

## Kazalo

1	Uvod .....	5
2	Opis gospodarske družbe in produktov .....	6
3	Opis praktičnega izobraževanje – projektnega dela študenta .....	7
4	Mikroprocesor, mikroročunalnik, mikrokontroler .....	8
4.1	Vrste mikrokontrolerjev .....	8
4.2	Delovanje mikrokontrolerjev .....	9
4.3	Izvajanje programa .....	9
4.4	Priključevanje vhodno/izhodnih enot .....	9
5	Atmel AVR ATmega 32 .....	10
5.1	Razvrstitev nogic »pinov« na mikrokontrolerju ki je v PDIP ohišju .....	11
5.2	Blok shema mikrokontrolerja .....	12
6	ISP priključek za programiranje .....	13
7	Merilna sonda DS1820 .....	14
7.1	Blokovna shema .....	15
7.2	1-Wire protokol .....	15
8	Grafični LCD DEM128064BSBH-PW-N .....	16
8.1	Blok diagram .....	17
8.2	Razvrstitev nogic »pinov« na LCD-ju .....	17
9	Programsko okolje BASCOM AVR .....	18
10	Programator »mySmartUSB light« .....	19
10.1	Blok diagram .....	19
11	Priklop enosmernega motorja na mikrokontroler .....	20
11.1	Električna shema .....	21
12	Hall senzor - učinek stikala .....	22
12.1	Blok diagram .....	23
12.2	Priklopno vezje Hall senzorja .....	23
13	Izdelava tiskanine .....	24
13.1	PCB vezje .....	24
13.2	Vezje(shematic) .....	25
13.3	Končni izdelek .....	26
13.4	Prikaz grafičnega zaslona .....	26

## 1 Uvod

Po končanih predavanjih na Fakulteti za elektrotehniko, računalništvo in informatiko v Mariboru sem začel izvajati obvezno praktično usposabljanje pri podjetju Audiologs, Milenko Glavica, s.p. Praktično usposabljanje sem izvajal 2 meseca in sicer od 15.3.2015 do 15.5.2012. Podjetje Audiologs se ukvarja s popravili elektronskih glasbil, studijske opreme, opreme za ozvočenje, DJ opreme in ozvočenjem pa tudi z razvojem in izdelavo elektronskih naprav. To so predvsem elektronske naprave, kot so razni efekti, MIDI player-ji, (z možnostjo priklopa na inštrumente), razne razvojne plošče itd. Pri praktičnem izobraževanju sem bolje spoznal mikrokontrolerje AVR družine, LCD prikazovalnike, senzorje ter predvsem programiranje v programskem okolju BASCOM-AVR.

## 2 Opis gospodarske družbe in produktov

Podjetje Audiologs s.p. je bilo ustanovljeno leta 2001 in se nahaja na Jadranski cesti 27 v Mariboru. Ustanovitelj podjetja Audiologs je gospod Milenko Glavica.

Milenko Glavica:

Začetki našega podjetja segajo v leto 2001, z osnovno usmeritvijo v profesionalno avdio tehniko. Sprva je večino dejavnosti predstavljalo vzdrževanje profesionalne avdio opreme ter načrtovanje sistemov za ozvočenje, snemanje in predvajanje zvoka.

Po letih uspešnega delovanja smo združili svoja strokovna znanja in bogate izkušnje ter začeli z razvojem lastnih produktov oz. polizdelkov tako na področju profesionalne avdio tehnike kot tudi drugih področjih digitalne tehnologije. Prepričali smo se, da lahko, predvsem na področju visokotehnoloških znanj ter izvirnih rešitev, mala podjetja enakovredno stopajo v korak z večjimi.

Prvi večji projekt, s katerim smo prestopili na področje digitalnih komunikacij, predstavljajo multikanalni ojačevalci s stikalnim usmernikom. Uporabni so za ozvočevanje predavanj, konferenčne sisteme in sestavljene sisteme ambientalnega zvoka, skratka povsod tam, kjer je kvaliteta zvočne in slikovne komunikacije vitalnega pomena.

V sodelovanju s podjetji, ki so za naše mobilne aplikacije razvili stikalne avdio usmernike, ki jih odlikujejo nizka teža, visok izkoristek (95%), PFC in ničelni šum. Večina končnih stopenj sodi v visoki D oz. digital D razred, vezja pa uravnavajo mirovni tok, kot odpiranja tranzistorjev, moč..itd.

Na ta način smo dosegli visoko učinkovitost ozvočevalnih sistemov, ki jih z lahkoto ustrezno prilagodimo glede na želje in potrebe individualnih naročnikov.

DSP-je kreiramo za dodatek profesionalni snemalni tehniki. S prodorom mikrokontrolerjev in FPGA vezij je postal razvoj teh komponent zelo hiter in enostaven. Zelo dodelan softwear nam omogoča razvoj komponent na modelih, v grafičnem okolju ali na posebnih platformah.

Naši multipredvajalniki so projektirani za zahtevnejšo avdio produkcijo. To so predvajalniki za reprodukcijo vseh znanih formatov mid, wav, mp3 (mpeg kodiranje). Primerni so za poljubno vgradnjo, za samostojne predvajalnike in za arhiviranje avdio datotek, podatkov, snemanje in editiranje.

Digitalni reverb, Revecon (DRE tehnologija), je naš najnovejši izdelek s področja avdio tehnologije. Uporabljamo ga kot dodatek osnovnemu signalu za vokalni efekt in kot efekt za instrumente. Dodan je optični in koaksialni vmesnik za digitalno produkcijo S/PDIF standard, v višjih serijah še USB 2.0 serijski prenos. 24 bitov/192KHz in 32 bitno procesiranje zagotavljata perfekcijo zvoka, ki se je do nedavnega zdela nedosegljiva.

Na področju informacijske tehnologije razvijamo projekt zaslon na dotik, ki je zamišljen tako, da bi podpiral določene funkcije z RFID karticami in omogočal dostop do zaupnih informacij, polnjenje računov, internetni dostop ipd.

Poleg naštetih pa v zakladnici naših idej zori še mnogo projektov in čaka na primeren trenutek oz. ustrezne pogoje za njihovo realizacijo.

### **3 Opis praktičnega izobraževanje – projektnega dela študenta**

Pri praktičnem izobraževanju sem se najprej seznanil z mikrokontrolerji, senzorji ter LCD prikazovalniki. Bolj podrobno sem spoznal vrste mikrokontrolerjev in delovanje mikrokontrolerjev. Podrobneje sem obdelal Atmelov mikrokontroler AVR ATmega32, saj sem ga tudi pozneje uporabil za izvedbo projekta.

Moja naloga je bila realizirati motorski števec kateremu se bo na zaslon izpisovalo; RPM, hitrost, opravljena pot, temperatura okolice in motorja. Za izvedbo projekta sem uporabljal programator AVR ISP programmer (STK 500). Program sem pisal v programskem jeziku BASCOM - AVR.

## 4 Mikroprocesor, mikroračunalnik, mikrokontroler

Mikroprocesor je centralna procesna enota (CPU) računalnika, zgrajena kot integrirano vezje. Če mikroprocesorju dodamo še V/I (vhodno izhodne) enote, pomnilnik in nekaj integriranih vezij, ki povezuje omenjene dele v sistem, dobimo mikroračunalnik.

