

# PROJEKTIRANJE PODESIVOG IZVORA NAPAJANJA S LM317 INTEGRIRANIM KRUGOM

---

**Svoboda, Josip**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2020**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **Karlovac University of Applied Sciences / Veleučilište u Karlovcu**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:128:827587>

*Rights / Prava:* [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-02-02**



**VELEUČILIŠTE U KARLOVCU**  
Karlovac University of Applied Sciences

*Repository / Repozitorij:*

[Repository of Karlovac University of Applied Sciences - Institutional Repository](#)



zir.nsk.hr



DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

Veleučilište u Karlovcu

Strojarski odjel

Stručni studij mehatronike

Josip Svoboda

**Projektiranje podesivog izvora  
napajanja s LM317 integriranim krugom**

ZAVRŠNI RAD

Karlovac, 2020.

Karlovac University of Applied Sciences

Engineering Department

Professional undergraduate study of mechatronics

Josip Svoboda

**Design of an adjustable power supply  
with LM317 integrated circuit**

Finalpaper

Karlovac, 2020.

Veleučilište u Karlovcu

Strojarski odjel

Stručni studij mehatronike

Josip Svoboda

**Projektiranje podesivog izvora  
napajanja s LM317 integriranim krugom**

ZAVRŠNI RAD

mentor: Anamarija Kirin, mag. ing. inf. et comm. techn.

Karlovac, 2020.



# VELEUČILIŠTE U KARLOVCU

Trg J.J.Strossmayera 9  
HR - 47000, Karlovac, Croatia  
Tel. +385 - (0)47 - 843-500  
Fax. +385 - (0)47 - 843-503  
e-mail: dekanat @ vuka.hr



## VELEUČILIŠTE U KARLOVCU

Stručni studij: Mehatronika

Usmjerenje: Mehatronika

Karlovac, ožujak 2020.

### ZADATAK ZAVRŠNOG RADA

Student: Josip Svoboda

Matični broj: 0112614035

Naslov: Projektiranje podesivog izvora napajanja s LM317 integriranim krugom

Opis zadatka: U Završnom radu opisati integrirani krug LM317 i komponente potrebne za realizaciju podesivog izvora napajanja. Opisati postupak projektiranja takvog izvora napajanja s LM317 integriranim krugom. Primijeniti opisani postupak i realizirati izvor napajanja. Provjeriti rad izvora na različitim uređajima.

Zadatak zadan:

Rok predaje rada:

Predviđeni datum obrane:

Ožujak, 2020.

Lipanj, 2020.

13.7. 2020.

Mentor:

Predsjednik ispitnog povjerenstva:

Anamarija Kirin, mag. ing. inf. et comm. techn.

Filip Žugčić, mag.ing.el

Izjavljujem da sam ovaj rad izradio samostalno koristeći se znanjem koje sam stekao tijekom obrazovanja, te uz navedenu stručnu literaturu.

Posebno se zahvaljujem svojoj obitelji koja mi je bila podrška tijekom školovanja, te se zahvaljujem svojim prijateljima i kolegama koji su uvijek bili spremni pomoći.

Zahvaljujem se svojoj mentorici, Anamariji Kirin na svim savjetima i stručnoj pomoći oko izrade završnog rada.

Josip Svoboda

## SADRŽAJ:

SAŽETAK.....	II
SUMMARY .....	III
Popis slika:.....	IV
Popis tablica: .....	VI
1. UVOD.....	1
2. POVIJEST .....	3
3.INTEGRIRANI KRUG .....	4
3.1.Generacije integriranih krugova.....	5
4. PROJEKTIRANJE SUSTAVA I ODABIR KOMPONENTI .....	6
4.1. Popis komponenti .....	6
4.2. Opis komponenti .....	6
4.2.1. Integrirani krug LM317.....	6
4.2.2. Hladnjak za integrirani krug .....	8
4.2.3. Otpornici.....	10
4.2.4. Kondenzatori .....	12
5. REALIZACIJA SKLOPA.....	13
5.1. Ispitivanje/testiranje sustava .....	18
6.ZAKLJUČAK .....	20
LITERATURA.....	21
PRILOZI .....	24

## SAŽETAK

Napajanja se u današnje vrijeme svakodnevno koriste od strane malih i velikih potrošača. Postoji puno različitih vrsta i standarda koji se stalno mijenjaju i nadograđuju. Tema završnog rada je implementacija upravljanja sustavom napajanja koje bi služilo za pokretanje raznih uređaja koji zahtijevaju niske napone i male struje za rad. U teorijskom dijelu završnog rada će biti opisani dijelovi samog sklopa te njihove funkcije. U praktičnom dijelu će biti prikazan sam rad uređaja kada je na njega spojeno neko trošilo odnosno uređaj.

**Ključne riječi:** varijabilno napajanje, integrirani krug, LM317, izvor



## SUMMARY

Power supplies are nowadays used on a daily basis by small and large users. There is a large number of various types and standards that are constantly changed and improved. The topic of this finalpaper is the control implementation for the power supply that will serve to power all kinds of devices that require low voltage and small current. The theoretical part of this paper will describe parts of the construction and their functions. In the practical part it will be shown how does the device work when we plug other device in it.

**Keywords:** adjustable power supply, integrated circuit, LM317, source

Popis slika:

Slika 1: otpornici.....	1
Slika 2: kondenzatori.....	1
Slika 3: zavojnica.....	1
Slika 4: dioda.....	2
Slika 5: tiristor.....	2
Slika 6: tranzistor.....	2
Slika 7: elektronska cijev.....	2
Slika 8: integrirani krugovi.....	2
Slika 9: LM317.....	7
Slika 10: princip rada hladnjaka.....	8
Slika 11: rebrasti hladnjak.....	9
Slika 12: IEC standard.....	10
Slika 13: ANSI standard.....	10
Slika 14: otpornik i tablica čitanja vrijednosti otpornika.....	11
Slika 15: potencijometar.....	11
Slika 16: električni kondenzatori.....	12
Slika 17: izračun potrebnog otpora.....	13
Slika 18: shema sklopa.....	14
Slika 19: prikaz sklopa.....	15
Slika 20: prikaz sklopa.....	16
Slika 21: maksimalni napon sklopa.....	17

