

Univerza v Ljubljani  
Fakulteta za elektrotehniko

Matic Herman

# LED prikazovalnik z mrežnim vmesnikom



Seminarska naloga

pri predmetu  
Elektronska vezja

V Ljubljani, Avgust 2005

## KAZALO

1	UVOD	3
2	OPIS DELOVANJA VEZJA	4
2.1	OPIS POSAMEZNIH SKLOPOV	4
2.1.1	NAPAJALNI DEL	4
2.1.2	VHODNI DEL	5
2.1.3	LED GONILNIKI	5
2.1.4	MIKROKONTROLER	6
2.2	NA KRATKO O PROGRAMU	6
3	POVZETEK	7
3.1	IZMERJENE KARAKTERISTIKE IN TEHNIČNI PODATKI	7
3.2	MOREBITNE TEŽAVE	8
3.3	SKLEPNE UGOTOVITVE	8
3.4	MOŽNOSTI NADGRADNJE	8
4	VIRI	9
5	PRILOGA: SHEMA VEZJA	10

## 1 UVOD

Znanec me je prosil, naj pobrskam po internetu in poiščem prikazovalnik, ki bo prikazoval statične napise. Zahteve so bile zelo specifične: širina je omejena na 19" višina 1U (standard za rack stojala), prikazovati mora vsaj 8 znakov (raje več), velika svetilnost pa ni potrebna, saj se bo uporabljal v zelo temnih prostorih. Napis, ki se prikazuje se nastavi na osebnem računalniku, potrebno pa je tudi avtonomno delovanje kjer se dva prednastavljena napisa preklapljata z zunanjim stikalom ali ju krmili vhodni logični nivo. Na našem trgu se seveda ne dobi nič ustreznega (razen po naročilu) v tujini pa obstaja nekaj podjetij, ki prodajajo take prikazovalnike vendar so bile cene krepko preko 100 tisočakov. Tako sem se odločil, da se sam lotim projekta in čez slabega pol leta dela je nastal izdelek, ki ga predstavljam.

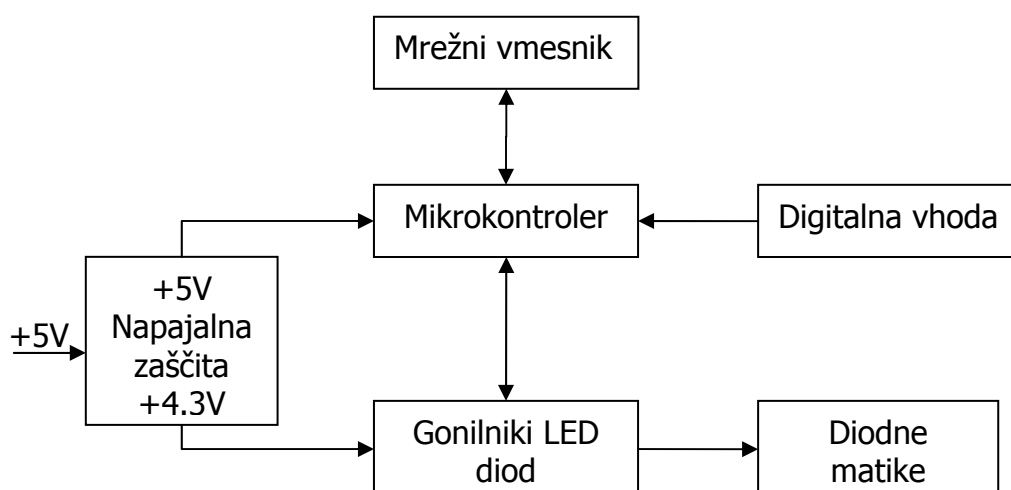
### 1.1 FUNKCIONALNI OPIS VEZJA

Napajalnik se je zaradi res velike stiske s prostorom sem moral umakniti iz ohišja, na tiskanem vezju pa sem pustil zgolj zaščitne elemente ter nekaj kondenzatorjev. Tu je še vhodni del, ki služi električni ločitvi signalov digitalnih vhodov in notranjih napetosti, sklop z mikrokontrolerjem ter gonilniki LED prikazovalnikov. Tiskano vezje je izdelano dvostransko, večinoma v SMD tehnologiji.