Mikroračunalnik je torej računalnik, čigar CPU je mikroprocesor. Mikroprocesor je kot samostojni element neuporaben. Moramo mu dodati še druge elemente, ki skupaj tvorijo mikroračunalnik.

Dejstvo, da dobimo mikroračunalnik, če mikroprocesorju dodamo pomnilnik in V/I enote, velja tako tudi na nivoju čipa. Mnogi proizvajalci realizirajo na istem silicijevem substratu poleg CPE (mikroprocesorja) še druge enote, ki tvorijo mikroračunalnik - takšnemu elementu pravimo mikrokontroler. Mikrokontroler lahko torej definiramo kot mikroračunalnik, ki je zgrajen kot eno integrirano vezje (single chip microcomputer) in deluje samostojno.

### 4.1 Vrste mikrokontrolerjev

**4-bitni mikrokontrolerji** se uporabljajo v velikoserijskih proizvodih, kjer mora biti cena mikrokontrolerja nizka. Namenjeni so predvsem uporabi manj zahtevnim aplikacijam.

**8-bitni mikrokontrolerji** so danes zelo razširjeni, saj nam nudijo široke uporabne možnosti ob relativno nizki ceni. Še posebej so primerni za uporabo v maloserijskih proizvodih in prototipih. Tudi razvojna orodja so zelo razširjena in poceni, kot osnovo za razvoj zahtevajo osebni računalnik.

**16- in 32-bitni mikrokontrolerji** v zadnjem času proizvajalci pospešeno razvijajo 16-bitne družine mikrokontrolerjev in izjemno zmogljive 32-bitne mikrokontrolerje. Oboji so namenjeni zahtevnejšim aplikacijam in so tudi dražji.

## 4.2 Delovanje mikrokontrolerjev

Delovanje računalnika je zaporedno izvajanje dveh faz: prevzema ukaza iz pomnilnika in izvršitve prevzetega ukaza. Pri prevzemu ukaza CPE (centralna procesna enota) najprej prebere operacijsko kodo (iz lokacije na katero kaže v tistem trenutku PC (programski števec)) v ukazni register krmilne enote. V naslovni register se vpiše vrednost PC in s tem se pojavi naslov ukaza na naslovnih linijah. CPE nato pričakuje vsebino ukaza na podatkovnih linijah. Preko podatkovnega registra se nato operacijska koda prenese v ukazni register krmilne enote.

Od tega trenutka dalje preide računalnik v fazo izvršitve ukaza (execute). Krmilna enota dekodira prevzeti ukaz in sproži krmilne signale, ki omogočijo izvršitev ukaza. V času izvajanja ukaza se tudi poveča vsebina PC. CPE izvrši operacijo in poskrbi, da je po končanem izvrševanju v PC naslov naslednjega ukaza. Pri tem upošteva pravilo, da so ukazi v pomnilniku shranjeni po naraščajočih naslovih - to pravilo se običajno ponazarja z izrazom  $PC < PC + 1$ . Izjema so tako imenovani skočni ukazi, s katerimi lahko v PC zapišemo poljuben naslov.

## 4.3 Izvajanje programa

Vsaka CPE ob zagonu (reset signal) začne na enak način. Prvi ukaz lahko prevzame v točno določeni lokaciji oziroma v točno določeni lokaciji prebere naslov prvega ukaza. Vrednost, ki se ob zagonu vpiše v PC, je ob vsakem zagonu enaka; od tod naprej se prevzemajo ukazi zaporedno, kot to narekuje vrednost PC - ja.

## 4.4 Priključevanje vhodno/izhodnih enot

Pri današnjih mikrokontrolerjih sta v uporabi 3. načini priključevanja V/I enot:

**1. način:** Pomnilniško preslikan vhod-izhod (memory mapped I/O). Pri tem načinu so registri krmilnikov v pomnilniškem naslovnem prostoru. Gledano iz CPE so videti enako kot pomnilniške besede. Za branje in pisanje lahko uporabimo vse ukaze za dostop do pomnilnika. Posebni V/I ukazi niso potrebni.

**2. način:** Ločen V/I prostor. Pri tem načinu so registri krmilnikov v posebnem naslovnem prostoru, ki je ločen od pomnilniškega. Za dostop do registrov so potrebni posebni V/I ukazi. Med izvajanjem teh ukazov cpe aktivira signal (ali signale), ki pove, da se naslavlja V/I naslovni prostor.

**3. način:** Posredno prek V/I procesorjev. Te rešitve pri mikroprocesorjih skoraj ne srečamo, pogosta pa je pri večjih računalnikih. Pri tem CPE nima dostopa do registrov krmilnika. Namesto tega sporoča svoje zahteve V/I procesorjem, ki imajo dostop do registrov in ki poskrbijo za podrobnosti pri izvrševanju zahtev.

## 5 Atmel AVR ATmega 32

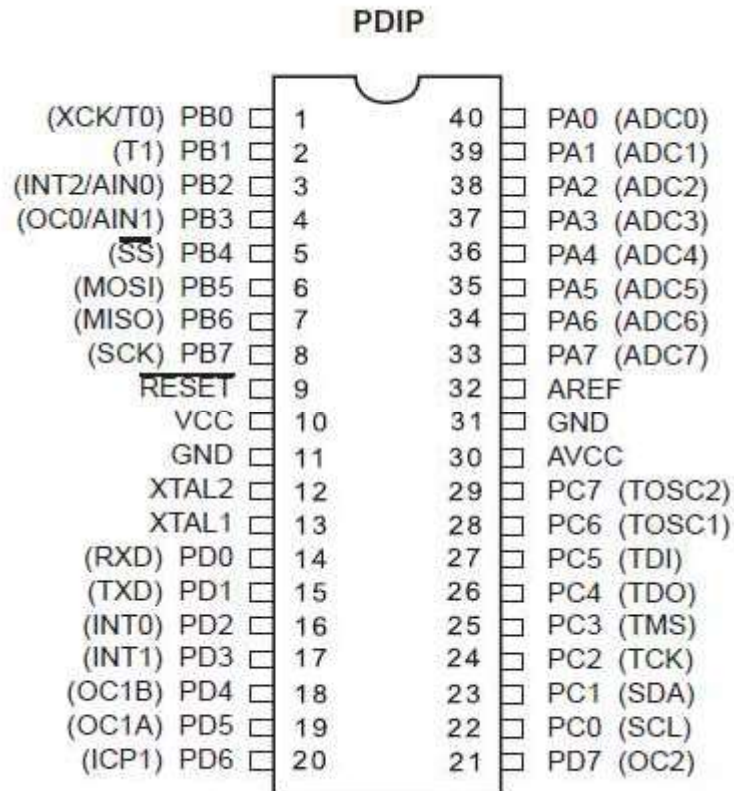
Pri praktičnem izobraževanju sem uporabljal AVR-jev mikrokontroler AVR ATmega32. Ta mikrokontroler je bil izdelan v treh različnih ohišjih. Najbolj pogosto uporabljeno je ohišje PDIP, obstaja pa še TQFP in MLF izvedba ki sta namenjeni bolj za uporabo v integriranih vezjih.



