

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET ELEKTROTEHNIKE I RAČUNARSTVA

ZAVRŠNI RAD br. 5514

**Složeni sustav za napajanje
digitalnih sklopova i analognih
sklopova osjetljivih na šum**

Dino Šarić

Zagreb, lipanj 2018.

Zagreb, 9. ožujka 2018.

ZAVRŠNI ZADATAK br. 5514

Pristupnik: **Dino Šarić (0036493319)**
Studij: Elektrotehnika i informacijska tehnologija
Modul: Elektroničko i računalno inženjerstvo

Zadatak: **Složeni sustav za napajanje digitalnih sklopova i analognih sklopova osjetljivih na šum**

Opis zadatka:

Projektirati složeni sustav za napajanje koji omogućava generiranje više stabiliziranih napona na izlazu. U ovom sustavu može se podesiti redoslijed uključivanja pojedinih izlaznih napona. Svi naponi u sustavu dobivaju se iz vanjskog izvora istosmjernog napona od 24 V. Korištenjem istosmjernog prekidačkog pretvornika LM2675 iz napona od 24 V generirati napon od 5 V (maksimalna struja 1 A) koji se automatski uključuje kad je spojen vanjski napon. Ovaj napon koristi se za napajanje PIC mikrokontrolera koji regulira redoslijed uključivanja ostalih izlaznih napona. Osigurati stabilan niskošumni napon od 5 V tako da se napon od 24 V prvo pretvori u napon od 12 V pomoću istosmjernog prekidačkog pretvornika TL2575, a zatim napon od 12 V pretvoriti u napon od 5 V pomoću linearnog regulatora LP2992 (maksimalna struja 250 mA). Ovaj sustav za napajanje spojen je preko PIC mikrokontrolera na osobno računalo preko USB konektora. Na osobnom računalu nalazi se kod koji omogućava uključivanje i isključivanje pojedinih regulatora napona. Mjeriti tipične parametre prekidačkih pretvornika i linearnih regulatora napona (efikasnost, ovisnost izlaznog napona o promjeni ulaznog napona, ovisnost izlaznog napona o promjeni opterećenja na izlazu), šum na pojedinim izlazima regulatora napona, tranzijentne promjene pri nagloj promjeni ulaznog napona ili struje tereta te tranzijentne promjene pri uključivanju i isključivanju pojedinih regulatora napona.

Zadatak uručen pristupniku: 16. ožujka 2018.

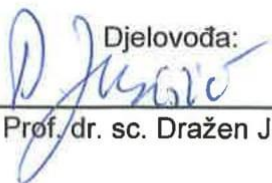
Rok za predaju rada: 15. lipnja 2018.

Mentor:



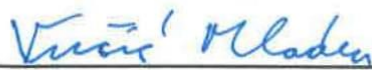
Prof. dr. sc. Adrijan Barić

Djelovođa:



Prof. dr. sc. Dražen Jurišić

Predsjednik odbora za
završni rad modula:



Prof. dr. sc. Mladen Vučić

SADRŽAJ

1. Uvod.....	1
2. Mikrokontroleri.....	2
2.1 Općenito	2
2.2 PIC mikrokontroleri	2
2.2.1 Mikrokontroler PIC16F1459.....	3
3. Shema i topologija tiskane pločice	4
3.1 O KiCAD-u	4
3.2 Shema tiskane pločice.....	4
3.3 Topologija tiskane pločice.....	7
3.4 Maske za procesiranje tiskane pločice.....	8
4. Lemljenje pločice	9
5. Programiranje	10
5.1. Program na računalu	10
5.2 Program na mikrokontroleru	11
6. Opis komponenata	12
7. Mjerenje karakteristika sklopa	13
7.1 Efikasnost regulatora napona.....	13
7.2 Ovisnost izlaznog napona o promjeni izlazna struje (<i>engl. load regulation</i>)	16
7.3 Ovisnost izlaznog napona o promjeni ulaznog napona (<i>engl. line regulation</i>)	17
7.4 Šum na pojedinim izlazima regulatora napona.....	19
7.5 Tranzijentne promjene pri nagloj promjeni struje tereta	20
7.6 Tranzijentne promjene pri uključivanju regulatora napona.....	22
7.7 Tranzijentne promjene pri isključivanju regulatora napona	23
8. Zaključak	24

1. Uvod

Projektiranje složenog sustava za napajanje koji omogućava generiranje više stabiliziranih napona na izlazu. Može se postaviti redoslijed uključivanja pojedinih napona. Svi naponi u sustavu dobivaju se iz vanjskog izvora istosmjernog napona od 24 V. Korištenjem istosmjernog prekidačkog pretvornika LM2675 iz napona od 24 V generirati napon od 5 V (maksimalna struja 1 A) koji se automatski uključuje kad je spojen vanjski napon. Ovaj napon koristi se za napajanje PIC mikrokontrolera koji regulira redoslijed uključivanja ostalih izlaznih napona.

Osigurati stabilan niskošumni napon od 5 V tako da se napon od 24 V prvo pretvori u 12 V pomoću istosmjernog prekidačkog pretvornika TL2575, a zatim napon od 12 V pretvoriti u napon od 5 V pomoću linearnog regulatora LP2992 (maksimalna struja 250 mA).

Ovaj sustav za napajanje spojen je preko PIC mikrokontrolera na osobno računalo preko USB konektora. Na osobnom računalu nalazi se kod koji omogućava uključivanje i isključivanje pojedinih regulatora napona.

Mjeriti tipične parametre prekidačkog pretvornika i linearnih regulatora napona (efikasnost, ovisnost izlaznog napona o promjeni ulaznog napona, ovisnost izlaznog napona o promjeni opterećenja na izlazu), šum na pojedinim izlazima regulatora napona, tranzijentne promjene pri nagloj promjeni ulaznog napona ili struje tereta te tranzijentne promjene pri uključivanju pojedinih regulatora napona.

2. Mikrokontroleri

2.1 Općenito

Mikrokontroleri su mala računala na jednom ugradbenom sklopu. Koriste se za upravljanje elektroničkih uređaja. Njihovu strukturu čine mikroprocesorska jedinica, RAM i ROM memorija, flash memorija te ovisno o modelu i do nekoliko različitih modula za komunikaciju sa računalima i ostalim uređajima, a među njima su moduli za: USB komunikaciju, paralelnu komunikaciju, ethernet komunikaciju itd. Imaju raznovrsnu primjenu: od jednostavnog upravljanja paljenja i gašenja LED diode, upravljanjem garažnim vratima pa do upravljanja potpuno automatiziranim proizvodnim procesom.



Slika 1: Mikrokontroler PIC13F820

Svaki proizvedeni model čipa nije isti jer se izrađuju po zahtjevima procesa za koji su namijenjeni, pa tako npr. mikrokontroleri namijenjeni za industrijske svrhe imaju puno veće brzine od mikrokontrolera za edukacijske svrhe koji izvršavaju jednostavnije programe i upravljaju jednostavnije komponente kao što su LED dioda, sedam segmentni ekrani ili sl.

2.2 PIC mikrokontroleri

PIC mikrokontroler (engl. Programmable Intelligent computer), originalni proizvod tvrtke Microchip, je vrlo popularan mikrokontroler među inženjerima i elektroničkim početnicima. PIC dolazi u puno izvedba, svaka s posebnim komponentama i mogućnostima. Mnogo elektroničkih projekata se mogu vrlo lako izvesti uz pomoć mikrokontrolera iz PIC obitelji, npr. servo kontroleri, digitalni satovi, jednostavne igrice i mnogih drugih. Njihova primjena je široka, te niska cijena ih čini jako popularnima. Upravo zbog svoje raznovrsnosti, ali ponajviše zbog

poprilično jednostavnog programiranja, PIC mikrokontroleri imaju jako veliku primjenu u edukaciji, u digitalnoj logici, digitalnoj elektronici, automatici i drugim srodnim područjima.

2.2.1 Mikrokontroler PIC16F1459

U ovom seminaru korišten je mikrokontroler PIC16F1459 koji je proizveden od Microchip Technology Inc. PIC16F1459-I/P je 20-pinski 8-bitni USB mikrokontroler s XPL tehnologijom. Ova familija uređaja sadrži poboljšani 8-bitni CPU srednjeg raspona. CPU ima 49 instrukcije. Sposobnost prekida uključuje automatsko spremanje konteksta. Hardverski stog je 16 razina dubok i ima overflow i underflow reset mogućnost. Mikrokontroler ima mogućnost direktne, indirektne i relativne načine adresiranja. Dva registra za odabir datoteka omogućuje čitanje programa i memorije istovremeno.

3. Shema i topologija tiskane pločice

Za izradu sheme i topologije tiskane pločice korišten je programski paket KiCAD.

