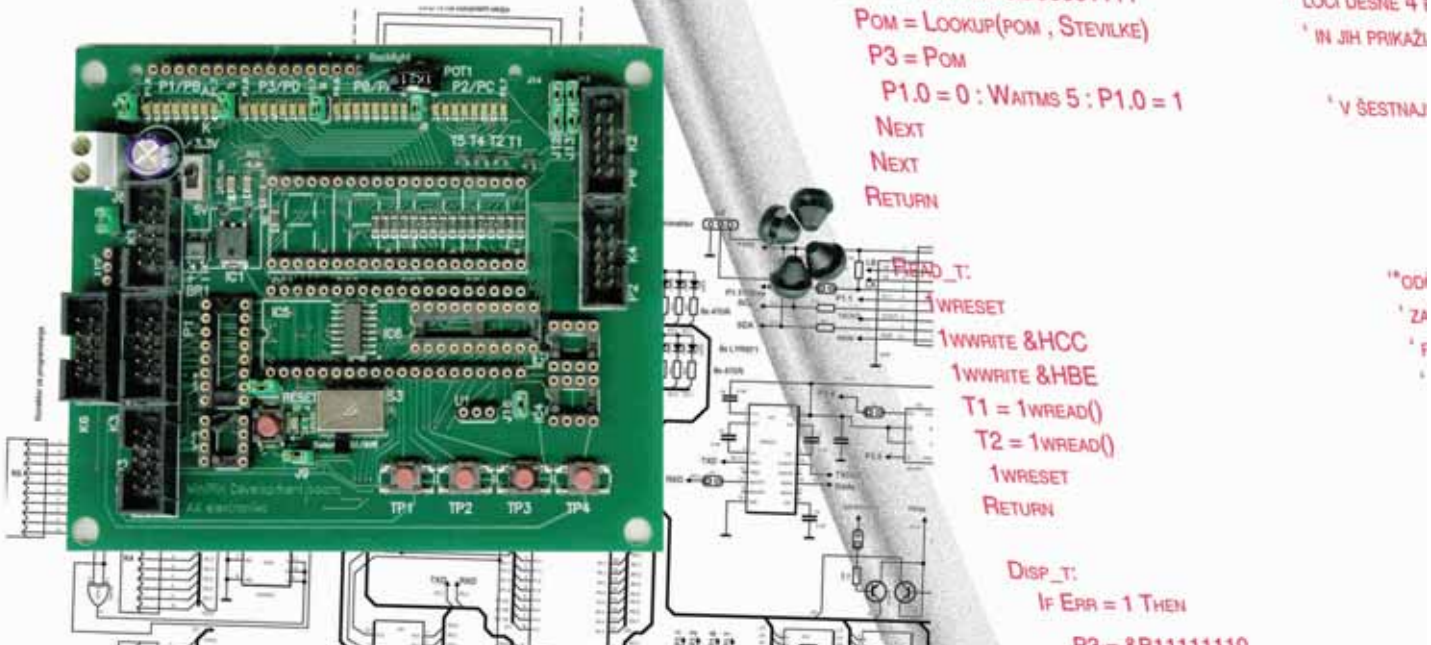


B | A | S | C | O | M

+cd

TEORIJA IN PRAKTIČNI PROJEKTI



Spoštovani bralci!

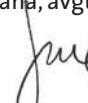
Verjetno ga ni med vami, ki ga ne bi veselila elektronika. Zelo verjetno je, da slutite kakšne nove možnosti se odpirajo pred vami, če bi se naučili programirati mikrokontrolerje. In moram vam priznati – res je, da se programerjem mikrokontrolerjev odprejo praktično neskončne možnosti v primerjavi s standardno TTL/CMOS logiko. In tudi prav je tako, saj je trud, ki ga boste vložili v to, da se boste naučili programirati mikrokontrolerje nekako potrebno povrniti. Ta trud bo večkratno povrnjen, pa nimam v mislih finančnih tokov, pač pa notranje zadovoljstvo, ki je včasih precej več vredno, kot pa nekaj Evrov več na tekočem računu.

Ker je Bascom tako enostavno in posrečeno orodje, vam obljubljam, da boste kmalu osvojili svet mikrokontrolerjev. Seveda bi bilo zelo samovšečno, če bi trdil, da boste samo s pomočjo knjige, ki je pred vami, programiranje osvojili z enim zamahom. Kar takoj vam povem, da temu ne bo tako, saj je glavni namen knjige v tem, da vam odpira vrata v svet mikrokontrolerjev. Vse naslednje korake pa morate narediti sami. Seveda vam bo ob tem pomagala knjiga z nasveti, pa tudi že kar velika družina Bascom uporabnikov, ki z veseljem priskoči mladim „Bascomašem“ na pomoč kar na našem forumu (<http://www.svet-el.si/phpBB2/index.php>) pa tudi na spletni strani proizvajalca Bascoma, podjetja MCS (<http://www.mcselec.com>).

Knjiga, ki je pred vami je pravzaprav prevod izvirnika, ki je sprva izšel v hrvaškem jeziku. Pripravila sva ga s kolegom Mag. Mitrovičem pred nekaj leti. Knjiga je v Sloveniji takoj postala uspešnica, ostal pa je priokus, da slovenski založnik ne ponudi podobne knjige v slovenskem jeziku. Letos nam je to uspelo in še več – knjigi smo dodali več novih projektov – jasno narejenih z Bascomom. Tako ima knjiga še več dodane vrednosti kot izvirnik in verjamem, da vam bo všeč.

Poleg prispevkov kolega Mag. Mitroviča in moje malenkosti najdete v knjigi še prispevka g. Srečka Lavriča in g. Vjekoslava Delimarja, ki smo ju vključili z namenom, da zaokrožita vsebino posameznih poglavij. Obema se iskreno zahvaljujem za njun prispevek. Velika zahvala pa gre seveda Mag. Mitroviču, ki je v svetu Bascoma tako rekoč „legenda“, ki vedno rad priskoči na pomoč začetnikom in jih usmerja k cilju – postati uspešen programer. Seveda se moram zahvaliti tudi sodelavcem podjetja AX elektronika, ki so tako tehnično kot organizacijsko pripomogli, da je knjiga ugledala luč sveta.

Jurij Mikeln, dipl. inž.
Ljubljana, avgust 2007



PS: Prav ob koncu redakcije te knjige, vas lahko z veseljem obvestim, da smo dobili Bascom-AVR tudi v slovenskem jeziku. Še več – v Bascom-u je integriran Proggy USB programator, ki je tudi slovenski proizvod.

KAZALO

11	1 Prvi koraki v Bascom 8051 programu	
	Minimalne sistemske zahteve.....	11
1.1	Namestitev licenčnega programa	11
	Možne napake pri namestitvi Bascom-8051.....	12
	Nadgradnje Bascoma.....	13
1.2	Uporaba simulatorja v Bascom-8051.....	13
	Zagon simulatorja	13
	Zaključek	18
1.3	Povezovanje mikrokontrolerjev iz družine 8051 z elektronskimi komponentami	18
	Osnovno o vhodno-izhodnih priključkih.....	19
	Osnovna vhodna vezava	20
	Osnovna izhodna vezava	21
	Izhodna vezava s tranzistorji	22
	Vezava mikrokontrolerja z logičnimi vezji	25
	Vezava dveh mikrokontrolerjev.....	28
	Vezava mikrokontrolerja s specifičnimi komponentami	29
	Alfanumerični LCD.....	31
	DC motor.....	32
1.4	Enostavni primeri upravljanja z LED-icami.....	33
	Za konec pa še vprašanje	35
36	2 Vnos in prikaz podatkov	
2.1	Matrična tipkovnica 3x4	36
	Opis Bascom programa za prepoznavanje 3x4 tipkovnice.....	37
	Tipkovnica za lastnike MiniPin razvojnega sistema ali Bascom testne plošče.....	40
	Zaključek	42
2.2	Prikaz na 7-segmentnem prikazovalniku.....	42
2.3	Alfanumerični LCD prikazovalnik.....	47
2.4	Upravljanje z osvetlitvijo ozadja LCD-prikazovalnika.....	51
	Program za AT89C2051	53
	Program BascomAVR.....	59
2.5	LCD designer	62
67	3 Komunikacije	
3.1	Povežimo osebni računalnik z MiniPin razvojnim orodjem	67

Prvi primer	69
Drugi primer.....	72
Tretji primer.....	73
3.2 I ² C komunikacija.....	74
Prvi primer	77
Drugi primer.....	79
3.3 1-Wire komunikacija.....	80
Primer	82