### Osnovni tehnični podatki

- Tip: Atmega 32 – 16 PC
- osem 10-bitnih analogno-digitalnih pretvornikov
- Število 16-bitnih časovnikov: 1
- Število 8-bitnih časovnikov: 2
- Hitrost ure (mhz): 0-16 MHz
- Pomnilnik (eeprom): 1KB
- Flash pomnilnik: 32 KB
- I/O pini: 32
- Pomnilnik (ram): 2KB
- SPI vmesnik
- Dvožični vmesnik (TWI)
- Število UART: 1
- Napajalna napetost  $U_{cc}$ : (4.5 – 5.5)V

## 5.1 Razvrstitev nogic »pinov« na mikrokontrolerju ki je v PDIP ohišju



PORT A (PB7..PB0) - 8 bitna V/I vrata opremljena z internimi dvižnimi upori.

PORT B (PB7..PB0) - 8 bitna V/I vrata opremljena z internimi dvižnimi upori.

PORT C (PC5..PC0) - 8 bitna V/I vrata opremljena z internimi dvižnimi upori.

PORT D (PD7..PD0) - 8 bitna V/I vrata opremljena z internimi dvižnimi upori.

VCC - napajanje

GND - masa

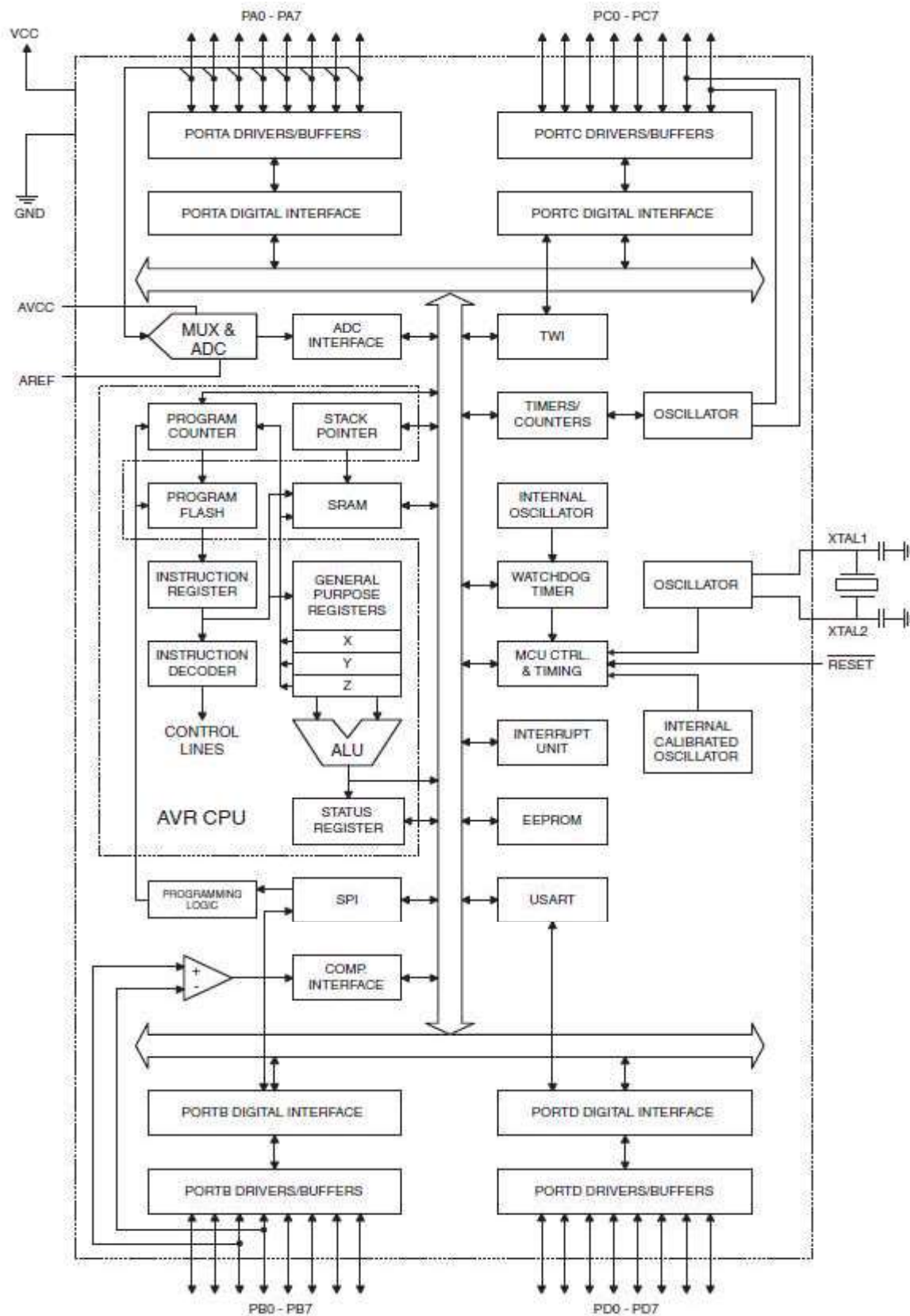
XTAL1/XTAL2 – kristal

AREF – analogni referenčni pin za pretvornik A/D

AVCC – je napetost za portA ter A/D vmesnika, mora biti navzven povezan na VCC tudi če se ne uporablja ADC.

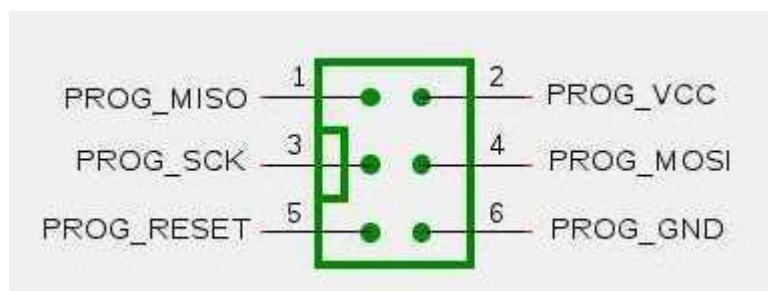
RESET - pin za resetiranje mikrokontrolerja

## 5.2 Blok shema mikrokontrolerja



## 6 ISP priključek za programiranje

Sistem za programiranje mikrokrmilnika uporablja vodilo SPI (ang. Serial Peripheral Interface) za prenos kode v notranji FLASH ali EEPROM. Pri ISP (ang. In-System Programming) programiranju lahko programiramo mikrokrmilnike neposredno v ciljnem sistemu in potrebujemo zgolj VCC, GND, RESET in tri signalne linije.