Slika 22: minimalni napon sklopa.....	17
Slika 23: ispitivanje elektromotra.....	18
Slika 24: ispitivanje ventilatora.....	19

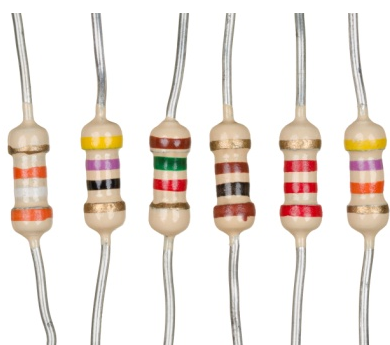
Popis tablica:

Tablica 1: specifikacije integriranog kruga (LM317).....7

## 1. UVOD

Elektronika je znanstveno tehnička disciplina odnosno područje elektrotehnike koje se bavi proučavanjem i kontrolom protoka elektrona u vakuumu i materiji te proučavanjem elektronskih sklopova. Elektronski sklopovi se sastoje od jednog ili više pasivnih i aktivnih elektroničkih elemenata. Elektronički element je osnovna jedinica od koje su građeni elektronički uređaji, te ih često nazivamo elektroničkim komponentama [1].

Pasivni elektronički elementi su otpornici (slika 1.), kondenzatori (slika 2.), zavojnice (slika 3.). Nazivamo ih pasivnima jer nemaju mogućnost pojačanja snage signala. Pasivni sklopovi su sastavljeni samo od pasivnih elemenata, te im nije potreban izvor napajanja.



Slika 1: Otpornici [2]



Slika 2: Kondenzatori [3]

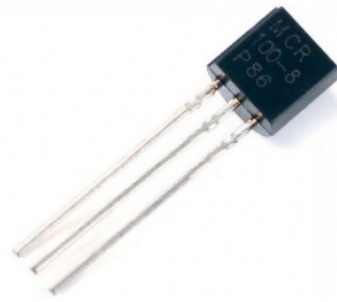


Slika 3: Zavojnica [4]

Nelinearni pasivni elektronički elementi su dioda (slika 4.), tiristor (slika 5.), dijak i trijak. Oni su karakteristični po tome da ne zadovoljavaju u potpunosti definiciju ni aktivnih ni pasivnih elemenata, te ih kao takve u elektronici proučavamo kao aktivne elemente.



Slika 4: Dioda [5]



Slika 5: Tiristor [6]

Aktivni elementi su tranzistori (slika 6.), elektronske cijevi (slika 7.), integrirani krugovi (slika 8.), te se koriste za pojačanje snage signala pri čemu se troši snaga iz izvora za napajanje sklopa.



Slika 6: Tranzistor [7]



Slika 7: Elektronska cijev [8]



Slika 8: Integrirani krugovi [9]

Među elektroničke sklopove koji nastaju međusobnim povezivanjem (spajanjem) većeg broja pasivnih i aktivnih elemenata možemo uvrstiti i ispravljače, pojačala, filtre, bistabile, logička vrata. Sklopovi se dijele na analogne i digitalne.

## 2. POVIJEST

Početak 20. stoljeća izumljena je trioda (slika 7.) vakumska elektronska cijev s tri elektrode. To je ujedno bio prvi element u povijesti elektrotehnike koji je omogućio pojačanje elektroničkog signala. S tim postignućem stvoren je temelj za radio, televiziju i mnoge druge elektroničke naprave i uređaje, uključujući i računala. Kako su elektronske cijevi relativno energetske neučinkovite, sklone zagrijavanju cijelog sklopa, velikih dimenzija, te kratkog životnog vijeka ubrzo su zamijenjene.

Zamijenio ih je poluvodički elektronički element tranzistor koji je razvijen 1950-ih te koji je skoro u svim svojstvima nadmašio elektroničke cijevi. Daljnji razvoj poluvodičke tehnologije omogućio je izradu velikog broja tranzistora i ostalih elemenata na jednoj ploči poluvodiča što nazivamo integrirani krug.

Samu ideju o integriranim krugovima prvi je razvio engleski inženjer Geoffrey W.A. Drummer [10] dok je radio za tvrtku Royal Radar Establishment [11] koja je dio Britanskog ministarstva obrane. Ideju je predstavio u Americi 7.5.1952. Prvi radni integrirani krug razvili su Jack Kilby [12] dok je radio za poduzeće Texas Instruments i Robert Noyce [13] iz Fairchild Semiconductors.

### 3. INTEGRIRANI KRUG

Integrirani krug poznat i kao IC (*eng. Integrated circuit*) je spoj više elektroničkih krugova na malom ravnom komadu poluvodičkog materijala koji je još poznat pod nazivom čip. Poluvodički materijal je najčešće od silicija. Integracija velike količine jako sitnih MOS tranzistora na komadiću poluvodičkog materijala rezultira krugom koji je za red magnitude manji, brži i jeftiniji od onih koji su konstruirani s diskretnim elektroničkim komponentama [14].

Masovna proizvodnja integriranih krugova, pouzdanost i pristup konstruiranju blokova krugova osigurali su jako brzu standardizaciju i korištenje integriranih krugova u zamjenu za obične tranzistore. Integrirani krugovi se nalaze u svim današnjim elektroničkim uređajima i opremi, te su napravili revoluciju u svijetu elektronike. Računala, mobilni uređaji i ostali digitalni kućni aparati su danas nezamjenjivi dio strukture modernog društva, što ne bi bilo moguće bez malih dimenzija i niske cijene integriranih krugova.

Napredak umetal-oksidi-silicij spoju je omogućio izradu i napredak integriranog kruga. Od 1960-ih, veličina, brzina i kapacitet integriranih krugova se znatno poboljšala jer su rađeni tehnički napreci, te su sve više i više sličili MOS tranzistoru. Moderni čip može sadržavati milijarde MOS tranzistora na površini veličine ljudskog nokta. Ta dostignuća, praćena zakonima Gordona Moorea (suosnivač Fairchild Semiconductor i direktor Intela), omogućila su da čipovi danas posjeduju milijun puta veći kapacitet i brzinu od čipova iz 1970-ih.

