



Univerza v Ljubljani  
Fakulteta za elektrotehniko



Matic Mekinda

# Navidezni matrični display

Seminarska naloga

pri predmetu  
Elektronska vezja

Ljubljana, februar 2007

## 1. UVOD

Gre za vrtečo se napravo, ki projecira navidezni matrični display. Naprava je sestavljena iz dveh glavnih delov; iz podstavka z motorjem in rotorja. Na vrtečem se rotorju je en stolpec, sestavljen iz 7 LED. Stolpec LED potuje prečno tako hitro, da se opazovalcu zdi, da vidi celoten matrični display.

Moj primer bo prirejen za prikazovanje časa oz. ure, le-to pa se da seveda tudi nastaviti.

### 1.1 MOTIVACIJA

Namen je bil, da bi »statični« matrični display nadomestili z »dinamičnim«. S tem se izognemo velikemu številu LED in velikemu številu povezav. Vsak znak je prikazan z navideznim 5x7 matričnim displayem. Torej, za prikaz 5 znakov, kot jih je uporabljenih v tem projektu, bi z »navadnim« displayem porabili  $5 \times 5 \times 7 = 175$  LED diod, kar je kar 25x več kot z navideznim displayem. S tem zmanjšamo stroške.

## 2. SPECIFIKACIJA

Rotor poganja 12V DC motor, ki je napajan preko preko adapterja iz 230V vtičnice. Motor ne sme biti prešibak, zato da lahko premaguje upor zraka, ki ga dela rotor. Motor mora biti tudi dovolj hiter, zato da bi se lahko navidezni display osveževal vsaj nekje 25x na sekundo, kar bi bilo dovolj, da opazovalec ne bi zaznal utripanja displaya; torej nekje 1500 obr/min.

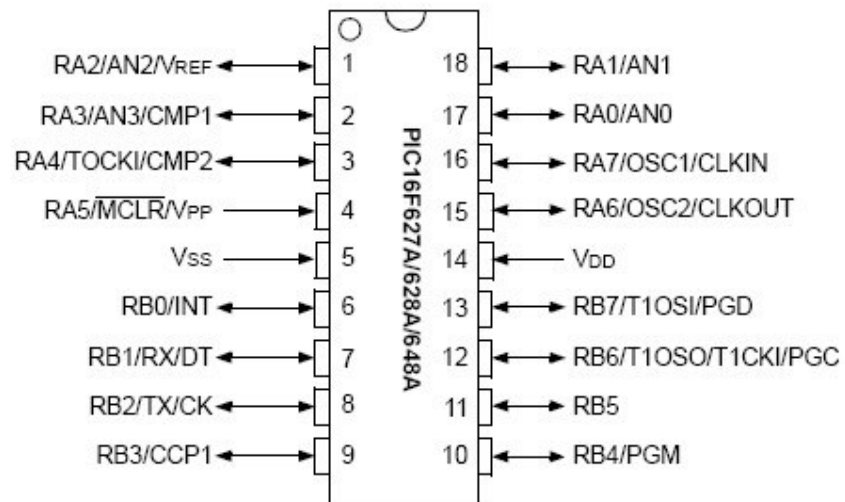
Rotor ima svoje ločeno napajanje, in sicer ga napaja ena 9V baterija, ki omogoča delovanje mikroprocesorja in služi za prižiganje LED.

## 3. PRISTOP

### 3.1 MIKROKRMILNIK

Sistem bi lahko upravljal tudi PIC16F84, ki je sicer malenkostno manj zmogljiv, vendar sem raje uporabil PIC16F628A, ki je nekako naslednik, poleg tega pa je za polovico cenejši. Ima tudi več pomnilnika, ki bi vsekakor prišel prav pri nadaljnjih nadgradnjah, ki bi zahtevale več spomina.