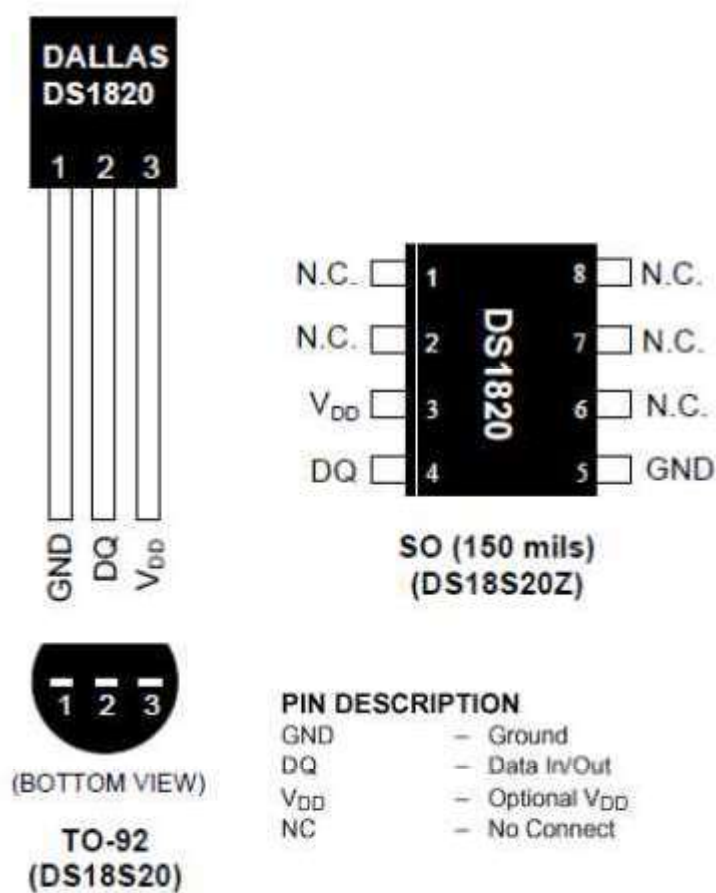


Pri programiranju AVR-jev v ciljnem sistemu je programator vedno master, ciljni mikrokrmilnik pa slave. Master omogoči clock za komunikacijo na SCK liniji. Vsak impulz na SCK liniji nam pošlje en bit iz programatorja v ciljni sistem po MOSI liniji. Hkrati pa se isto zgodi na MISO liniji. Za pravilno komunikacijo moramo zagotoviti tudi ozemljitveno linijo med programatorjem in ciljnim sistemom. Da pripravimo mikrokrmilnik v stanje programiranja, postavimo RESET priključek v aktivno stanje. Pri AVR-jih je to negativni potencial. Na negativnem potencialu ostane tudi v času programiranja in v času brisanja le da pri brisanju reset impulzira. Pri tem postopku programator s četrto kontrolno linijo imenovano RESET prevzame kontrolo nad mikrokrmilnikom. Pri programiranju se programator lahko napaja direktno iz vezja in ne potrebuje lastnega napajanja, kar eliminira potrebo po dodatnem napajalniku za programator. Lahko pa je tudi obratno. Programator lahko namreč v času programiranja napaja mikrokrmilnik. Spodnja slika prikazuje razpored priključkov, ki jih pri programiranju povežemo med mikrokrmilnikom in programatorjem.

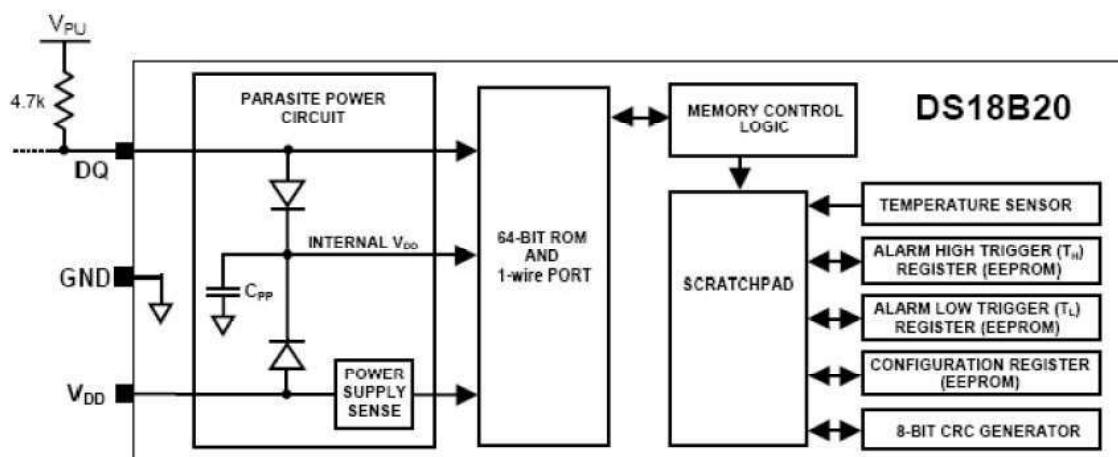
PRIKLJUČEK	IME	KOMENTAR
SCK	Serial clock	Sinhronizacijski signal generiran iz programatorja
MOSI	Master OutSlave In	Komunikacijska linija iz programatorja v ciljno vezje
MISO	Master InSlave Out	Komunikacijska linija iz ciljnega vezja v programator
GND	Skupna masa	Skupna masa za ciljno vezje in programator
RESET	Reset AVR-ja	Za programiranje mora biti priključek reset na nizem nivoju. Zaradi enostavnosti programiranja ga krmili programator
Vcc	Napajanje	Za programiranje lahko programator napajamo direktno iz ciljnega vezja.

## 7 Merilna sonda DS1820

Za merjenje temperature skrbi senzor DS1820 proizvajalca Dallas Semiconductor. Deluje po unikatnem 1-wire protokolu, ki rabi samo eno linijo za komunikacijo. Senzor DS1820 ne potrebuje nobenih zunanjih komponent, lahko se napaja neposredno iz podatkovne linije (preko pull-up upora 4,7 k $\Omega$ ). merilno območje sensorja je od -55 pa do 125 °C. Med -10 in +85°C ima napako maksimalno  $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ . Temperatura je prebrana kot 9-bitna digitalna vrednost. Vsaka komponenta posebej ima sebi lastno serijsko številko. Zaradi te lastnosti lahko na isti port mikrokontrolerja brez težav priključimo več temperaturnih senzorjev. Pri Dallasu navajajo podatek, da je merilna linija lahko dolga tja do 700 m, vendar se pri taki dolžini linije že pojavijo parazitne induktivnosti in kapacitivnosti, ki pa naj bi se jih dalo odpraviti. Zagotavljajo pa, da pri dolžini 100 m deluje brez težav. DS1820 obstaja v dveh različnih ohišjih, TO-92 in SO, kar prikazuje spodnja slika.



## 7.1 Blokovna shema



### Lastnosti:

- vsaka naprava ima edinstveno 64 bitno kodo v ROM-u,
- edinstvena 1-wire notranja zahteva za komunikacijo
- sposobnost zadovoljiti temperaturno občutljivost
- ne zahteva dodatnih zunanjih elementov
- napajanje iz podatkovne linije. Napajalna napetost je od 3,0 do 5,5V
- merjenje temperature od -55 pa do 125 °C
- natančnost 0,5°C od -10 pa do 85°C
- resolucijo termometra izbira uporabnik od 9 do 12 bitov
- uporabnik določi nastavitve alarma
- programska oprema je skladna z DS1822
- aplikacije vključujejo termo statične kontrole, industrijski sistem, potrošniški material, termometer in termično občutljiv sistem

## 7.2 1-Wire protokol

Ta protokol je razvilo podjetje Dallas Semiconductor prvenstveno za komunikacijo z nekaterimi svojimi komponentami. Na začetku so bili to temperaturni senzorji, sedaj pa najdemo na tržišču pestro paleto najrazličnejših vezij, ki komunicirajo po 1-Wire protokolu. Za priklop perifernih komponent uporabljamo samo eno podatkovno linijo in dve napajalni. Od tod tudi oznaka 1-Wire. Na mikrokrmilnik lahko spet priključimo več 1-Wire komponent, saj imajo tudi tu komponente različne naslove, preko katerih lahko do njih dostopamo in z njimi komuniciramo. Vsaka izmed 1-Wire komponent ima vpisan unikaten 64-bitni naslov formata, ki ga prikazuje spodnja slika.

