

Univerza v Ljubljani  
Fakulteta za elektrotehniko

Mitja Jereb

## **VREMENSKA POSTAJA**

Seminarska naloga

pri predmetu  
Elektronska vezja

V Ljubljani, september 2009

## 1. UVOD

Že prej kot sem izvedel da bo potrebno pri predmetu Elektronska vezja potrebno izdelati seminarsko nalogo,sem si želel skonstruirati vremensko postajo.To mi bo prišlo zelo prav predvsem za merjenje hitrosti vetra.Sam namreč surfam in mi je tovrsten podatek še kako koristen.Odločil sem se za izvedbo z PIC mikrokontrolerjem.

## 2. KLJUČNE BESEDE

**SLO:** Hitrost, Smer, Temperatura, Merjenje, PIC16F873A, Mikrokontroler, LCD

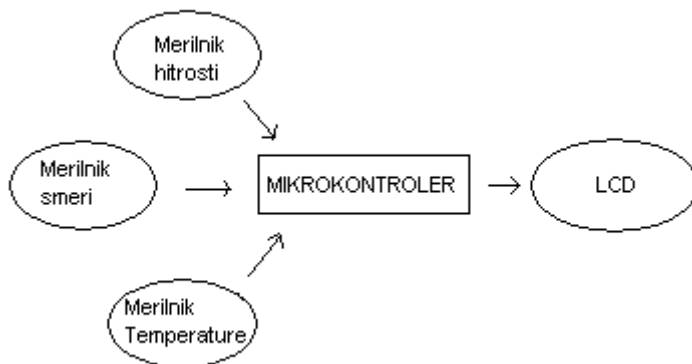
**ANG:** Speed, Direction, Temperature, Measurement, PIC16F873A, Microcontroller, LCD

## 3. FUNKCIONALNI OPIS VEZJA

Vremenska postaja je sestavljena iz petih delov:

- 1.Merilnik hitrosti vetra,
- 2.Merilnik smeri vetra,
- 3.Merilnik temperature,
- 4.Mikrokontroler,
- 5.Optični vmesnik

*Blok shema vezja:*

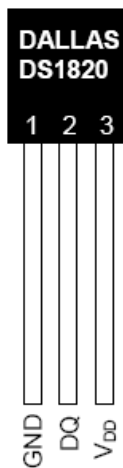


#### 4. MERJENJE TEMPERATURE

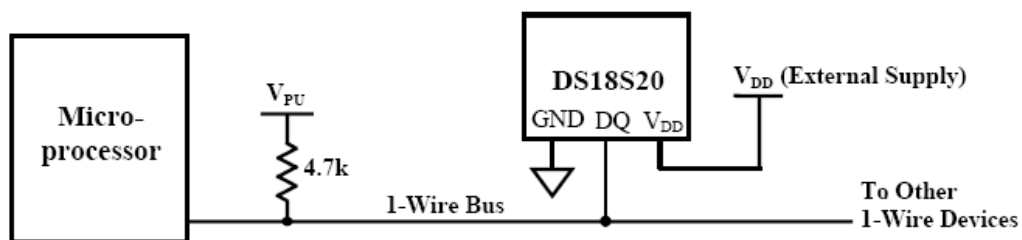
Najprej sem želel uporabiti LM 335 linearni temperaturni senzor kaj kmalu pa sem ugotovil, da bi bile težave pri umerjanju in sploh pridobitvi pravega koraka. Odločil sem se da malo pobrskam po internetu in kaj kmalu sem ugotovil da bi bil boljši Dallas-ov DS18S20, s katerim se komunicira binarno (9-bit), preko samo enega pina. Ta senzor nam tako vrne binarno vrednost trenutne temperature, kar je zelo ugodno. Naj navedem še nekaj lastnosti senzorja:

- Napajalna napetost 3V – 5.5V
- Meri temperature od  $-55^{\circ}\text{C}$  do  $+125^{\circ}\text{C}$  ( $-67^{\circ}\text{F}$  to  $+257^{\circ}\text{F}$ )
- Natančnost od  $-10^{\circ}\text{C}$  do  $+85^{\circ}\text{C}$  je  $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$
- Vrne vrednost temperature v 750ms (max)