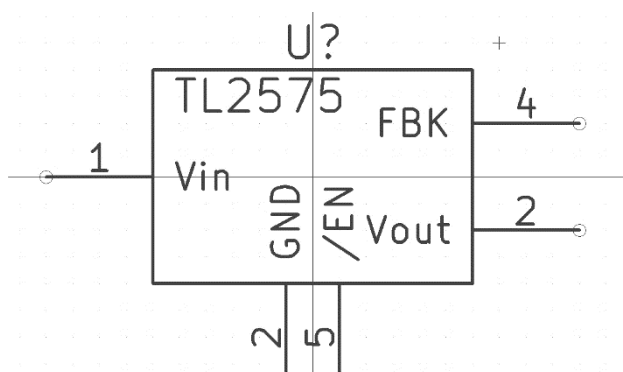
3.1 O KiCAD-u

KiCad je besplatni programski paket za elektroničko dizajniranje i automatizaciju (EDA). Omogućava izradu shema za elektroničke sklopove i njihovu pretvorbu u PCB dizajn. Izvorno je razvijen od strane Jean-Pierre Charras-a, a ima integrirano okruženje za izradu shema, te PCB layout dizajn. Program sadrži alate za izradu BoM (*engl. Bill of materials*), Gerber datoteke i 3D pogleda na PCB i njegove komponente. KiCad-ova popularnost potaknuta je s alatom GerberView koji se nalazi u programu, takav alat ne podržavaju ostali programi. Korisnici često koriste GerberView za gledanje Gerber datoteka ostalih EDA (*engl. Electronic design automation*) programa.

3.2 Shema tiskane pločice

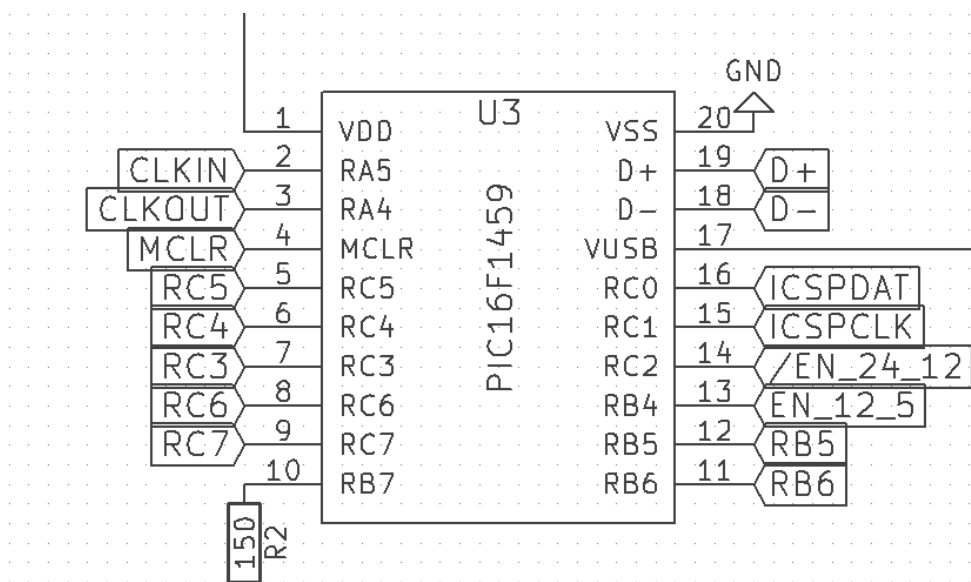
Shema prikazuje način na koji su elementi spojeni jedan s drugim, te pojedine kontakte elementa neovisno o položaju na pločici.

Editor Eeschema (dio KiCAD alata) u sebi sadrži mnoštvo komponenata, no ne sve. Neke se iz datasheet-a moraju očitati npr. mikrokontroler, pretvornici napona (slika 2) itd. te nacrtati u KiCad-u. Nakon toga vrši se spajanje komponente uz pomoć navedene literature na kraju dokumenta.

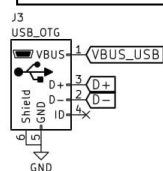
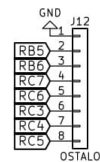
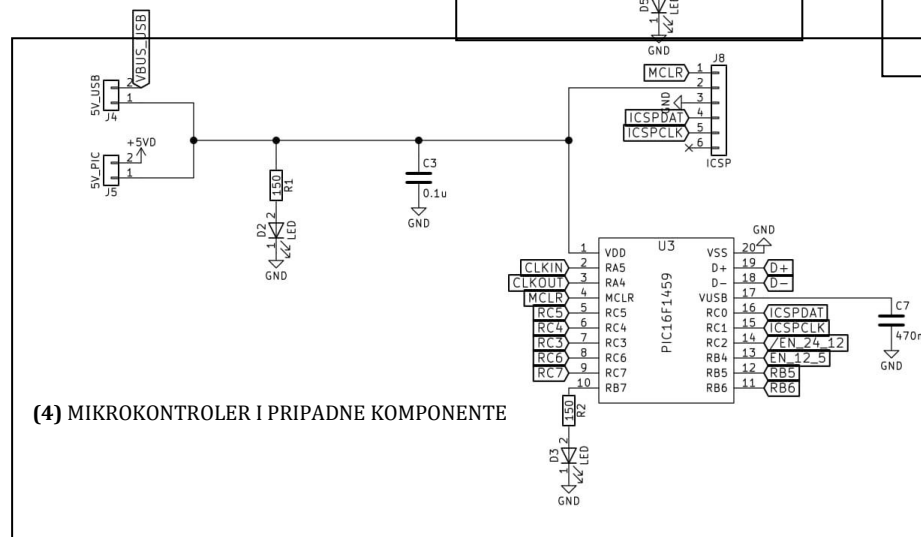
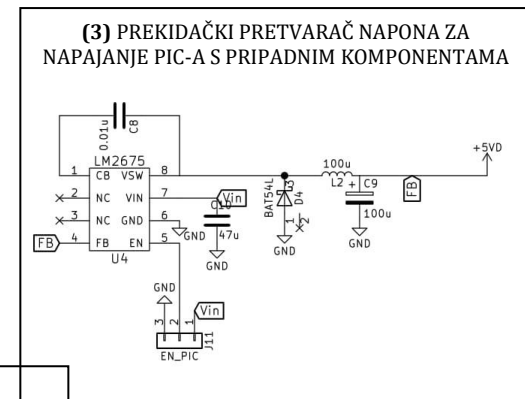
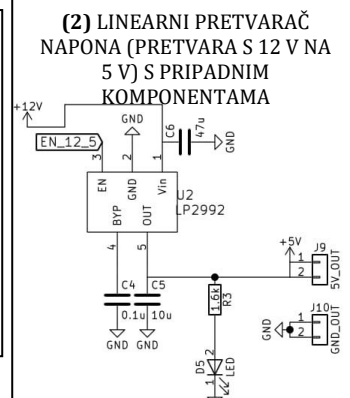
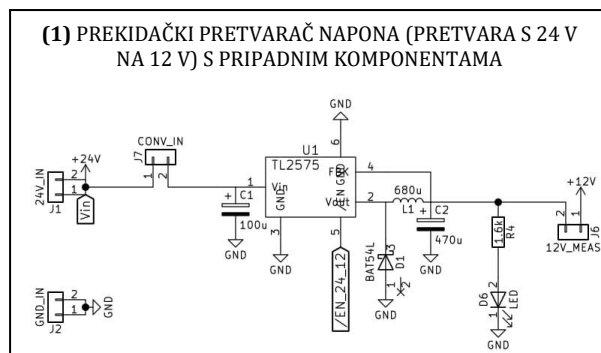


Slika 2: Komponenta TL2572 na shemi

U shemi su korištene i oznake potencijala, tzv. labela zbog preglednosti sheme.