- Prvih 8 bitov za indifikacijo tipa elementa (=0001000 za ds1820)
- drugih 48 bitov za branje
- tretjih 8 bitov za prevarejnje oddane kode

## 8 Grafični LCD DEM128064BSBH-PW-N

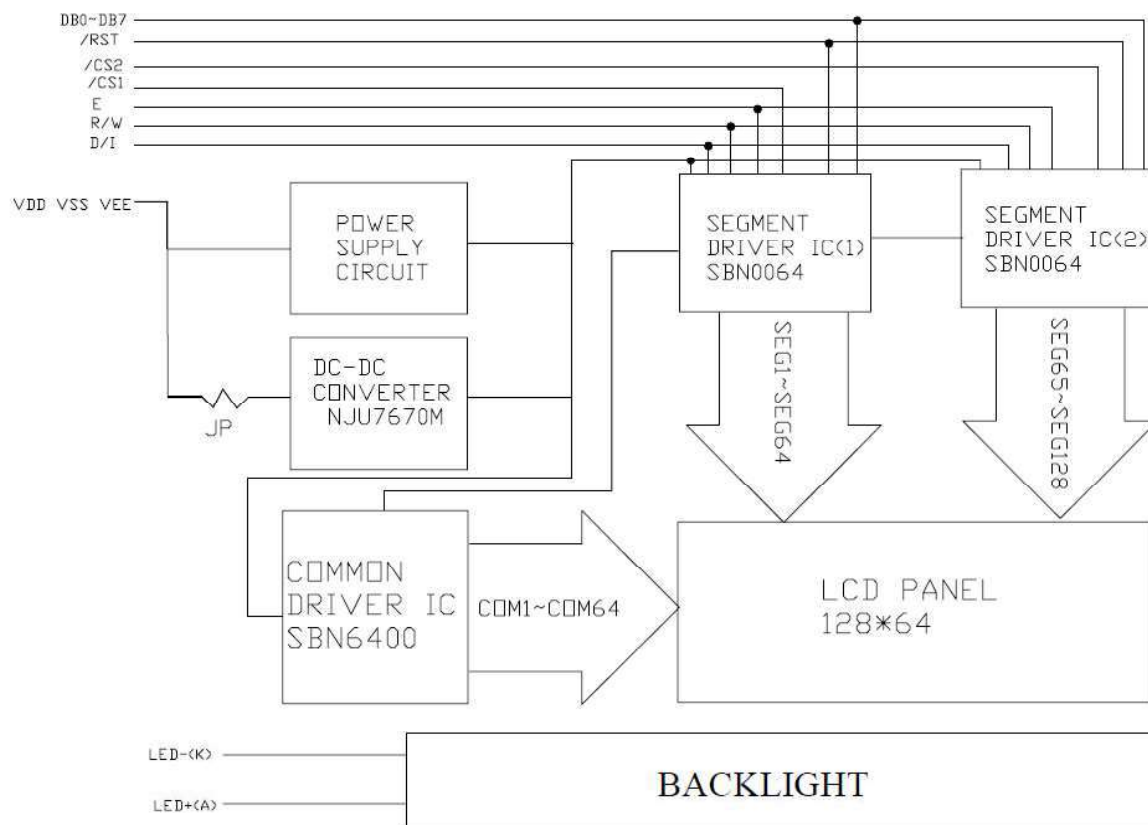
Pri izdelavi projekta sem uporabljal grafični LCD modul v izmeri ločljivosti 128 x 64 točk. Ta ločljivost povsem zadostujem mojim omenjenih zahtevam za prikaz merjenih veličin (temperature, hitrosti, RPM in poti). Omenjeni prikazovalnik deluje s pomočjo kontrolerja SBN0064. Pri fizičnih povezavah na mikrokontroler je še potrebno programsko določiti pine (npr: Config Graphlcd = 128 \* 64sed, Dataport = Porta, Controlport = Portc, Ce = 3, Ce2 = 4, Cd = 0, Rd = 1, Enable = 2, Reset = 5) ter mu dodati datoteko z fondi.



### Osnovni tehnični podatki:

- Vmesnik: 8-bitni paralelni podatkovni od MPU
- Vmesnik RAM: 512B
- Delovna temperatura: -20°C do +70°C
- Ločljivost: 128 x 64 točk
- Napajanje: 5V
- Velikost: 75.00 x 52.70 x 9.60 mm
- Velikost prikazni: 60.00 x 32.60 mm
- Velikost točke: 0.40 x 0.40 mm