Integrirani krug ima dvije velike prednosti naspram diskretnih krugova a to su cijena i performanse. Cijena je niska jer su čipovi izrađeni fotolitografskim postupkom kao cjelina i sa svim komponentama, a ne slagani svaki zasebno kao tranzistori, a za pakiranje integrirane krugove je korišteno puno manje materijala. Performanse su visoke jer se komponente za integrirane krugove mijenjaju brzo i troše jako malo energije zbog svoje veličine i blizine. Glavni nedostatak im je visoka cijena dizajna i konstrukcije, te proizvodnja potrebne fotomaske. Zbog visoke cijene starta znači da su isplativi samo kod masovne proizvodnje.



### 3.1. Generacije integriranih krugova

#### SSI (*SmallScaleIntegration*)

Prva generacija u proizvodnji od 1960. do 1963. godine. Sastojao se od 10-100 tranzistora po čipu ili 3-30 logičkih vrata po čipu (*flipflop*).

#### MSI (*MediumScaleIntegration*)

Druga generacija u proizvodnji od kasne 1960. do sredine 1970. godine. Sastojao se od 100-1000 tranzistora po čipu ili 30-300 logičkih vrata (brojači, registri, multipleksori).

#### LSI (*LargeScaleIntegration*)

Treća generacija u proizvodnji od sredine 1970. do kraja 1970. godine. Sastojao se od 1000-10000 tranzistora po čipu ili 300-3000 vrata po čipu (8 bitni procesori).

#### VLSI (*VeryLargeScaleIntegration*)

Četvrta generacija u proizvodnji od početka 1980. godine do danas. Sastoji se od 10000-100000 tranzistora po čipu ili više od 3000 vrata po čipu (16 i 32 bitni procesori).

#### ULSI (*UltraLargeScaleIntegration*)

Sastoji se od  $10^6$  do  $10^7$  tranzistora po čipu (pametni senzori, VR moduli).

#### GSI (*GiantScaleIntegration*)

Sastoji se više od  $10^7$  tranzistora po čipu.

## 4. PROJEKTIRANJE SUSTAVA I ODABIR KOMPONENTI

### 4.1. Popis komponenti

- integrirani krug LM317
- hladnjak za integrirani krug
- otpornici  $1k\Omega$  i  $680\Omega$
- potencijometar  $10k\Omega$
- kondenzator  $470\mu F$
- ulaz  $<40V$
- transformator (vanjski)
- izlazi 6.3mm ženski
- displej 100V
- kućište

### 4.2. Opis komponenti

Ukratko ćemo opisati svaku komponentu koja nam je potrebna kako bi se zamišljeni sklop i ideja mogli realizirati.

#### 4.2.1. Integrirani krug LM317

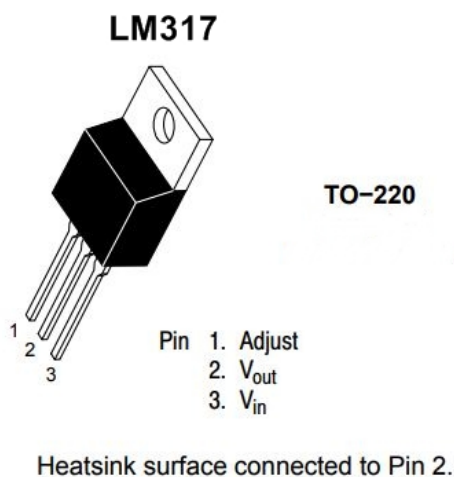
Integrirani krug LM317 je podesivi regulator pozitivnog napona na tri terminala (slika 9.) koji je u stanju dovesti struju jaču od 1.5A na naponu od 1.25V do 37V. Jako ga je jednostavno koristiti i zahtijeva samo dva unutarnja otpornika kako bi namjestio izlazni napon.

Svojstva LM317 (Tablica 1.):

- izlazni napon u rasponu od 1.25V do 37V
- izlazna struja veća od 1.5A
- zaštita od pregrijavanja
- kompenzacija sigurnosne zone izlaza

LM317 je svestran u svojoj primjeni te se može koristiti kod programabilnog izlaza i pri lokalnoj regulaciji na samoj pločici. Spajanjem otpornika na terminale izlaz

(*output*) i namještanje (*adjust*) dobijemo funkciju preciznog regulatora struje. Može se dodati kondenzator kako bi se poboljšao prolazni odziv. Terminal namještanje (*adjust*) možemo i zaobići i time ostvariti veliki omjer mrežkanja i odbijanja koji se inače teško ostvaruje sa standardnim regulatorima s tri terminala.



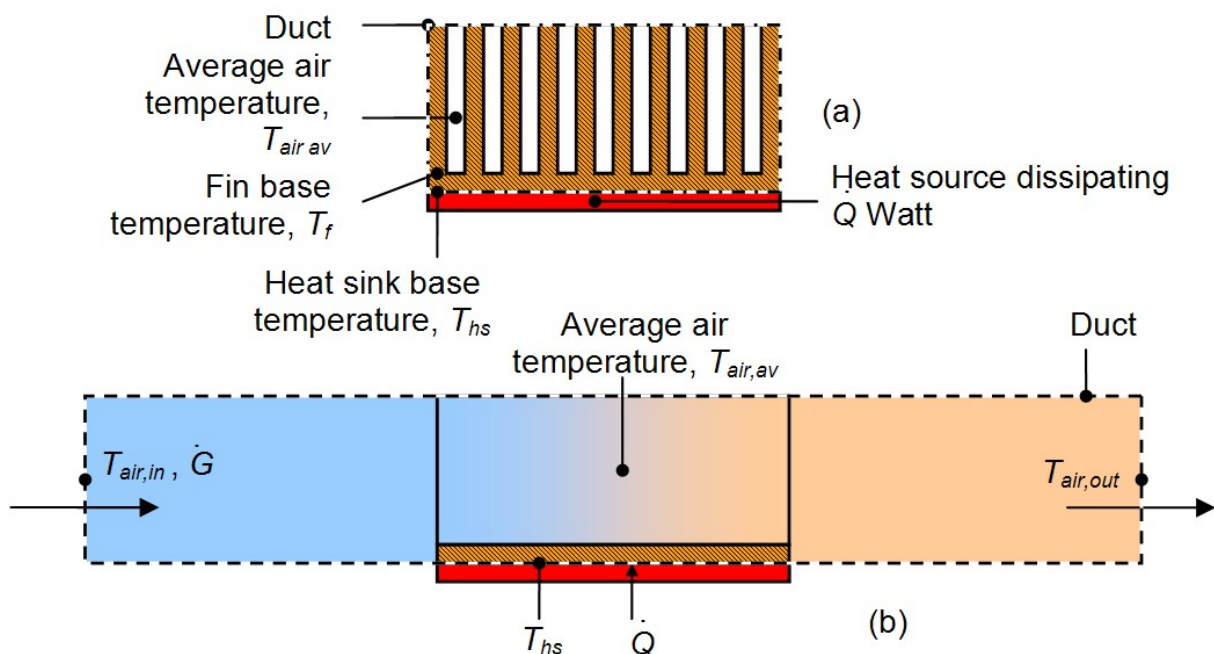
Slika 9: LM317 [15]