87 **4 Za tiste, ki želijo vedeti več**

4.1 Kaj narediti, ko zmanjka RAM-a	87
4.2 Prekinitve in prekinitvene rutine.....	91
4.3 Časovniki in števci	96
4.4 Tabele in nizi podatkov	99
Tabele v trajnem (flash) pomnilniku	99
Nizi podatkov v RAM pomnilniku.....	101
4.5 Bascom in Asembler	103
Kako analizirati Bascom ukaze?	108
4.6 Povezovanje zunanjega pomnilnika na mikrokontroler	109
4.7 Kako oživeti AT89S8253?.....	112
Program	115

119 **5 Aplikacije**

5.1 Božična zvezda	119
Opis vezja.....	120
Izdelava.....	120
Programska oprema.....	121
5.2 Mali VF hibridni oddajnik in sprejemnik.....	125
Bascom program	126
Tiskano vezje	132
5.3 VF oddajno / sprejemni modul	134
Opis vezja	134
Izdelava MiniPin VF modula	137
5.4 Univerzalni timer.....	140
Sestavljanje timerja	141
Preizkus delovanja	144
5.5 Merilnik frekvence z mikrokontrolerjem AT89C2051	144
Osnovni principi merjenja frekvence.....	144
Merjenje višjih frekvenc	146

Merjenje nižjih frekvenc.....	147
Struktura programa	151
Problem (pre)visokih frekvenc.....	156
Znižanje spodnje frekvenčne meje.....	159
Opis sheme, izdelava in nastavitve	161
Pomožna vezja.....	163
5.6 Frekvenčni generator z mikrokontrolerjem	166
Kakšne so omejitve rutine Tone?	169
Tone ali Sound?.....	170
Timer in Sound	173
Frekvenčni generator	176
5.7 A/D pretvornik z mikrokontrolerjem AT89C2051	182
Osnovni princip	183
Ali je lahko bolje?	184
Prikaz merilnih rezultatov	187
Grafični prikaz merilnih rezultatov	188
Nastavitve in točnost	192
Ali je lahko pretvornik še boljši?.....	195
Določanje komponent in izvedba.....	200
5.8 Bascom robotski voziček.....	201

208 **6** Razvojna orodja

6.1 Programator PG302 za programiranje mikrokontrolerjev družine 80C51 in AVR	208
Koncept	208
Elektronika.....	208
Gradnja in umerjanje.....	210
Izdelava serijskega kabla za povezavo s PC in napajalnega kabla.....	211
ISP - programiranje mikrokontrolerjev v ciljnem sistemu	211
Programska oprema - nameščanje programa v PC	213
Nastavitve programa - setup	213
Programiranje.....	215
6.2 Proggy – In system programator	217
Programiranje.....	219
Znane napake	220
6.3 MiniPin razvojni sistem	221
Opis MiniPin razvojnega sistema	222
Novosti na MiniPin razvojnem sistemu	229
6.4 Razširitvene plošče	229
LCD modul	230
Matrična tipkovnica 3x4	233
Rotacijski enkoder AMRX-1500	239

Prilagodilnik za 8-pinske SMD AVR mikrokontrolerje.....	244
Prilagodilnik za ATmega8 - DIL AVR mikrokontroler	244
Adapter ATmega16 in ATmega32 za uporabo na Minipin razvojnem sistemu	245
MiniPin LED8	247
6.5 MiniPin ARM LPC	251
Opis vezja	251
Baterijsko napajanje RTC.....	253
Konektor za programiranje	253
Navodila pri priklopu	254

255 **7** Dodatki

7.1 Spisek Bascom ukazov	255
7.2 Opis družine 8051 mikrokontrolerjev.....	265
7.3 Uvod v Bascom AVR	268
7.4 Odgovori na vprašanja	275
Primer enostavnega upravljanja s svetlečimi diodami	275
Povezovanje mikrokontrolerjev iz družine 8051 z elektronskimi komponentami.....	276
Prikaz na 7-segmentem prikazovalniku	276
Prekinitve in prekinitvene rutine	276
Tabele, nizi in podatkovna polja	277
Bascom in assembler	277

1 Prvi koraki v Bascom 8051 programu

Minimalne sistemske zahteve

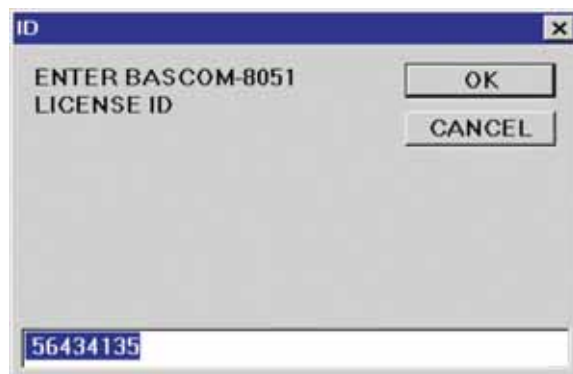
Bascom-8051 lahko deluje pod Windows® 95, 98, ME in XP operacijskimi sistemi. Sistemskim zahtevam za instalacijo in delovanje Bascom-8051 ustreza že standardna konfiguracija osebnega računalnika PC486 z 32MB RAM-a.

Preden boste pričeli z instalacijo programa priporočamo, da zaprete vse aktivne programe. Pred instalacijo licenčnega programa morate deinstalirati DEMO program Bascom-8051! To najlažje naredite tako, da v Nadzorni plošči štartate aplikacijo Dodaj/Odstrani programe in izberete Bascom-8051 DEMO. Po odstranitvi Bascom-8051 DEMO programa ponovno startajte PC in izvedite instalacijo licenčnega programa.

1.1 Namestitev licenčnega programa

1. *prekopirajte vse datoteke iz CD-ja na vaš osebni računalnik v začasno mapo,*
2. *zaženite program Setup.exe v začasni mapi iz točke 1.,*
3. *Setup program vas bo vodil skozi namestitev, kjer boste morali vpisati podatke o uporabniku programa,*
4. *ko bo Setup.exe dokončan, osebnega računalnika ni potrebno ponovno zagnati, pač pa lahko takoj startate Bascom-8051 program.*

KO BOSTE PRVIČ STARTALI BASCOM-8051 PROGRAM, SE BO ODPRLA OKNO, V KATEREM SE BO IZPISALA ID ŠTEVILKA VAŠEGA OSEBNEGA RAČUNALNIKA. PRI TEM BODITE POZORNI, DA BOSTE ID ŠTEVILKO NATANČNO PREPISALI, VKLJUČNO Z VSEMI PREDZNAKI.



Vežja so prilagojena mikrokontrolerjem iz družine 8051; mednje spadata tudi AT89C2051 in AT89C51, torej ravno tista mikrokontrolerja, ki ju najpogosteje uporabljamo v naših projektih. Mikrokontrolerji iz družine AVR so po zgradbi (vsaj kar se tiče V/I vrat) podobni tistim iz družine 8051, in ker sta si Bascom-8051 in Bascom-AVR prav tako zelo podobna, bodo primeri vezij in programov veljali tudi za AVR-je. Druge družine mikrokontrolerjev, kot so npr. popularni PIC-i, imajo svoje lastne značilnosti in bo predložene sheme potrebno bolj ali manj modificirati; spremljajoči programi prav tako lahko služijo samo kot ilustracija in niso direktno uporabni.

Osnovno o vhodno-izhodnih priključkih

AT89C51 ima, kot tipični predstavnik mikrokontrolerjev iz družine 8051, štiri dvosmerne 8-bitne porte, Po, P1, P2 in P3. Posamezni priključki (pini) porta so označeni s števili 0-7 (P1.0, P3.7 ipd.). Znotraj mikrokontrolerja so priključki izvedeni "nesimetrično". Obstaja namreč izhodni MOS tranzistor, ki lahko priključek postavi v stanje "0" in pri tem 'požira' tok do maksimalno 15 mA, za stanje "1" pa je zadolžen sorazmerno velik pull-up upor, preko katerega lahko steče tok okoli 10 μ A. Zaradi takšne izvedbe je lahko vsak priključek sočasno vhod in izhod:

- če ga uporabljamo kot izhod, ga v želeno stanje postavimo direktno iz programa, npr.:

SET P1.0,	'POSTAVI P1.0 V STANJE LOGIČNE "1"
RESET P1.7	'POSTAVI P1.7 V STANJE LOGIČNE "0"
P3 = 0	'POSTAVI VSEH 8 BITOV PORTA P3 V STANJE LOGIČNE "0"

- če ga uporabljamo kot vhod, je najprej potrebno določeni priključek postaviti v stanje logične "1" (v tem stanju so dovoljeni kratki stiki z maso - stanje "0", nakar lahko iz programa odčitamo, v katerem stanju se priključek dejansko nahaja.