## 8.1 Blok diagram

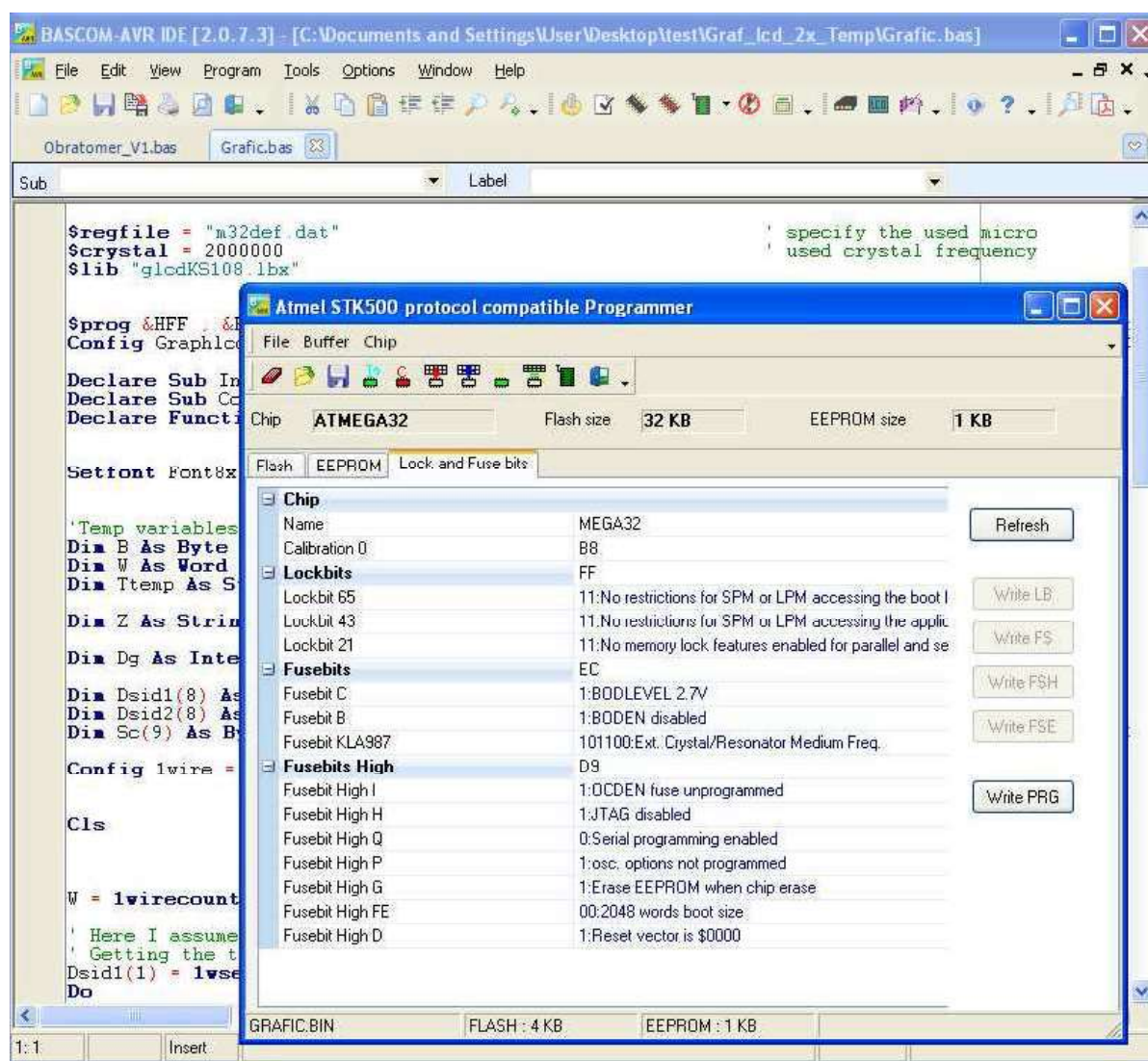


## 8.2 Razvrstitev nogic »pinov« na LCD-ju

Priključek	Simbol	Komentar
1	Vdd	Napajanje
2	Vss	Masa
3	V0	Nastavitev napetosti
4-11	DB0-DB7	Podatkovne linije
12	CS1	Chip select1
13	CS2	Chip select2
14	/RST	Reset
15	R/W	Beri/piši
16	D/I	Podatkovna koda voda
17	E	Omogoči signal
18	VEE	Moč napajanja
19	LED+(A)	Osvetlitev
20	LED-(K)	Osvetlitev

## 9 Programsko okolje BASCOM AVR

Razlogov za programiranje v programskem okolju BASCOM je več. Eden izmed njih je prav gotovo njegova cena. Program Bascom- AVR DEMO je namreč brezplačna različica, ki jo lahko presnamemo z internetne strani <http://www.mcselec.com>. Omejitev najnovejše brezplačne različice je, da prevedena koda ne sme presežati velikosti 4k byte. Programsko okolje BASCOM ima seveda še druge prednostne lastnosti. Programski ukazi so preprosti, zato je programiranje enostavno in zelo primerno za začetnike. BASCOM ima vgrajeno tudi kvalitetno sprotno pomoč (help), kjer so vsi ukazi opisani na konkretnih primerih. Program nam omogoča tudi programiranje v zbirni kodi (assembler), katero lahko kombiniramo z BASIC kodo. Navsezadnje imamo možnost spremljati potek izvajanja programa (debugger), kar nam olajša iskati napake in optimizirati program. Skratka, program ima vse lastnosti, katere vsebuje dober komunikacijski vmesnik, kar BASCOM definitivno je.



## 10 Programator »mySmartUSB light«

Programator se vstavi v PC ali Notebook zelo enostavno, kot USB ključek. Ne potrebuje zunanjega napajanja saj je že opremljen z napetostjo ki jo lahko premore USB. Ne potrebuje vzporednih ali serijskih vrat. Namestimo gonilnik ter je že pripravljen za uporabo.



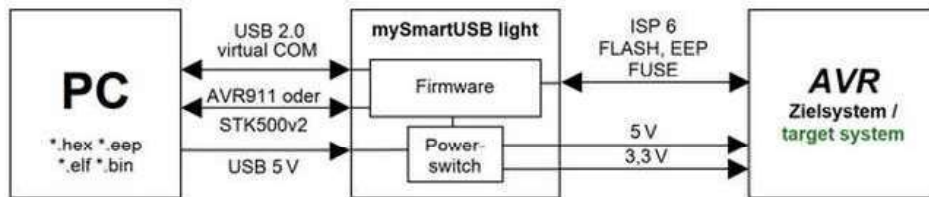
### Lastnosti:

- Plastična škatla, v sodobnem oblikovanju USB stick, ni nevarnosti kratkega stika
- Standardni USB krmilnik (SiLabs CP2102) prilagojen za WindowsXP-windowsvista-Windows7, Linux, MacOSX
- 6 pol standardni ISP povezave
- STK500v2 ali AVR910/911 protokol
- Zelo hitro, ker "dvojne buffering" in avto ISP-Speed-Detect
- Združljiv z AVRStudio in Bascom in CodeVision in myAVR Workpad in Sisy AVR in še veliko več
- Posodobiti preko bootloader
- Programiranje napetost 5 V in 3 V (izbira s pomočjo programske opreme)
- 3 LED za indikacijo stanja (rdeča / zelena / modra)

### Tehnični podatki:

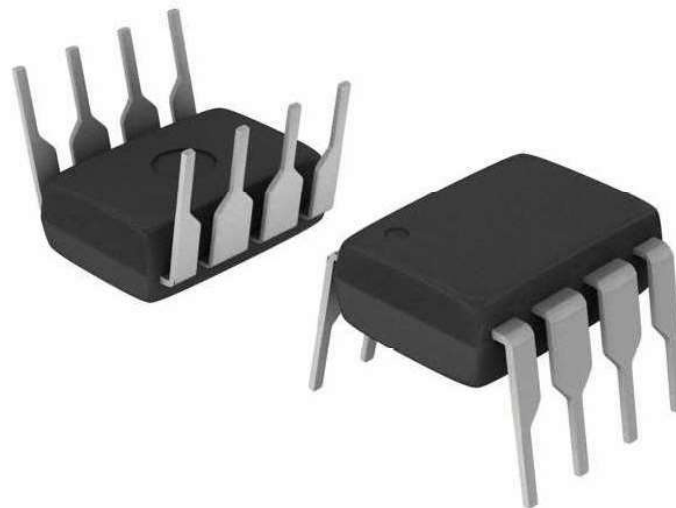
- Napajalna napetost: 5 V
- Obratovalni tok: 10 - 20 mA, brez več uporabnikov do 100mA, preko povezanosti z drugimi sistemi
- Delovna temperatura: 0 - 30 ° C
- Mere: 60 mm x 30 mm x 12 mm