*Fizični izgled:*



*Vežalna snema:*



Vsak senzor ima unikatno 64 bitno serijsko številko. To nam omogoča priklop večjih senzorjev na isto vodilo. Ker v našem primeru uporabljamo le en senzor, tega ne potrebujemo. Temperaturni senzor ima 9 bitno resolucijo. Najnižji bit predstavlja  $0.5^{\circ}\text{C}$ . Po pretvorbi se temperatura shrani v 2 bajtni register v scratchpadu, kjer nam je dostopna za branje in nadaljno obdelavo.

### SCRATCHPAD (Power-up State)

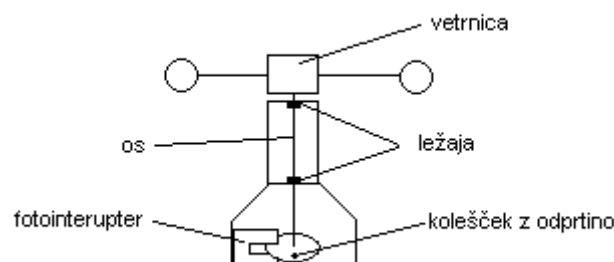
byte 0	Temperature LSB (AAh)	} (85°C)
byte 1	Temperature MSB (00h)	
byte 2	T <sub>H</sub> Register or User Byte 1*	
byte 3	T <sub>L</sub> Register or User Byte 2*	
byte 4	Reserved (FFh)	
byte 5	Reserved (FFh)	
byte 6	COUNT REMAIN (0Ch)	
byte 7	COUNT PER °C (10h)	
byte 8	CRC*	

Če želimo le brati temperaturo sta za nas pomembna le 2 bajta. To sta byte[0] in byte[1] scratchpada. Ta dva bajta lahko le beremo in vanju ne moremo pisati. V drugi in tretji bajt lahko uporabnik vpiše maksimalno oziroma minimalno vrednost temperature, ki sproži alarm. Če se je alarm sprožil to uporabnik lahko preveri z ukazom ALARM SRCH. Po tem ukazu vsi senzori, s sproženimi alarmi na vodilu odgovorijo. Za naš primer ko je na vodilu samo en senzor, to nima praktičnega pomena. Peti in šesti bajt lahko uporabimo za natančnejši prikaz temperature. S pomočjo osmega bajta lahko preverimo pravilnost prebranih podatkov.

## 5. MERJENJE HITROSTI VETRA

Že preden sem se lotil seminarske naloge, ko sem ugotavljal kako naj bi izgledal sistem za merjenje hitrosti vetra, me je obšla misel na sistem ki je v krogličnih računalniških miškah. Po premisleku sem ugotovil da je to izvedljivo. Tako sem nabavil fotointerupter GP1S58V. Izdelati sem moral tudi primerno ohišje in kolesček z eno odprtino, ki bo ob vsakem narejenem obratu sprožil fotointerupter. Načrtal sem ohišje z dvema ležajema in osjo, na katero je na eni strani pritrjen kolesček na drugi pa vetrnica, ki jo bo poganjal veter.

*Shema sistema:*



Fotointerupter je sestavljen iz fototranzistorja in infrardeče led diode. Ko led dioda osvetli tranzistor je le ta odprt in stikalo čez njega steče tok. Fototranzistor sem priklopil na mikrokontrolerjev pin in sicer na RB0, kateri omogoča prekinitve. Program je torej napisan tako, da se vsakič ko kolešček pride na tako pozicijo, ko je odprtina točno med fototranzistorjem in led diodo, zgodi prekinitve. Ob vsaki prekinitvi se spremenljivka 'hitrost' poveča za ena. V funkciji za merjenje števila prekinitvev je 3 sekundna zakasnitev. Spremenljivka 'hitrost' torej po končani meritvi dobi tolikšno vrednost, kolikor je bilo prekinitvev v treh sekundah.

