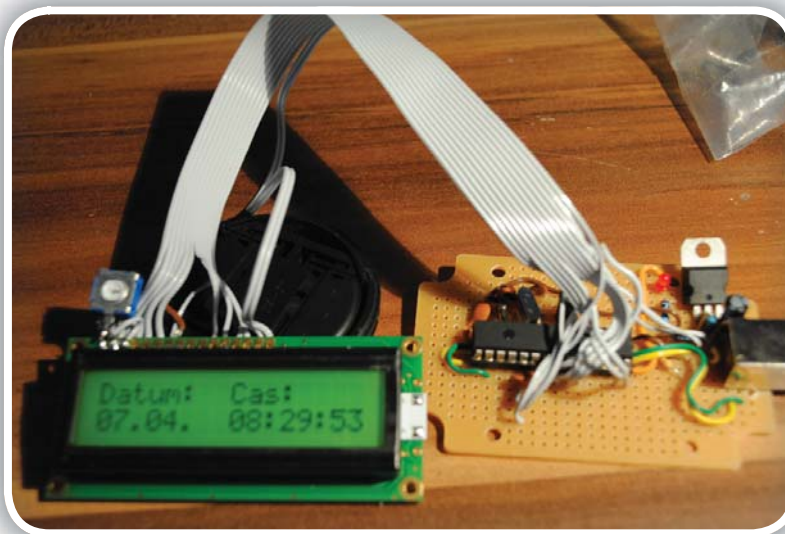
Slika 7.9: Realna aplikacija s termostatom, ki krmili hladilnik na balkonu.

Programiranje v C-ju

Mikrokontroler je nepogrešljiv sestavni del številnih majhnih, a zelo uporabnih domačih naprav, kot so: vremenska postaja, elektronski termostat, elektronska varuška... Za vsak končni izdelek bomo nemalokrat odšteli veliko več, kot če se projekta lotimo sami.

V predhodnem poglavju smo se lotili podrobnosti brezžičnega komunikacijskega protokola. Uporabili smo tudi zadnjo dinamično programsko knjižnico s spletne strani PC USB Projects (<https://sites.google.com/site/pcusbprojects/5-custom-projects/bd-unified-dll-v4-1-for-all-microcontrollers-supported-by-pc-usb-projects>), v katero je že vgrajen komunikacijski protokol za brezžični prenos podatkov.

V zadnjem poglavju bomo na osnovi mikrokontrolerja PIC18F26J50 izdelali digitalno uro, ki jo bomo nastavljali preko vodila USB. Želimo neodvisno aplikacijo, ki lahko z lastnim napajanjem deluje tudi brez PC. Zato bomo pri programiranju uporabili tudi programski jezik C in Microchip razvojno okolje MPLAB.



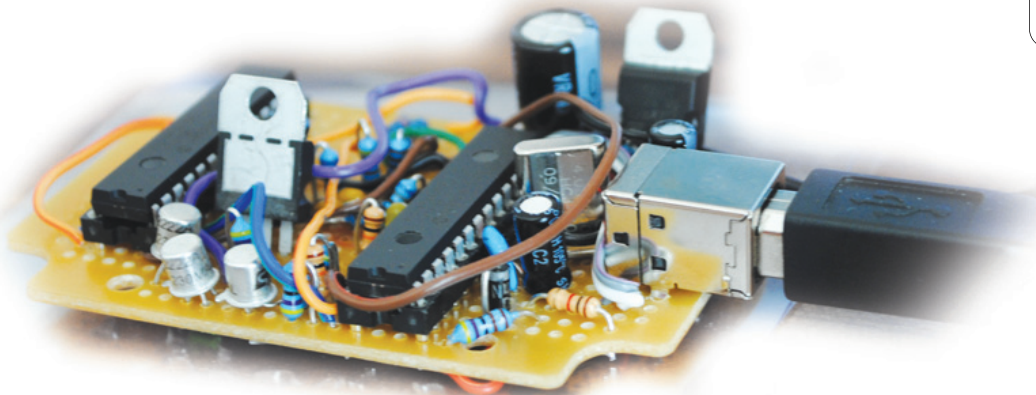
Slika 10.1: Digitalna ura, ki jo nastavimo iz PC preko povezave USB, na kar lahko deluje samostojno

Kako deluje digitalna ura s prikazovalnikom LCD?

Digitalna ura je sorazmerno enostavna aplikacija, saj mikrokontroler PIC18F26J50 že vsebuje strojno podporo zanjo. Za točno merjenje časa moramo dodati le še zunanji, 32,768 kHz, kristalni resonator. Samostojen prikaz ure omogoča dvovrstični prikazovalnik LCD, LCM1602K-FL-YBS, ki temelji na SUNPLUSovem krmilniku za majhne zaslone LCD, SPLC780D, ki je zaradi enostavnosti programiranja zelo priljubljen pri samogradnjah elektronike za domačo rabo. Žal LCM1602K-FL-YBS deluje samo pri napetosti od 5 V naprej, je pa vseeno združljiv s 3,3 V napravami, če te podpirajo na 5 V odporne vhode. PIC18F2xJ50 ima 5 takih vhodov, ki pa jih nismo želeli uporabiti, saj bi s tem zapravili možnost za priklop drugih naprav na vodili SPI in I2C. Mikrokontrolerji PIC18F2xJ50 namreč strojno podpirajo največ dve vodili SPI in eno vodilo I2C. Za strojno podporo vodilu I2C nujno potrebujemo priključka 26 in 25, pri vmesniku SPI pa ima-

O knjigi

PIC mikrokontrolerji so med najbolj prepoznavnimi mikrokontrolerji po celotnem svetu. Mirno lahko to zapišem, saj marsikdo, ki se z elektroniko sploh ne ukvarja, »pознаvalsko« izstreli besedo PIC kot nekaj, kar opisuje nek mikrokontroler, procesor in podobno. Res so se PIC mikrokontrolerji izredno razširili v vsa področja elektronike predvsem zaradi svoje nizke cene, izredne zmogljivosti in relativno prijazne uporabe za programerje. Glede na to, da se razvoj PIC-ev še zdaleč ni ustavil, se nam je v uredništvu revije Svet elektronike zdelo primerno, da skupaj z avtorjem dr. Simon Vavpotičem, za katerega lahko mirno zapišem, da je odličen poznavalec PIC mikrokontrolerjev, pripravimo serijo člankov, ki smo jo objavili v reviji Svet elektronike, zdaj pa smo jo združili v eno knjižico, ki bo dobro služila kot referenčno gradivo za programerje PIC mikrokontrolerjev.



9 789616 680158