### 10.1 Blok diagram

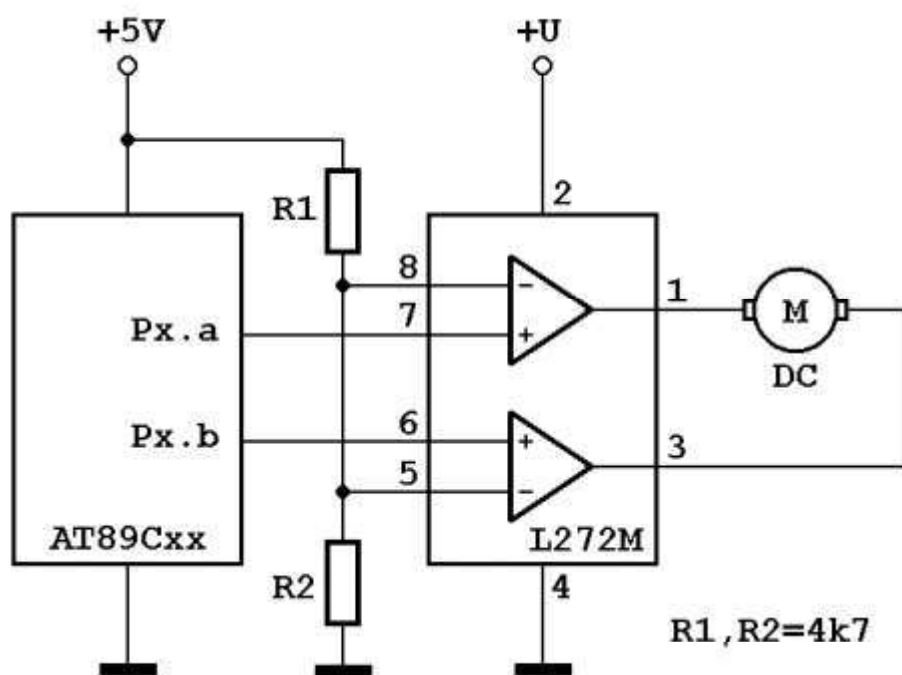


## 11 Priklop enosmernega motorja na mikrokontroler

Enosmerni motor lahko na mikrokontroler priključimo na več načinov. Prvi način smo pravzaprav že spoznali, ko smo na mikrokontroler priključili FET. S FET-om lahko motor vklopjamo oziroma izklopjamo. Seveda pa pri enosmernih motorjih potrebujemo poleg tega tudi vrtenje v nasprotno smer. Z enim FET-om tega ne moremo narediti. Za krmiljenje motorja v obe smeri potrebujemo 4 FET-e vezane v mostično vezavo. Temu se elegantno izognemo tako, da uporabimo namenska integrirana vezja. Eno takšnih vezij je L272M, ki vsebuje dva močnostna operacijska ojačevalnika, od katerih vsak zmore krmiliti električna bremena tja do 0,7 A, kar je več kot dovolj za majhne elektromotorje.



## 11.1 Električna shema



Električna shema je enostavna in se bistveno ne razlikuje od predhodnih. Novo je le integrirano vezje L272M, v katerem se nahajata dva močnostna operacijska ojačevalnika. Vezava L272M je izvedena tako, da z dvema logičnima signaloma definiramo vrtenje motorja v eno oziroma v drugo smer. Možno je motor tudi hitro ustaviti in sicer tako, da izhoda operacijskih ojačevalnikov postavimo na isti napetostni nivo. Poglejmo si tabelo logičnih stanj, s katerimi krmilimo L272M.

PD2	PD3	
0	0	izklopljen
0	1	vrti v levo
1	0	vrti v desno
1	1	izklopljen

Pri zgornji tabeli je potrebno dodati še to, da je vrtenje motorja odvisno od polaritete motorja oziroma, kako vežete priključke motorja na vaše vezje. Kot je razvidno iz tabele, moramo spreminjati stanje na izhodnih vratih mikrokontrolerja tako, da se bo motor vrtel po naših zahtevah. Bascom program bo enostaven, saj bomo samo postavljali izhode mikrokontrolerja na logično 0 ali 1 glede na to, kako želimo da se bo motor vrtel. V kolikor potrebujemo krmiljenje močnejših motorjev, bomo namesto L272M uporabili L298, ki je funkcionalno enak L272M le da zmore krmiliti večje tokove, tja do 3A. Shema vezave L298 je identična tisti za L272M.

## 12 Hall senzor - učinek stikala

A3213 in A3214 integrirana vezja so zelo občutljiva, palične neodvisni Hall-učineka stikala z zaprtim digitalnim izhodom. Ti so še posebej primerni za delovanje na baterijskinačin, kot so celični in brezžični telefoni, pozivniki, in dlančni računalniki. Napaja se v območju 2,4-5,5 V njihova poraba je dokaj majhna - A3213 do 825  $\mu$ W, A3214 do 14  $\mu$ W (tipična, na 2,75 V).

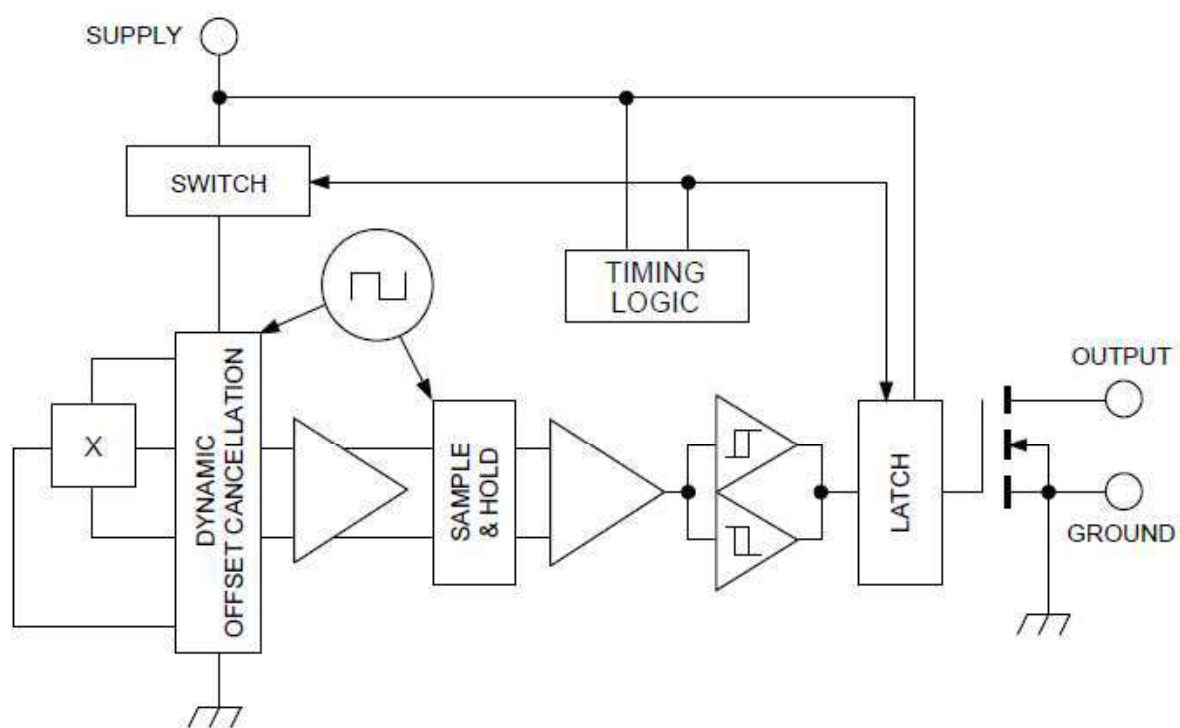
Te naprave so na enem samem silikonskem čipu; Hal napetostini generator, mali signalni ojačevalnik, chopper stabilizacije in zapaha, ter MOSFET izhod. Vsebuje še napredno BiCMOS obdelavo, ki izkoristiti nizkonapetosti in majhno močjo glede na zahteve, komponentno ujemanje, zelo nizke vhodne - ofsetne napake in navsezadnje ga oblikujejo zelo majhne geometrijske komponente.