Dokaj težavno pa je umerjanje tovrstnih naprav. Na začetku sem mislil da si bom lahko pomagal z ročnim merilnikom vetra, kar se je izkazalo za neučinkovito. Usmeril sem sušilec las v oba merilnika postavljena eden ob drugim, vendar se je že ob minimalnem premiku sušilnika močno spremenila hitrost na obeh merilnikih (neenakomerno). To možnost sem opustil. Nato sem se spomnil da bi lahko to umeril s pomočjo avtomobila. Po GPS-u sem ugotovil da naš avtomobil laže za +5km/h. Med vožnjo sem dal napravo skozi okno, in naprava je izmerila 4km/h manj kot avtomobil. Seveda sem moral to storiti v dnevu, ko ni pihal veter. Tolikšna natančnost je za moje potrebe zadostna.

## 6. MERJENJE SMERI VETRA

Za ugotovitev optimalnega sistema za prikaz smeri vetra sem porabil precej časa. Najprej sem razmišljal o izvedbi s fotointerupterji, vendar bi tukaj, za razliko od merilnika vetra potreboval vsaj tri. To se mi je zdelo precej neekonomično, pa tudi fizično bi bila zadeva težko izvedljiva. Kot drugo opcijo sem vzel koračni motorček, vendar je le ta precej težko vrtljiv in sem ga prav tako opustil. Na internetu sem nato zasledil slovensko firmo RLS d.o.o., katera med drugim proizvaja tudi kotne magnetne senzorje. Mene je zanimal AM256-8bit, katerega so mi kasneje tudi prijazno poslali kot vzorec.

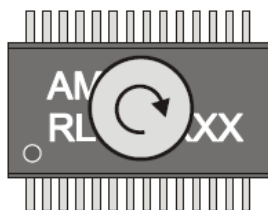
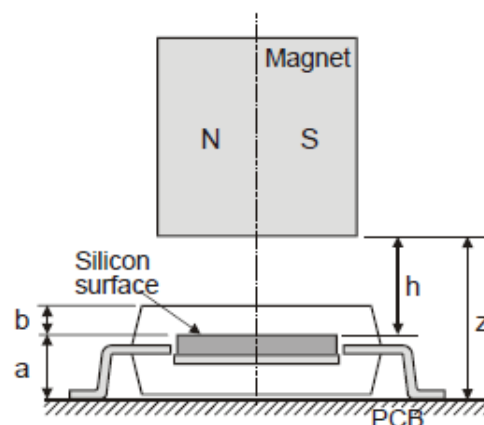


Fig. 3: CW rotation of the magnet



Vezje AM256 ima integrirane Hallove senzorje, ki zaznavajo gostoto magnetnega polja na površini silicija. Senzorji, ki so krožno postavljeni okoli središča vezja, generirajo napetost, ki je sorazmerna z razporeditvijo magnetnega polja. Omenjeni čip nam glede na lego magnetna, ki ga držimo par milimetrov nad sredino le tega, med drugim, preko serijskega izhoda vrne 8 bitno vrednost kota, ki ga magnet oklepa. Senzor ima še druge možnosti izhoda in sicer paralelni, inkrementalni ter analogni sinus/kosinus. Teh pa ne bom posebej opisoval saj jih pri mojem projektu nisem potreboval.

Serijsko komuniciranje poteka tako, da čipu na vhod pripeljemo uro, katere je minimalna perioda 1.2 $\mu$ s. Ob vsakem prehodu iz 1 na 0 nam čip na izhod vrne po en bit trenutne pozicije začenši z MSB vse do LSB. Na začetku mora biti ura obvezno postavljena na 1.

