

UNIVERZA V LJUBLJANI



FAKULTETA ZA ELEKTROTEHNIKO

Tržaška 25, 1000 Ljubljana



Aleksander Cilenšek

RGB krmilnik(driver)

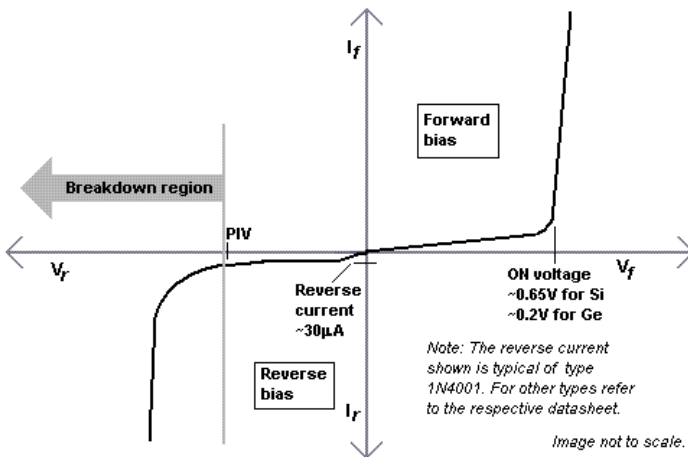
Seminarska naloga

pri predmetu
Elektronska vezja

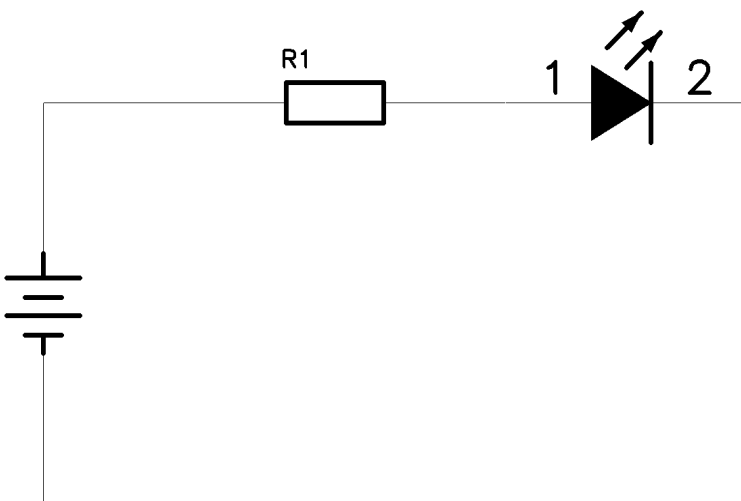
Uvod:

Kot razvojniki LED aplikacij v podjetju Strip's se že osem mesecev ukvarjam z LED sistemi. Pri LED razsvetljavi je potrebno poleg ustreznega hlajenja ravnotako skrbeti tudi za ustrezno napajanje LEDic z pravim tokom. Kot vemo ima LED dioda v prepustni smeri isto karakteristiko kot navadna dioda, kar pomeni, da pri napetosti kolena, tok prične strmo naraščati. Poleg tega ima še to »grdo« lastnost, da se napetostno koleno z višanjem temperature niža.

Ker pa je tokovna zmogljivost LED diode precej omejena, je potrebno biti zelo pazljiv, da je ne uničimo s pregretjem ali pa celo s prebojem.

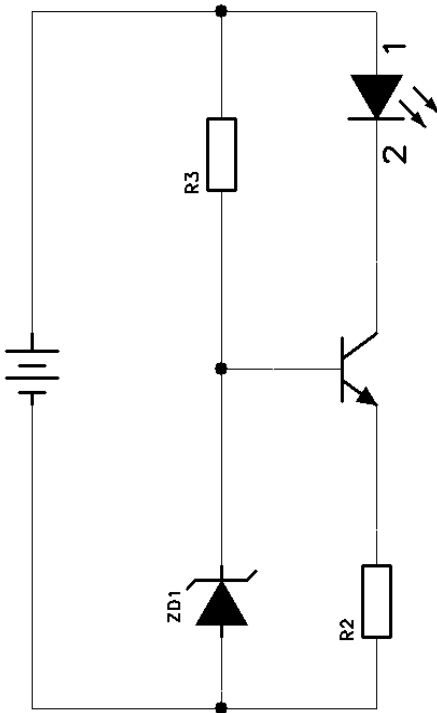


V praksi se pri **diodah nizkih moči ($I=20mA$)** načeloma lahko uporablja **uporovna stabilizacija**, kjer se uporablja serijski upor reda nekaj 10 ali 100E. Z preduporom diodi nagnemo karakteristiko in tok ne narašča strmo. Predvsem je za stabilizacijo s preduporom predpogoj, da je napetostni vir konstanten. Zavedati se pa moramo, da se potem nekaj moči troši na uporih.