Slika 3: Komponenta U3 s brojnim labelama na izvodima



Slika 4: Shema tiskane pločice

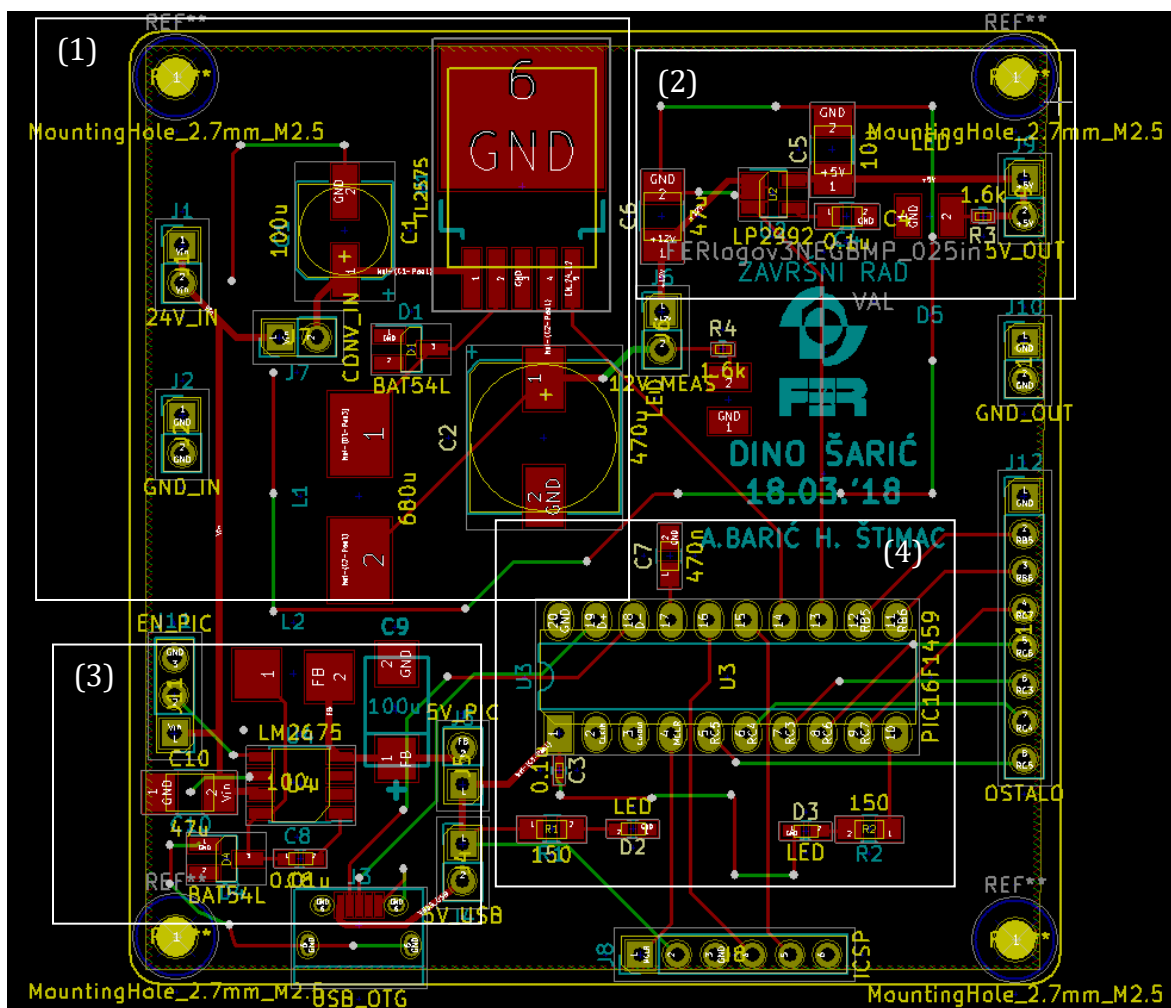
3.3 Topologija tiskane pločice

Koristi se Pcbnew dio KiCAD alata. Topologija prikazuje raspored elemenata na pločici te spojeve između komponenti.

Pri izradi topologije odabrani su footprinti za realne elemente. Nakon odabira raspoređeni su na optimalan način na pločici. Headeri i socketi su stavljani na rub pločice, a elementi za neophodan rad mikrokontrolera stavljani su u neposrednu blizinu istog.

Pločica ima dva sloja bakra, oba su uzemljena te smo tako olakšali povezivanje elemenata. Na izlaze pretvornika napona su stavljani kratkospojnici za izvođenje mjerenja.

Na pločici se nalaze kratkospojnici J4 & J5 koji služe za biranje izvora napona za mikrokontroler.

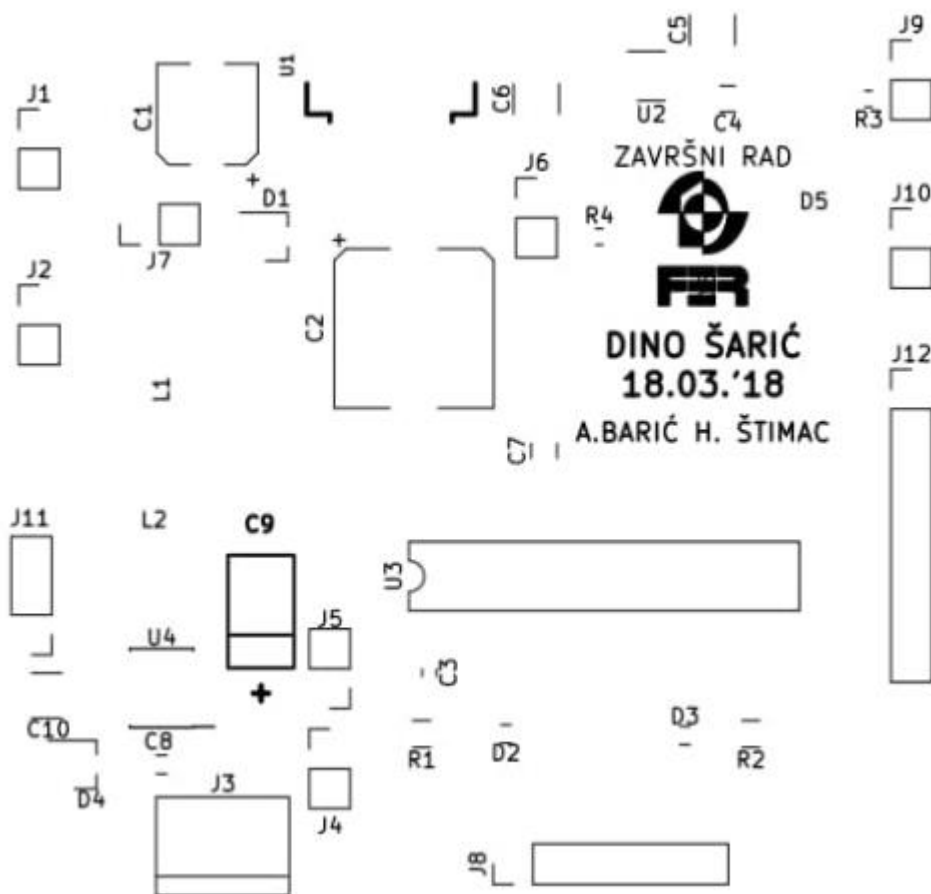


Slika 6: Topologija tiskane pločice

3.4 Maske za procesiranje tiskane pločice

Zadnje što ostaje pri izradi tiskanih pločica je generiranje maski za procesiranje.

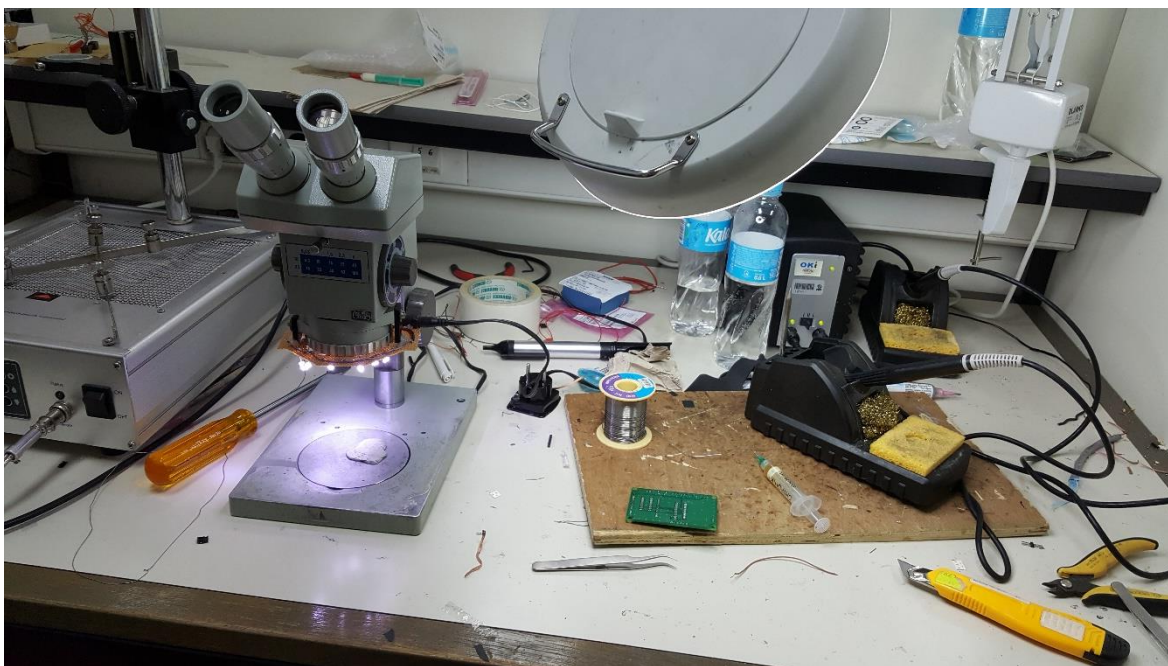
Maske se generiraju iz topologije u KiCAD-u. Definiraju sve slojeve koji se nalaze na pločici, a koriste se pri proizvodnji pločice. Primjeri slojeva su gornji bakar, gornja maska, donja maska te plan bušenja.