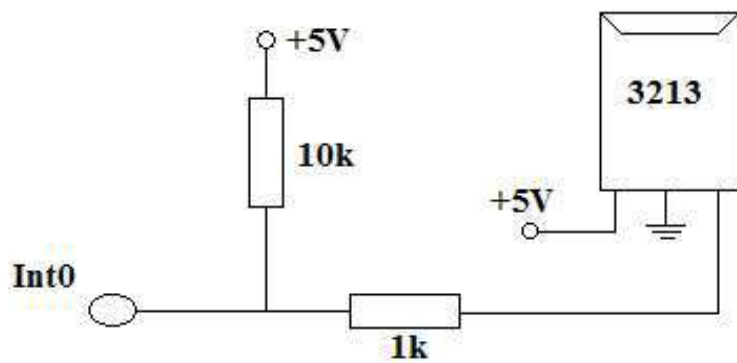
### Lastnosti:

- Deluje s severa ali južnega pola
- Napajanje od 2,4 do 5,5 V
- Chopper stabilizator
- Temperature stabilnost
- Izjemno nizke preklopne točke
- Neobčutljiv na fizični stres
- Visoka ESD zaščita
- Zanesljivost
- Majhna velikost

## 12.1 Blok diagram



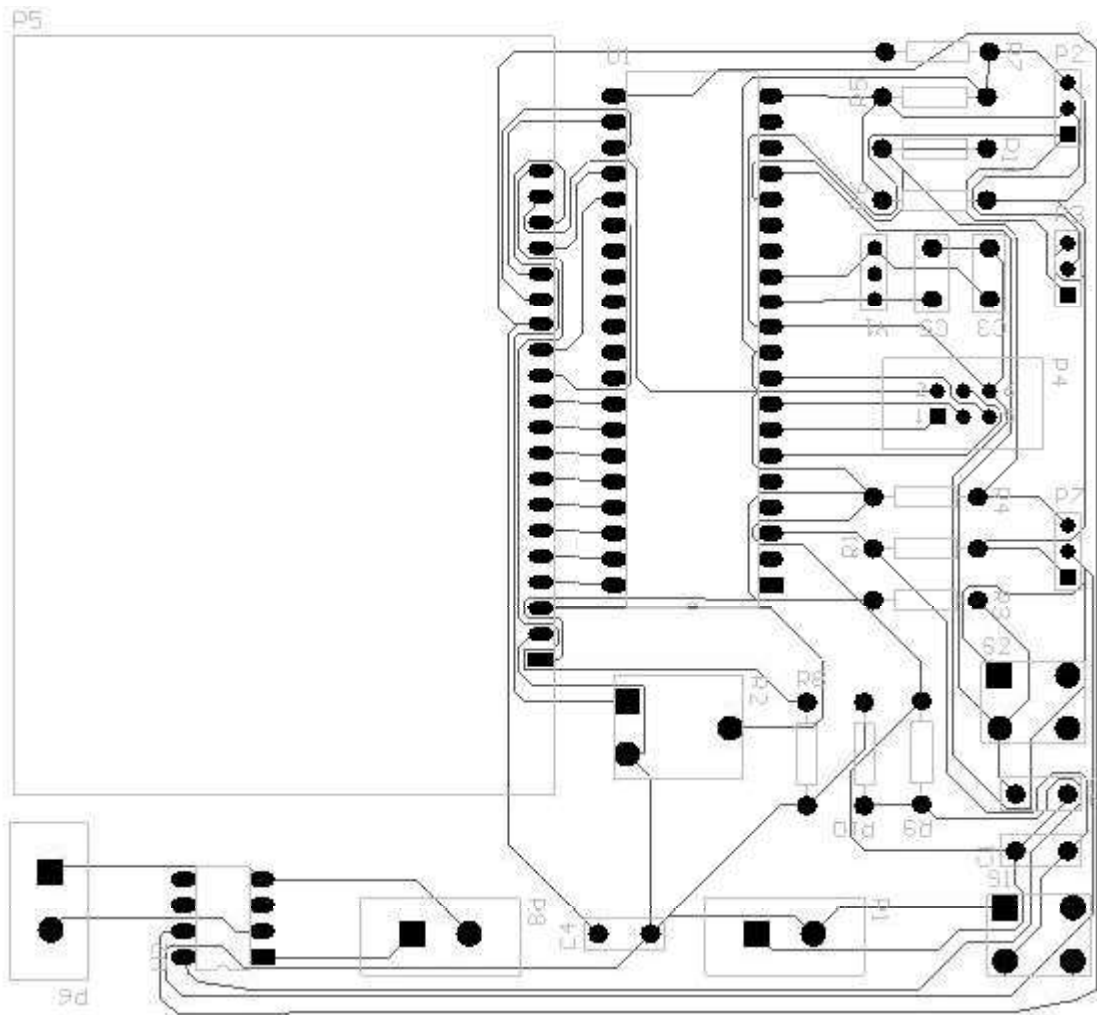
## 12.2 Priklopno vezje Hall senzorja



## 13 Izdelava tiskanine

Za izdelavo tiskanine sem uporabljal program Altium Designer. V schematic-u sem narisal vezje ter vsakemu elementu prilagodil podnožja za PCB. Pri PCB je bilo potrebno nastaviti vsaj minimalna dimenzije za »reskar«. Z ugodnejšo postavitvijo elementa se mnogokrat prihrani čas ter ne prihaja do gneč povezav.

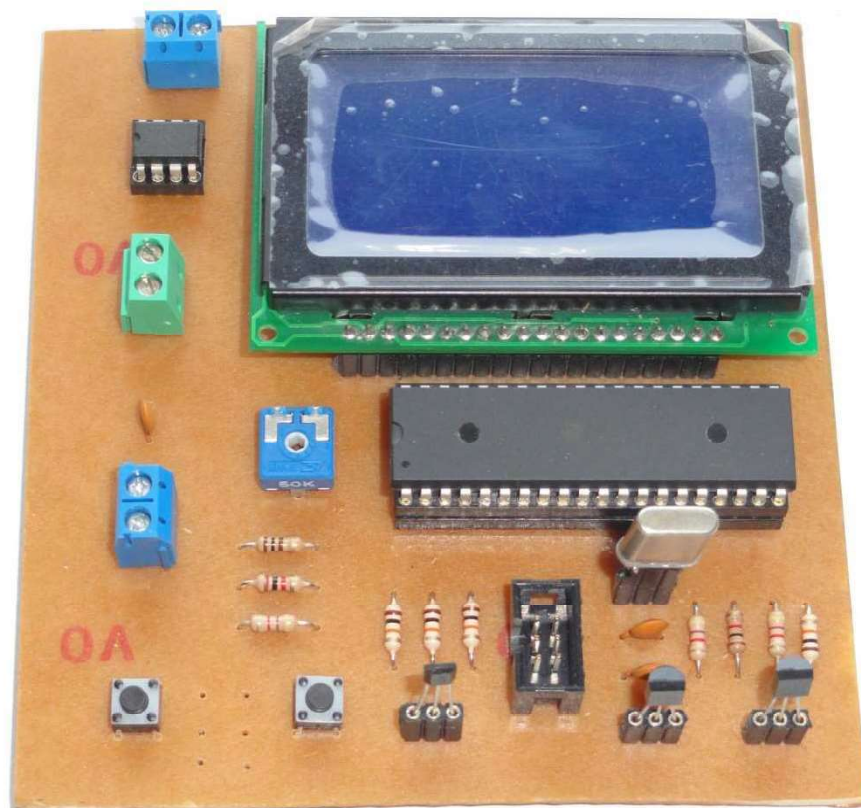
### 13.1 PCB vezje







### 13.3 Končni izdelek



### 13.4 Prikaz grafičnega zaslona