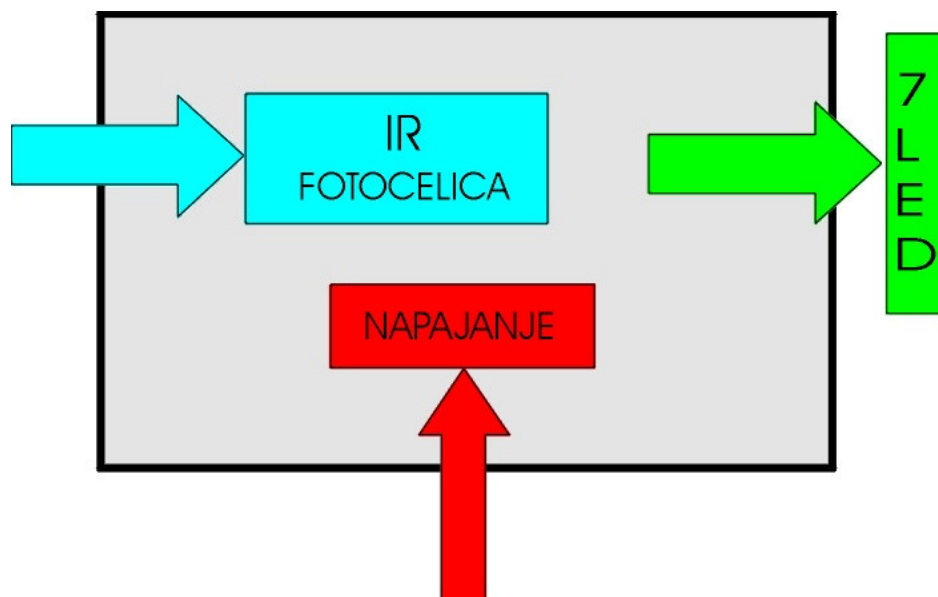
PDIP, SOIC



Slika 1: Mikrokontroler PIC16F628A

## 4. VEZJE

### 4.1 POENOSTAVLJENA SHEMA VEZJA



S pomočjo fotocelice mikrokrmilnik zaznava položaj rotorja in s tem omogoča mirno »sliko«. Osveževanje bi lahko bilo določeno tudi z določeno frekvenco, vendar bi se morala v tem primeru le-ta popolnoma ujemati s frekvenco motorja. S tem (torej brez fotocelice) bi prav tako lahko dosegli mirovanje displaya, sicer pa bi navidezni display »potoval« po obodu rotorja; levo ali desno.

## 4.2 ROTOR

Glavni del rotorja je seveda mikrokrmilnik PIC16F628A. Njegove karakteristike so:

- 2048 besed programibilnega FLASH pomnilnika,
- 224B podatkovnega SRAM pomnilnika,
- 128B podatkovnega EEPROM pomnilnika,
- maksimalna frekvenca oscilatorja 20MHz,
- 16 I/O pinov,
- dva 8-bit in en 16-bit števec, capture, compare, PWM moduli,

Od 16 I/O pinov je uporabljenih 11, in sicer:

- 1 pin za signal iz fotocelice
- 7 pin za krmiljenje LED
- 3 pin za tipke (nastavitev ure)

Na rotorju je še nekaj elementov, potrebnih za delovanje samega vezja (upori, tranzistorji, quartz, stikalo on/off, tipke, nap.regulator). Na samem rotorju se nahaja tudi 9V baterija.

Ker se rotor vrti z veliko hitrostjo, tu nastopi problem s težiščem rotorja. Sama os motorja bi morala biti pritrjena na težišče rotorja, s tem bi odpravili nadležne vibracije. Ker je »na oko« težko določiti težišče rotorja, je bilo po približni namestitvi rotorja na pogonsko os potrebno še balansiranje, ki mi je vzelo kar nekaj časa. Težko je namreč določiti kam postaviti dodatne uteži in koliko. Večkratno poskušanje je zadevo umirilo.

### 4.2.1 FOTOCELICA

Fotocelica se nahaja na samem rotorju. Sestavljena je iz oddajne IR diode in sprejemne IR diode. Oddajna dioda je stalno napajana. Na radiju fotocelice je postavljena približno 1cm dolga zaslonka, ki prekine snop IR svetlobe in s tem generira signal, ki ga krmilnik zazna kot prekinitev na »falling-edge«.

Fotocelica je precej občutljiva na direktno in močno dnevno ali umetno svetlobo, zato pa je njeno delovanje toliko bolj učinkovito v mračnem prostoru.

Fotocelico sem vzel iz računalniške miške, kjer je služila za zaznavanje premika kroglice.

### 4.3 POGONSKI MOTOR

Pogonski motor je čvrsto pritrjen na nosilec, ki more biti tudi ustrezno obtežen, zaradi stabilnosti naprave in zaradi morebitne nescentriranosti rotorja, torej vibracij.

Za motor sem uporabil 12V DC motor iz starega videorekorderja, kjer je bil namenjen za poganjanje kasete.