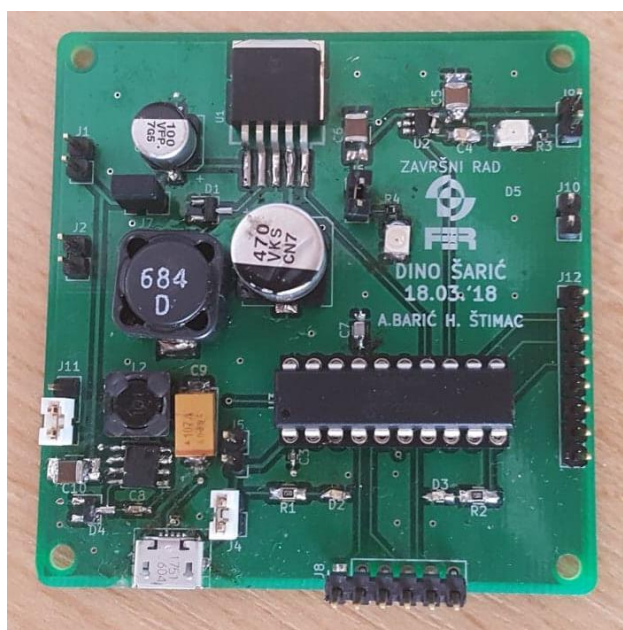
Slika 7: Primjer maske

4. Lemljenje pločice

Lemljenje pločice je izvršeno u prostorijama fakulteta te su zalemljena 2 primjerka pločice. Sve komponente su ručno zalemljene.



Slika 8: Stol na kojem smo lemlili



Slika 9: Zalemljena pločica

5. Programiranje

Programiranje se sastoji od programa (programski jezik Python) koji se vrti na računalu te komunicira sa mikrokontrolerom preko USB komunikacije i programa koji se vrti na mikrokontroleru (programski jezik MPLAB X IDE).

5.1. Program na računalu

Program se sastoji od GUI-a (*engl. Graphical user interface*) koji komunicira s mikrokontrolerom na pločici preko USB-a. Za izradu ovog programa smo koristili programski jezik Python. Unutar spomenutog programskog jezika koristili smo biblioteke: Tkinter i Pyserial.

Tkinter omogućuje jednostavnu izradu GUI-a unutar Python-a. Izrada GUI-a je jednostavna i intuitivna. Biblioteka je popraćena sa velikom količinom korisne dokumentacije.

```
Label(window, text="TL2575", bg="white", fg="black", font="none 14 bold").grid(row=0, column=0, sticky=S)
Label(window, text="24V na 12V", bg="white", fg="black", font="none 9").grid(row=1, column=0, sticky=N)

Label(window, text="    ", bg="white", fg="black", font="none 12 bold").grid(row=0, column=1, sticky=S)

Label(window, text="LP2992", bg="white", fg="black", font="none 14 bold").grid(row=0, column=2, sticky=S)
Label(window, text="12V na 5V", bg="white", fg="black", font="none 9").grid(row=1, column=2, sticky=N)
```

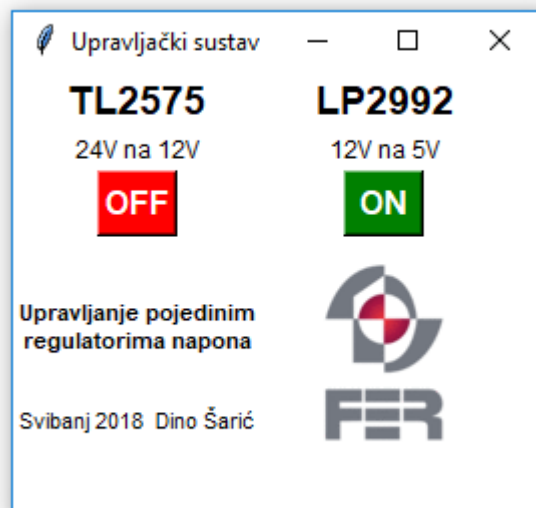
Slika 10: Način definiranja teksta u Tkinter-u

Pyserial je biblioteka koja omogućuje komunikaciju osobnog računala s mikrokontrolerom. Biblioteku je dodatno instalirana na Python programski jezik. Korištenje ove biblioteke je, kao Tkinter, jednostavna i intuitivna.

Za programiranje PIC-a je korišten programski jezik C te to znači da za komunikaciju između osobnog računala i PIC-a ne možemo koristiti boolean tip podataka. Iz toga razloga smo se odlučili za korištenje obične četiri varijable tipa byte.

Imamo četiri vrijednosti koje se šalju na mikrokontroler preko serijske komunikacije, a to su:

- 1 – Ugasi TL2575 (pretvarač napona s 24 V na 12 V)
- 2 – Upali TL2575
- 3 – Ugasi LP2992 (pretvarač napona s 12 V na 5 V)
- 4 – Upali LP2992



Slika 11: Program na računalu

5.2 Program na mikrokontroleru

Program za mikrokontroler se radi u programu MPLAB X IDE. Programira se u embedded C-u. Treba postaviti ispravnu konfiguraciju pinova tj. registara koji upravljaju smjerom podataka. Nakon toga uređaj treba čekati podatke s računala te ih treba uspješno obraditi.

```
switch(readBuffer[0]){
    case 1: // 24_12_OFF
        PORTCbits.RC2=1;
        break;
    case 2: // 24_12_ON
        PORTCbits.RC2=0;
        break;
    case 3: //12_5_OFF
        PORTBbits.RB4=0;
        break;
    case 4: //12_5_ON
        PORTBbits.RB4=1;
        break;
    default:
        //LED - blink
        for(i=0;i<15;i++){
            RB7 = ~RB7;
            __delay_ms(100);
        }
        break;
}
```

Slika 12: Dio koda koji obrađuje dobivene podatke

Nakon napisanog koda kod je prebačen na pločicu uz pomoć PICKit-a koji je spojen na ICSP pločice.

6. Opis komponenata

Oznaka	Naziv komponente	Opis komponente
U1	TL2575	Prekidački pretvornik koji služi za pretvaranje napona s 24 V na 12 V
U2	LP2992	Linearni regulator koji spušta napon koji prima s U1 na 5 V
U3	PIC16F1459	Opisan u poglavlju 2.2.1
U4	LM2675	Prekidački pretvornik koji ulazni napon od 24 V prilagođuje za PIC, tj. spušta na 5 V
J3	USB konektor	Komunikacija s računalom

Prednost linearnih regulatora s obzirom na prekidačke pretvornike je da ima manji šum izlaznog napona, ali mu je manja iskoristivost tipično oko 70%. Iskoristivost prekidačkih pretvornika je oko 90%. Iz toga razloga nismo koristili samo jedan linearni regulator koji bi spuštao napon s ulaznih 24 V na 5 V. Na ovaj način uz korištenje U1 kao i U2 dobili smo efikasniji i niskošuman signal na izlazu.

U drugu ruku ovaj sklop je skuplji za izradu od sklopa s jednim regulatorom jer imamo veći broj komponenti koje treba kupiti.

7. Mjerenje karakteristika sklopa

Mjerenje karakteristika sklopa izvršeno je u laboratoriju u prostorijama fakulteta. Mjerili smo karakteristike sva tri regulatora napona na pločici.

Za mjerenje smo koristili:

Naziv uređaja	Svrha
Multimetar UNI-T UT60A	Mjerenja iznosa ulaznog napona
Izvor KEYSIGHT E3649A	Napajanje sklopa te mjerenje iznosa ulazne struje
Multimetar KEYSIGHT 34410A	Mjerenje iznosa izlaznog napona
Osciloskop Rohde & Schwarz RTB2004	Mjerenje iznosa izlazne struje te ostalih karakteristika izlaznog napona i struje

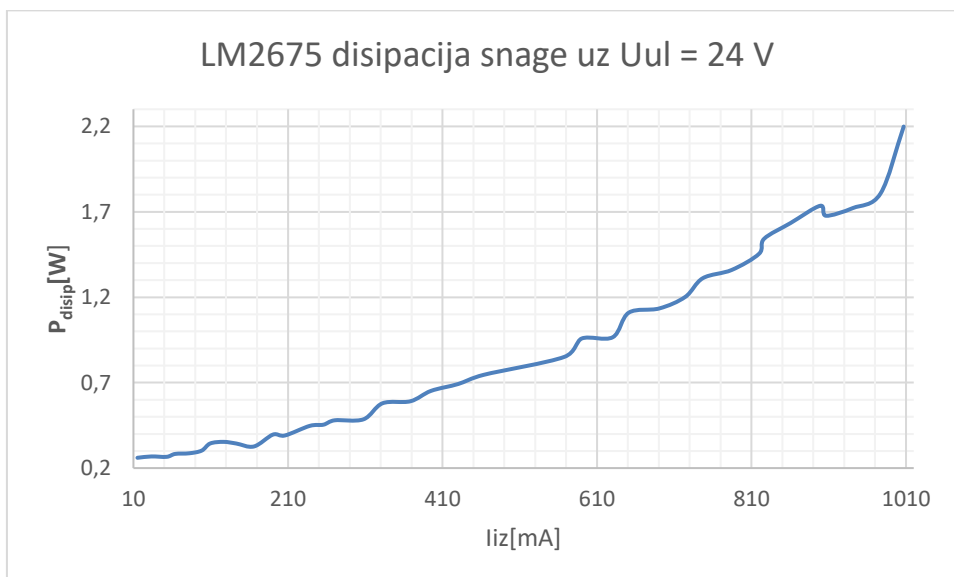
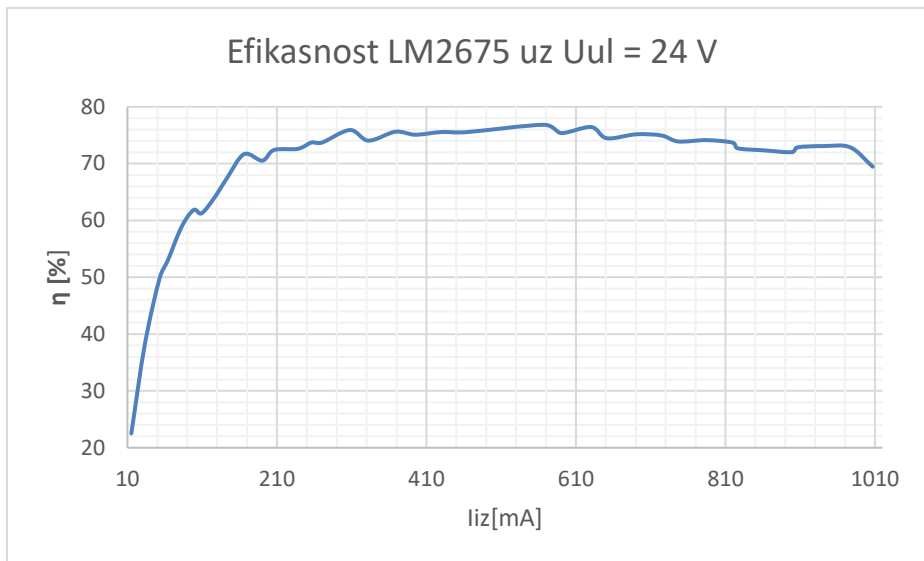
Pri vršenju mjerenja spojen je multimetar na ulaz pločice (*engl. sense line*) jer napon koji daje izvor nije isti kao i na ulazu jer dolazi do pada napona na kabelu kojim je spojen izvor s pločicom. Isti taj postupak je napravljen na izlazu pločice.