Tablica 1: specifikacije integriranog kruga (LM317) [16]

Vrsta izlaza	Podesivi
Struja izlaza (max)	1.5A
Napon napajanja (max)	40V
Napon napajanja (min)	3V
Napon izlaza (max)	37V
Napon izlaza (min)	1.25V
Preciznost (%)	5
Radna temperatura (°C)	0 do 125

#### 4.2.2. Hladnjak za integrirani krug

To je pasivni izmjenjivač topline koji odvodi nakupljenu toplinu sa elektroničkih ili mehaničkih komponenti u razne medije (voda, zrak) gdje je potom rasipana u atmosferu, te na taj način pomaže uređaju da zadrži optimalnu radnu temperaturu potrebnu za rad i najbolje performanse [5]. Dizajnirani su tako da zahvate maksimalnu kontaktnu površinu uređaja. Faktori koji utječu na jačinu hlađenja i brzinu odvođenja topline su brzina strujanja zraka, izbor materijala, dizajn i završna obrada. Jedan od velikih faktora je i sama pozicija hladnjaka. Kako bi poboljšali performanse hlađenja često stavljamo razne termalne paste i maziva, te na taj način uklanjamo džepove zraka između kontaktne površine hladnjaka i uređaja. Izrađuju se od aluminija ili bakra.

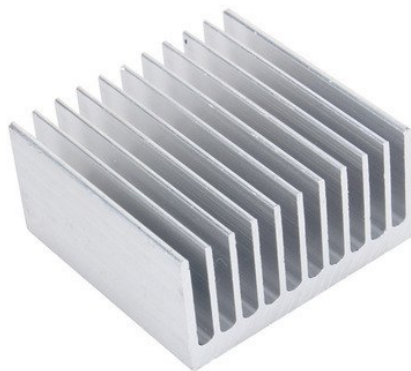


Slika 10: Princip rada hladnjaka [17]

Radi na principu prenošenja toplinske energije s tijela više temperature na medij fluida niže temperature (slika 10.). U termodinamici hladnjak je rezervoar topline koji može apsorbirati određenu količinu topline bez da znatno promijeni svoju vlastitu temperaturu. U praksi hladnjaci za elektroničke uređaje moraju imati višu temperaturu od svoje okoline kako bi mogli prenijeti toplinu pomoću konvekcije, radijacije i kondukcije. Da bismo razumjeli princip rada hladnjaka moramo uzeti u obzir Fourierov zakon o kondukciji topline.

Dizajn samog hladnjaka ovisi o termalnom otporu, materijalu, te broju i rasporedu rebara. Materijal koji se najčešće koristi je aluminij i njegove legure. Aluminijska legura 1050 ima jednu od najboljih provodljivosti temperature od  $229\text{W/m}\cdot\text{K}$ , ali je jako mekana. Aluminijske legure 6060 serije (niski stres test) 6061, 6063 se vrlo često koriste, te im je termalna provodljivost između  $166$  i  $201\text{W/m}\cdot\text{K}$ . Vrijednosti ovise isključivo o temperametu i svojstvima legura [17]. Hladnjaci od jednog komada aluminija mogu biti izrađeni procesom ekstruzije, lijevanjem ili blanjanjem. Bakar ima izuzetno dobra svojstva kada se radi o termalnoj provodljivosti, otpornosti na koroziju i otpornosti na mikrobe. Bakar ima dvostruko bolju provodljivost topline od aluminija i njegovih legura te iznosi oko  $400\text{W/m}\cdot\text{K}$ . Glavna primjena mu je u industrijskim područjima, elektranama, solarnom, termalnom i vodenom sustavu, bojlerima i elektroničkim sustavima. Bakar ima tri puta veću gustoću od aluminija te je skuplji.

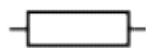
Rebra služe kako bi hladnjak odveo toplinu što dalje od uređaja. Ona se protežu od baze hladnjaka i mogu biti raznih oblika (cilindrična, eliptična i kvadratna). Takav tip hladnjaka je jedan od uobičajenih tipova koji se koriste u elektronici i za odvođenje topline u malim uređajima i sklopovima. Što je veća površina rebara to je bolje odvođenje topline. Primjer rebrastog hladnjaka dan je na slici 11.



Slika 11: Rebrasti hladnjak [17]

### 4.2.3. Otpornici

Otpornik je pasivna elektronička komponenta koja pruža otpor struji, pri čemu je odnos između jakosti struje i napona između priključaka u skladu s Ohmovim zakonom. Karakteristična veličina otpornika je električni otpor koji je jednak naponu na otporniku podijeljenom sa strujom koja protječe kroz otpornik. Koristimo ga kao element u elektroničkim sklopovima, te u električnim mrežama. Otpornik u shemi možemo prikazati na dva načina ovisno o tome koristimo li europski IEC (slika 12.) ili američki ANSI standard (slika 13.).