Uporovna stabilizacija

Pri **diodah srednjih moči (0,5W), I=150mA**, se načeloma tudi lahko uporablja uporovna stabilizacija, vendar se je potrebno zavedati, da serijski upor ne more kompenzirati večjih razlik, kajti $I^2 \cdot R$ kar hitro doprines k velikim izgubam in pa segrevanju uporov, zavedati se je potrebno, da so tudi upori omejeni z močjo. Pri takšnih LED diodah in pa v primerih, kjer nimamo stabilne vhodne napetosti, se uporablja t.i. **tranzistorska stabilizacija s Zener diodo**:



Tranzistorska stabilizacija s Zener diodo

Konstantna napetost na Zener diodi nam zagotavlja konstanten tok (I_{R2}) na LED diodi. Kajti

$$I_{R2} = \frac{U_Z - U_{BE}}{R2}.$$

Največ izkoristka pa dobim z **tokovnimi viri**, ki nam zagotavljajo konstanten tok na izhodu ne glede na to koliko LED diod vežemo v serijo. Običajno je maksimalna izhodna napetost tokovnih generatorjev pod 48V, kar zagotavlja še varno napetost za uporabnika. Takšni viri so zaradi svoje kompleksnosti in cene smiselni pri diodah večjih moči od 1 W dalje ($I=350\text{mA}, 500\text{mA}, 700\text{mA}, \dots$), pogostokrat imajo tudi funkcijo »dimmanja« in pa »soft start«, kar zagotavlja še daljšo življensko dobo LED diod.

RGB LED MODUL:



Primer RGB LED modula, katerega tudi uspešno krmilim s svojim driverjem.

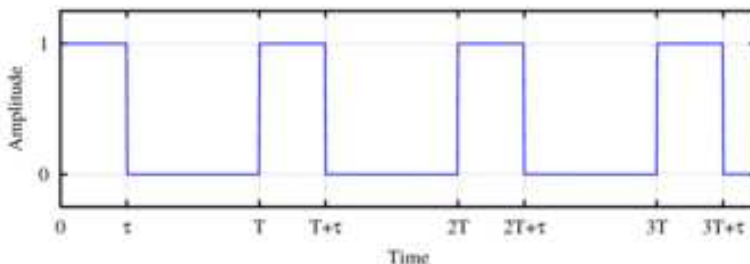
LED modul je interno stabiliziran s serijskimi upori za nazivno napetost 24 VDC. LEDice so od proizvajalca NICHIA. Osnova materiala PCb je FR-4.

PWM regulacija:

Pri PWM(Pulse Width Regulation) regulaciji je bistvo v tem, da enosmerno napetost »razsekamo« na periode, kateri lahko spreminjamo duty cycle. Od »duty cycle« je pa odvisna povprečna napetost

$$\bar{y} = \frac{1}{T} \int_0^T f(t) dt$$

Duty cycle pomeni razmerje med časom trajanja pulza »HIGH«(t) in periodo pravokotnega signala(T).



$$\text{Duty cycle } D = \frac{\tau}{T}$$

Vsekakor, je PWM regulacija ena izmed najbolj učinkovitih metod krmiljenj, saj v navezi z MOS tranzistorjem, ki ima nizek RDSon omogoča precej dober izkoristek, kajti ni odvečnega trošenja moči. Med drugim se PWM uporablja tudi za krmiljenje motorjev. Boljši PICi, ki so namenjeni krmiljenju motorjev imajo vgrajenih celo več strojnih PWMjev.