Port Po je narejen brez internih pull-up uporov, zato je potrebno, če na posameznem pinu tega porta želimo dobiti logično "1" ali ga uporabiti kot vhod, to realizirati od zunaj. Upore se spaja med posameznimi pini porta Po in + polom napajalne napetosti ter imajo tipično vrednost v razponu 4,7 - 47 kohmov. Brez zunanjih pull-up uporov, pini porta Po, ki jih postavimo v stanje "1", pravzaprav izklopijo izhodni tranzistor in preidejo v stanje visoke vhodne upornosti (3-state).

Večina V/I priključkov lahko poleg funkcij vhoda in izhoda opravlja tudi različne druge oziroma alternativne funkcije. Tukaj bomo samo omenili, da se porta Po in P2, če ju uporabljamo za naslavljanje zunanega pomnilnika, rekonfigurirata kot push-pull izhodna stopnja in ju v tem primeru ne moremo uporabljati kot vhoda na prej opisani način.

AT89C2051 je tipični predstavnik mikrokontrolerjev iz družine 8051 v manjšem, 20-pinskem ohišju. AT89C2051 vsebuje samo dva porta, P1 in P3, ki sta identična enako imenovanim portom mikrokontrolerja AT89C51, za katerega velja vse prej našteto. Pripomnimo še, da sta pina P1.0 in P1.1 izvedena brez internih pull-up uporov, ki ju je zato potrebno dodati od zunaj. Pin P3.6 na ohišju nima zunanega priključka. Maksimalni dovoljeni izhodni tok za posamezni pin v stanju logične "0" pri »malih« mikrokontrolerjih znaša 25 mA.

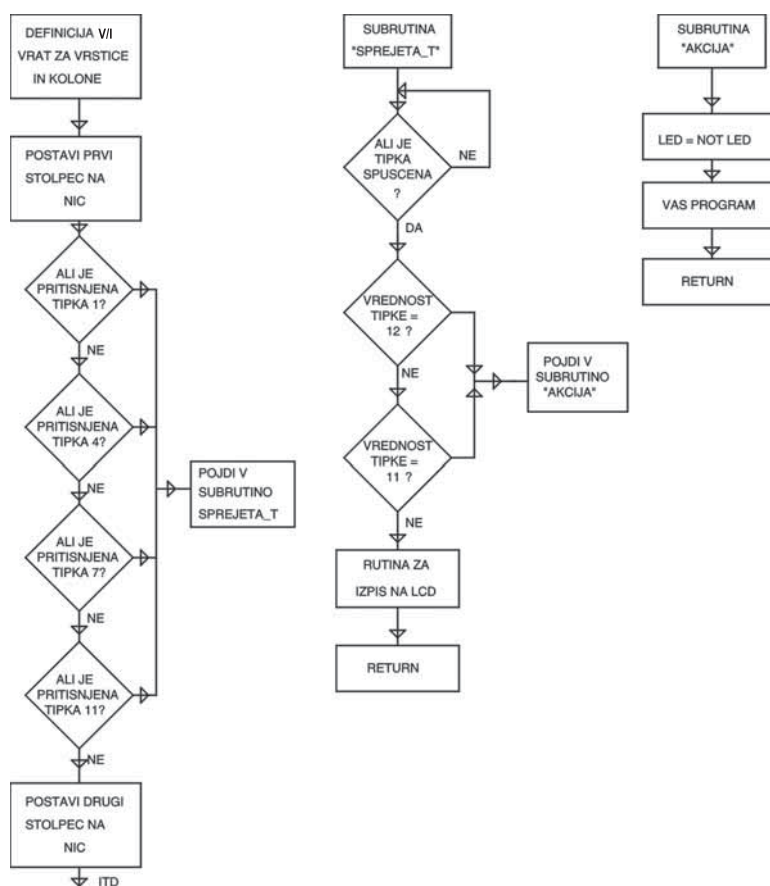
karakterjem 1, 2 in 3) pa se nahajajo v prvi (zgornji) vrstici. Vse tipke oziroma vsa stikala so odprta oziroma niso sklenjena, dokler nobena tipka ni pritisnjena. Ko pritisnemo tipko, sklenemo stikalo in mikrokontroler prepozna, katero tipko smo pritisnili.

Opis Bascom programa za prepoznavanje 3x4 tipkovnice

Pri programiranju nismo izumljali tople vode. Na domači strani proizvajalca Bascom programskih jezikov je veliko že narejenih primerov programov, med njimi tudi program za 3x4 tipkovnico. Spletno stran najdete na: <http://www.mcselec.com/applicat.htm>. Program je napisal g. Mike Gill, mi smo ga malce predelali glede na svoje zahteve. Na sliki 2 je prikazan diagram poteka programa.

Na začetku programa najprej definiramo V/I vrata, na katera je spojena tipkovnica. V našem primeru je tipkovnica vezana tako, da so kolone tipkovnice vezane tako, kot je prikazano v izseku programa:

SLIKA 2: DIAGRAM POTEKA PROGRAMA ZA UPRAVLJANJE Z MATRIČNO 3x4 TIPKOVNICO



Zaključek

Predstavljeno rešitev izvedbe in upravljanja z matrično 3x4 tipkovnico lahko uporabite v različnih primerih kot npr. pri izvedbi enostavnih alarmov, ključavnic ali podobnih naprav, kjer potrebujemo vnos 12 različnih znakov. Kot smo omenili na začetku, si lahko s takšno tipkovnico napravimo marsikaj. V kolikor nam predstavljena vezalna shema ne ustreza, pač ustrezno zamenjamo definicije V/I vrat v programu, izračunamo vrednost, ki jo potrebujemo pri preverjanju, ali je bila tipka spuščena in to je tudi vse. V kolikor bi namesto 3x4 želeli uporabiti 4x4 tipkovnico, enostavno dodamo še eno identično linijo programa tam, kjer so definirane kolone in dodamo vklopjanje še četrte kolone. Program za 3x4 tipkovnico si lahko poiščete na CD-ju, ki je priložen tej knjigi.

TABELA 1: SPISEK UPORABLJENIH DELOV

Matrična tipkovnica 3x4	1 kom
IDC10 – ženski	1 kom
IDC – moški	1 kom
LED1	1 kom
R1	820 ohmov
Ploščati kabel 10 žilni	10 do 20 cm

PROGRAME NAJDETE NA PRILOŽENEM CD-JU.



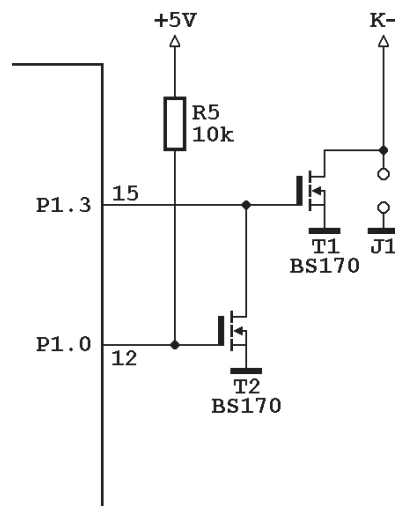
2.2 Prikaz na 7-segmentnem prikazovalniku

V poglavju “MiniPin razvojni sistem” je podrobno predstavljen način povezave 7-segmentnega prikazovalnika. Skratka, s postavitvijo ustreznih bitov vrat P3 v stanje “o” se prižgejo posamezni segmenti prikazovalnika. Na katerem izmed štirih prikazovalnikov se bo podatek izpisal pa določajo logična stanja na P1.5, P1.4, P1.3 in P1.0. Logične “o” na teh priključkih vklopljajo tranzistorje T1-T4, s čimer se skupna anoda izbranega prikazovalnika poveže na +5V, kar ga aktivira. Da bi to delovalo kot je opisano, je potrebno še namestiti kratkostičnike JP12-JP15 in odklopiti kratkostičnika JP10 in JP11.