Slika 12: IEC standard [18]



Slika 13: ANSI standard [18]

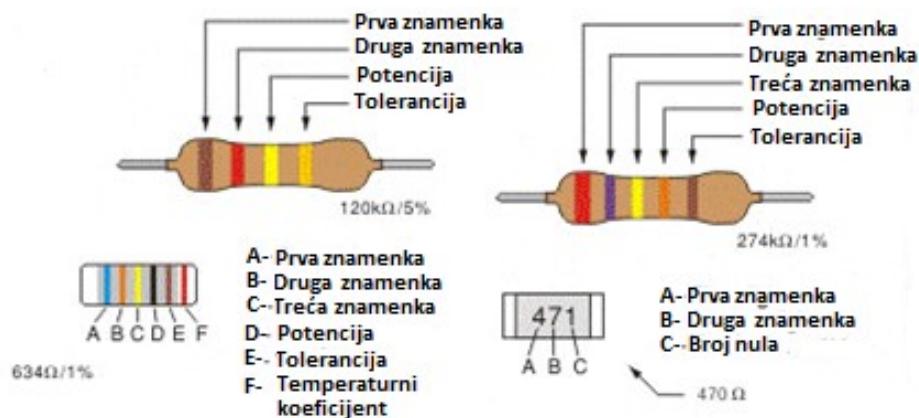
Otpornike se često koristi za stvaranje poznatog naponsko-strujnog odnosa u električnim krugovima. Ako je struja u krugu poznata, tada se koristi za stvaranje poznate razlike potencijala toj struji. Obrnuto, ukoliko je poznata razlika potencijala između dviju točaka u krugu, tada se otpornik može koristiti za stvaranje poznate struje proporcionalne toj razlici potencijala. Koristimo ga i za ograničavanje struje tako što postavimo otpornik u seriju s nekom drugom komponentom, kao što je LED dioda, te na taj način ograničimo struju na poznatu i dozvoljenu vrijednost. Također se može koristiti kao prigušivač (dijelilo napona) i kao linijski terminator (otpornik na kraju prijenosne linije).

Idealni otpornik je otpornik kod kojeg otpor ostaje konstantan bez obzira na dovedeni napon ili struju koja protječe kroz elemente, te brzinu promjene struje. Kao takav on u praksi nije ostvariv, te ga zato nazivamo idealnim otpornikom.

Vrste otpornika:

- Fiksni otpornici (slika 14.)
- Promjenjivi otpornici (reostat i potencijometar, primjer potencijometra dan je na slici 15.)
- Ostali tipovi otpornika (metal oksidnivaristori, termistor, senzistor, fotoosjetljivi, žice)

Fiksni otpornici su najčešći otpornici koji se koriste u svim vrstama elektroničkih uređaja. Cilindrični, s aktivnim otpornim materijalom u sredini ili na površini cilindra, vodljivih metalnih priključaka izvedenih uz os cilindra na svakoj strani. Koriste se ugljen-film i metal-film otpornici. Otpornici velike snage dolaze u velikim pakovanjima projektiranim da efikasno disipiraju toplinu, te su takvi otpornici obično izvedeni kao motani otpornici. Ugrađuju se u integrirane krugove kao dio tvorničkih postupka, koristeći poluvodič kao otpornik [18].



Slika 14: Otpornik i tablica čitanja vrijednosti otpornika [19]

Promjenjivi otpornici su otpornici čija se vrijednost može mijenjati odnosno namještati okretanjem osovine ili pomicanjem klizača. Mogu biti jeftini jednookretnog tipa ili višeokretnog tipa s helikoidalnim elementom, te neki čak mogu biti postavljeni na mehaničke pokazivače koji broje okretaje. Ponekada mogu biti nepouzdana zbog toga što žica ili metal mogu tijekom vremena zahrđati ili se istrošiti. Danas je taj problem rjeđi jer se koriste plastični materijali koji ne oksidiraju i imaju bolju otpornost na habanje.



Slika 15: Potenciometar [20]

#### 4.2.4. Kondenzatori

Kondenzatori (slika 16.) su spremnici statičkog elektriciteta i energije električnog polja koje nastaje u prostoru između dva električki vodljiva tijela zbog razdvajanja električnog naboja. Tvore ih dva metalna tijela nabijena raznoimenim nabojima istog iznosa. Karakteristična veličina kondenzatora je kapacitet  $C$  i izražavamo ga u faradima (F). Kako je kapacitet od 1F jako velik, kondenzatori koje koristimo u praksi imaju mnogo manji red veličine od 1pF do 1mF. Koristimo više vrsta električnih kondenzatora kao što su: višeslojni keramički, disk keramički, višeslojni folijski, cjevasti keramički, polistirolski te elektrolitski. U elektronici imamo kondenzatore promjenjivog i nepromjenjivog kapaciteta. Kondenzatori promjenjivog kapaciteta izrađeni su na osnovi da kapacitet kondenzatora raste s površinom uzajamnog prekrivanja ploča gdje je dielektrik zrak. To je na primjer potrebno kod radio aparata gdje se okretanjem osovine vrši promjena kapaciteta. Najveći kapacitet takvih kondenzatora je  $10^{-3} \mu\text{F}$  [21].

Kondenzatori se mogu spajati u seriju i paralelno. Pri paralelnom spajanju spoje se međusobno sve pozitivne (+) obloge pojedinih kondenzatora i zatim sve negativne (-) obloge. Ukupni električni naboj ovakve kombinacije jednak je zbroju pojedinih kondenzatora. Pri serijskom spajanju spoji se minus pol jednog kondenzatora s plus polom drugog kondenzatora. Električni naponi koji će se nalaziti između krajeva pojedinih kondenzatora određeni su kapacitetom kondenzatora i veličinom samog naboja. Zbroj tih padova napona mora biti jednak ukupnom električnom naponu  $U$  izvora struje.

