



УНИВЕРЗИТЕТ
У НОВОМ САДУ



ФАКУЛТЕТ
ТЕХНИЧКИХ НАУКА

Трг Доситеја Обрадовића 6, 21000 Нови Сад, Република Србија
Деканат: 021 6350-413; 021 450-810; Централa: 021 485 2000
Рачуноводство: 021 458-220; Студентска служба: 021 6350-763
Телефакс: 021 458-133; e-mail: ftndeans@uns.ac.rs

ИНТЕГРИСАНИ
СИСТЕМ
МЕНАџМЕНТА
СЕРТИФИКОВАН ОД:



PROJEKAT IZ PRAKTIČNE ELEKTRONIKE

NAZIV PROJEKTA:

Kolo za automatizaciju rasvete pomoću fotootpornika

TEKST ZADATKA:

Realizacija kola za automatsko paljenje svetlosti koje ima zadatak da pali/gasi diodu u zavisnosti od inteziteta svetlosti upereno na fotootpornik

MENTOR PROJEKTA:

Bodić Milan

PROJEKAT IZRADILI:

David Križov EE 85/2019

Milija Gutić EE 153/2019

DATUM ODBRANE PROJEKTA:

5.10.2022.

Sadržaj

PROJEKAT IZ PRAKTIČNE ELEKTRONIKE	1
1. Uvod	3
2. Analiza problema	3
3. Proračuni i simulacioni rezultati	4
4. Opis detalja predmeta projekta.....	7
4.1. Detaljan opis svih podsistema uređaja	7
4.2. Slika uređaja u krajnjem stadijumu izrade	10
5. Rezultati testiranja.....	11
6. Zaključak	15
7. Literatura	15

1. Uvod

Tema ovog projekta jeste kolo za automatizaciju rasvete realizovano pomoću fotootpornika koji predstavlja ključnu komponentu u ovom kolu. Ulična rasveta bazirana je na principu ovog projekta. Projekat je zadao asistent Milan Bodić.

Poglavlje broj jedan - uvod u projekat.

Poglavlje broj dva - bavi se analizom problema projekta, kao i fazom izrade istog.

Poglavlje broj tri - rezultati tranzijentne analize koristeći softverski alat Micro-Cap.

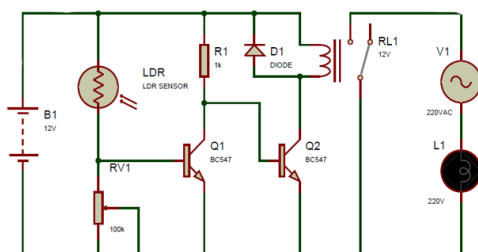
Poglavlje broj četiri - detaljan opis karakterističnih komponenti u kolu i slika uređaja u krajnjem stadijumu.

Poglavlje broj pet - rezultati testiranja performansi uređaja.

Poglavlje broj šest - zaključak i rezime projekta.

Poglavlje broj sedam - korišćena literatura/izvori.

Automatic Street Light Controller Circuit Using LDR



Slika broj 1 - primer kola sličnom kolu iz projekta; namena - ulična rasveta

2. Analiza problema

Glavni cilj ovog projekta jeste da dioda svetli u okolini manjeg inteziteta svetlosti i obrnuto. Ovde u našem projektu koristimo fotootpornik, operacioni pojačavač i NPN tranzistor kao glavne komponente za kontrolu paljenja i gašenja diode na osnovu donešene količine svetlosti.

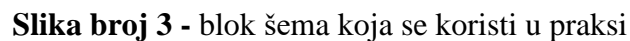
Da li će dioda svetleti zavisi od toga da li je tranzistor u zakočenju ili saturaciji. Napon na bazi tranzistora direktno zavisi od napona na izlazu operacionog pojačavača, a ulaz istog zavisi od naponskog razdelnika otpornika i fotootpornika. Što je intezitet svetlosti uperen na fotootpornik veći, to je emisija fotona na njemu veća, što znači da je i intezitet struje veći. Veća struja podrazumeva manju otpornost, što znači da je napon manji na ulazu. Iz ovoga sledi:

1) ako je veliki intezitet svetlosti, dioda neće svetleti (veliki intezitet svetlosti => mali napon na ulazu/izlazu => mali napon na bazi tranzistora => tranzistor u zakočenju)

Treba napomenuti da se dioda ne gasi odmah nakon što se fotootpornik izloži svetlosti zbog uticaja jake pozitivne povratne sprege na operacionom pojačavaču (igra ulogu **komparatora**).