## 2 OPIS DELOVANJA VEZJA

Končna verzija ima 12 znakov, ki se prikazujejo na matričnih poljih LED, velikosti 5x7 pik. Ker sem imel dobrega sponzorja, sem si lahko privoščil malo razkošja. Tako je vsaka pika sestavljena iz rdeče in zelene LED diode, kar z različnimi svetlostmi vsake barve daje možnost spreminjanja barve napisa. Privoščil pa sem si tudi krmilniški modul, ki ima vgrajen fizični vmesnik za ethernet mrežni priključek ki je zamenjal prvotno načrtovani RS232 protokol za komunikacijo z osebnim računalnikom. Vsak prikazovalnik posebej se priklopi na omrežno stikalo, možen pa je dostop do poljubnega števila prikazovalnikov naenkrat.

### 2.1 OPIS POSAMEZNIH SKLOPOV



#### 2.1.1 NAPAVALNI DEL

Malo matematike ( $12 * 2 * 5 * 7 = 840$  LED diod) hitro pove, da bo največja poraba prikazovalnika zelo velika. Ob tipičnem toku LED diode 20mA, bi skupni tok vseh prižganih diod znašal kar 16.8A. Ker pa se diode krmilijo s pulzno modulacijo pa tudi zelo velika svetilnost ni potrebna, se končna poraba toka ustavi malo nad 2A. Za doseganje tako velikih tokov je edina logična izbira preklopni napajalnik. Ker so meritve pokazale, da je največja poraba prikazovalnika 2.15A, sem uporabil 2.5A zunanji preklopni napajalnika z regulirano izhodno napetostjo, da sem kar najbolj zmanjšal število protrebnih elementov na tiskanem vezju. Ostala je tokovna zaščita, zaščita pred preveliko

vhodno napetostjo (zener dioda v povezavi z varovalko), nekaj gladilnih kondenzatorjev ter močnostna dioda.

#### Izbira napajalne napetosti

Napetost na posamezni LED diodi je vedno manjša od 2. voltov. Razlika med napajalno napetostjo in napetostjo aktivnih LED diod se troši v obliki toplote na gonilnikih LED diod. Za minimalno segrevanje vezja bi bila idealna napajalna napetost 3.3V. Tudi mikrokontroler deluje na 3.3V, a se zatakne pri PHY ethernet vmesniku. Le ta je narejen za 5V in ker je del mikrokontrolerskega modula tudi njegova zamenjava ni možna. Tako sem moral napajalno napetost prirediti na 5V. Da sem vsaj malo ublažil segrevanje gonilnikov sem v serijo vezal močnostno diodo, ki zniža napajalno napetost gonilnikov za cca 0.5V, hkrati pa jih ščiti pred napačno polariteto napajalne napetosti.

#### 2.1.2 VHODNI DEL

V uvodu sem že omenil, da se v avtonomnem načinu prednastavljena napisa izbirata glede na stanje zunanjega vhoda. Za morebitne dodatne zahteve sem predvidel dva zunanja vhoda katerih funkcija je poljubno programirljiva. Glavni gradnik vhodnega dela je optični sklopnik ILD206, ki mikrokontroler ščiti pred previsoko vhodno napetostjo ali napačno polariteto. Hkrati enostavno omogoča krmiljenje vhoda s poljubno napetostjo, ob ustrezni nastavitvi mostičkov pa tudi z zunanjim stikalom. Optični sklopnik ima zelo nizko dovoljeno reverzno napetost. Dodatna dioda poskrbi da ob morebitni nepravilni priključitvi vhodne napetosti, napetost na sklopniku omeji na  $U_k$  diode.