Sočasno lahko prižgemo več prikazovalnikov, vendar bo prikaz na njih enak, ker so enako imenovani segmenti povezani paralelno. Če na posameznih prikazovalnikih želimo prikazovati različne vsebine, moramo le-te prižgati izmenično, in sicer tako, da bo vsak izmed njih prižgan vsaj 25-krat na sekundo. Sledi primer enostavnega programa, ki v takšnem, multipleksiranem načinu delovanja, izpisuje besedo SOLA:

```
DIM S AS CONST &B01001010      ' S
DIM O AS CONST &B01000001      ' O
DIM L AS CONST &B11100011      ' L
DIM A AS CONST &B01010000      ' A
Do
  P1 = &B11011111                ' 1. PRIKAZOVALNIK
```

SLIKA 5: MODIFIKACIJA SCHEME S SLIKE 2, KI ODPRAVI "BLISK" PRI VKLOPU NAPAJALNE NAPETOSTI



bo viden kratkotrajni vklop osvetlitve ozadja. Dejanskega problema pravzaprav tukaj niti ni, ker se utripanje ne ponavlja med delovanjem; če pa vas vendarle moti, ga lahko odpravite z dodatkom tranzistorja T2 in upora R5, kot je prikazano na sliki 5. T2 bo izključil T1, dokler program ne "prevzame kontrole" nad mikrokontrolerjem: na samem začetku je oba tranzistorja potrebno izključiti v takšnem vrstnem redu:

```
RESET P1.3
RESET P1.0
```

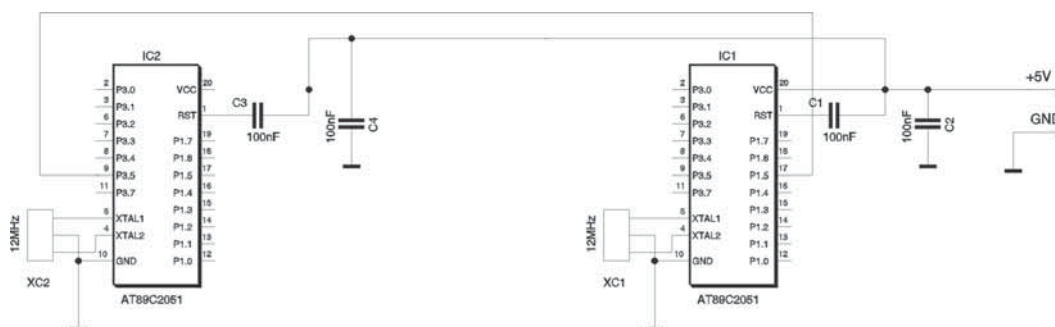
Opisani postopki so del programa LCD_P1.bas, ki ga najdete na priloženem CD-ju in se nanaša na port P1. Program vsebuje tudi oba analizirana primera, ki se izbirata z odklopom/priklopom pina P3.5 na maso. Program je prilagojen Bascom testni plošči in MiniPin razvojnemu sistemu ter LCD-modulu, vendar ga je možno izvajati na vsakem vezju, ki je narejeno po shemi na sliki 2. Na CD-ju najdete primere programov, da LCD modul priključite na različne porte.

Program BascomAVR

Omenili smo že veliko podobnost shem na slikah 2 in 3 ter da sta hardverski rešitvi z 8051 in AVR-mikrokontrolerjem (skoraj) identični. Bascom-8051 in Bascom-AVR sta si prav tako zelo podobna, zato pričakujemo, da bo tudi AVR-program enak prejšnjemu. Vendar to drži le delno! Razlike izvirajo iz drugačne arhitekture dveh družin mikrokontrolerjev. Tukaj bomo najprej morali eksplicitno definirati način uporabe posameznih priključkov:

```
CONFIG PORTB = OUTPUT
PORTB.3 = 0
CONFIG PIND.0 = INPUT
CONFIG PIND.3 = INPUT
```

SLIKA 7: NAČELNA SCHEMA POVEZAVE DVEH MIKROKONTROLERJEV



Kot vidite smo v programu izbrali nizko komunikacijsko hitrost. Razlog za to je v tem, da za večino primerov na MiniPin-u uporabljamo 12 MHz kvarčni kristal. Ravno 12 MHz kristal pa je relativno neugoden za serijsko komunikacijo, saj z njim ne moremo generirati natančnih baudnih hitrosti. Pri 300 Bd se ta napaka še ne pozna preveč in komunikacija poteka normalno, čim bi pa višali baudno hitrost, bi bila komunikacija neuspešna. V primeru, da želite imeti natančnejše baudne hitrosti predlagamo, da uporabite kvarčni kristal frekvence 11.0592 MHz.

Zaključek

V tem poglavju smo predstavili skupino ukazov, s katerimi komuniciramo preko serijskega RS232 vodila s PC-računalnikom. Komunikacija je lahko tako eno- kot tudi dvosmerna. Izkoristili smo univerzalnost MiniPin-a in povezali naš mikrokontroler s PC-jem. V nadaljevanju smo povezali dva mikrokontrolerja preko poljubnih V/I priključkov mikrokontrolerja in ugotovili, da lahko preko serijskega vmesnika (UART-a) komuniciramo z večjim številom mikrokontrolerjev.

PROGRAME NAJDETE NA PRILOŽENEM CD-JU.



3.2 I²C komunikacija

V kompleksnih elektronskih napravah se pogosto pojavlja potreba po prenosu informacije iz enega integriranega vezja v drugo. Npr. v televizorju, en sam čip - "možgani" naprave - sprejema signale iz daljinskega upravljalnika, jih obdeluje in nato daje naloge drugim čipom, da naj spremenijo program, izberejo teletext, nastavijo glasnost ali osvetlitev itd. Posebej za ta namen je bil zamišljen I²C protokol, kjer so vsi čipi povezani s

4.2 Prekinitve in prekinitvene rutine

Skoraj vsi programi za mikrokontrolerje imajo enako strukturo: po začetni inicializaciji se program zavrti v zanki, znotraj katere ponavljajoče opravlja ista opravila. To pa zato, ker se program znotraj mikrokontrolerja ne sme ustaviti – če se to zgodi, je mikrokontroler “mrtev” in ne služi več ničemur. Če želimo med izvajanjem programa spremljati nekatere dogodke, npr. ali je bila pritisnjena katera izmed tipk priključenih na vrata mikrokontrolerja, moramo to preverjati kar se da pogosto. V naslednjem primeru preverjamo stanje treh pinov, P3.0, P3.2 in P3.3, torej ravno tistih, ki so povezani na tipke na MiniPin razvojnega sistema:

```

CONFIG TIMER0 = TIMER , GATE = INTERNAL , MODE = 2
ON TIMER0 TIM0 NOSAVE
ENABLE INTERRUPTS
ENABLE TIMER0
SET P3.0
SET P3.2
SET P3.3
Do
  IF P3.0 = 0 THEN
    LOAD TIMER0 , 250
    START TIMER0
  ELSEIF P3.2 = 0 THEN
    LOAD TIMER0 , 125
    START TIMER0
  ELSEIF P3.3 = 0 THEN
    LOAD TIMER0 , 62
    START TIMER0
  END IF
LOOP

TIM0:
  P1.7 = NOT P1.7
RETURN

```

Ko je katera izmed tipk pritisnjena, se izvede pridruženi del kode - v nasprotnem mikrokontroler ne dela ničesar... kakšno zapravljanje časa in zmogljivosti mikrokontrolerja! Toda, razložimo najprej namen programa. Tukaj smo hoteli v odvisnosti od pritisnjene tipke generirati signal frekvence 2, 4 ali 8 kHz. Pravokotni signal lahko iz Bascoma generiramo z zanko, ki izgleda nekako takole:

```

Do
  P1.7 = NOT P1.7
LOOP

```

Tukaj smo z enim asemblerskim mov ukazom prestavili tretji znak stringa Str2 na začetek stringa Str1. Iz podane primera je torej razvidna možnost relativnega naslavljanja (str+2), ki nam omogoča neposreden dostop do kateregakoli znaka stringa, oziroma byta Word ali Long spremenljivke ipd.