Omejitve in grafičen prikaz odčitavanja pozicije:

Parameter	Symbol	Min.	Max.	Unit
Clock period	$t_{CL}$	1.2	16	$\mu$ s
Clock high	$t_{CH}$	0.6	15.6	$\mu$ s
Clock low	$t_{CLO}$	0.6	15.6	$\mu$ s
Monoflop time	$t_m$	16	22	$\mu$ s

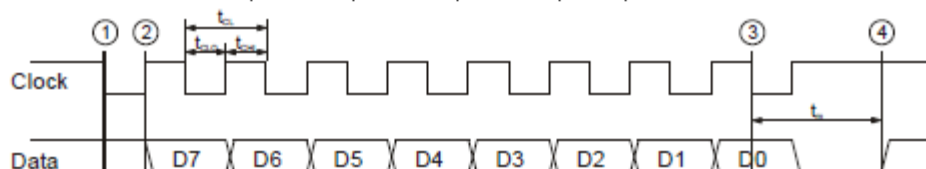


Fig. 4: SSI timing diagram

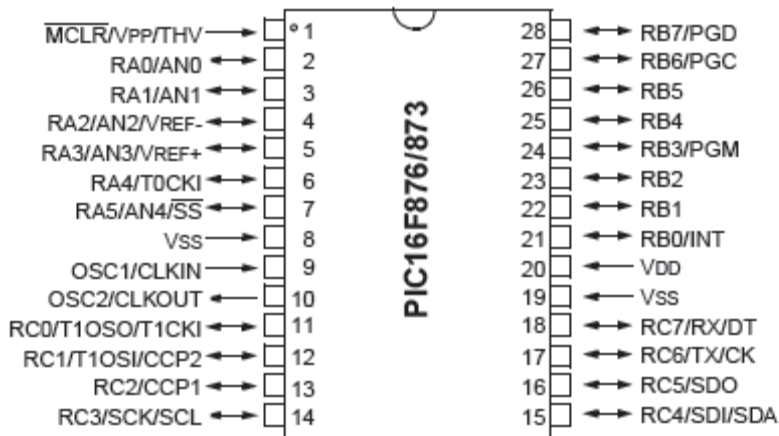
## 7. MIKROKONTROLER

Mikrokontroler predstavlja osnovo za celoten projekt. Preko njega pridejo informacije iz senzorjev do LCD-ja. Za PIC 16F873A sem se odločil predvsem zato, ker ima dovolj priključkov za moj projekt, pa se nekaj jih ostane za morebitno nadgradnjo.

Ostali podatki mikrokontrolerja 16F873A:

- Široko območje napajanja 2.0V-5.5V
- Poraba <2mA (4MHz, 5.5V)
- dva 8-bitna ter eden 16-bitni števec
- 1024x14 flash programa
- 386x8 RAM pomnilnika
- 256x8 EEPROM pomnilnika
- omogoči delo z prekinitvami
- omogoča nizko napetostno programiranje
- vsebuje univerzalni sinhroni/asinhroni sprejemnik ter oddajnik

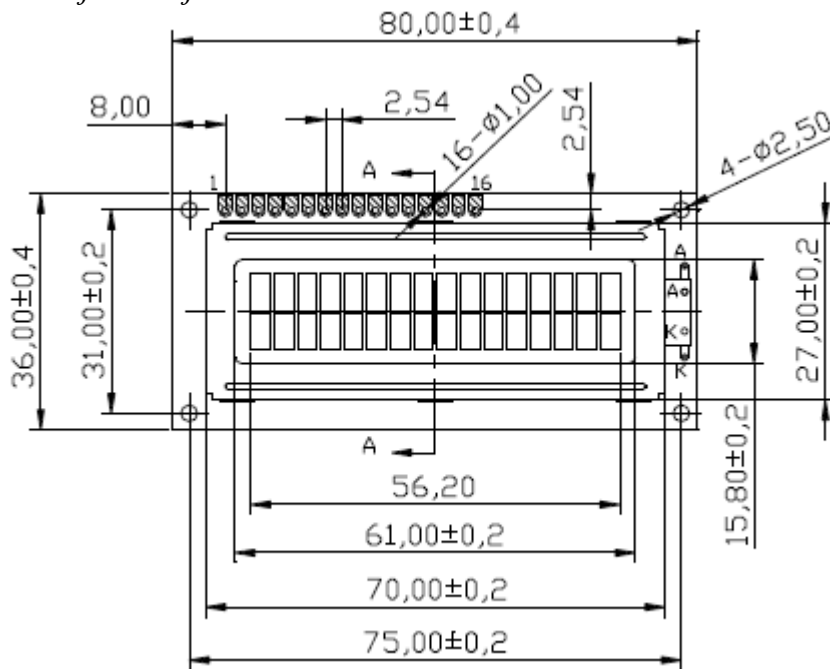
Pin diagram za PIC16F873A:



## 8. LCD ZASLON

Za prikaz podatkov uporabljamo LCD zaslon. Sam sem uporabil dvovrstični 32 znakovni LCD in sicer DEM 16216.

*Dimenzije LCD-ja:*



*Razporeditev priključkov LCD-ja:*

Pin No.	Symbol	Function
1	VSS	Ground terminal of module.
2	VDD	Power terminal of module 2.7V to 5.5V.
3	V0	Power Supply for liquid crystal drive.
4	RS	Register select RS = 0 (Instruction register) RS = 1 (Data register)
5	R/W	Read /Write R/W = 1 (Read) R/W = 0 (Write)
6	E	Read/Write Enable Signal
7	DB0	Bi-directional data bus, data transfer is performed once, thru DB0 to DB7, in the case of interface data. Length is 8-bits; and twice, thru DB4 to DB7 in the case of interface data length is 4-bits. Upper four bits first then lower four bits.
8	DB1	
9	DB2	
10	DB3	
11	DB4	
12	DB5	
13	DB6	
14	DB7	
15	LED – (K)	Please also refer to 6.1 PCB drawing and description.
16	LED + (A)	Please also refer to 6.1 PCB drawing and description.

### Vezava LCD zaslona

LCD je z mikrokontrolerjem povezan preko pinov od DB4 do DB7, na PIC pa sta vezan tudi pina EN in RS. Na pinu RS se izbira tip registra, EN pa omogoča pisanje oz branje. Napajanje je priključeno na pin Vss, ki je masa, na pin Vdd pa je priključena pozitivna sponka napajanja. Na maso sem vezal tudi R/W pin, saj v mojem primeru LCD uporabljam samo za izpisovanje. Med sponki Vdd in V0 sem priključil potenciometer, s katerim lahko nastavljamo kontrast displeja.