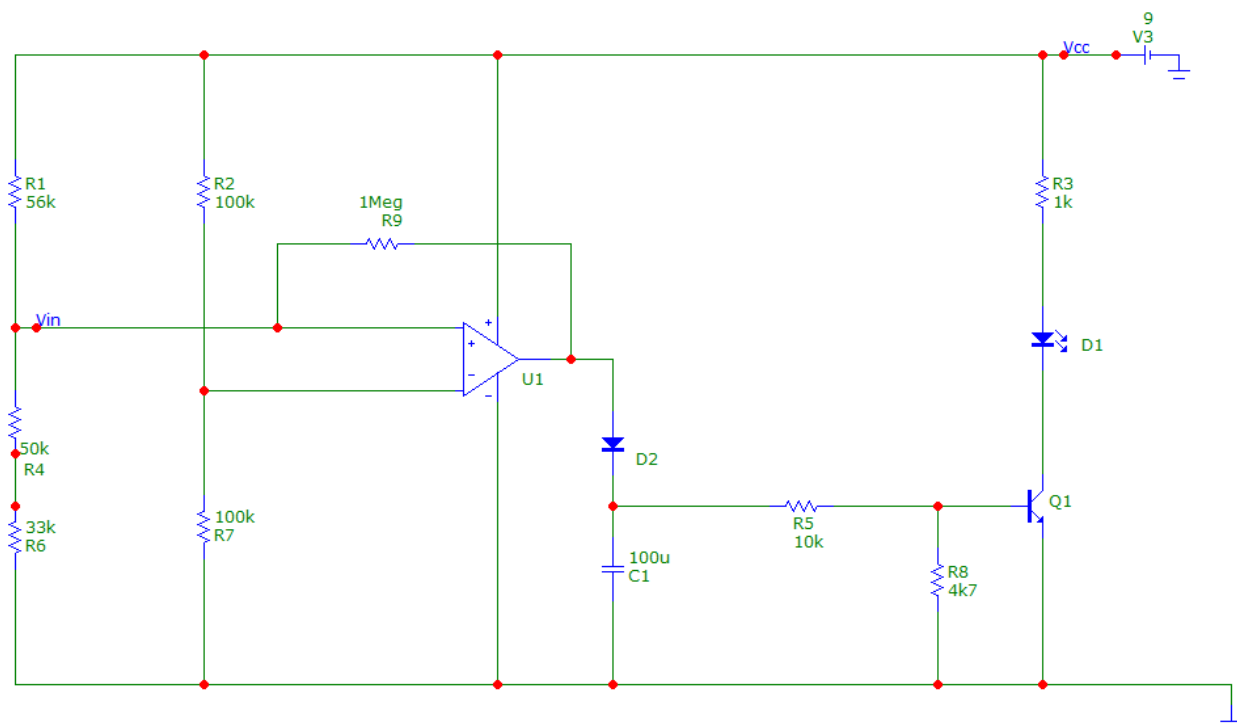


Na sledećoj slici data je šema na osnovu koje je naše kolo koncipirano.



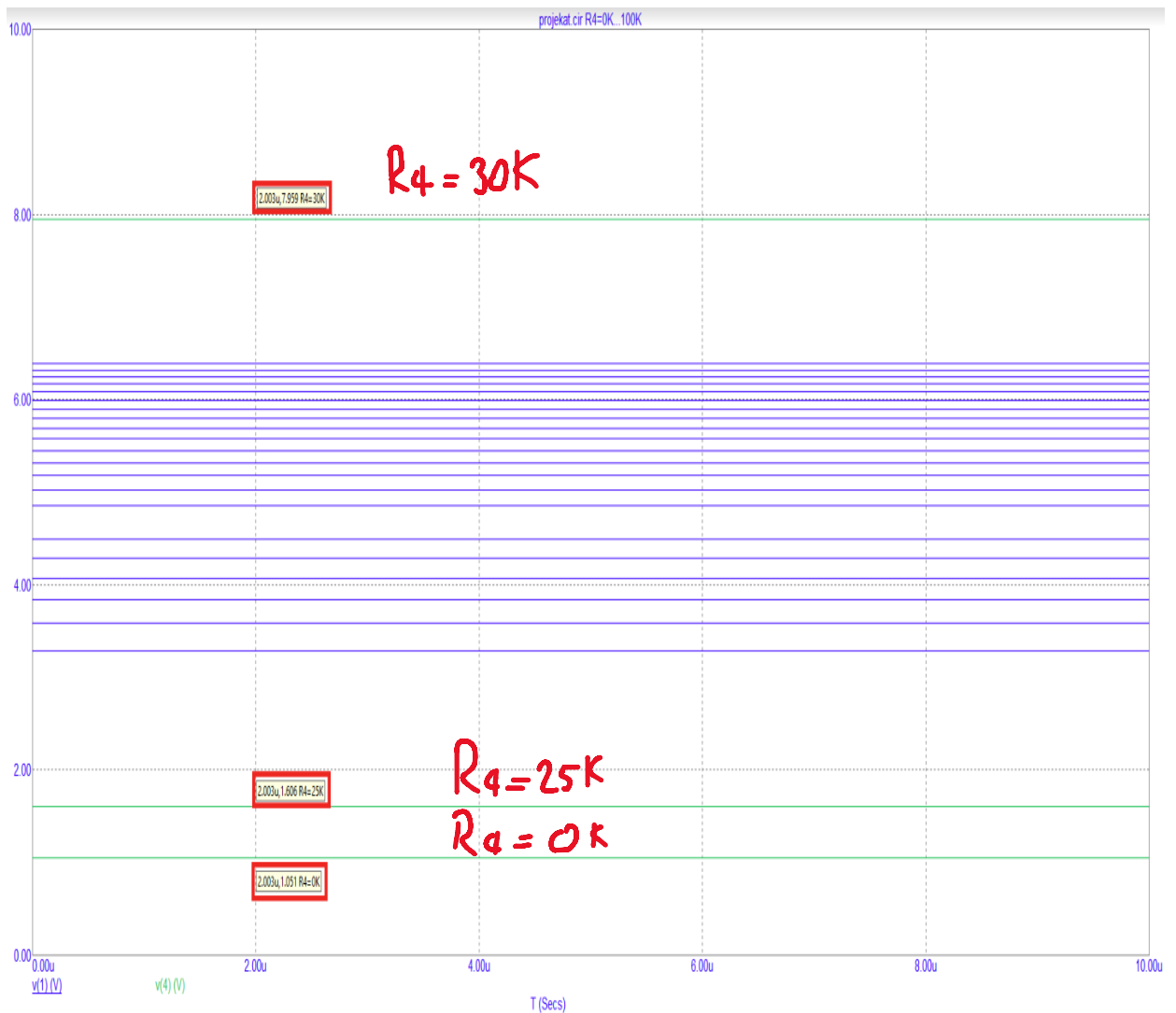
3. Proračuni i simulacioni rezultati

4



Slika broj 4 - šema Micro-Cap

Sada ćemo obrazložiti kako promena otpornosti na fotootporniku utiče na promenu napona na izlazu komparatora. Stavili smo da opseg otpornosti bude od 0k do 100k, sa korakom od 5k. Odavde možemo zaključiti sledeće:



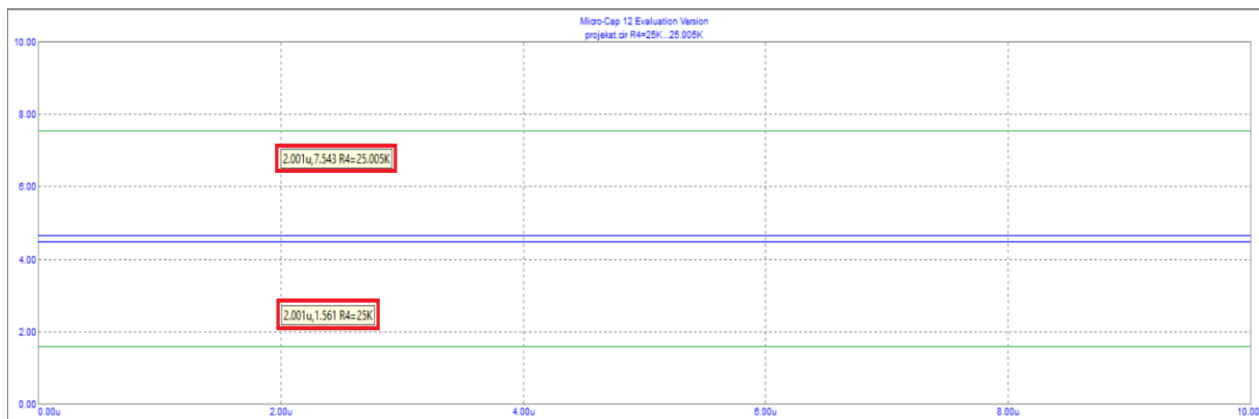
napon na ulazu

napon na izlazu komparatora

Slika broj 5 - tranzijentna analiza kola; koristimo stepping funkciju za otpornost fotootpornika(0k-100k, step 5k)

1) za $R < 25k$: napon na izlazu komparatora biće u opsegu od 1V-1.5V što se može videti sa uokvirenih rezultata sa slike. Ako uzmemo u obzir veliki pad napona na otporniku od 10k, napon baze na tranzistoru će biti manji od napona praga => tranzistor u zakočenju, dioda ne svetli

2) za $R \approx 25k$:



Slika broj 6 - tranzijentna analiza kola; koristimo stepping funkciju da približno odredimo graničnu otpornost fotootpornika (25k-25.005k, step 0.01k)

$R \approx 25k$ bi bila granična otpornost (u smislu kada dioda svetli ili ne svetli) jer možemo videti da za $R = 25k$, na izlazu imamo napon približno od 1.5 volti, a za $R = 25.005k$, na izlazu imamo napon približno od 8 volti. Ovo znači da za neku vrednost u opsegu $25k < R < 25.005k$ tranzistor prelazi iz zakočenja u aktivni režim, kao i iz aktivnog režima u saturaciju. Da sumiramo: $R \approx 25k$ predstavlja graničnu vrednost provođenja tranzistora

3) za $R > 25k$: napon na izlazu komparatora biće približno 8 volti. Ako uzmemo u obzir veliki pad napona na otporniku od 10k, napon baze na tr. će biti veći od napona praga \Rightarrow tranzistor u saturaciji, dioda svetli

4. Opis detalja predmeta projekta

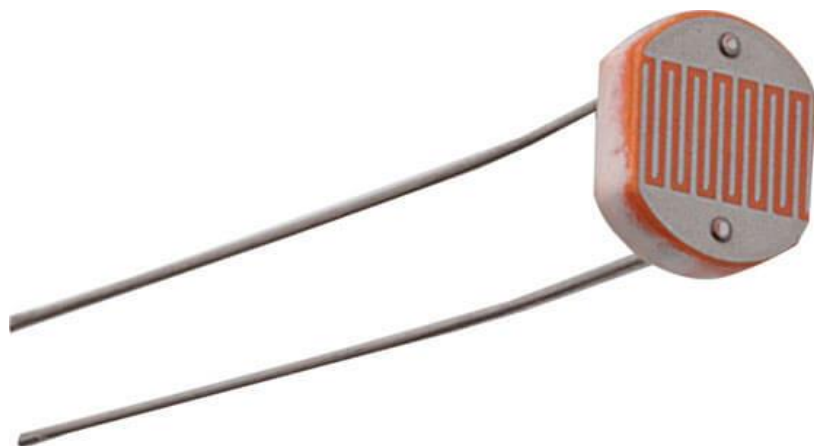
4.1. *Detaljan opis svih podsistema uređaja*

Komponente iskorišćene u kolu su:

QTY	PART	DESIGNATOR	NOTES	TYPE
2	100k resistors (brown - black - yellow)	R2, R7	1/4W 5% or better	Resistors
1	56k resistor (green - blue - orange)	R1		
1	33k resistor (orange - orange - orange)	R6		
1	10k resistor (brown - black - orange)	R5		
1	4k7 resistor (yellow - violet - red)	R8		
1	1k resistor (brown - black - red)	R3		
1	100uF capacitor	C1	Electrolytic capacitor, 16V or more	Capacitor
1	UA741	U1	UA741 op-amp IC (8 pin DIP)	Semiconductors
1	P2N2222A	Q1	NPN transistor	
1	1N4148	D2	Diode	
1	LED	D1	E.g. 5mm red LED	
1	LDR	R4	LDR (Light Dependent Resistor)	LDR
1	1M	R9		