To je vse kar zadeva spremenljivke. Če pa želimo iz asemblerske kode skočiti na neko Bascomovo labelo, moramo vedeti, da prevajalnik doda na začetek vsake Bascom labela točko. Tako je na primer labela

```
SKOK:
```

iz Bascoma dosegljiva z originalnim nazivom

```
GOTO SKOK
```

medtem ko je v assemblerju potrebno napisati

```
LJMP .SKOK
```

Takšnih manjših posebnosti lahko najdemo še nekaj; pozoren bralec je lahko že opazil, da se eden in isti register, akumulator, v assemblerju imenuje A, medtem ko ga iz Bascoma vidimo kot Acc. Čeprav so lahko takšne stvari na začetku nekoliko zoprne, nikakor ne moremo negirati dejstva, da je uporaba assemblerja v Bascomu elegantna in koristna. Asemblerske ukaze prepoznavajo celo sam simulator! Toda najkoristnejša med vsem tem je njuna povezanost, spreten programer pa bo vedel, kako izkoristiti prednosti obeh programskih jezikov skupaj. Vendar je predpogoj za to vsekakor boljše poznavanje arhitekture mikroprocesorja in njegovih resursov, kot pa se zahteva od Bascom programerjev. Posebej je potrebno biti pozoren, ko Bascom in assembler uporabljata iste spremenljivke ali registre - Zemlja se ne bo nehala vrteti, če spregledamo kakšno manjšo stvar, toda tudi program ne bo deloval, kot smo si mi zamislili...

Kako analizirati Bascom ukaze?

Prve izkušnje z 8051 assemblerjem smo pridobili iz analize posameznih Bascom ukazov - tako smo se naučili ne le uporabljati assembler, temveč smo veliko boljše spoznali tudi sam Bascom in način delovanja mikrokontrolerjev. Kako torej poteka analiza nekega Bascom ukaza? Za primer nam bo poslužil ukaz Lookup; napisali bomo kratek program

```
DIM POM AS BYTE
NOP
NOP
NOP
NOP
POM = LOOKUP(TABELA,1)
NOP
NOP
NOP
NOP
TABELA:
```

NAVODILA

AX ELEKTRONIKA D.O.O.

POT HEROJA TRTNIKA 45

1000 LJUBLJANA

T 01 549 14 00

F 01 528 56 88

E PRODAJA04@SVET-EL.SI

I WWW.SVET-EL.SI

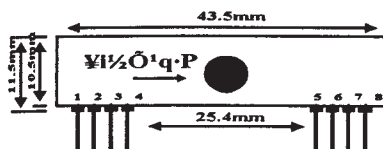


5.2 Mali VF hibridni oddajnik in sprejemnik

Ker so me sprejemno/oddajni moduli vedno zanimali, sem se odločil, da jih najprej preizkusim na merilnih napravah, potem pa še z mikrokontrolerjem in seveda Bascom programskim jezikom. V prvih testih se je doseg modulov gibal od 10 do nekje 50 m.

Poglejmo si najprej posamezna modula. Sprejemni modul ima oznako RWS-434 in je pravzaprav AM reakcijski sprejemnik, ki mu sprejemno frekvenco nastavljam s tuljavo. Večina modulov v tem razredu je narejena podobno. Prav tako tehnične karakteristike sprejemnega modula ne odstopajo veliko od povprečnega modula. Sprejemnik napajamo z napetostjo od 4,5 do 5,5 V, pri tej napetosti pa modul porabi približno 4,5 mA toka. Deklarirana občutljivost sprejemnika je -106 dBm, medtem ko smo mi izmerili okoli -100 dBm, kar znaša približno $2 \mu\text{V}$. Sprejemnik ima dva izhoda: analognega in digitalnega. Nas bo seveda najbolj zanimal digitalni izhod, ker ga lahko brez dodatnih elementov priključimo na mikrokontroler. Oblika sprejemnega modula je podana na sliki 1. Električna shema tipičnega sprejemnega vezja je prikazana na sliki 2, kjer je uporabljen Holtekov HT12D dekoder in pa 8-bitni mikrokontroler. Mi bomo seveda uporabili Atmelovega AT89S4051, ampak o tem malce kasneje. Okvirna cena sprejemnega modula z DDV znaša okoli 6 Eurov pri količini 1 kos.

SLIKA 1: DIMENZIJE IN OBLIKA SPREJEMNEGA MODULA RWS-434



pin 1 : Gnd
 pin 2 : Digital Output
 pin 3 : Linear Output
 pin 4 : Vcc
 pin 5 : Vcc
 pin 6 : Gnd
 pin 7 : Gnd
 pin 8 : Ant (About 30 - 35 cm)

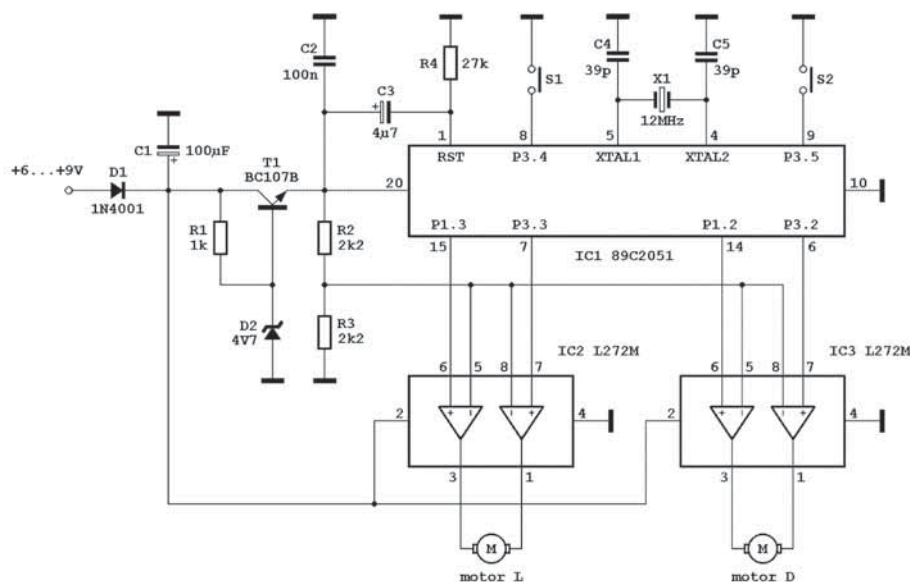
5.8 Bascom robotski voziček

Ko sem prvič videl robotski voziček, ki je bil krmiljen z lastnim krmilnikom, sem pomislil, da bi bilo to enostavno narediti s pomočjo mikrokontrolerja in Bascoma. Zamišljeno - storjeno: iz kock sem sestavil enostaven voziček z dvema enosmernima motorjema za pogon levega in desnega kolesa in z dvema senzorjema (stikaloma), nameščenima s sprednje strani, in sicer na način, da se eno od stikal zapre, če voziček naleti na neko oviro.

Slika 1 prikazuje shemo krmilnika. V vsakem izmed L272M se nahajata po dva močna operacijska ojačevalnika, z maksimalnim dovoljenim izhodnim tokom 1 A. To je več kot dovolj za pogon majhnega enosmerne motorčka. V vezavi na sliki so invertirajoči (-) vhodi vezani na prednapetost okoli 2 V, ki je določena z uporoma R2 in R3. Ko bo napetost enega izmed (+) vhodov nad in drugega pod 2 V, se bo prvi izhod postavil na vrednost napajalne napetosti, drugi pa bo padel na 0 V in se bo motor vrtel v eni smeri. Če bi zamenjali stanje na vhodih, bi se spremenila tudi smer vrtenja osi motorčka. Ko bosta oba (+) vhoda pod ali nad 2 V, bosta izhoda na enakem potencialu in motor se bo ustavil.

Najbolj elegantno je, če napajanje izvedemo z akumulatorsko baterijo ustrezne kapacitete. Napetost takšnih baterij je običajno 6, 7,2 ali 8,4 V, kar lahko direktno izkoristimo za napajanje gonilniških integriranih vezij (seveda mora biti delovna napetost motorja usklajena z napajalno napetostjo). Čeprav je v shemi narisana

SLIKA 1: SCHEMA KONTROLERJA ZA KRMILJENJE ROBOTSKEGA VOZIČKA



**KOSOVNICA 2: VF SPREJ-
MNI MODUL**

KOS	MATERIAL	OZNAKA
1	IC LM7805-to ohišje	IC1
1	CPU AT89C2051-24PU - DIL	IC2
5	KOND.KER. 100N	C1, 4-7
1	DIODA 1N4007	D1
2	DIODA 1N4148	D2, 6
2	DIOODA BAT 85	D3, 4
3	DUŠILKA 100 μ H	L1-3
2	KOND.EL. 10 μ F/50V mini	C2-3
2	DIODA LED 3MM-RDEČA	LED 1
2	RELE JSM1-12V-4T - za dvt	RELE 1, 2
2	BC548	Q2, 3
8	PIN SREBRNI (vtikač + natikač)	PIN
1	BC558	Q1
1	UPOR 220E, 1/4W	R1
5	UPOR 1k, 1/4W	R4, 6, 9, 11, 13
2	UPOR 10k, 1/4W	R5, 12
1	UPOR 10E, 1/4W	R2
1	UPOR 2k2, 1/4W	R3
1	UPOR 3k9, 1/4W	R8
2	UPOR 680E, 1/4W	R10
1	RESONATOR CST 12.00MTW	XC1
1	UPOR TRIM 100k - stoječ	TP1
11	LETEV ENO. 20 PIN - Ž lomljiva nizka	RX1, IC3, XC1
1	VF ASK - RX 433.92 MHz	RX1
1	TIV VF-RX/TX (odd+spr)	TIV
12	LETEV ENO. 40 PIN - M	J1, 2, JMP1, ANT, S1
1	JUMPER	JMP1

5.4 Univerzalni timer

Večina nas ve, kaj je timer. Tudi uporaba timerja nam je večinoma poznana. Velikokrat nam pride prav recimo v fotolaboratoriju (v kolikor je tudi fotografiranje naš hobi) ali pri polnilnikih akumulatorjev brez vgrajene avtomatike, ki bi regulirala tok polnjenja akumulatorja in moramo po določenem času prekiniti polnjenje.