Izlaznu struju je mjerena strujnom sondom te prikazivati signal na osciloskopu.

7.1 Efikasnost regulatora napona

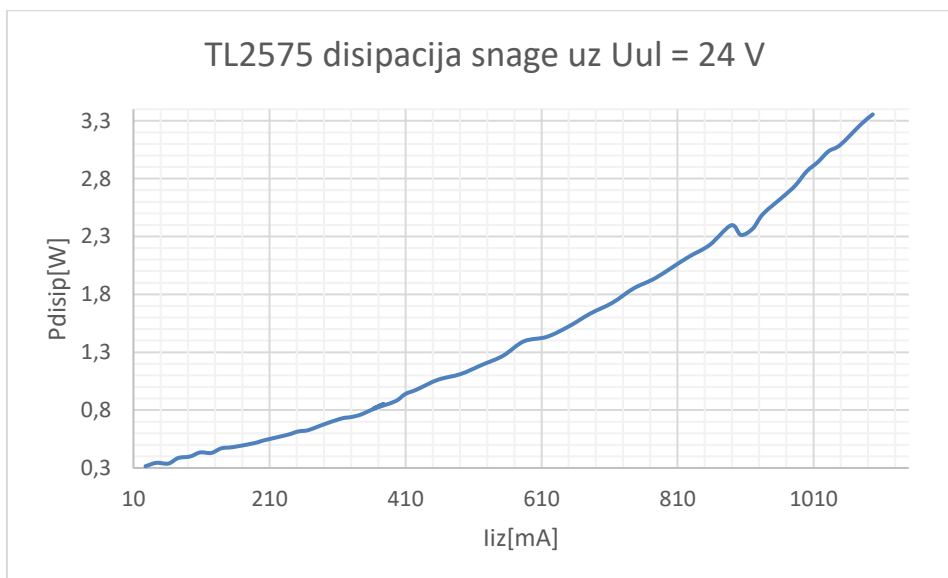
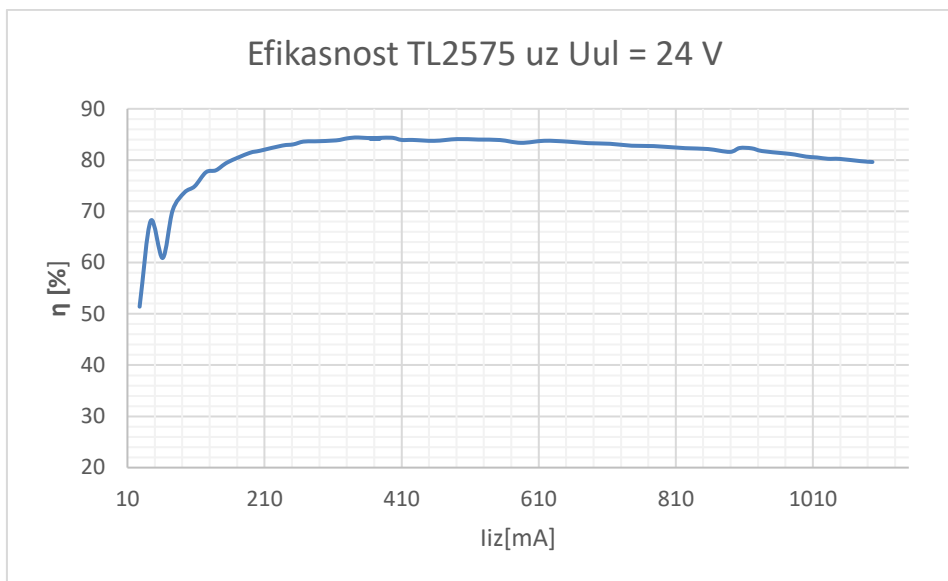
Mjerenje efikasnosti prekidačkog pretvornika LM2675 je vršeno pri ulaznih 24 V jer je pločica predviđena za rad na 24 V. Mjerenje završava pri 1,007 A zbog velikog zagrijavanja sklopa pri tako velikoj struji. Maksimalna efikasnost je 76,839 % pri izlaznoj struji od 567,72 mA.

Nakon izvršenih mjerenja dobiveni su grafovi:



Mjerenje efikasnosti prekidačkog pretvornika TL2575 je vršeno pri ulaznih 24 V jer je pločica predviđena za rad na 24 V, kao i prošli prekidački pretvarač. Maksimalna efikasnost je 84,405 % pri izlaznoj struji od 347,016 mA.

Nakon izvršenih mjerenja smo dobiveni su grafovi:

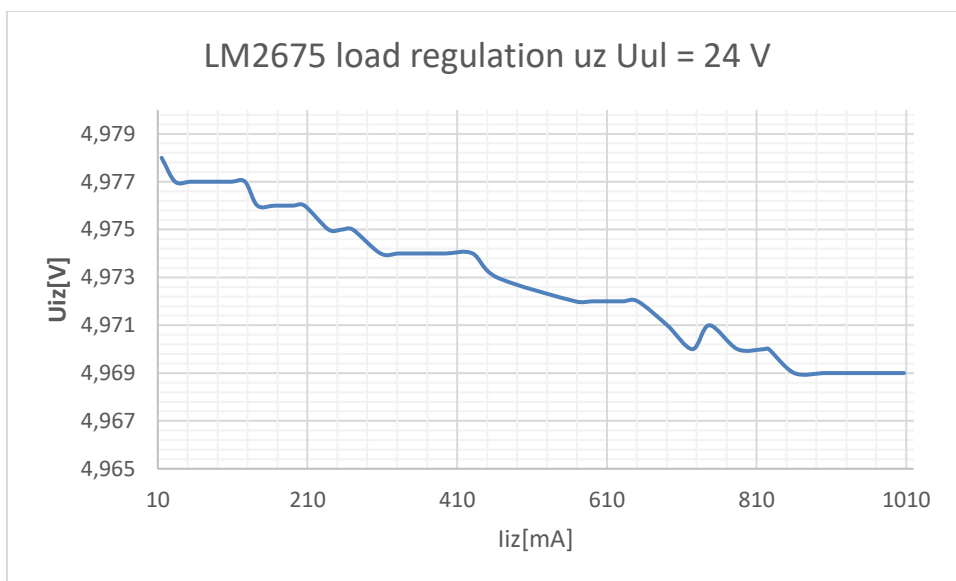


Mjerenje efikasnosti linearnog pretvornika LP2992 je vršeno pri ulaznih 12 V jer je regulator predviđen za rad na 12 V. Zbog neispravnog rada izmjerili smo samo efikasnost do maksimalne struje od 80 mA gdje smo dobili maksimalnu vrijednost korisnosti od 40 %. Pri većim strujama poraste i izlazni napon što ne želimo.