#### 2.1.3 LED GONILNIKI

Za prikaz alfanumeričnih znakov sem izbral MAX6953 gonilnike. Vgrajeno imajo ASCII kodno tabelo, prostor za 20 poljubnih znakov, komunikacija z mikrokontrolerjem pa poteka po I2C vodilu. Na voljo je tudi nekaj osnovnih funkcij kot so utripanje besedila in nastavitve svetlosti. En MAX6953 gonilnik lahko nadzira štiri 5x7 matrična polja (črke). V mojem primeru so v vsakem matričnem polju LED diode rdeče in zelene barve in ker se vsaka barva nadzira posamično potrebujemo en krmilnik za dve matrični polji v dveh barvah. Zunanjih elementov krmilnik praktično ne potrebuje. Tu je samo upor, ki določa maksimalni tok skozi LED diode. Za zagotavljanje sinhroniziranega utripanja, potrebujejo vsi gonilniki enotno urino frekvenco. Na plošči je sicer predviden tudi prostor za 4MHz oscilator, a sem na koncu zadevo rešil enostavneje in predvsem ceneje. Ker imajo gonilniki interne RC oscilatorje, sem vse OSC priključke vezal

skupaj, zunanji kondenzator pa sem prilagodil dodatni stresani kapacitivnosti vseh priključkov.

#### 2.1.4 MIKROKONTROLER

Srce sistema je mikrokontrolerski modul Rabbit Semiconductors RCM3710. Na njem vlada mikrokontroler Rabbit 3000 ki tiktaka na frekvenci 22.1 MHz. Osnovne karakteristike so: 10 8-bitnih časovnikov, en 10-bitni časovnik, 512k flash pomnilnika, 512k sram pomnilnika, strojno podprti RTC (ura realnega časa) in še bi lahko našteval.

Mrežni del je sestavljen iz RJ-45 priključka, ločilnega transformatorja in PHY – fizični vmesnik med kontrolerjem in mrežnim protokolom. Na tiskanem vezju prikazovalnika je za potrebe modula dodana le 3V baterija, ki ohranja števec realnega časa, prav tako pa v primeru izpada napajanja zadrži vse podatke zapisane v sram pomnilniku. Poraba baterije je tako majhna, da je večja verjetnost odpovedi baterije zaradi starosti, kot pa zaradi porabe modula.



## 2.2 NA KRATKO O PROGRAMU

Program prikazovalnika je napisan v C prevajalniku, prirejenem za Rabbitove mikrokontrolerje (Dynamic C). Vsak prikazovalnik ob zagonu izpiše svoj IP naslov in številko vrat preko katerih je možen dostop. Za komunikacijo je uporabljen TCP protokol, vsak ukaz se začne z znakom # in dvomestnim številom. Npr. #01 <Besedilo> napiše <Besedilo> na od prvega znaka prikazovalnika naprej. #20 <Barva> spremeni barvo celotnemu prikazovalniku. Kompleksnost programa je precejšnja. Napisan je popolnoma večopravilno (cooperative multitasking) in obsega preko 1000 vrstic. Možna je nastavitev ogromnega števila parametrov tako za avtonomno delovanje kot tudi za mrežno delovanje. Barva in utripanje besedila se lahko nastavi za vsak znak posebej ali pa za celoten prikazovalnik. Izpisujejo se lahko standardni znaki 7-bitne ASCII kodne tabele, invertirani znaki ASCII tabele (temni znaki na svetli podlagi) ali pa popolnoma poljubni znaki, ki jih se hranijo v 20. prostih pomnilniških mestih. Vgradil sem tudi podporo šumnikom (zasedejo 5 prostih pomnilniških mest). Le ti se lahko izpisujejo kot

mali tiskani čšž (za velike tiskane je premajhna matrika) ali pa se avtomatsko zbriše strešica in se pretvorijo v csz/CSZ.

### 3 POVZETEK

#### 3.1 IZMERJENE KARAKTERISTIKE IN TEHNIČNI PODATKI

Ker je poraba toka zelo neenakomerna (pulzna modulacija LED diod) bi bilo v skrajnem primeru možno, da preklopni napajalnik zaniha in pride v resonanco. Zato sem kar nekaj časa posvetil natančnemu časovnemu merjenju toka in načrtovanju potrebne količine kondenzatorjev na tiskanem vezju, ki blažijo tokovne špice. Preizkusil sem tudi dodatno dušilko v napajalnem krogu, vendar sem na koncu ugotovil, da ni potrebna.