Univerzalni timer ima tri časovne module: sekunde, minute in ure. V vsakem od teh modulov odšteva nastavljeno vrednost. Vrednost nastavimo z dvema tipkama GOR/DOL. Vrednost se lahko giblje od 1 do 99. Zato lahko nastavljamo čas odštevanja od 1 do 99 sekund, minut ali ur. Žal ta izvedba ne omogoča združevanja vrednosti - recimo, da bi nastavili 29 minut in 40 sekund. Tega trenutna programska oprema ne omogoča, bi pa bilo tudi to možno.

TABELA 2

Frekvenčni razpon	1 Hz – 400 kHz
Točnost (16 Hz – 400 kHz)	> 0,03 % ± 1 digit
Točnost (1 Hz – 16 Hz)	> 0,1 % ± 1 digit
Merjenje frekvence in periode	
“Hold” funkcija	

Zaključek

S tem projektom smo hoteli pokazati, kako je lahko poceni mikrokontroler, kot je Atmelov AT89C2051, z minimalnim številom dodatnih komponent osnova vezja s povsem konkretno in koristno uporabo. Pri tem kompleksno hardversko rešitev nadomeščamo s programom, pri čemer se je Bascom pokazal kot ustrezno razvojno orodje kljub določenim pomanjkljivostim. In tudi ob hardverski enostavnosti so dosežene povsem uporabne značilnosti.

PROGRAME NAJDETE NA PRILOŽENEM CD-JU.



5.6 Frekvenčni generator z mikrokontrolerjem

Frekvenčni generatorji generirajo signale različnih frekvenc in valovnih oblik. Odvisno od zanesljivosti, frekvenčnega razpona in drugih možnosti, ki jih nudijo, so lahko te naprave tudi precej drage. V tem poglavju bomo analizirali, kaj lahko dosežemo z mikrokontrolerji in Bascomom. Zaradi enostavnosti se bomo ukvarjali le s pravokotno obliko signala. Omenimo še to, da so za izdelavo takšne naprave bolj primerni AVR mikrokontrolerji; pri mikrokontrolerjih iz družine 8051 se časovnika ne da konfigurirati tako, da bi generiral spremembe stanja na nekem od pinov brez programske kontrole. Vendar je to zato tudi toliko večji izziv za Bascom programerja!

Poglejmo si najprej, kaj lahko dosežemo s “standardnimi” za to namenjenimi Bascom rutinami. Gre za ukaz Sound, o katerem v Helpu piše naslednje:

<i>SOUND</i>	<i>PIN,</i>	<i>DURATION, FREQUENCY</i>
<i>PIN</i>		<i>KATERIKOLI VI PIN, NPR. P1.0</i>
<i>DURATION</i>		<i>ŠTEVILO PULZOV, 1 - 32768</i>
<i>FREQUENCY</i>		<i>TRAJANJE STANJA “0” ALI “1” NA IZBRANEM PINU</i>

Izbrani pin se zadrži v stanju “0” ali “1” frequency mikrosekund. Zanka se izvrši duration-krat.

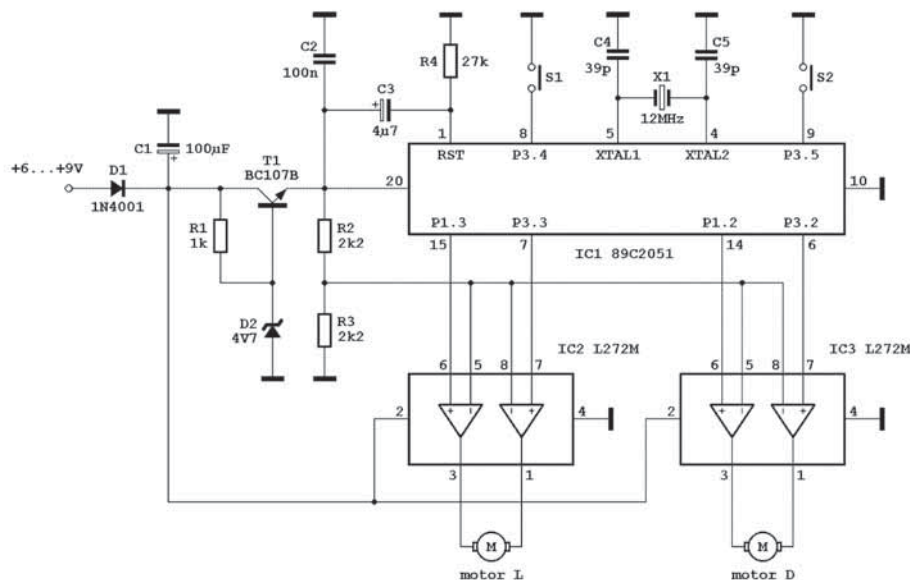
5.8 Bascom robotski voziček

Ko sem prvič videl robotski voziček, ki je bil krmiljen z lastnim krmilnikom, sem pomislil, da bi bilo to enostavno narediti s pomočjo mikrokontrolerja in Bascoma. Zamišljeno - storjeno: iz kock sem sestavil enostaven voziček z dvema enosmernima motorjema za pogon levega in desnega kolesa in z dvema senzorjema (stikaloma), nameščenima s sprednje strani, in sicer na način, da se eno od stikal zapre, če voziček naleti na neko oviro.

Slika 1 prikazuje shemo krmilnika. V vsakem izmed L272M se nahajata po dva močna operacijska ojačevalnika, z maksimalnim dovoljenim izhodnim tokom 1 A. To je več kot dovolj za pogon majhnega enosmerne motorčka. V vezavi na sliki so invertirajoči (-) vhodi vezani na prednapetost okoli 2 V, ki je določena z uporoma R2 in R3. Ko bo napetost enega izmed (+) vhodov nad in drugega pod 2 V, se bo prvi izhod postavil na vrednost napajalne napetosti, drugi pa bo padel na 0 V in se bo motor vrtel v eni smeri. Če bi zamenjali stanje na vho- dih, bi se spremenila tudi smer vrtenja osi motorčka. Ko bosta oba (+) vhoda pod ali nad 2 V, bosta izhoda na enakem potencialu in motor se bo ustavil.

Najbolj elegantno je, če napajanje izvedemo z akumulatorsko baterijo ustrezne kapacitete. Napetost takšnih baterij je običajno 6, 7,2 ali 8,4 V, kar lahko direktno izkoristimo za napajanje gonilniških integriranih vezij (seveda mora biti delovna napetost motorja usklajena z napajalno napetostjo). Čeprav je v shemi narisana

SLIKA 1: SCHEMA KONTROLERJA ZA KRMILJENJE ROBOTSKEGA VOZIČKA



ranju morate paziti, da HEX koda ni prevelika glede na spominski prostor mikrokontrolerja. Predolga koda za spominski prostor določenega mikrokontrolerja bo pomenila, da bo programator pri preverjanju vsebine javil napako. Enako velja za EEPROM pri AVR procesorjih. V Bascomu zato lahko nastavite izhodno datoteko v posebnem oknu Bascom Options/Compiler/Output (slika 9).

Jasno je, da se mora oznaka mikrokontrolerja, ki ga želimo programirati, ujemati z nastavljeno oznako mikrokontrolerja na programatorju. Tako bo programiranje npr. 89C2051 neuspešno, če je programator nastavljen na 89C51 in podobno. Izbor mikrokontrolerja vidimo na sliki 10.