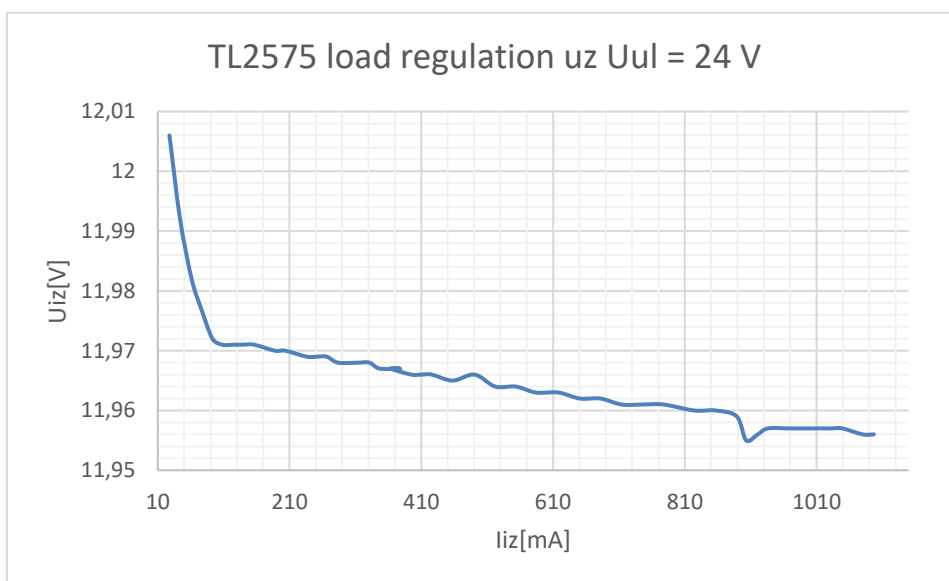
7.2 Ovisnost izlaznog napona o promjeni izlazna struje

Podatke ovisnosti izlaznog napona o promjeni izlazne struje (engl. load regulation) dobiveni su iz istog mjerenja kao i za efikasnost.

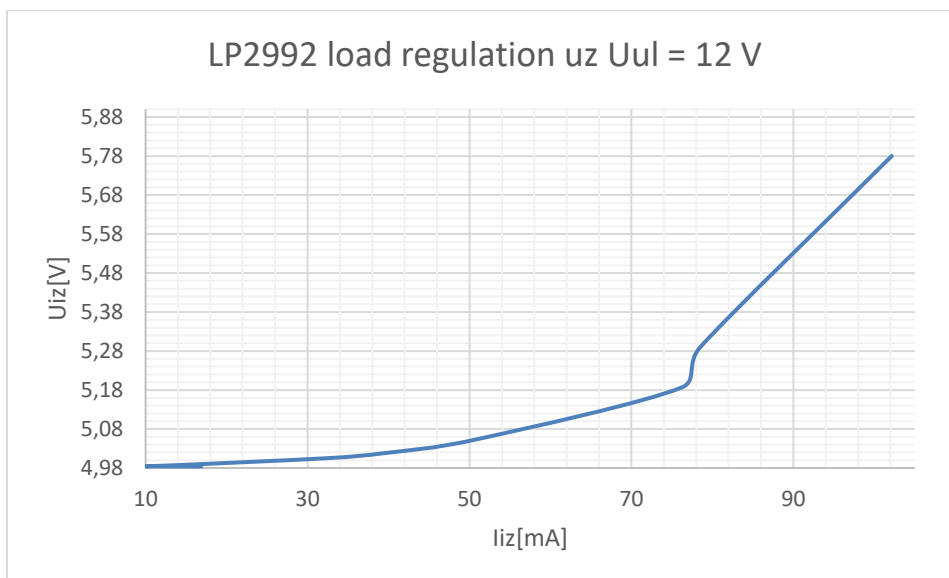
Prekidački pretvornik LM2675 jako dobro drži izlazni napon uz mijenjanje izlazne struje. U najgorem slučaju, pri velikim strujama, izlazni napon je 4,969 što odstupa za 0.62 % od 5 V.



Prekidački pretvornik TL2575 jako dobro drži izlazni napon uz mijenjanje izlazne struje. U najgorem slučaju, pri velikim strujama, izlazni napon je 11,955 što odstupa za 0,375 % od 12 V.



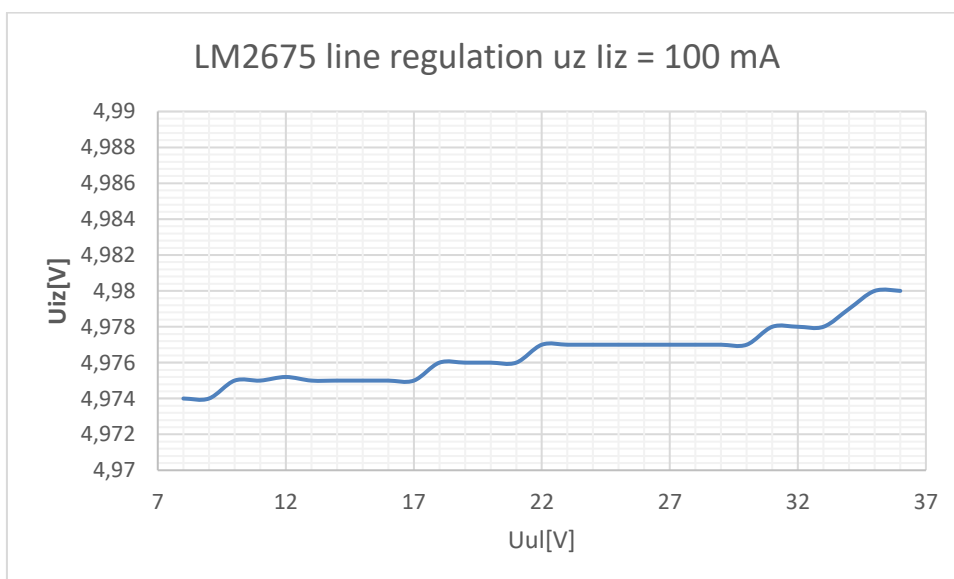
Linearni pretvarač LP2992 ima jako lošu karakteristiku ovisnosti izlaznog napona o promjeni izlazne struje te se zaključuje da ovaj prekidač ne radi ispravno.



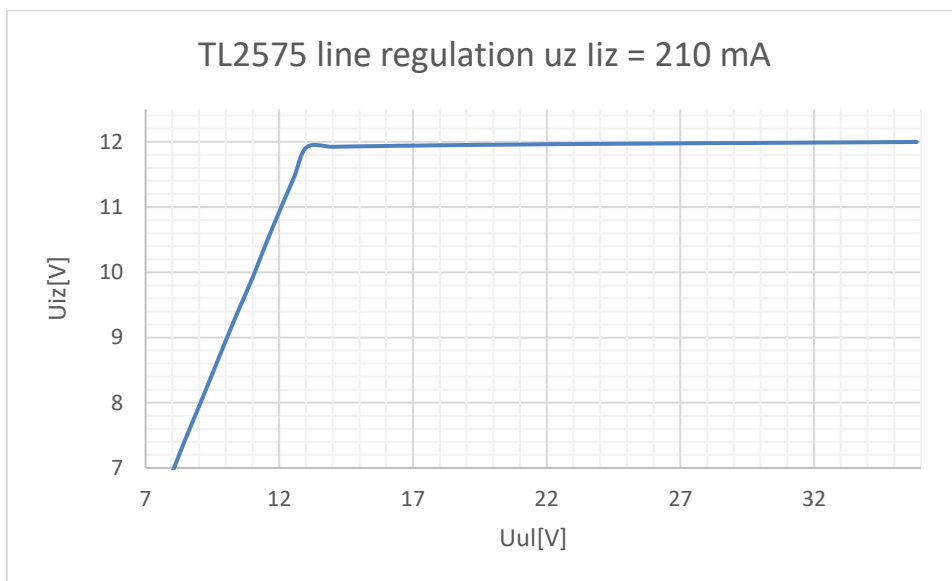
7.3 Ovisnost izlaznog napona o promjeni ulaznog napona

Podatke za ovisnost izlaznog napona o primjeni ulaznog napona (engl. line regulation) dobiveni su tako da mijenjamo ulazni napon u rasponu u kojem je pretvarač napona predviđen za rad. Najveći napon kojim je moguće napajati sklop je 36 V zbog ograničenosti izvora napona.

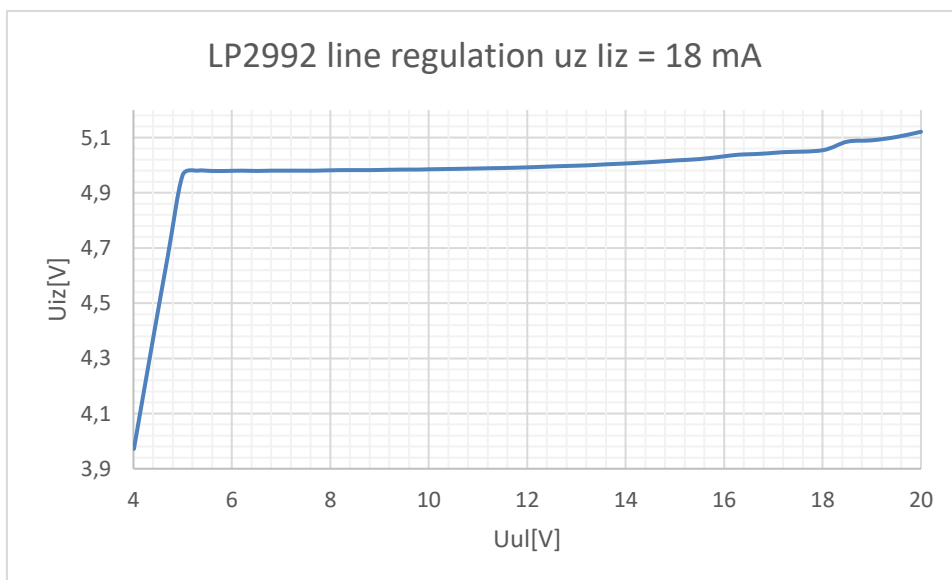
Prekidački pretvornik LM2675 jako dobro drži izlazni napon uz mijenjanje ulaznog napona. U najgorem slučaju, pri najmanjem ulaznom naponu od 8 V odstupanje izlaznog napona od 5 V je 0.52 %.