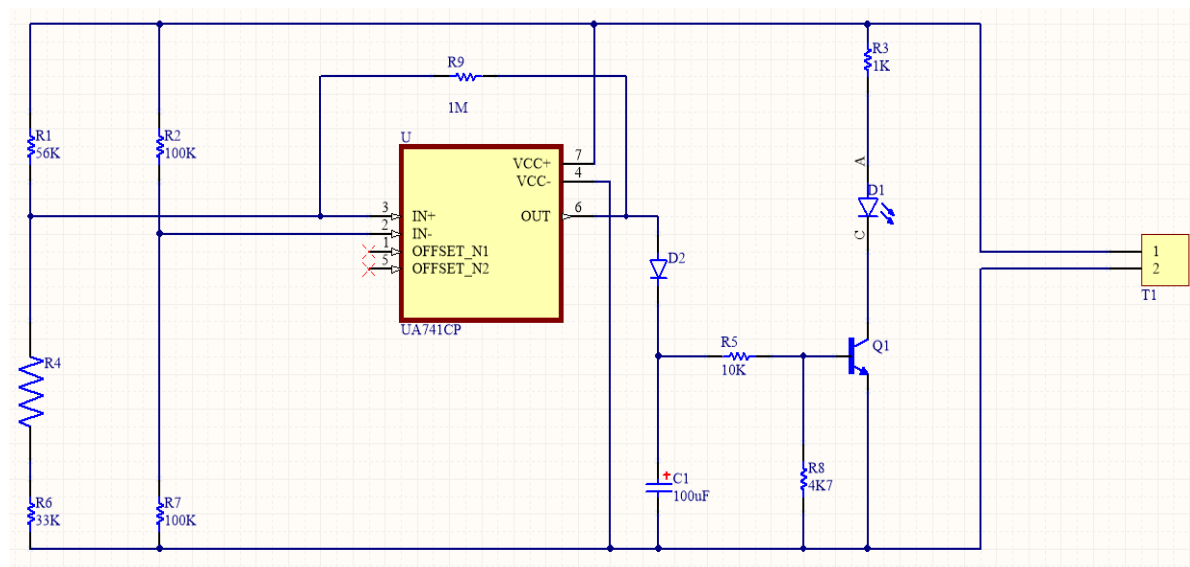
Slika broj 7 - komponente

U specifičnije komponente spada LDR (Light Dependet Resistor) / photoresistor čija otpornost zavisi od svetlosti.



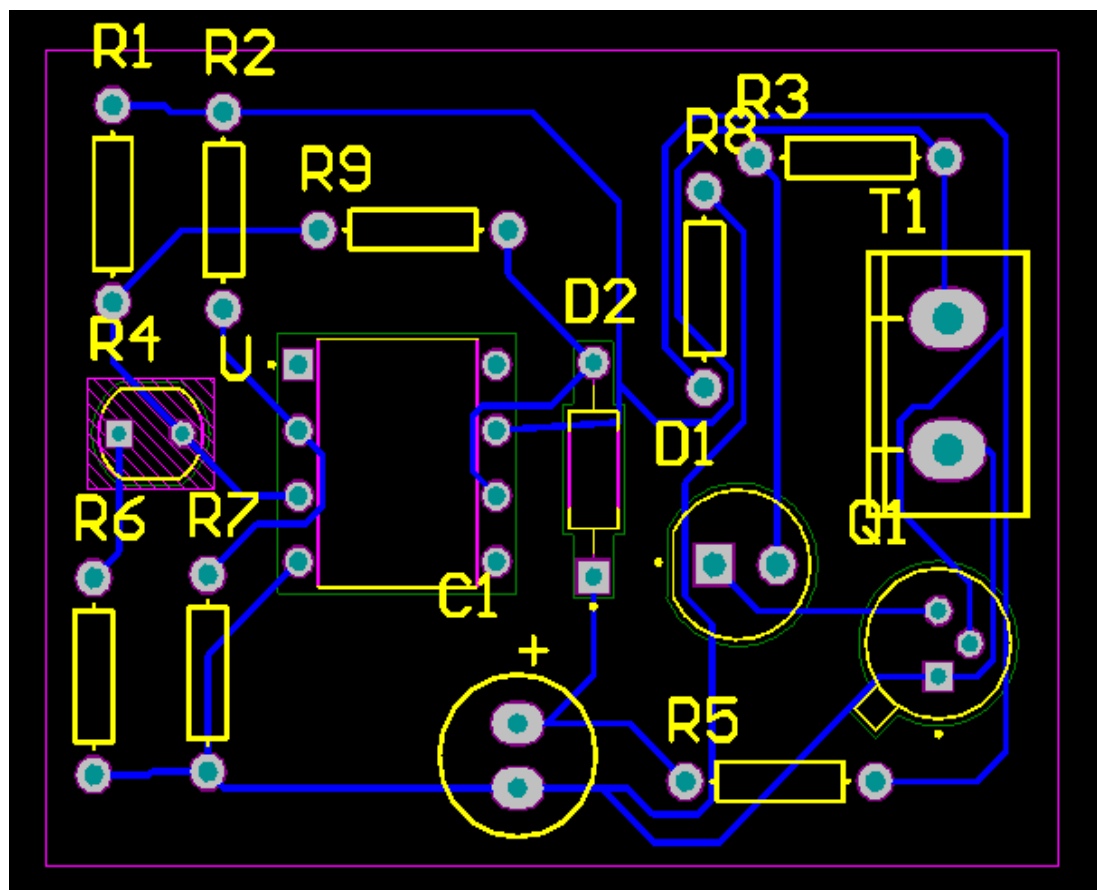
Slika broj 8 - fotootpornik

Šema uređaja (Altium Designer):