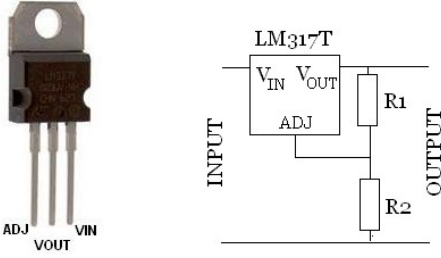


Slika 16: Električni kondenzatori [21]



## 5. REALIZACIJA SKLOPA

Prvi korak je crtanje sheme sklopa i proračunavanje potrebnog otpora kako LM317 ne bi pregorio, te kako bi sklop funkcionirao kako je zamišljeno. Otpor je najlakše izračunati pomoću web stranice REUK [22] (primjer je dan na slici 17.). To činimo tako da upišemo željeni izlazni napon te jedan od otpornika, a program nam na temelju zadanih vrijednosti izračuna najbolju vrijednost otpornika za sklop.



The image shows a physical LM317T voltage regulator component on the left and its internal circuit diagram on the right. The component has three pins labeled ADJ, VOUT, and VIN. The circuit diagram shows the LM317T with an input terminal labeled 'INPUT' connected to the VIN pin. The output terminal labeled 'OUTPUT' is connected to the VOUT pin. The ADJ pin is connected to a voltage divider network consisting of two resistors, R1 and R2. R1 is connected between the VOUT pin and the ADJ pin, and R2 is connected between the ADJ pin and ground.

The output **voltage** from the LM317 and LM338 is set using two **resistors** ( $R1$  and  $R2$ ) with their values chosen according to the following equation:

$$V_{OUT} = 1.25 * ( 1 + R2/R1 )$$

### REUK LM317/LM338 Voltage Calculator

Below is our automated **voltage calculator** for the LM317 and LM338 regulators. Simply enter your target output voltage  $V_{out}$  and chosen value for  $R1$  (100 to 1000 Ohms), click *Calculate*, and the required value of  $R2$  will be displayed.

Vout:  R1:  R2:

Target Output Voltage **1.5 to 37.0 Volts** R1 Resistor Value **100-1000 Ohms** **Click Calculate to display the calculated R2 value here.**

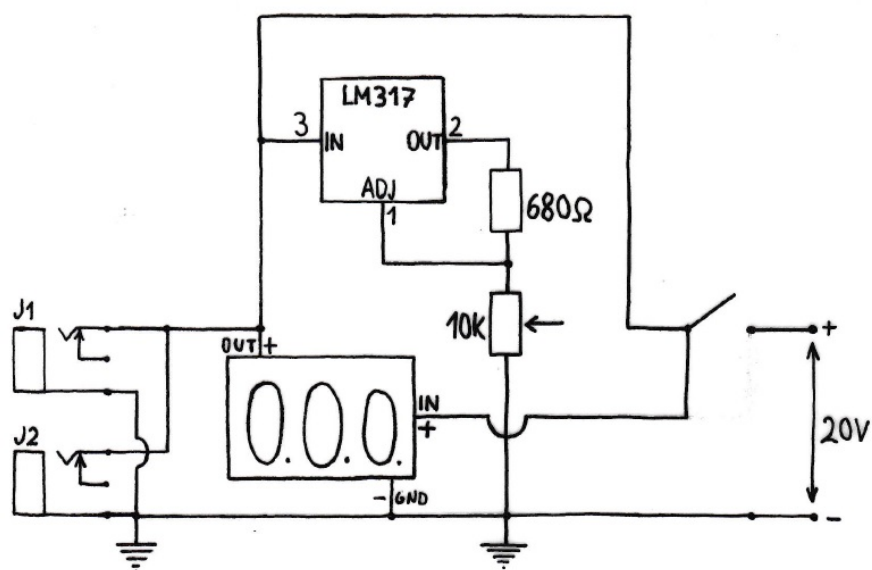
The results given above can be used to put together a **voltage regulator**, but the calculated value of  $R2$  will not be a standard/stock resistor value. Since the accuracy of the voltage regulator itself will be up to 5% out, and resistor values are not exact, it is common to use a **Potentiometer** (aka *variable resistor* or *trim pot*) for some or all of  $R2$ . This enables the output voltage to be manually fine-tuned to provide the exact voltage required.

Enter values of  $R1$  and  $R2$  below to calculate the corresponding value of  $V_{out}$ .

R1:  R2:  Vout:

R1 Resistor Value **100-1000 Ohms** R2 Resistor Value **Click Calculate to display the calculated Vout value here.**

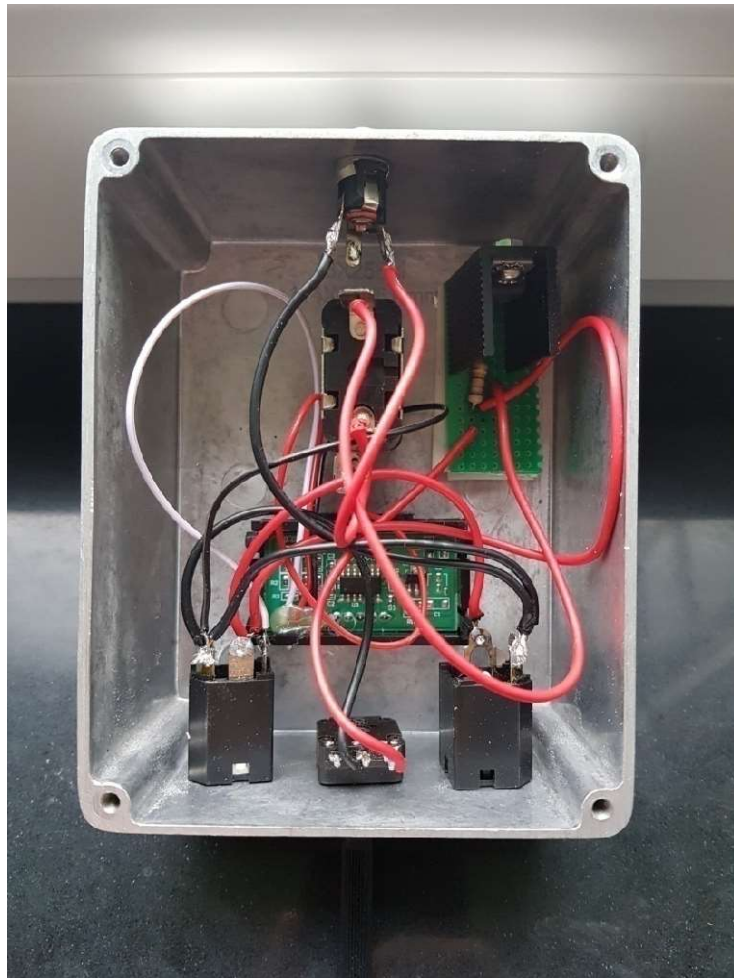
Slika 17: Određivanje potrebnog otpora za LM317 [22]