Za programiranje 40-pinskih mikrokontrolerjev je potrebno dodatno podnožje-adapter. V meniju Setup.Device so mikrokontrolerji brez oznake programirljivi brez dodatnih adapterjev, tisti označeni z eno zvezdico (*) se programirajo v adapterju, označenim z #ADT87, tisti označeni z dvema zvezdicama (**) pa se programirajo v adapterju, označenim z #ADT90. Vsi adapterji so predstavljeni v naslednjem poglavju te knjige.

Na voljo pa je tudi ISP programirni kabel, s katerim lahko programiramo AVR mikrokontrolerje kar v končnem vezju. Želimo vam veliko uspešno sprogramiranih mikrokontrolerjev!

PROGRAME NAJDETE NA PRILOŽENEM CD-JU.

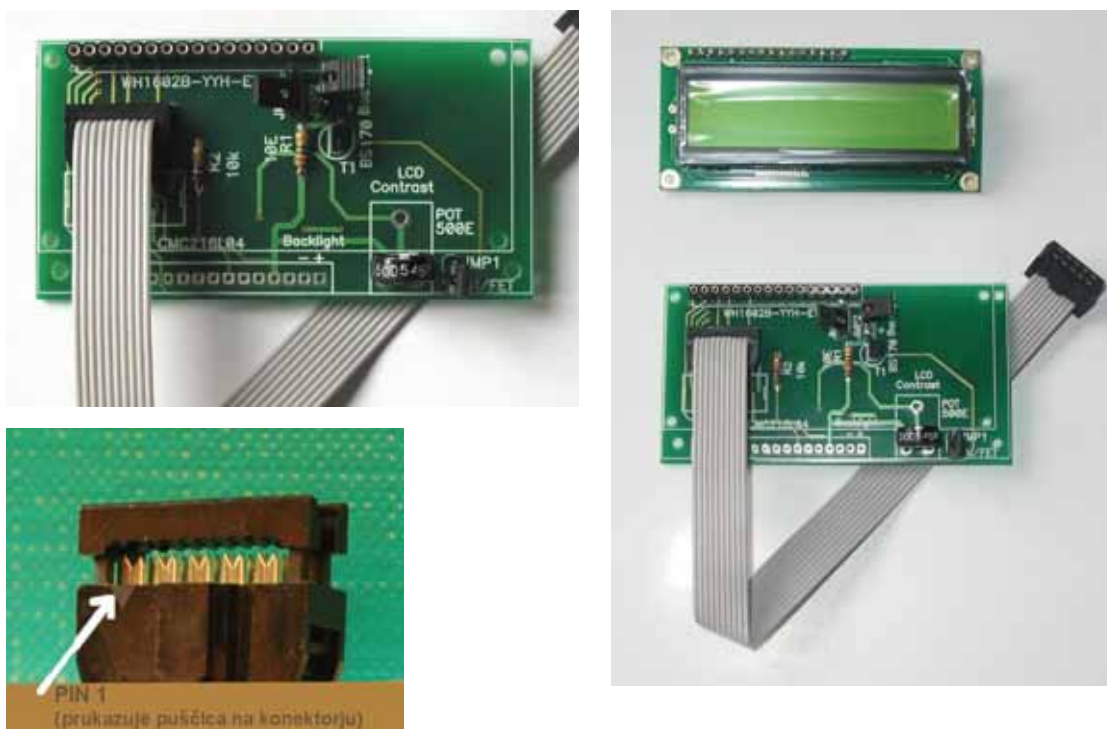


6.2 Proggy – In system programator

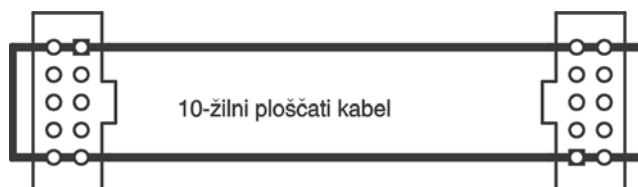


Pred leti sem si za svoje potrebe izdelal in-system programator (ISP). Ukaze je sprejemal z RS232 protokolom, preko takratnih serijskih portov. Z leti je serijska vrata povozil čas in proizvajalci računalniškega hardver-a so jih začeli opuščati na novih izdelkih. Pokazala se je potreba po praktično identičnem programatorju. Razlika bi bila le v priključku na osebni računalnik. Programator sem razvil tako, da deluje z MiniPin razvojno ploščo. Tako sem predelal originalni ISP v USB način, ki vam ga bom predstavil v nadaljevanju.

Za prilagoditev potrebam USB sem moral zamenjati nekaj komponent. Vsakomur dobro poznani MAX232 serijski pretvornik nivojev je zamenjal FT232BL. Skupaj z USB konektorjem je ISP dobil novo povezavo v »svet«. Preko USB vmesnika dobi po novem ISP tudi napajanje (prejšnji model je bil odvisen od ciljnega sistema). Srce novega programatorja je zamenjal Atmelov AVR mikrokontroler ATmega8 (v starem je to nalogo opravljal



SLIKA 8: IZDELAVA IDC POVEZOVALNEGA KABLA



Uporaba

Modul LCD lahko priključimo v kateri koli razširitveni konektor na MiniPin razvojnem orodju. Pri tem upoštevajte konfiguracijske bite za LCD:

$CONFIG_{LCDPIN} = PIN, Db7 = Px.7, Db6 = Px.6, Db5 = Px.5, Db4 = Px.4, E = Px.2, Rs = Px.1$

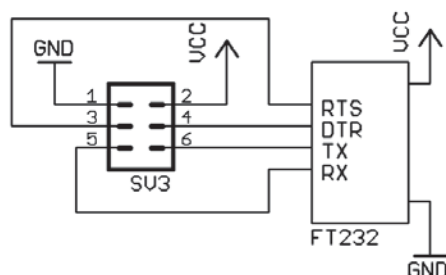
Tranzistor MOSFET krmilimo na priključku Px.3. Če sklenemo kratkospojnik J1, bo osvetlitev ozadja stalno priključena. S potenciometrom POT nastavimo kontrast na LCD-ju.

Izpis znakov

Delovni pomnilnik je razdeljen na dve banki A in B, kar pomeni da sta lahko v ICM7218 istočasno prisotna dva 8-mestna prikaza, kateri izmed teh dveh bo viden na prikazovalniku pa določimo le z izbiro banke. ICM7218 omogoča izpis znakov iz dveh v čip že vgrajenih tabel HEX in CODE B, in sicer v DECODE načinu (takrat v pomnilnik vpišemo kode željenih znakov iz tabele 3), ter izpis znakov, ki si jih v neposrednem načinu prikaza NO DECODE s pomočjo tabele 2 oblikuje in neposredno v pomnilnik vpiše sam uporabnik. Način prikaza določimo z biti ID4, ID5 in ID6 v kontrolni besedi. Pomen teh bitov je opisan v tabeli 1. V kolikor se odločimo za prikaz znakov iz tabele HEX ali CODE B, posamezne znake določamo s stanji na linijah ID0-ID3, medtem ko decimalno piko na ustreznem prikazovalniku določimo s postavitvijo na 0 linije ID7. Slednje velja tudi pri NO DECODE načinu prikaza.

V nadaljevanju sledijo navodila za sestavo in opremljanje tiskanine za vse možne primere, ki jih podpira ti

SLIKA 3: USB ADAPTER



6.5 MiniPin ARM LPC

LP2138 je član Philipsove družine mikrokontrolerov z jedrom ARM7TDMI-S. Njegove glavne lastnosti so delovanje pri maksimalni frekvenci 60 MHz, 512 KB flash in 32 KB SRAM pomnilnika, 2 x 8 10-bitnih AD pretvornikov in eden 10-bitni DA pretvornik, dve 32-bitni časovni enoti, PWM enoto, notranji watchdog in RTC. Od perifernih naprav sta tudi dve UART, SPI in I²C enoti. Napajanje je 3,3 V, vhodno-izhodni pini pa zdržijo tudi priklop 5 V signalov.

Opis vezja

LPC2138 je dobavljiv samo v LQFP64 ohišju z razmakom nogic 0,5 mm. Tako ohišje je že težko spajkati v domači

7 Dodatki

Baterijsko napajanje za RTC lahko priključimo na konektor P2. Če želimo uporabiti baterijsko napajanje, priključimo pozitivni priključek baterije na pin 2 in negativni priključek baterije na pin 3. Če zunanega baterijskega napajanja RTC ne želimo, vendar bi vseeno radi uporabili RTC, povežemo skupaj pina 2 in 3. Če pa RTC enote ne želimo uporabiti, povežemo skupaj pina 1 in 2.