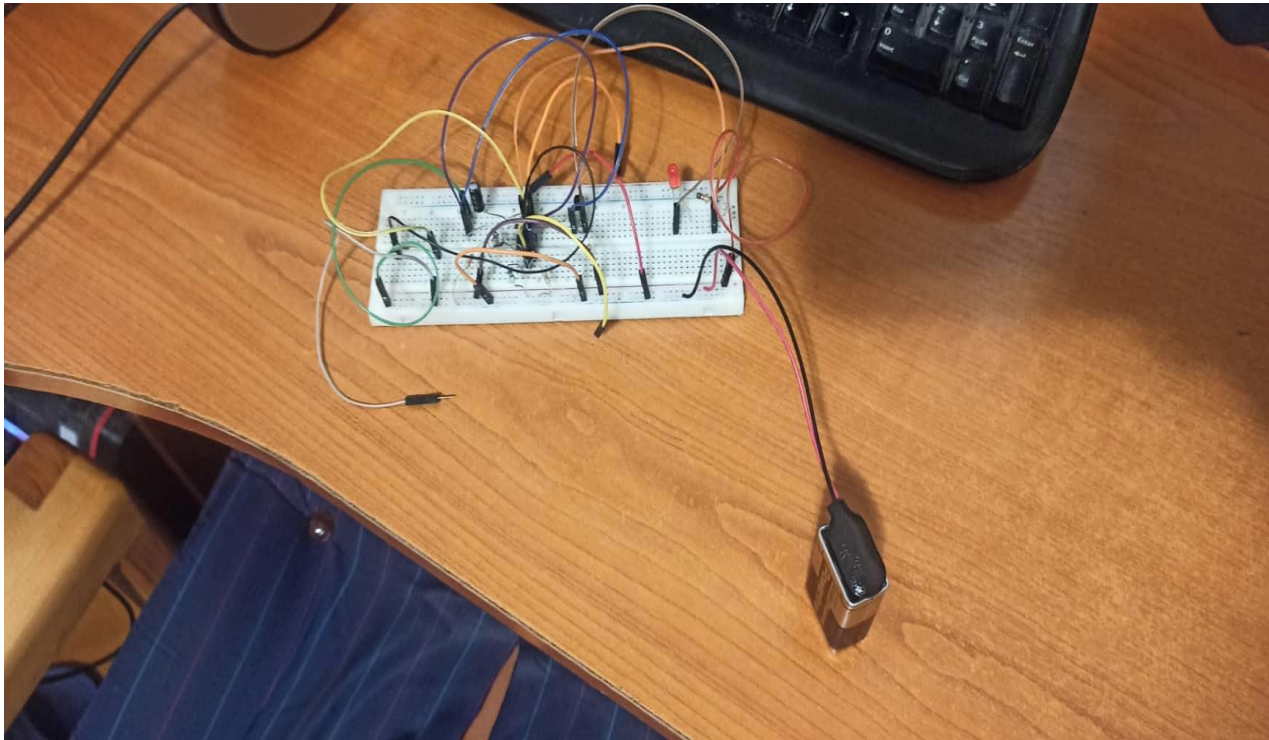
Slika broj 9 - šema električnog kola

Šema PCB-a za uređaj:

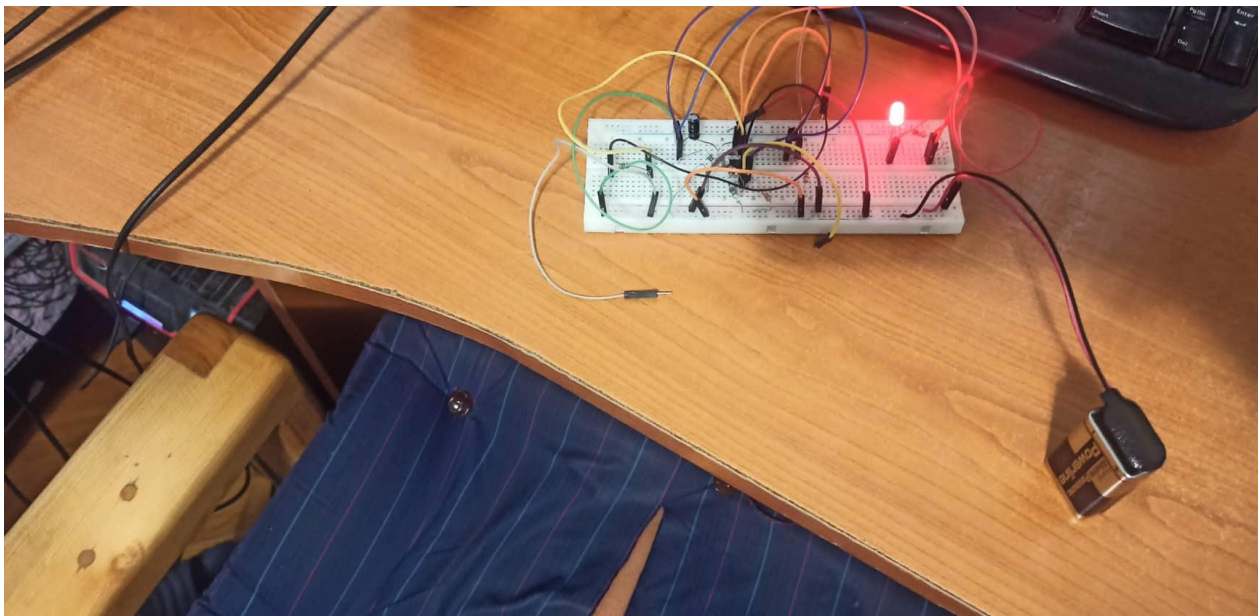


Slika broj 10 - 2D model PCB

4.2. *Slika uređaja u krajnjem stadijumu izrade*



Slika broj 11 - dioda ne svetli

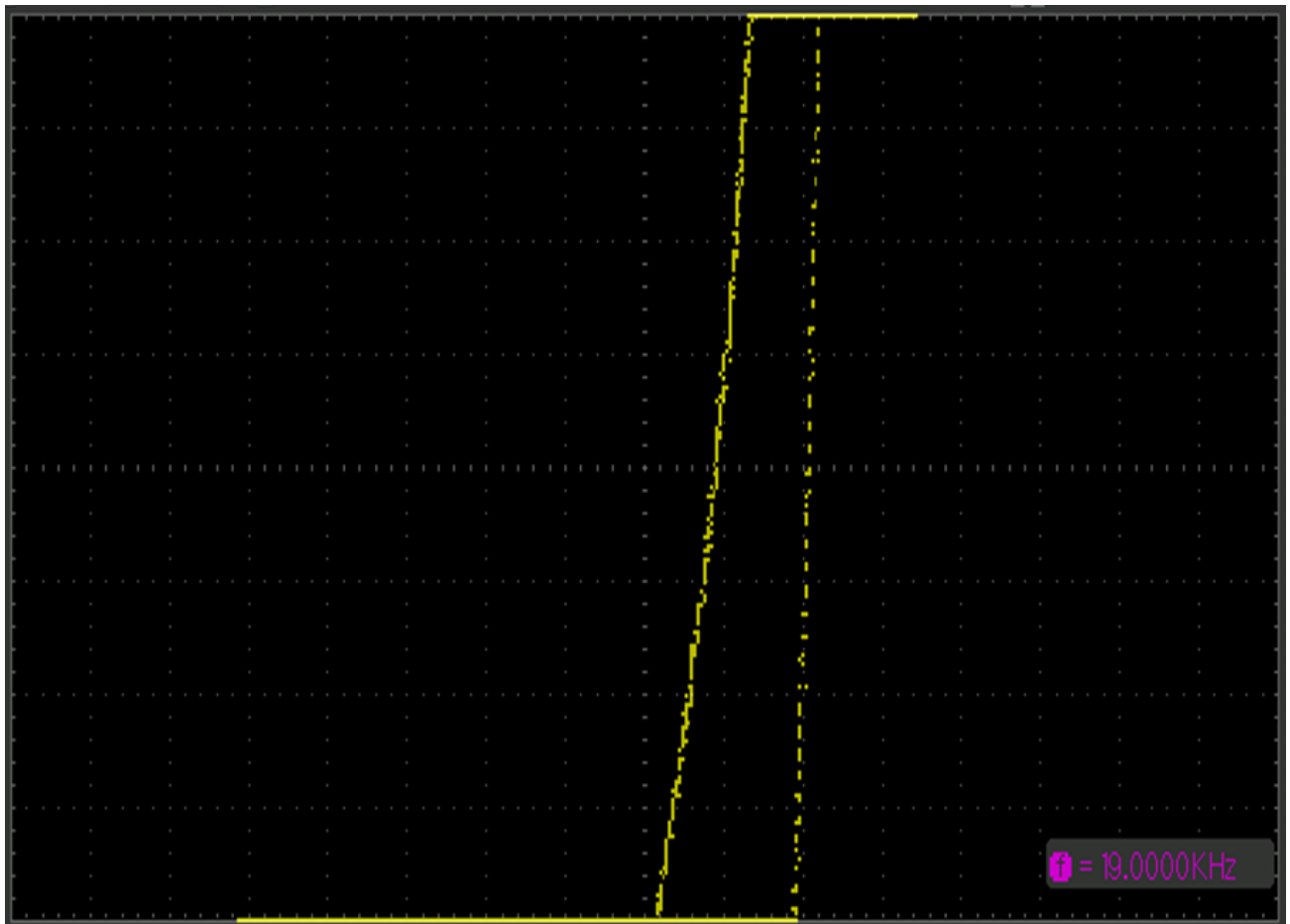


Slika broj 12 - kao što se može primetiti, senka nad fotootpornikom blokira dovoljno svetlosti što dovodi do uključenja diode

5. Rezultati testiranja

Performanse rada uređaja su testirane na osnovu količine svetlosti dovedene na uređaj, odnosno fotootpornik. Jasno je da tranzistor igra ulogu prekidača u ovom kolu, tako da će dioda svetleti kada je u saturaciji ili neće kada je u zakočenju. Ključnu ulogu još na uticaj performansi našeg kola igra operacioni pojačavač koji se ponaša kao komparator zbog pozitivne povratne sprege.

Uticaj povratne sprege omogućava kratkotrajno svetljenje dioda nakon otklanjanja svetlosti, što se može zaključiti iz ulazno-izlazne karakteristike histerezijske petlje komparatora, što je prikazano sledećim slikama (u slučaju da dioda svetli ili ne svetli):