## 9. OSTALI ELEMENTI

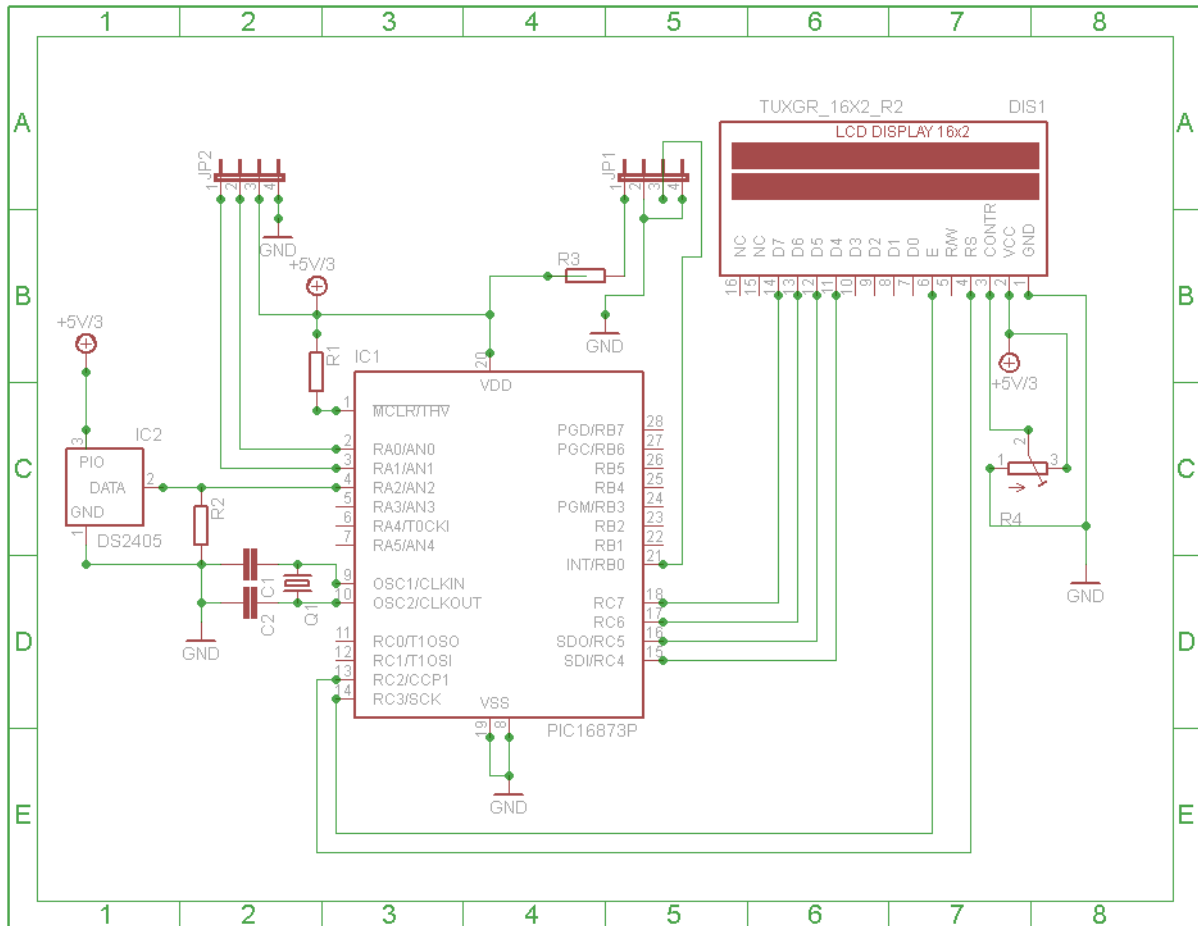
Za napajanje sem zaenkrat uporabil 6V baterijo. Za kasnejšo uporabo imam namen zadevo napajati z akumulatorjem, kateri se bo polnil preko sončnih celic. To pa presega cilje, ki sem si jih zadal v okviru te seminarske naloge.

Za delovanje mikrokrmilnika sem uporabil 20Mhz kvarčni kristal, skupaj z dvema 22 pF kondenzatorjema. Na vezju so še trije upori in sicer 220 ohmski za fotointerupter, 10 kohmski za master clear(reset) PIC-a, ter 4.7 kohmski za Pull up pri senzorju DS18S20. Za nastavev kontrasta LCD displeja sem uporabil potenciometer.



## 10. SHEMA VEZJA

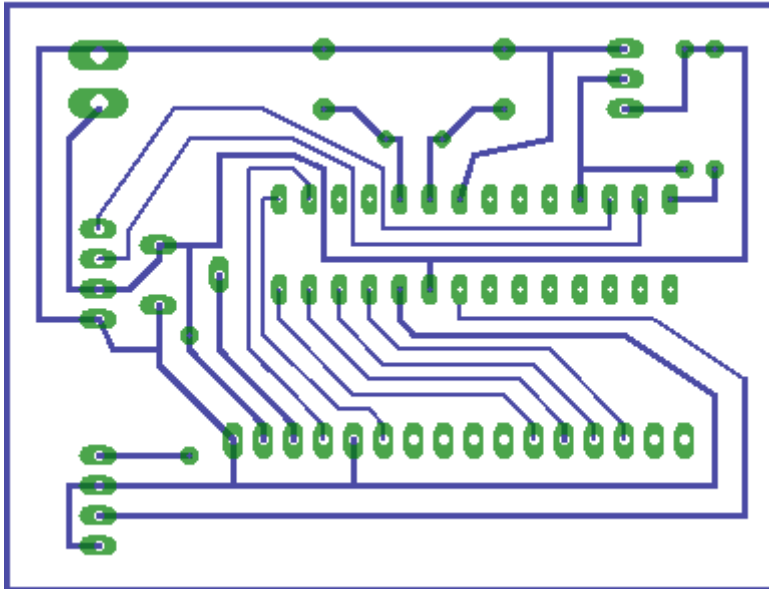
Shema celotnega vezja:



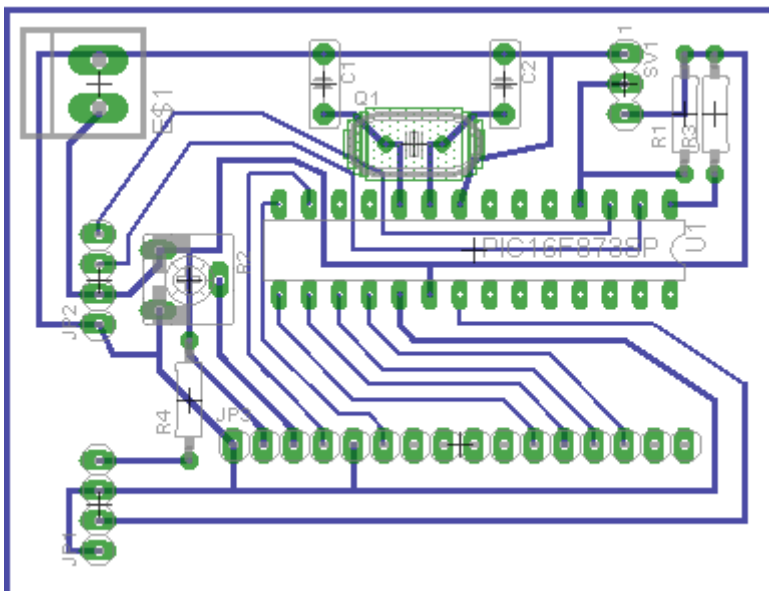
Shema vezja sem narisal v programu Eagle. Za ta programski paket sem se odločil predvsem zato, ker sem ga že prej uporabljal. Na shemi je vidno kako je mikrokontroler povezan z senzorjem DS18S20, ter z LCD displejem. Vidimo tudi na katere pine mikrokontrolerja je priključen oscilator. Za priključitev fotointerupterja in magnetnega senzorja sem v shemo dal jumperje, saj sta ta dva senzorja z žico ločena od glavnega vezja. Iz sheme je razvidno tudi kako je priključeno napajanje in potenciometer za kontrast LCD displeja. Z povezovanjem napajanja se nisem preveč trudil, saj sem povezave pri risanju tiskanine povezoval ročno.

## 11. TISKANINA

*Slika tiskanine:*



## 12. MONTAŽNI NAČRT



### 13. VIRI

Za mikrokontroler:

<http://www.microchip.com/>

<http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/39582b.pdf>

Za temperaturni senzor:

<http://datasheets.maxim-ic.com/en/ds/DS18S20.pdf>

Za kotni magnetni senzor:

<http://www.rls.si>

<http://www.rls.si/default.asp?prod=am256&lang=slovene>

<http://www.rls.si/document/AM256D01.pdf>

Za LCD:

[http://www.soselectronic.hu/a\\_info/resource/d/dem/dem16216syh-ly.pdf](http://www.soselectronic.hu/a_info/resource/d/dem/dem16216syh-ly.pdf)

Za fotointerupter:

<http://www.datasheetcatalog.org/datasheet/Sharp/mXqxzuw.pdf>

## 14. KAZALO

1.	UVOD .....	2
2.	KLJUČNE BESEDE .....	2
3.	FUNKCIONALNI OPIS VEZJA .....	2
4.	MERJENJE TEMPERATURE .....	3
5.	MERJENJE HITROSTI VETRA .....	4
6.	MERJENJE SMERI VETRA .....	5
7.	MIKROKONTROLER .....	6
8.	LCD ZASLON .....	7
9.	OSTALI ELEMENTI .....	8
10.	HEMA VEZJA .....	9
11.	TISKANINA .....	10
12.	MONTAŽNI NAČRT .....	10
13.	VIRI .....	11
14.	KAZALO .....	12