	MIN	TIP	MAX	
Vhodna napetost	4.85	5.00	5.15	V
Poraba toka	0.1		2.15	A
Digitalna vhoda:				
Logični nivo »0«	0		0.5	V
Logični nivo »1«	4		12	V
Največji dopustni vhodni tok			10	mA
Vlažnost	5		90	%
Temperaturno območje delovanja	0		60	°C
Temperaturno območje shranjevanja	-40		85	°C

Prikazovalno polje: prikaz do 12 znakov višine 30 mm, format 5x7 16 odtenkov med zeleno in rdečo, premer pike 3 mm

Dimenzije: 335mm x 47mm x 47mm

Masa: 600g

Montaža: Predpriprava za nosilce za RACK stojalo.

## 3.2 MOREBITNE TEŽAVE

V času razvoja sem se srečal z mnogimi težavami, ki so se včasih zdele nerešljive, a sem z določenimi kompromisi le naredil končni izdelek. Velik problem je dobavljivost nekaterih nestandardnih (pa tudi nekaterih povsem standardnih) elementov pri nas. Dolgi dobavni roki so podaljšali čas izdelave vsaj za 20%.

Prikazovalnik je dobro testiran in zaenkrat nisem odkril nobene težave. Bilo je veliko napak v testni fazi, a sem jih odpravil. Edina težava je, da TCP sklad mikrokontrolerja ne zazna nasilno prekinjene povezave, zato sem dodal funkcijo, ki v primeru, da 30s ne dobi nobenega vhodnega podatka prekine povezavo (timeout). To pomeni, da je za stalno povezavo potrebno vsakih 30s poslati vsaj en byte, ki prepreči, da bi prikazovalnik prekinil povezavo. Podobno rešitev najdemo v številnih razširjenih protokolih (FTP, IRC, ...).

## 3.3 SKLEPNE UGOTOVITVE

Sprva sem mislil, da so cene komercialnih izdelkov mnogo previsoke. Vendar ko sem počasi nabiral material in sešteval malo tu malo tam, sem kaj kmalu ugotovil, da se za 20 tisočakov ne da narediti nič. Na koncu je vrednost materiala dosegla cca 65% cene komercialnega izdelka, kar pa je povsem soliden prihranek.

## 3.4 MOŽNOSTI NADGRADNJE

Možnosti nadgradnje so praktično neomejene. Če bi želel več znakov, jih lahko preprosto dodam zraven, saj se vsak gonilnik priklopi na I2C vodilo in se naslavlja z individualnim naslovom. Prav tako so neomejene možnosti programske razširitve. Dodal sem že funkcijo, ki izpisuje trenutni čas, pa funkcijo ki daljše besedilo tekoče premika po prikazovalniku. Glede na enostavno povezljivost z računalniškim omrežjem in internetom pa so možnosti še toliko večje. Za prvo verzijo, ki je delovala še na serijski povezavi, sem denimo napisal računalniški program, ki je prikazoval temperature po Sloveniji.



## 4 VIRI

- Rabbit semiconductors RCM3700 datasheet  
<http://www.rabbitsemiconductor.com/documentation/docs/manuals/RCM3700/RC3700UM.pdf>
- Rabbit semiconductors R3000 microprocessor datasheet  
<http://www.rabbitsemiconductor.com/documentation/docs/manuals/Rabbit3000/UsersManual/R3000UM.pdf>
- Rabbit semiconductors Dynamic C manual  
<http://www.rabbitsemiconductor.com/documentation/docs/manuals/DC/DCUserManual/DCPUM.pdf>
- Rabbit semiconductors TCP/IP reference  
<http://www.rabbitsemiconductor.com/documentation/docs/manuals/TCPIP/UsersManualV1/tcpV1.pdf>
- Maxim MAX6953  
[http://www.maxim-ic.com/quick\\_view2.cfm/qv\\_pk/3291](http://www.maxim-ic.com/quick_view2.cfm/qv_pk/3291)
- Kingbright TBA12-11EGWA dot matrix led display  
<http://www.us.kingbright.com/images/catalog/SPEC/TBA12-11EGWA.pdf>

## 5 PRILOGA: SHEMA VEZJA