Naloga:

Ker se je pojavila v podjetju želja, da bi obvladovali tudi RGB Led sisteme, je bilo potrebno izdelati lasten krmilnik. RGB LED dioda ima v svojem ohišju tri diode, ki so galvansko med seboj ločene (Red, Green in Blue). Za spreminjanje barv je potrebno krmiliti vsako diodo posebej z različnimi vrednostmi napetosti in toka. Izdelanih sem imel nekaj LED modulov dolžine 20cm z desetimi LED in uporabno stabilizacijo za 24V. Za srce krmilnika sem si izbral PIC16F627A, kajti teh imamo precej na zalogi. Odločil sem se za PWM regulacijo, saj je v tem primeru najbolj učinkovita in ima največji izkoristek. Omenjeni mikrokontroler ima na voljo le dve hardverski PWM enoti, kar pomeni, da sem se moral lotiti izdelave softverskega PWM modula. Ker sem začel z nič sem seveda najprej iskal na internetu, kjer sem našel ogromno informacij o generiranju PWM signalov s PICem. Že tudi sam proizvajalec PICev »Microchip« daje navodila kako izdelati PWM program za krmiljenje RGB. Osnova je uporaba timerja TMR0, ki vsakič, ko prešteje od 0 do 255 povzroči interrupt in začne šteti ponovno. Priporočena frekvenca je 100Hz, da ne opazimo utripanja. Nato še to periodo razsekamo na 32 delov, kar je 312uS, kar pomeni, da je potrebno nastaviti timer TMR0, da vsakih 312uS povzroči interrupt. Teh 32 delov, pomeni 32 stopenj duty cyclo, kar nam omogoča 32768 barvnih kombinacij. Če želimo še večjo resolucijo, zmanjšamo interval prekinitve. Ko imamo timer TMR0 nastavljen, je le še stvar števec, da nam štejejo za vsak kanal posebej koliko intervalov bo določen izhod na »1« in na »0«.

(Glej prilogo od Microchipa)

Uporabniški vmesnik:

Za kontrolo RGB driverja sem si izbral tipkovnico s štirimi tipkami in pa IR komunikacijo z daljniskim upravljalnikom po Philips RC5 protokolu.

Tipke imajo sledeče funkcije:

- Tipka1: dimming bele barve.
- Tipka2: Auto mode, mešanje barv
- Tipka3: manual mode(izbrane barvne kombinacije shranjene v EEPROM pomnilniku)
- Tipka4: OFF

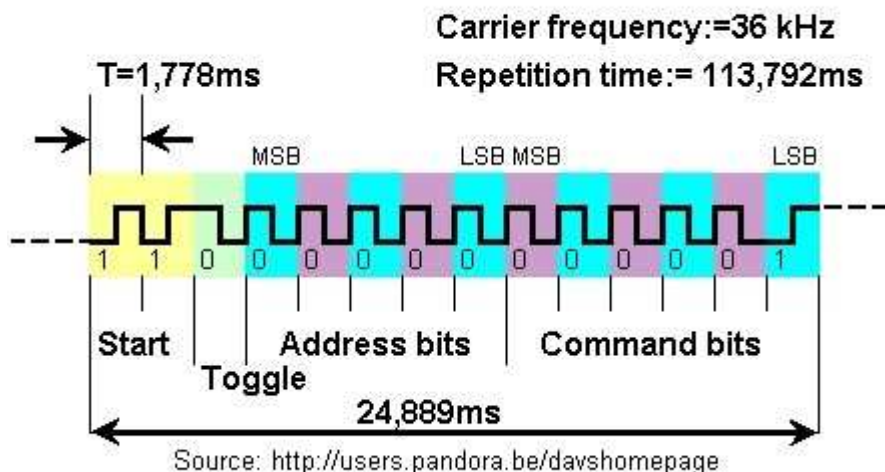
Daljinski upravljalnik:

- Rdeča tipka: ON/OFF
- Tipki 1 in 4: dimming rdeče +/-
- Tipki 2 in 5: dimming zelene +/-
- Tipki 3 in 6: dimming modre +/-
- Tipki P+ in P-: izbiranje med prednastavljenimi vrednostmi zapisanimi v Eepromu
- tipka 0: AUTO funkcija, mešanje barv.

RC5 protokol:

Protokol je izdelalo podjetje Philips in omogoča, da imamo lahko v enem prostoru več različnih naprav z daljniskimi upravljalniki, ki se ne motijo med seboj. Kajti kaj lahko bi se zgodilo, da bi z daljniskim upravljalnikom od televizorja nehote pošiljali ukaze še radijskemu stolpu. Zato je Philips izdelal protokol RC5, ki vsebuje tudi naslovne bite naprave.