Prekidački pretvornik TL2575 jako dobro drži izlazni napon uz mijenjanje ulaznog napona. Ako je napon veći od 13 V odstupanje izlaznog napona je manje od 0,69 %.



Linearni pretvarač LP2992, uz ulazni napon od 5 V do 16 V radi ispravno uz struju $I_{LZ} = 18 \text{ mA}$. Najveće odstupanje izlaznog napona od 5 V je pri ulaznom naponu od 16 V a iznosi 0.64 %.



7.4 Šum na pojedinim izlazima regulatora napona

Šum je izmjeren osciloskopom, spajanjem sonde direktno na izlaz pločice.

Za prekidački pretvornik LM2675 dobiven je šum (napon od vrha do vrha) od $U_{pp} = 26,4 \text{ mV}$.



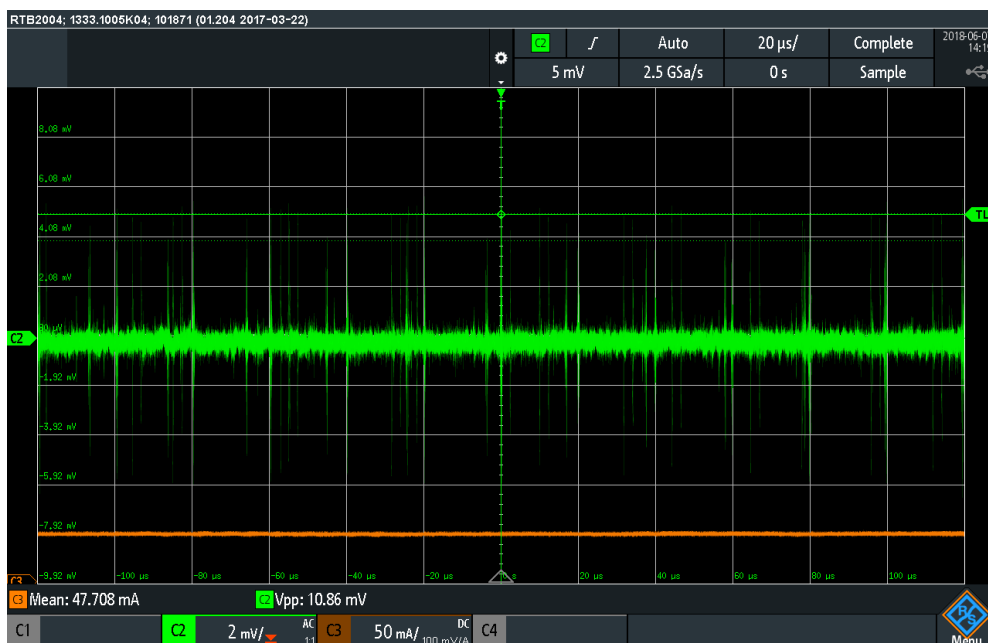
Slika 13: Šum izlaznog napona LM2675

Za pretvornik TL2575 dobiven je šum od $U_{pp} = 117,6 \text{ mV}$.



Slika 14: Šum izlaznog napona TL2575

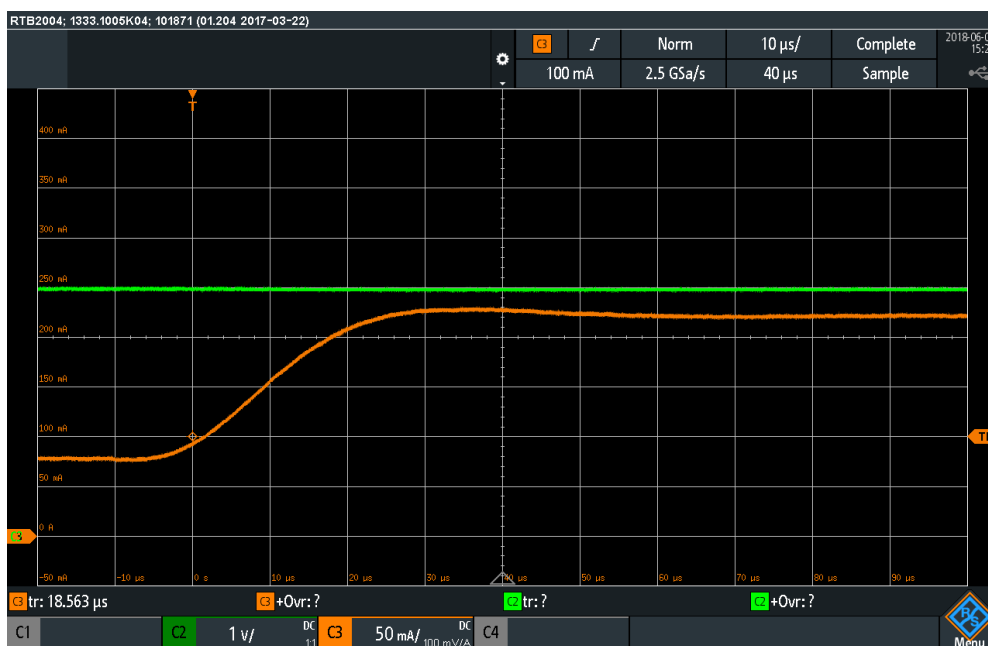
Linearni pretvornik ima najmanji šum od svih koji iznosi $U_{pp} = 10,66 \text{ mV}$.



Slika 15: Šum izlaznog napona LP2992

7.5 Tranzijentne promjene pri nagloj promjeni struje tereta

Prekidački pretvornik ima vrijeme porasta 18.563 μs te maksimalno nadvišenje izlazne struje od 12.5 % za promjenu s 70 mA na 230 mA.



Slika 16: Tranzijentna promjena pri nagloj promjeni struje LM2675

Ispod je prikazana tranzijentna pojava prekidačkog regulatora napona TL2575. Vrijeme porasta ovog regulatora je 19.144 μs .



Slika 17: Tranzijentna promjena pri nagloj promjeni struje TL2575

Ispod je prikazana tranzijentna pojava linearnog regulatora napona LP2992. Vrijeme porasta iznosi 31.982 μs . Nadvišenje iznosi 13.3 %.

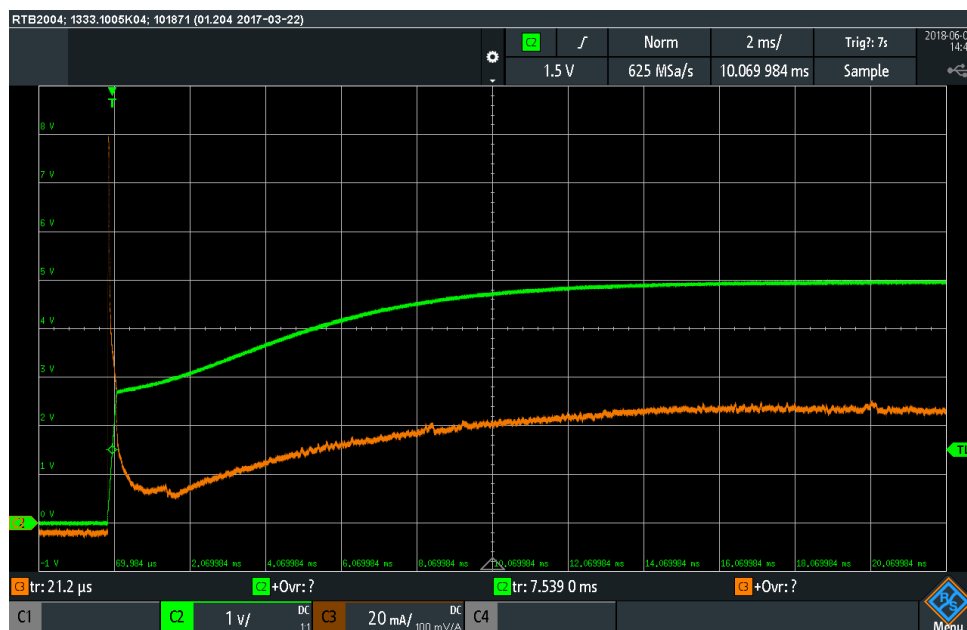


Slika 18: Tranzijentna promjena pri nagloj promjeni struje LP2992

7.6 Tranzijentne promjene pri uključivanju regulatora napona

Tranzijentne promjene pri uključivanju regulatora napona su mjereni za regulatore napona koji se može upravljati s upravljačkim pinom (*engl. enable*).