Rotor je narejen tako da naj ne bi povzročal prevelikega upora, kljub temu pa motor zaradi velike hitrosti kar precej obremeni, se primerno tudi greje. Potrebno je hlajenje.

### 4.4 IZDELAVA VEZJA

Veze je v celoti sestavljeno na protoboard plošči, veliki cca. 5x10cm. Stolpec sedmih LED je postavljen vertikalno, vse LED gledajo radialno navzven, in so postavljene dobrih 10cm iz osi, torej na obodu krožnice. Držita jih dve ročici, ki sta pritrjeni na glavno ploščo.

Vsi potrebni elementi so na zgornji strani ploščice, medtem ko se fotocelica nahaja spodaj. IR diodi sta razmaknjeni slab centimeter.

Baterija je najtežji del rotorja, zato jo je potrebno postaviti kar se da v središče, saj bo le tako prispevala najmanj protiuteži.

Vsi elementi so izpostavljeni velikim G obremenitvam zaradi velike hitrosti vrtenja, zato naj bi bili postavljeni čim bolj v središče, saj s tem zmanjšam njihovo radialno hitrost, in tako tudi silo. Baterijo je treba dobo pritrditi.

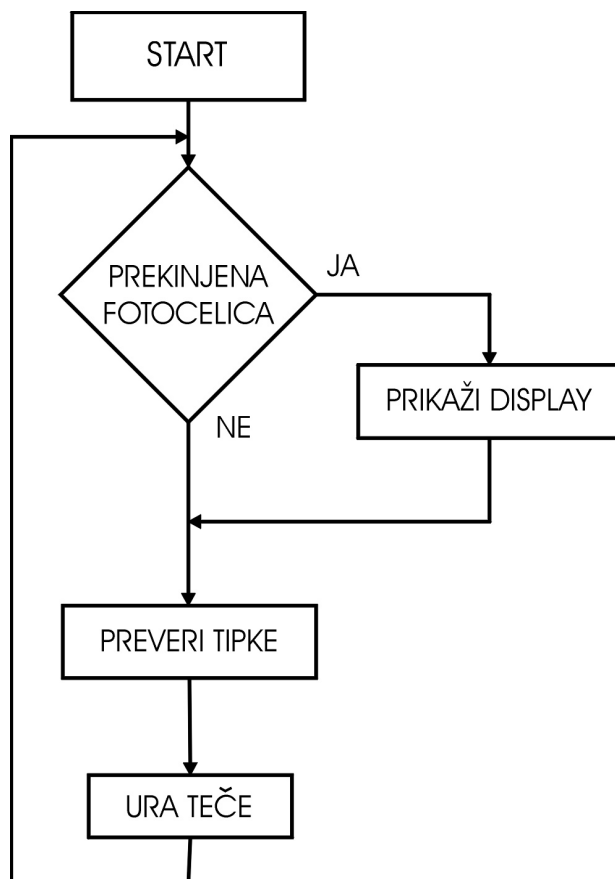
## 5. PROGRAM

Program je bil napisan v assemblerski kodi in sicer sem uporabljal program MPLAB-IDE v6.61.

Uporabljal sem tudi Datasheet od uporabljenega mikrokontrolerja ( $\mu\text{C}$ ), saj je v njem moč najti vseh 35 inštrukcij, ki jih ta  $\mu\text{C}$  pozna.

Program zasede cca. 13% pomnilnika.

## 5.1 GLAVNI PROGRAM



Slika: Potek glavnega programa

Glavni program je sestavljen iz večih podprogramov, ki opravljajo posamezne funkcije. Tako je mogoče delo po korakih, z dodajanjem posameznih delov programa.

Podprogrami so:

- razne inicializacije in nastavitve
- preverjanje fotocelice
- prikaz znakov
- zakasnilna zanka
- preverjanje pritisnjenih tipk
- neprekinjeno štetje časa

Omogočen je tudi Watchdog Timer (WDT), ki skrbi za nemoteno delovanje v primeru, da bi se program »zaciklal«.

## 5.2 ZNAKI

Znaki, ki jih prikazuje navidezni display, so shranjeni v obliki tabele. Ker display prikaže znak kot 5x7 matriko, je vsak znak sestavljen iz 5 8-bitnih vrednosti (ker jih od 8 potrebujemo le 7, je en bit odveč), ki jih prikaže enega za drugim. Sledi presledek oz. prazen stolpec, zaradi večje preglednosti med znaki.