Phillips RC-5 infrared remote protocol



Aktivni bit »1« predstavlja signal, ko je prehod iz »0« na »1«.

Low bit »0« prestavlja signal, ko je prehod iz »1« v »0«.

Trajanje enega bita je 1,778ms, ponavljanje signala je vsake 113,792ms. V mojem programu sem upošteval vse invertirano, ker IR senzor Vishay daje invertirani signal, saj vsebuje ojačevalnik s skupnim emitorjem(glej data sheet).



Program za delo z RC5 protokolom:

Za generiranje delay rutin sem uporabil timer TMR1.

```
_w_telecomando
; ob prejemu start signala(»0« na vhodu)
call wait592 ; delay 1778/3us
; počakam 2/3 prvega bita, sedaj bi morala nastopiti ničla
btfsc IR_port,IR_bit
goto _w_nok ; ni ničle, grem nazaj na čakanje
; počakam 1778us. Sedaj mora biti zopet 0.(drugi start bit)
call wait1778
btfsc IR_port,IR_bit
goto _w_nok ; nekaj je narobe
call wait1778 ; ok!, počakam toggle bit in se ga znebitim.
;dobim 5 adresnih bitov, vendar jih ne uporabim, ker ne uporabljam naslavljanja
; imam pa vse pripravljeno za kdaj drugič
movlw0x05
movwftmp

_5bits
call wait1778 ; počakam na prvi bit
rif IR_port,W
rif system_bits
decfsztmp
goto _5bits
movlwb'11100000'
iorwf system_bits ; prve tri bite pobrišemo, ker jih je samo pet
comf system_bits,F ; naredimo komplement, ker imamo invertirane vrednosti

;sedaj bom pa prejel 6 bitov, ki so pa pritisnjene tipke na daljincu
movlw0x06
movwftmp

_6bits
call wait1778 ; isto delam kot zgoraj
rif IR_port,W
rif command_bits
decfsztmp
goto _6bits
movlwb'11000000'
iorwf command_bits
comf command_bits,F

_w_ok
bsf STATUS,C ; vrne uspeh
return

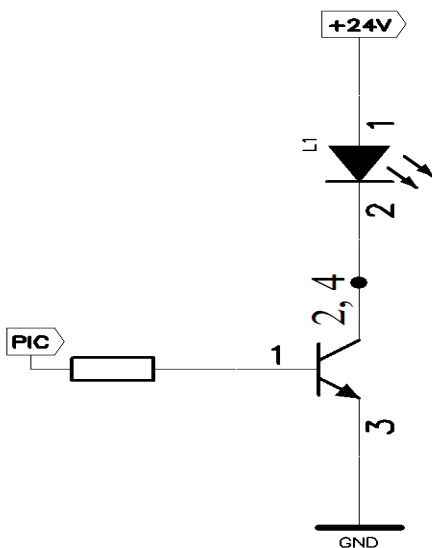
_w_nok
bcf STATUS,C ; vrne napako
return
```

Tipkovnica:

Pri programskem delu za vmesnik z navadnimi tipkami, sem uporabil pri vsakem pritisku tipke delay rutino, ki počaka 200ms, da se izognemo raznim »Bouncing« efektom in drugim podobnim nevšečnostim.

Močnostni del na izhodu:

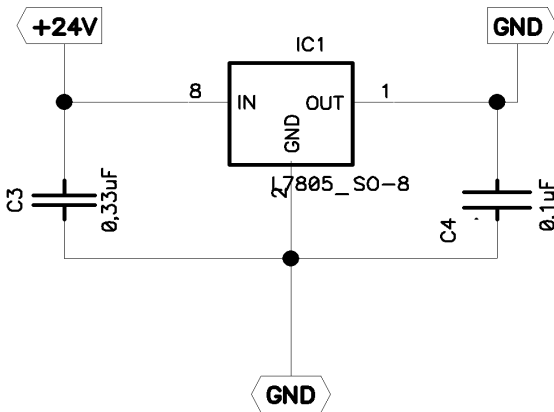
Izhodni signal iz PICa je glede moči precej omejen, zato je potrebna uporaba tranzistorjev na izhodu, ker imam stabilizacijo že interno na LED modulu, moram le odpirati in zapirati izhodne tranzistorje na vsakemu kanalu. Ker imam na modulu le 20mA LEDice se nisem obremenjeval z disipacijami na tranzistorjih in sem uporabil kar Low cost NPN tranzistor BCP54 v SOT223 ohišju, ki ga lahko obremenim z 45V in pa 1,5A stalnega toka. Omejil sem le tok na bazi z 4K7 uporom, da ne preobremenjujem PICa. Vsekakor bi za krmiljenje večjih moči potreboval NMOS tranzistorje z low RDSon, vendar zaenkrat ni tolikšne potrebe po moči.