Slika 18: Shema sklopa

Nakon crtanja sheme [23], prelazimo na lemljenje i spajanje vodova. Proces lemljenja se izvodi tako da zagrijemo lemlicu na određenu temperaturu na kojoj se žica od kositra topi te zatim rastopljeni kositar prenesemo sa vrha lemilice na mjesto spoja te malo pričekamo da se rasporedi i odmaknemo lemlicu kako bi se stvrdnulo. Dobro je prije samog lemljenja premazati mjesto kontakta sa masti za lemljenje jer dobijemo bolji i postojaniji spoj. Kod lemljenja treba biti oprezan i uvijek treba nositi zaštitne naočale, a poželjne su i rukavice. Kada je lemljenje svih komponenti završenoposvetimo se izradi rupa i samome rasporedu komponenti unutar aluminijskog kućišta [24]. Rupe se buše pomoću stupne bušilice te se to izvodi tako da se na zabilježena mjesta prvo buši sa svrdlom od 2mm debljine te povećava za 2mm svako sljedeće bušenje kako bi rupa bila što ravnija i fino obrađena. Rupa za digitalni voltmetar mora se rezati ubodnom pilom jer je pravokutnog oblika. Prilikom rezanja i bušenja rupa treba biti vrlo pažljiv i također nositi zaštitne naočale zbog jako sitnih i oštih komadića lima koji bi nas mogli ozlijediti. Nakon što smo završili s obradom kutije, ispitujemo spojeve pomoću multimetra te utvrđujemo je li sve pravilno spojeno i je li sklop spreman za ugradnju u kućište. Pažljivo ugrađujemo svaku komponenta na predviđeno mjesto (slika 19), te na kraju sve još jednom ispitamo i provjerimo.

Za napajanje se koristi transformator do maksimalno 40V i struje jačine do 1.5A koji mora pretvarati izmjeničnu struju u istosmjernu. U ovom slučaju smo koristili transformator od 20V i 1A jer je oko tog iznosa napona rađen izračun otpornika i potenciometra, te kada bismo željeli koristiti jači napon napajanja morali bismo promijeniti otpornik ili potenciometar u neku veću vrijednost kako ne bi došlo do pregaranja LM317 [25].



Slika 19: Prikaz sklopa



Slika 20: Prikaz sklopa



Slika 21: Maksimalni napon sklopa



Slika 22: Minimalni napon sklopa

## 5.1. Ispitivanje/testiranje sustava

Sustav je testiran na 2 predmeta, elektromotoru u kućištu i ventilatoru iz stolnog računala. Bez napona na izlazima nisu zabilježena nikakvi događaji. Kada se sklopka uključi, na izlazima dobivamo napon od 0.96V (slika 22.), te elektromotor započinje s laganom rotacijom osovine (slika 23.), dok kod ventilatoranema nikakvog pomaka. Povećavanjem napona, motor se vrti sve brže i brže sve dok se ne prijeđe granica od 12V i tada prestaje raditi. Sustav je isproban na još jednom motoru koji je mnogo manji i slabiji te prestaje raditi već na prelasku preko 3.2V što je dobro jer je dizajniran da radi na naponima od 1.5 V do 3.2 V. Što se tiče ventilatora, primijetili smo da se on pokreće tek na 1.5 V te može izdržati opterećenje od maksimalnih 18.2V (slika 24.) koje sustav može dati, unatoč tome što je na specifikacijama ventilatora naveden maksimalni napon do 15V. Primijećeno je i da je došlo do pada napona od 0.6V na izlazu prilikom ispitivanja maksimuma ventilatora (slika 24.).



Slika 23: Ispitivanje elektromotora



Slika 24: Ispitivanje ventilatora

## 6.ZAKLJUČAK

Realiziran je podesivi izvor napajanja s LM317 integriranim krugom i drugim elektroničkim komponentama koji omogućava reguliranje niskih napona i malih struja. Prilikom testiranja spoja utvrđen je raspon napona koji je moguće ostvariti finim ugađanjem potenciometra, te su uočene mane samog sustava.

Prilikom izvedbe i testiranja sustava pojavili su se određeni problemi te su uočeni nedostaci i potencijalna rješenja koja bi unaprijedila sustav. Problem je zadavao početni napon koji nije pri paljenju bio 0 već je bio 0.96V (slika 21). Problem predstavlja fino podešavanje određenog napona, što bi se moglo riješiti ugradnjom boljeg i preciznijeg potenciometra koji ima više stupnjeva ugađanja i veći krug djelovanja. Zadnja mana koja je uočena je ta da sam sklop ima određeni pad napona, npr. kada je ulazni napon sustava 20V, na izlazu je dobiveno samo 18.8V (slika 20.). Usprkos tome uređaj je zadovoljio uvjete koji su mu postavljeni.

Poboljšanja koja se mogu primijeniti su stavljanje jako preciznog potenciometra kako bi ugađanje napona bilo veoma precizno, manje kućište kako bi sklop bio što kompaktniji u slučaju transporta i primjene, ugradnja boljeg displeja koji bi prikazivao više varijabli: jakost struje, frekvencije uređaja, te ugradnja više izlaza za ispitivanje većeg broja uređaja. Također, moguća nadogradnja bila bi i umetanje transformatora i Greatzovog spoja čime bismo dobili na masi samog sklopa i na jednostavnosti napajanja jer bi tada trebao obični strujni kabel za 220V i 50Hz.



## LITERATURA

[1] Osnove elektronike [Internet] Dostupno na:

<https://en.wikipedia.org/wiki/Electronics> . Datum Pristupa 15.03.2020.

[2] Otpornik [Internet] Dostupno na: <https://en.wikipedia.org/wiki/Resistor>. Datum Pristupa 17.03.2020.