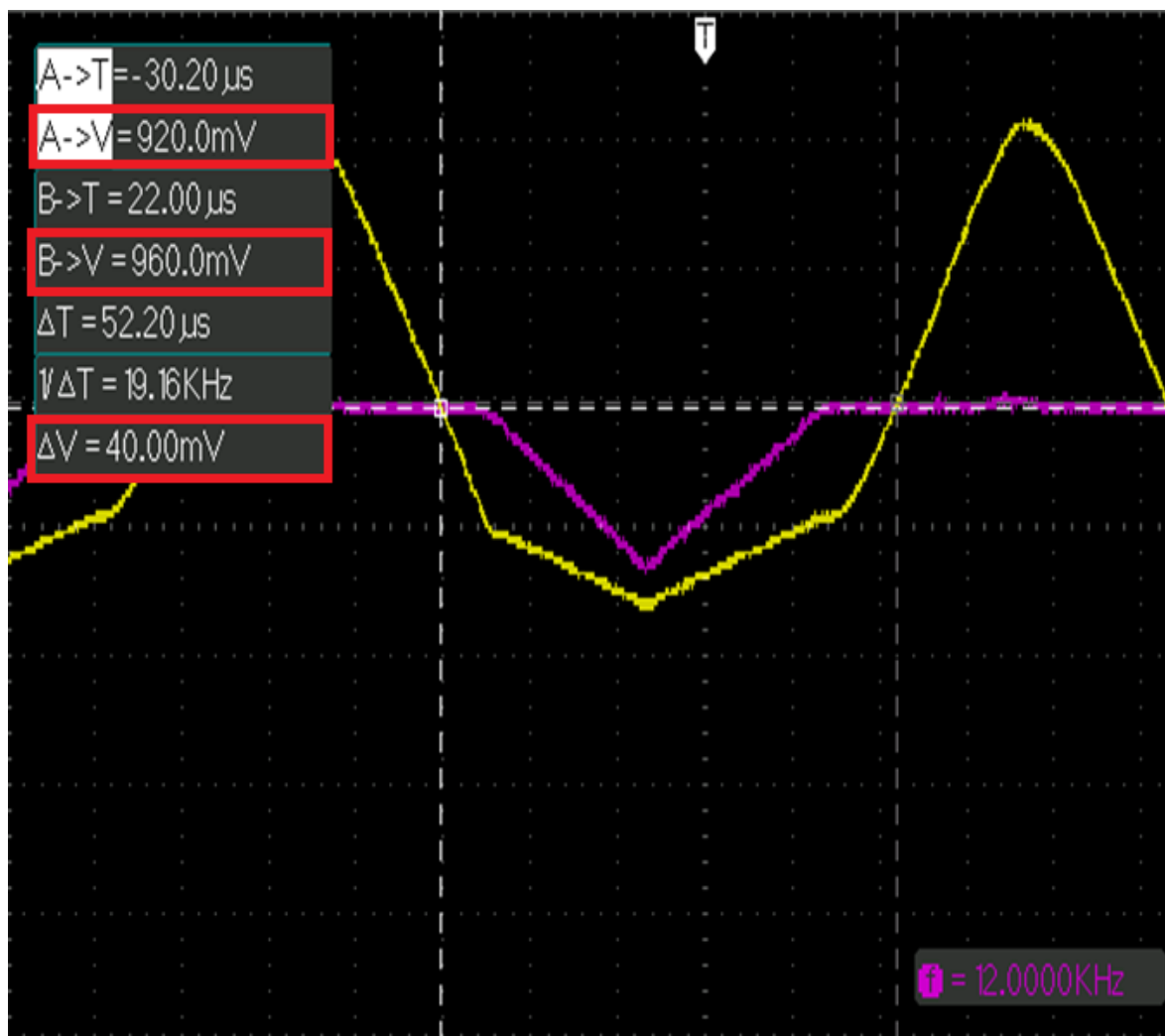
Slika broj 13 - ulazno-izlazna karakteristika (u slučaju manje svetlosti); *skrinšot na osciloskopu*



Slika broj 14 - ulazno-izlazna karakteristika (u slučaju veće svetlosti); *skrinšot na osciloskopu*

Napomena: za testiranje perforamnsi komparatora smo koristli testerasti signal kako bi odredili karakteristike sa slika ($V_{pp} = 18\text{ V}$).

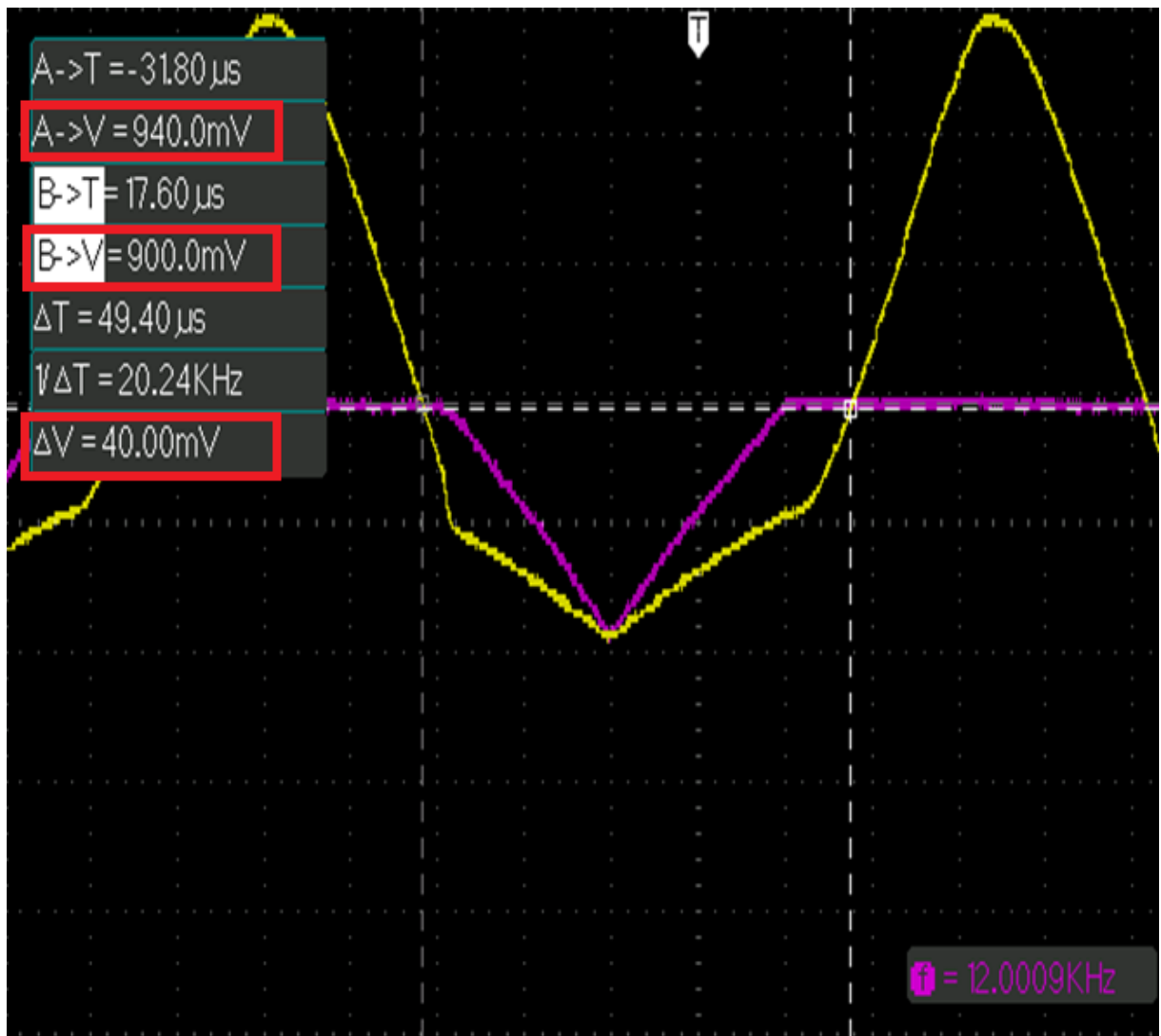
Pragovi napona na osciloskopu:



$$V' = 960 mV \quad V'' = 920 mV$$

$$V' - V'' = 40 mV \Rightarrow \text{ŠIRINA HISTEREZISA}$$

Slika broj 15 – naponi pragova (u slučaju manje svetlosti); žuti signal - ulaz komparatora, rozi signal - izlaz komparatora; *skrinšot na osciloskopu*



$$V' = 940 mV \quad V'' = 900 mV$$

$$V' - V'' = 40 mV \Rightarrow \text{ŠIRINA HISTEREZISA}$$

Slika broj 16 – naponi pragova (u slučaju veće svetlosti); žuti signal - ulaz komparatora, rozi signal - izlaz komparatora; *skrinšot na osciloskopu*

Komentar za **sliku broj 16** i **broj 17** : dioda svetli u oba slučaja jer kolo nije namenjeno za naizmeničan izvor napajanja (to da li će dioda svetleti zavisi jos od raznih karakteristika kao što je oblik ulaznog napona, njegova frekvencija,...). Ove slike predstavljaju kako promena napona na fotootporniku utiče na promenu napona na izlazu. Takođe, sa **slike broj 14** i **broj 15** se može videti da je širina histerezisa približno ista (**40 mV**), što je dokazano sa **sliku broj 16** i **broj 17**

6. Zaključak

Kako i sam zadatak nalaže, veliku ulogu igra LDR koji je jedan od ključnih komponenti uređaja, uspeli smo da napravimo kolo, čija funkcionalnost u velikoj meri zavisi od LDR-a.

S obzirom da nam je cilj projekta bio da dioda svetli sa manjim intenzitetom svetlosti i obrnuto, na osnovu slika iz poglavlja 4.2 možemo videti da smo uspešno odradili zadatak našeg projekta, bez nekih odstupanja.

1) ako je veliki intezitet svetlosti, dioda neće svetleti (veliki intezitet svetlosti => mali napon na ulazu/izlazu => mali napon na bazi tranzistora => tranzistor u zakočenju)

2) ako je mali intezitet svetlosti, dioda će svetlteti (mali intezitet svetlosti => veliki napon na ulazu/izlazu => veliki napon na bazi tranzistora => tranzistor u saturaciji)

Prilikom rada u MicroCap-u definisali smo 3 slučaja:

- $R < 25k$
- $R \approx 25k$
- $R > 25k$

Zatim smo definisali specifične komponente našeg uređaja i u Altium Designer-u predstavili šemu kola (schematic) kao i 2D model PCB-a.

S obzirom da u našem kolu postoji pozitivna povratna sprega (OP igra ulogu komparatora), na osciloskopu smo prikazali ulazno-izlaznu karakteristiku histerezisne petlje komparatora.

Tada smo koristili testerasti signal sa generatora funkcija kako bi dobili željeni prikaz karakteristike.

Da bi princip ovog kola mogli primeniti u praksi, kao što bi bila na primer ulična rasveta, morali bismo izvršiti par modifikacija na našem kolu. Te modifikacije podrazumevaju upotrebu dodatnih komponenti kao što je na primer lampa, transformator i AC napajanje veće voltaže (220-230 volti), čime bi zapravo mogli da simuliramo identičan princip rada ulične rasvete.

7. Literatura

- [1] Laslo Nađ, *Odabrana poglavlja iz impulsne elektronike*, FTN, Novi Sad, 2020.
- [2] Skripta za *Altium Designer*
- [3] "Datasheet za operacioni pojačavač", <https://www.ti.com/lit/ds/symlink/ua741.pdf>, [septembar 2022.]
- [4] "Datasheet za LDR", https://components101.com/sites/default/files/component_datasheet/LDR%20Datasheet.pdf, [septembar 2022.]
- [5] "Datasheet za tranzistor", <https://www.onsemi.com/pdf/datasheet/p2n2222a-d.pdf>, [septembar 2022.]