Oblika znakov je v naprej določena in sicer za: številke 0-9 in »:«, ki ločuje ure in minute.

Naprava je sprogramirana tako, da prikaže največ 5 znakov, kolikor jih tudi največ potrebujemo za prikaz ure.

Stvar programerja je kakšno obliko znakov si bo izbral, torej je sistem zmožen prikazati ne samo številke ampak tudi črke in ostale znake, zato tudi izbira 5x7 matrike. Minimalna velikost matrike za prikaz ure oz. številke bi bila 3x5.

## 6. UPORABA

Na vezju je eno stikalo in tri tipke. Stikalo služi za vklop in izklop, tipke pa služijo za nastavitve točnega časa/ure, in sicer: +1ura, +10min, +1min.

Naprava ima nešteto možnosti nadgradnje in uporabe: poleg ure tudi datum, večstranski prikaz ure (ura je vidna iz večih smeri), prikaz predhodno shranjenih sporočil....

Pri uporabi komunikacije preko IR diod in uporabo RC-5 protokola, pa se možnosti še povečajo. V tem primeru potrebujemo samo tabelo oz. zaporedje znakov, sporočilo pa lahko sestavljamo sproti. Prav tako lahko potem nastavljamo uro preko IR, kar med delovanjem/vrtenjem. Lahko preklapljammo med različnimi načini delovanja ipd.

## 7. ZAKLJUČEK

Pri izdelavi je bilo potrebno določiti približno velikost vezja in odmaknjenost LED od središča, torej premer krožnice. S tem smo nekako določili kompromis med velikostjo in berljivostjo. Namreč, če bi bil radij krožnice premajhen, potem bi bila ukrivljenost displaya toliko večja, kar pomeni, da bi se berljivost pomanjšala, saj si želimo čim bolj raven prikaz. Tako lahko prikazujemo daljša zaporedja znakov (npr. besede).

Nekaj časa bi bilo morda potrebno posvetiti tudi rotorju, kar se tiče oblike. Ta bi morala biti čimbolj aerodinamična, saj bi tako ustvarjala precej manj šuma, ki ga ustvarja rotor, ko se vrti.

## 8.VIRI

- Mikeln, J. *Programirajmo mikrokontrolerje* : priročnik za programiranje PIC mikrokontrolerjev v zbirniku in programskem jeziku C, Ljubljana : AX elektronika, 2004. ISBN 961-90703-8-0
- Peatman, J. B. *DESIGN with PIC MICROCONTROLLERS*, New Jersey: PRENTICE HALL, 1998. ISBN 0-13-759259-0
- Andrić, D. in Matić N., *PIC mikrokontroleri* 1.izd. Beograd : Mikroelektronika, 2000.

### INTERNETNI VIRI:

Microchip MPLAB IDE (razvojno okolje):

[http://www.microchip.com/stellent/idcplg?IdcService=SS\\_GET\\_PAGE&nodeId=1406&dDocName=en019469&part=SW007002](http://www.microchip.com/stellent/idcplg?IdcService=SS_GET_PAGE&nodeId=1406&dDocName=en019469&part=SW007002)

Microchip PIC16F628A Datasheet:

<http://www.chipcatalog.com/Doc/CF50F3B02C761B273D8C598D4AAA81D6.pdf>

JDM Programator:

[http://fides.fe.uni-lj.si/~zare/Predmeti/GMS/gms\\_okvir.html](http://fides.fe.uni-lj.si/~zare/Predmeti/GMS/gms_okvir.html)

IC-Prog (program za programiranje z JDM):

<http://www.ic-prog.com/download.html>



## 9. PRILOGE

### 10.1 SEZNAM MATERIALA

#### NAPRAVA:

ELEMENT	KOM
UPOR 10k	14
UPOR 47R	7
UPOR 270R	1
C 100u elko 25V	2
C 100n	1
C 33p	2
T C557C PNP	7
T C547C NPN	1
D 1N4001	2
PIC16F628A	1
PODNOŽJE DIL 18	1
QUARTZ 4MHz	1
IC 7805	1
Protoboard 10x25cm	1
LED bela visokosv.	7
Baterija 9V	1
Konektor za 9V	1

Kot že rečeno je bilo nekaj elementov pridobljenih iz starih elektronskih naprav; motor, tipke in stikalo iz videorekorderja, fotocelica iz računalniške miške.

### 10.2 ELEKTRIČNA SHEMA