[3] Kondenzator [Internet] Dostupno na:

[https://hr.wikipedia.org/wiki/Elektri%C4%8Dni\\_kondenzator](https://hr.wikipedia.org/wiki/Elektri%C4%8Dni_kondenzator). Datum Pristupa 19.03.2020.

[4] Zavojnice [Internet] Dostupno na:

[https://hr.wikipedia.org/wiki/Elektri%C4%8Dna\\_zavojnica](https://hr.wikipedia.org/wiki/Elektri%C4%8Dna_zavojnica). Datum Pristupa 19.03.2020.

[5] Dioda [Internet] Dostupno na:<https://hr.wikipedia.org/wiki/Dioda>. Datum Pristupa 16.03.2020.

[6] Tiristor [Internet] Dostupno na: <https://hr.wikipedia.org/wiki/Tiristor>. Datum Pristupa 16.03.2020.

[7] Tranzistor [Internet] Dostupno na:<https://hr.wikipedia.org/wiki/Tranzistor> i na <https://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?ID=62073>. Datum Pristupa 16.03.2020.

[8] Elektronska cijev [Internet] Dostupno

na:[https://hr.wikipedia.org/wiki/Elektronska\\_cijev](https://hr.wikipedia.org/wiki/Elektronska_cijev). Datum Pristupa 20.03.2020.

[9] Integrirani krugovi i logička vrata [internet] Dostupno na:

[https://hr.wikipedia.org/wiki/Integrirani\\_krug](https://hr.wikipedia.org/wiki/Integrirani_krug). Datum Pristupa

[10] GeoffreyDummer [Internet] Dostupno

na:[https://en.wikipedia.org/wiki/Geoffrey\\_Dummer](https://en.wikipedia.org/wiki/Geoffrey_Dummer). Datum Pristupa 25.03.2020.

[11] Royal Radar Establishment [Internet] Dostupno na:

[https://en.wikipedia.org/wiki/Royal\\_Radar\\_Establishment](https://en.wikipedia.org/wiki/Royal_Radar_Establishment). Datum Pristupa 25.03.2020.

[12] JackKilby [Internet] Dostupno na:[https://en.wikipedia.org/wiki/Jack\\_Kilby](https://en.wikipedia.org/wiki/Jack_Kilby). Datum Pristupa 30.03.2020.

[13] Robert Noyce [Internet] Dostupno na: [https://en.wikipedia.org/wiki/Robert\\_Noyce](https://en.wikipedia.org/wiki/Robert_Noyce). Datum Pristupa 30.03.2020.

[14] Integrirani krug [Internet] Dostupno na: [https://en.wikipedia.org/wiki/Integrated\\_circuit](https://en.wikipedia.org/wiki/Integrated_circuit). Datum Pristupa 14.03.2020.

[15] LM317 (Slika 9) [Internet] Dostupno na: <https://www.circuitspedia.com/1-5a-adjustable-lm317-dc-variable-voltage-regulator-circuit->. Datum Pristupa 16.03.2020.

[16] Specifikacije LM317 [Internet] Dostupno na: <https://www.ti.com/product/LM317?keyMatch=LM317&tisearch=Search-EN-everything&usecase=GPN> Datum Pristupa 08.03.2020.

[17] Hladnjak za LM317 [Internet] Dostupno na: [https://en.wikipedia.org/wiki/Heat\\_sink](https://en.wikipedia.org/wiki/Heat_sink). Datum Pristupa 16.03.2020.

[18] Otpornici [Internet] Dostupno na: <https://en.wikipedia.org/wiki/Resistor>. Datum Pristupa 17.03.2020.

[19] Specifikacija otpornika (Slika 14) [Internet] Dostupno na: <https://e-radionica.com/hr/blog/2015/08/19/otpornici/>. Datum Pristupa 17.03.2020.

[20] Potenciometar [Internet] Dostupno na: <https://hr.wikipedia.org/wiki/Potenciometar>. Datum Pristupa 17.03.2020.

[21] Kondenzatori [Internet] Dostupno na: [https://hr.wikipedia.org/wiki/Elektri%C4%8Dni\\_kondenzator](https://hr.wikipedia.org/wiki/Elektri%C4%8Dni_kondenzator). Datum Pristupa 19.03.2020.

[22] LM317 Kalkulator napona REUK (2006-2020) [Internet] Dostupno na: <http://www.reuk.co.uk/wordpress/electric-circuit/lm317-voltage-calculator/>. Datum Pristupa 10.03.2020.

[23] Strujni krug za LM317 [Internet] Dostupno na: <https://www.elprocus.com/adjustable-lm317-voltage-regulator-circuit/>. Datum Pristupa 10.03.2020.

[24] Savjeti oko kućišta [Internet] Dostupno na:<https://www.diyaudio.com/forums/everything-else/125333-buy-chassis-project-enclosures.html>. Datum Pristupa 02.04.2020.

[25] Uvod u LM317 [Internet] Dostupno na:<https://www.theengineeringprojects.com/2017/06/introduction-to-lm317.html>. Datum Pristupa 10.03.2020.

[26] Eksperimenti sa LM317 [Internet] Dostupno na:<https://www.hifiles.com/forum/index.php?/topic/33792-lm317-regulator-i-eksperiment-sa-preciznom-strujom-na-bazi-lm317/>. Datum Pristupa 10.03.2020.

[27] Antonio Želježnjak-Regulacija napona i struje u potrošačkoj elektronici (2015) [Internet] Dostupno na:<https://repositorij.vuka.hr/islandora/object/vuka%3A234/datastream/PDF/view>. Datum Pristupa 17.03.2020.

[28] Regulatori napona [Internet] Dostupno na:[https://www.fpz.unizg.hr/hgold/ES/AE/pog\\_4/pog424.htm](https://www.fpz.unizg.hr/hgold/ES/AE/pog_4/pog424.htm). Datum Pristupa 20.03.2020.

[29] Regulacija napona promijenjivim otpornikom [Internet] Dostupno na:<https://optima-inv.ru/hr/raznovidnosti/voltage-regulation-variable-resistor-variable-resistors/> . Datum Pristupa 01.04.2020.

PRILOZI

1. CD-R