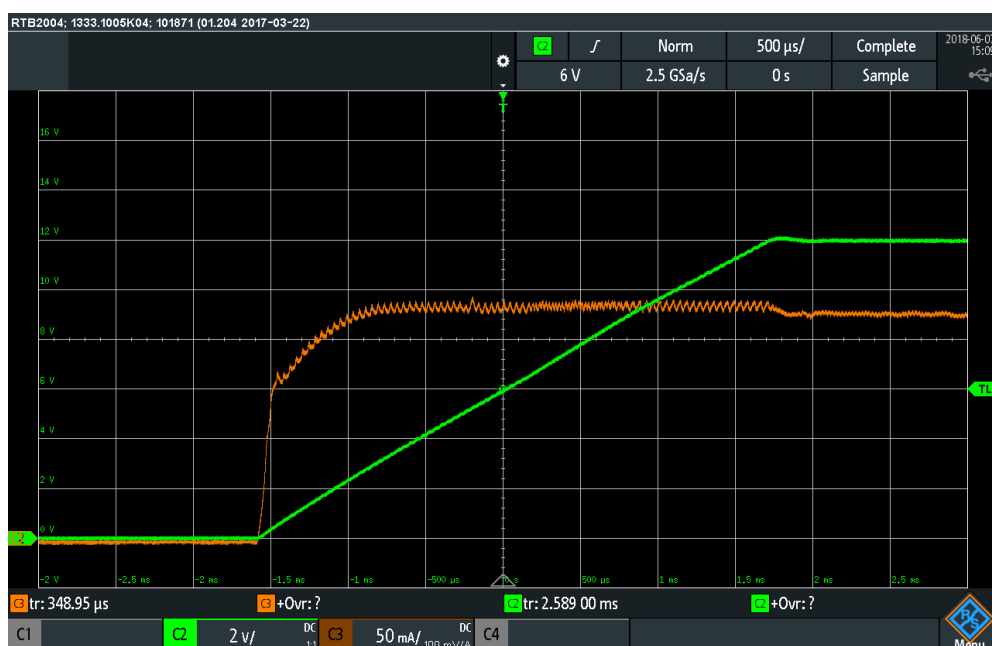
Za regulator napona LP2992 dobiveno je na osciloskopu:



Slika 19: Tranzijentna promjena pri uključivanju LP2992

Zelenom bojom prikazana je prijelazna pojava napona izlaza, a narančastom bojom promjena struje.

Za regulator TL2575 dobiveno je na osciloskopu:



Slika 20: Tranzijentna promjena pri uključivanju TL2575

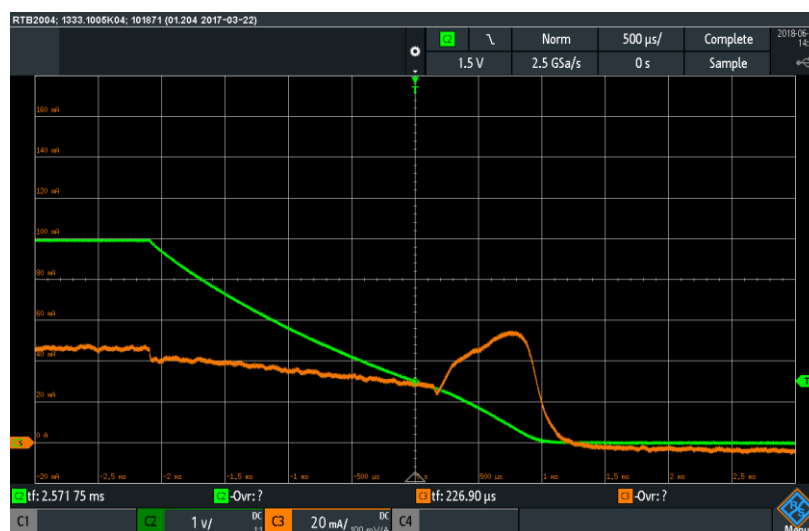
Zelenom bojom prikazana je prijelazna pojava napona izlaza, a narančastom bojom promjena struje.

Mjerenje za TL2575 je vršeno pri izlaznoj struji od 200 mA.

7.7 Tranzijentne promjene pri isključivanju regulatora napona

Tranzijentne promjene pri uključivanju regulatora napona je mjereno za regulatore napona koji se može upravljati s upravljačkim pinom (*engl. enable*).

Za regulator LP2992 dobiveno je na osciloskopu:



Slika 21: Tranzijentna promjena pri isključivanju LP2992

Zelenom bojom prikazana je prijelazna pojava napona izlaza, a narančastom bojom promjena struje.

Za regulator TL2575 dobiveno je na osciloskopu:



Slika 22: Tranzijentna promjena pri isključivanju TL2575

8. Zaključak

Naučio sam izradu sheme, topologije, lemljenja i programiranja PIC mikrokontrolera. Uz to naučio sam karakteristike prekidačkih pretvornika napona i linearnih pretvornika napona te njihove razlike. Naučio sam način mjerenja karakteristika pojedinog DC-DC naponskog pretvarača.

Koristio sam programe: KiCAD, MPLAB X IDE, Python, MS Word te Foxit reader.

Koristio sam uređaje: lemilica, mikroskop, multimeter izvor stalnog napona, elektronički teret te računalo.

Uspješno sam projektirao tiskanu pločicu, zalemio istu. Nakon toga sam isprogramirao PIC mikrokontroler.

Uspješno sam izvršio mjerenja 3 pretvarača napona. Uz problem kod linearnog pretvarača napona LP2992 koji nije mogao izdržati male otpore spojene na njega (manje od 50 ohma). Možemo poboljšati rad sklopa razmatajući način rada linearnog pretvarača napona te uklanjanja problema.

LITERATURA

- [1] PIC16F1459, datasheet (str. 7, 16-18, 55-59, 148-154, 309, 326-328), <http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/40001639B.pdf>, datum pristupa: svibanj 2018
- [2] PICkit™ 3 Programmer/Debugger User's Guide, 2009., <http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/PICkit 3 User Guide 5 1795A.pdf>, datum pristupa: svibanj 2018
- [3] MPLAB® X IDE User's Guide, 2015., <http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/50002027D.pdf>, datum pristupa: svibanj 2018
- [4] Slika PICkit-a, <https://cdn.sparkfun.com/assets/parts/4/1/0/7/09973-03.jpg>, datum pristupa: svibanj 2018
- [5] EEVblog #957 - How To Measure DC-DC Converter Efficiency, <https://www.youtube.com/watch?v=li0XKnpOZyM>, datum pristupa: svibanj 2018
- [6] KiCad getting started tutorial, http://docs.kicad-pcb.org/4.0.6/en/getting_started_in_kicad.pdf, datum pristupa: svibanj 2018
- [7] FER, Savjeti za oblikovanje studentskih radova, ožujak 2010., http://www.fer.unizg.hr/download/repository/Savjeti_za_oblikovanje_studentskih_radova_20100309.pdf, datum pristupa: svibanj 2018
- [8] LM2675 datasheet, <http://www.ti.com/lit/ds/symlink/lm2675.pdf>, datum pristupa: svibanj 2018
- [9] LP2992 datasheet, <http://www.ti.com/lit/ds/symlink/lp2992.pdf>, datum pristupa: svibanj 2018
- [10] TL2575 datasheet, <http://www.ti.com/lit/ds/symlink/tl2575-05.pdf>, datum pristupa: svibanj 2018
- [11] Slika mikrokontrolera, <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/18/PIC18F8720.jpg>, datum pristupa: svibanj 2018

Složeni sustav za napajanje digitalnih sklopova i analognih sklopova osjetljivih na

šum

Sažetak

Projektirati složeni sustav za napajanje koji omogućava generiranje više stabiliziranih napona na izlazu. Korištenjem prekidačkog pretvornika TL2575 napon od 24 V pretvoriti u napon od 12 V, a zatim napon od 12 V pretvoriti u 5 V pomoću linearnog pretvornika LP2992. Ovaj sustav za napajanje spojen je preko PIC mikrokontrolera na osobno računalo preko USB konektora. Na osobnom računalu se nalazi kod koji omogućuje uključivanje i isključivanje pojedinih regulatora napona. Mjeriti tipične parametre prekidačkih pretvornika i linearnog regulatora napona.

Ključne riječi: Regulator napona; mjerenje; Python; MPLAB IDE; TL2575; LP2992; LM2675; KiCAD; topologija pločice; lemljenje; PIC

Complex system for powering digital circuits and analogue circuits susceptible to

noise

Abstract

Design a complex power supply system that allows generating more stabilized output voltages. Using the TL2575 switching regulator turn 24V to a 12V voltage and then convert 12V voltage to 5V using a LP2992 linear regulator. This power supply system is connected via a PIC microcontroller to a personal computer with a USB connector. There is a code on a personal computer that allows you to turn on and off each of the voltage regulators. Measure the typical parameters of the switching regulators and the linear voltage regulator.

Keywords: DC-DC converter; measuring; Python; MPLAB X; TL2575; LP2992; LM2675; KiCAD; PCB layout; soldering ; PIC