Konektor za programiranje

Vsi člani Philipsove družine LPC se lahko programirajo s pomočjo ISP vmesnika. V ta namen je uporabljen konektor SV3. Na ta konektor so priključeni naslednji pini mikrokrmilnika Po.0, Po.1, Po.14 in RESET. ISP vmesnik uporablja UART enoto mikrokrmilnika. Povezavo s konektorjem SV3 prikazuje slika 2. Program, s katerim opravimo prenos kode, se nahaja na internetni strani: <http://www.semiconductors.philips.com/pip/LPC2138FBD64.html>

Za tiste, ki nimate prostega COM porta, lahko uporabite pretvornik USB v COM. Kako povezati FT232 module prikazuje slika 3.

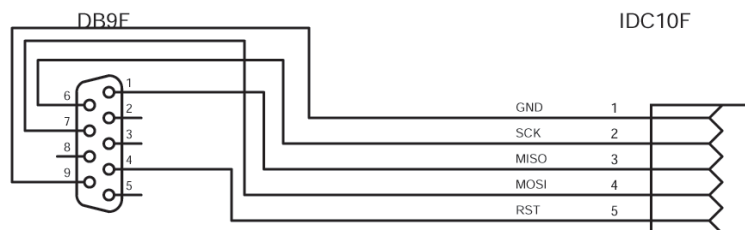
#ELSE	Ukaz za pogojno vejanje programa, glej IF ukaz
#ENDIF	Konec IF stavka
#IF	Ukaz za pogojno vejanje programa, ne potrebuje THEN ukaza
\$ASM - \$END ASM	Začetek – konec asemblerskih ukazov znotraj Bascom ukazov
\$BAUD	Nastavitev hitrosti komuniciranja preko UART-a
\$BGF	Vključi Bascom grafični program za prikaz na grafičnem LCD prikazovalniku
\$CRYSTAL	Nastavitev vrednosti sistemskega kvarčnega kristala
\$DEFAULT XRAM	Vse spremenljivke se shranjujejo v XRAM-u
\$EXTERNAL	Ukaz, ki omogoči, da prevajalnik uporabi specificirane asemblerske rutine
\$INCLUDE	Vključevanje ASCII datotek, ki vsebujejo delujoči Bascom program
\$IRAMSTART	Določimo naslov internega spomina, kjer se shranjujejo spremenljivke
\$LARGE	S tem ukazom lahko naslavljamo do 64k naslovnega prostora
\$LCD/\$LCDRS	Generira 8-bitni ukaz za LCD

```

RESET PORTB.S           'POSEBNOST TEGA PREVAJALNIKA
WAITMS 100              'JE TO, DA LAHKO POSREDNO
SET PORTB.S             'NASTAVLJAMO BITE

```

SLIKA 5: SCHEMA PROGRAMIRNEGA KABLA



```

DECR S
NEXT
PORTB = 255           'UGASNEMO VSE
WAITMS 100
PORTB = 0             'PRIZGEMO VSE
WAITMS 100
LOOP

```

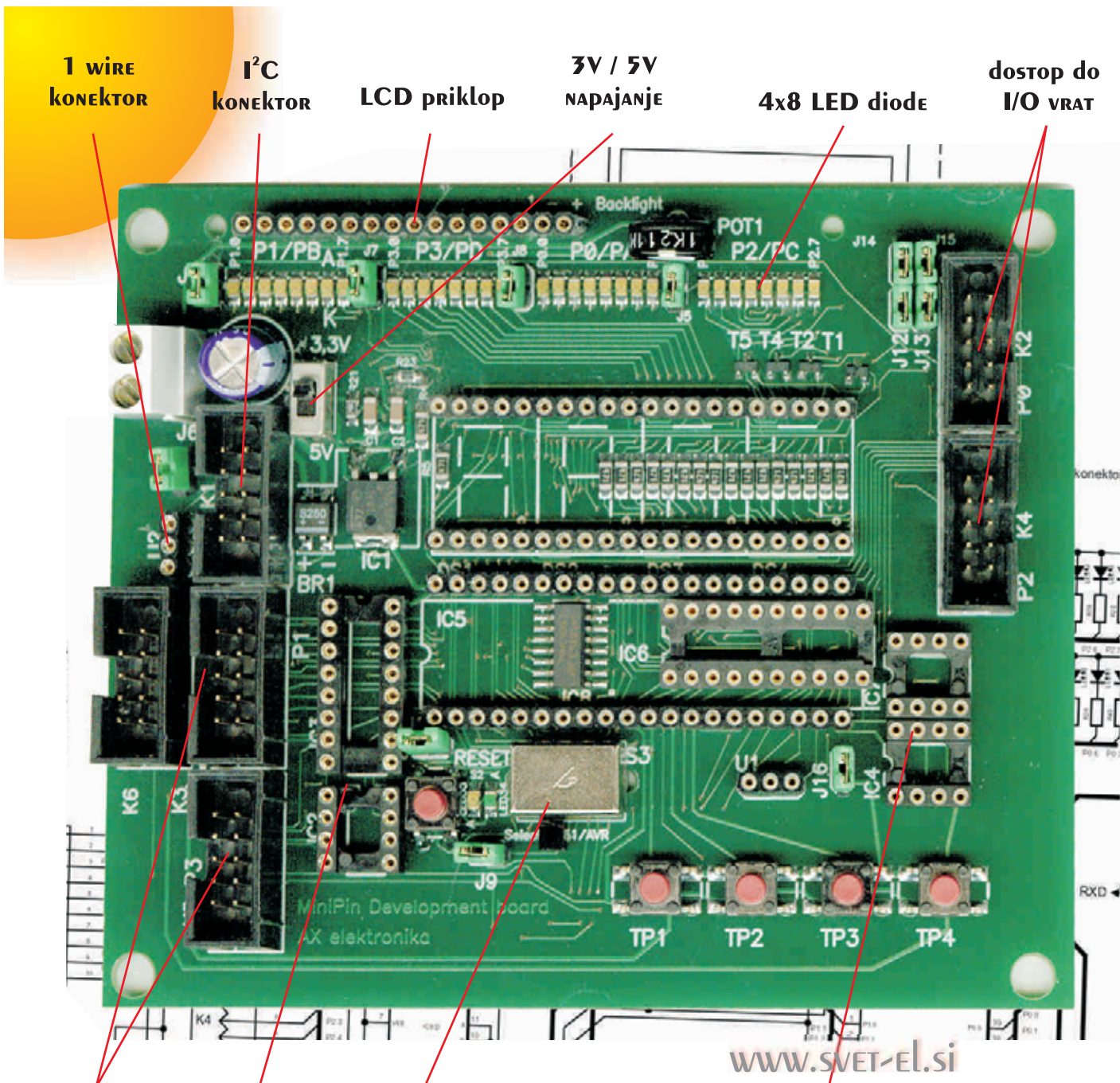
Bascom-AVR omogoča posredno nastavljanje izhodnih vrat. V primeru bomo resetirali tista vrata Portb.s , ki so bila na vrsti glede na vrednost spremenljivke S. Tega pri Bascomu-8051 nismo poznali.

```

FOR STEVEC = 0 TO 5
  RESET PORTB.S           'POSEBNOST TEGA PREVAJALNIKA
  WAITMS 100              'JE TO, DA LAHKO POSREDNO
  SET PORTB.S             'NASTAVLJAMO BITE
  INCR S
NEXT

```

Naj še omenim, da smo pri AT90S2343-10SI uporabili vseh 5 V/I vrat, ker pač mikrokontroler deluje z notranjim RC generatorjem. Zato ukazi Wait ali Waitms niso dolgi toliko, kolikor pričakujemo, pač pa daljši. Zakaj je to tako? Notranji RC generator deluje s frekvenco okoli 950.000 Hz. Frekvenca se spreminja glede na temperaturo okolice (oziroma mikrokontrolerja) ter glede na napajalno napetost. Ukaza Wait in Waitms pa sta preračunana



dostop do
I/O VRAT

Rs232
Rs485

izbor
8051 / AVR

MEMORIJE

AX elektronika d.o.o.,
Pot heroja Trtnika 45,
1000 Ljubljana
t: 01 549 14 00,
e: prodaja04@svet-el.si,
i: www.svet-el.si

MiniPin

ISBN 978-961-6680-00-4

9 789616 668004