Močnostni del je na vseh treh kanalih enak

Stabilizacija napetosti na vhodu:

V izogib svojemu napajanju za PIC mikrokontroler, sem uporabil stabilizator napetosti LM7805 v SMD SO8 ohišju. Ki v širokem razponu vhodnih napetosti (do +35V) zagotavlja stalnih +5V za napajanje mikrokontrolerja. S tem mi je omogočena uporaba skupnega vira za napajanje RGB LED modulov in RGB kontrolnika.



Stabilizator napetosti

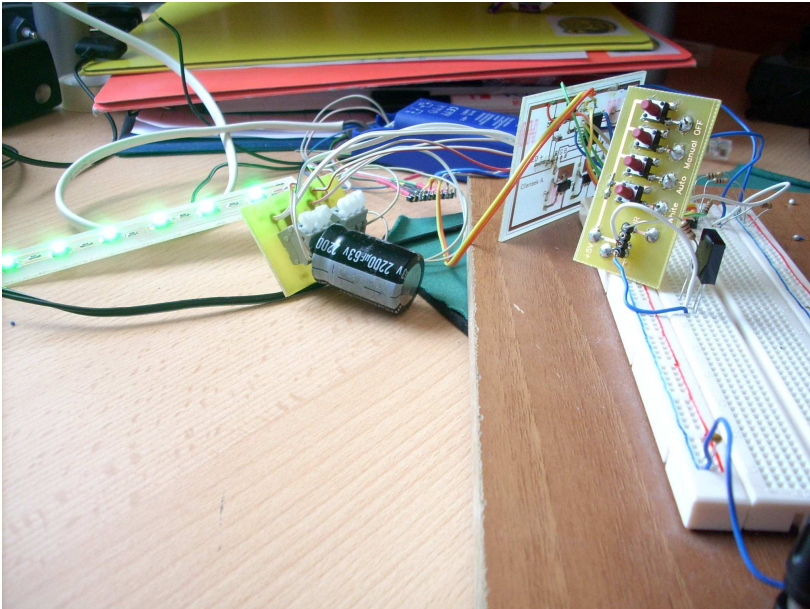
Vir napetosti:

Ker izdelava napajalnika ni tema moje naloge sem uporabil kar kupljen napajalnik 230VAC/24VDC proizvajalca MeanWell.

Postopki izdelave:

Izdelava Tiskanin: Vse tiskanine, razen LED modula, sem razvil kar v laboratoriju z jedkanjem. Komponente sem pa prispajkal ročno s spajkalnikom.

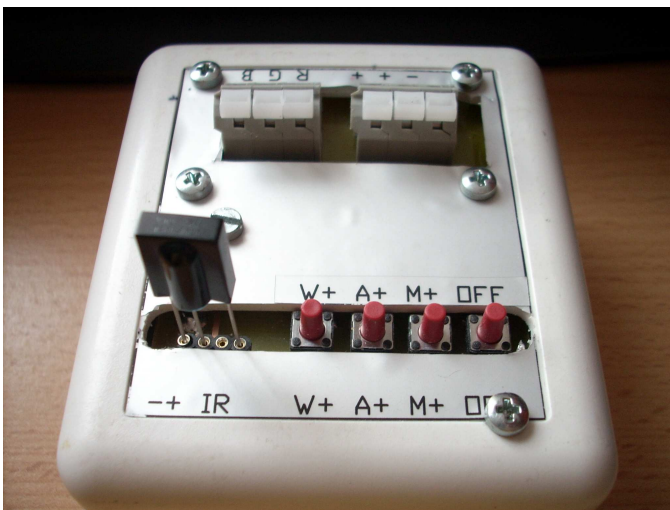
Ker projekt delam že dalj časa sem imel pred trenutno verzijo že kar nekaj prototipov:



Predzadnja verzija tiskanine(razvojna faza)

Ohišje in slika končnega izdelka:

Za ohišje sem predelal plastično škatlico, ki je bila namenjena grelcu vode.



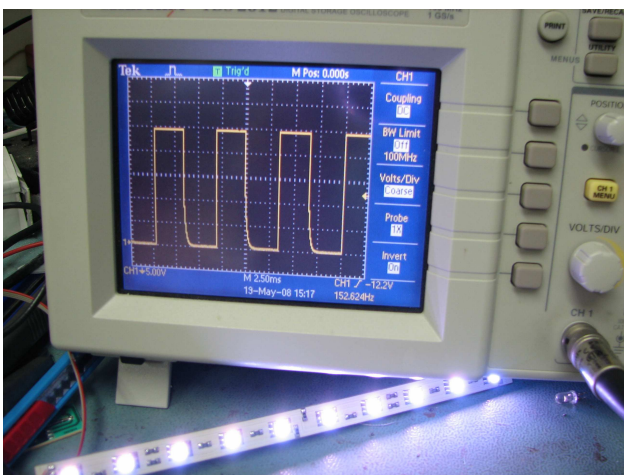
RGB driver v ohišju

MERITVE:

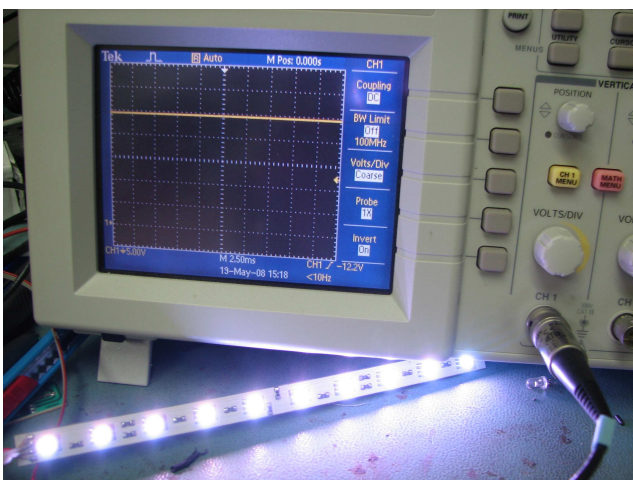
Na izhodu sem pomeril signal pri različnih vrednostih Duty cyclo. Za lažjo predstavo sem zraven osciloscopa slikal LED modul, da se vidi vpliv duty cyclo na svetilnost. Meritev sem izvajal na enem kanalu.



D=1/32



D=50%



D=100%



Zaključek in ideje za izboljšave:

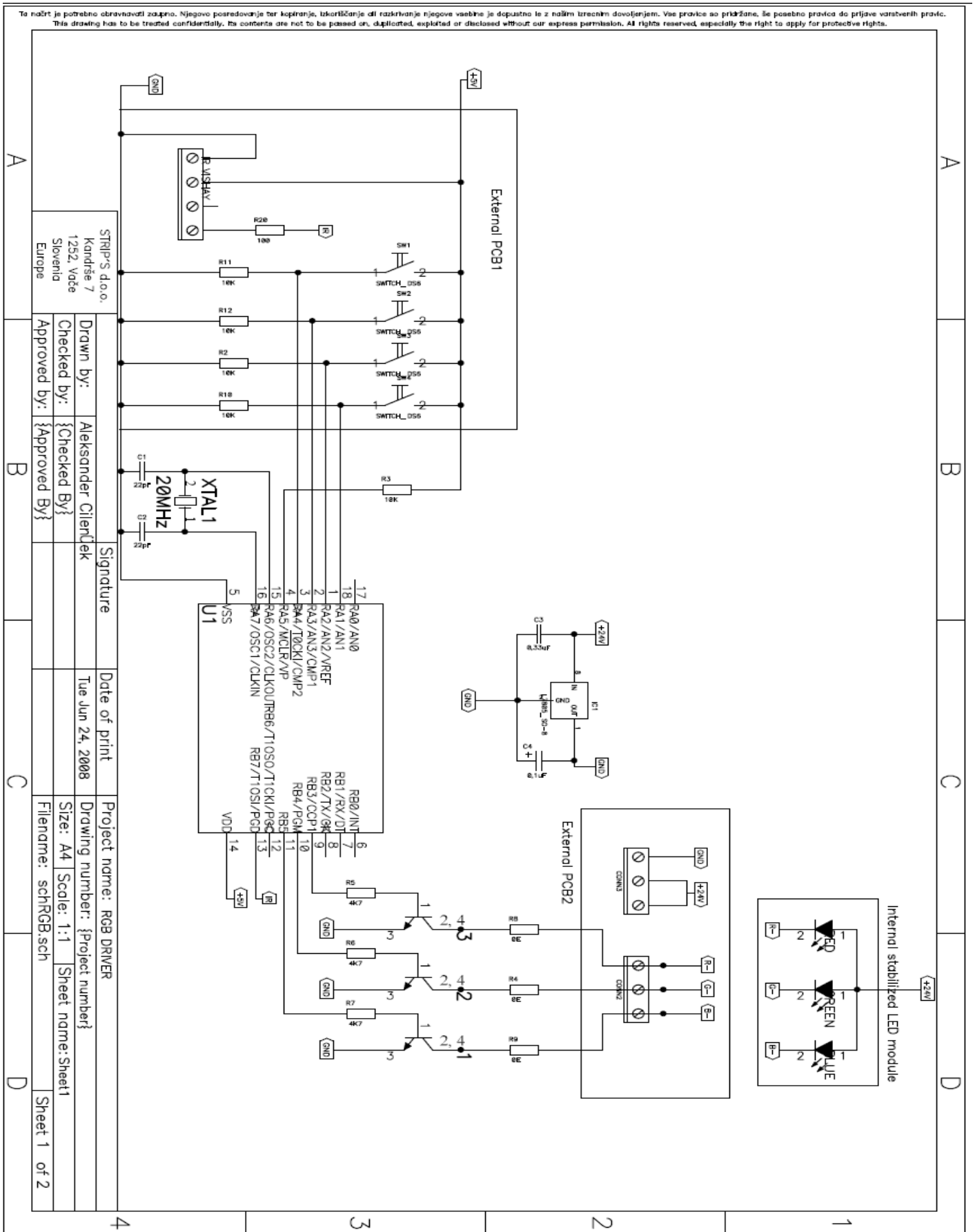
- Zamenjava PIC mikrokontrolerja z manjšim 16F630, ki je v SOIC ohišju.
- Zamenjava izhodnih tranzistorjev z NMOS tranzistorji(manjša disipacija moči).
- Opustitev podpore za IR daljinski upravljalnik
- Fizična ločitev tipkovnice od krmilnika in vpeljava wireless komunikacije z namenskim integriranim vezjem v kombinaciji transiever/receiver in omogočena izbira kodiranja z DIP switchi.
- Izdelava wirelles vgradne tipkovnice za dozo v stanovanju, ter kot samostojna enota.



KOSOVNICA:

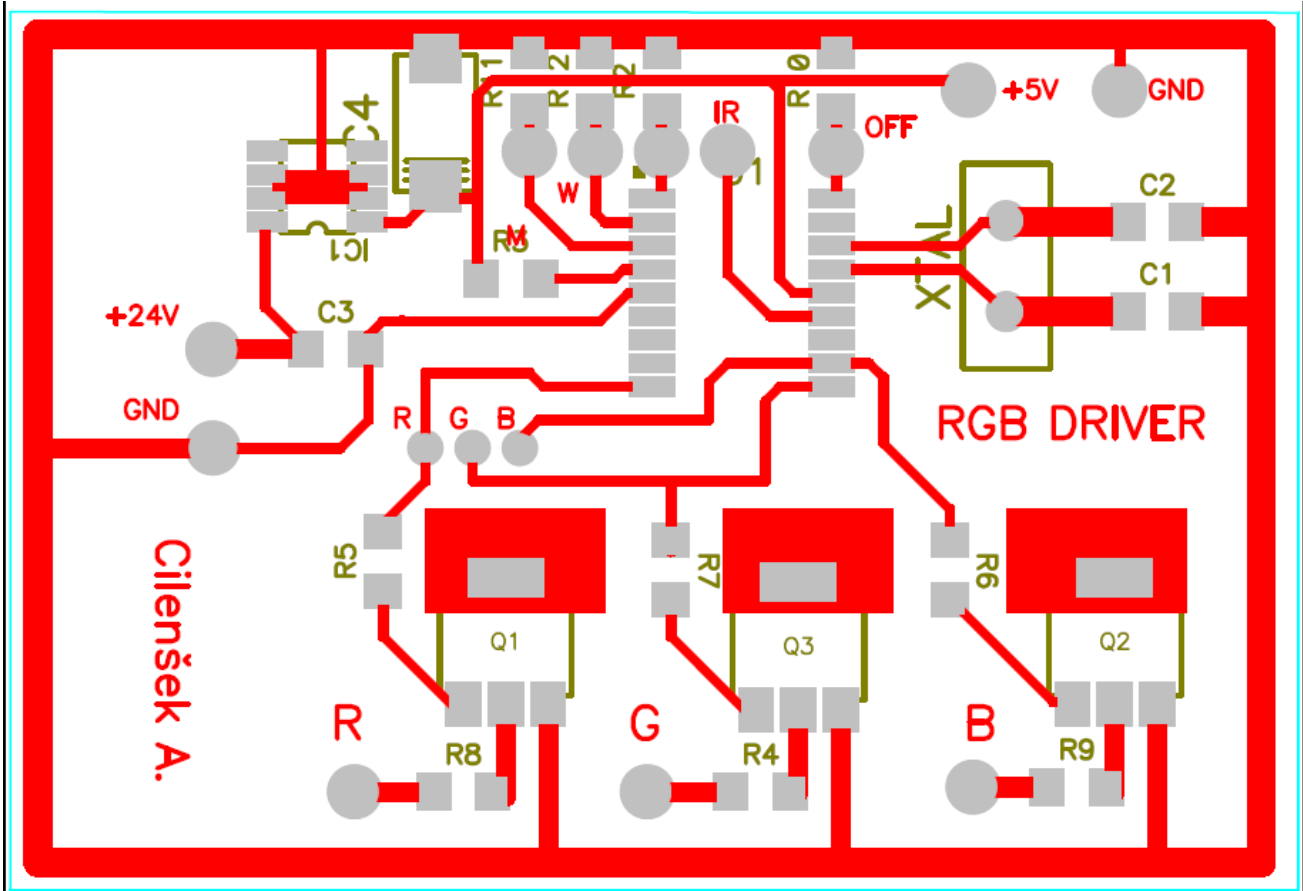
REFDES	NAME	CASE,TYPE,VALUE	QTY
R2,R3,R10,R11,R12	Upor	SMD 1206 10K 5%	5
R5,R6,R7	Upor	SMD 1206 4K7 5%	3
R20	Upor	SMD 1206 100E 5%	1
R4,R8,R9	Upor	SMD 1206 0E 1%	1
C1,C2	Kondenzator	SMD 0805 22pF	2
C3	kondenzator	SMD 1206 0,33uF	1
C4	kondenzator	SMD TANTAL D 10uF	1
Xtal1	quartz	THT 20MHz	1
IR	IR Vishay semiconductor	TSOP 1736 36kHz	1
Q1,Q2,Q3	Tranzistor NPN BCP817	SOT223	3
Conn1,Conn2	Connector	Wieland 3P, THT	3
IC1	L7805	SO-8	1
U1	PIC16F627A	SOIC	1

SHEMA:

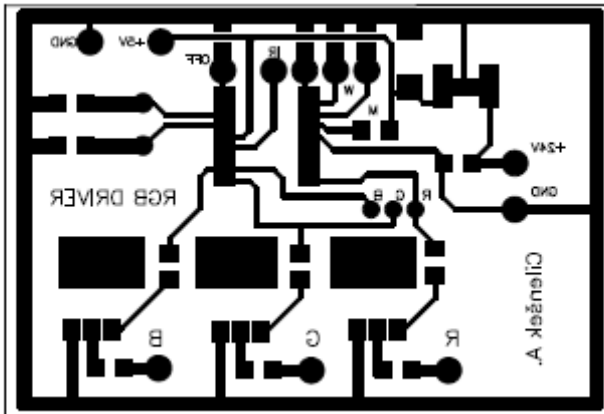




POSTAVITEV ELEMENTOV:



Film:





Viri:

-www.google.si

-<http://www.mstracey.btinternet.co.uk/pictutorial/picmain.htm>

-<http://users.pandora.be/davshomepage/rc5.htm>

-http://www.microchip.com/stellent/idcplg?IdcService=SS_GET_PAGE&nodeId=64