

# Lab 4 - INF1411

Rune Hovde

April 10, 2016

## Contents

<b>1</b>	<b>LED og strømbegrensning av LED</b>	<b>2</b>
1.a	.....	2
1.b	.....	3
1.c	.....	3
1.d	.....	4
<b>2</b>	<b>Zener-diode</b>	<b>4</b>
2.a	.....	4
2.b	.....	5
2.c	.....	5
<b>3</b>	<b>Halvbølgeretter</b>	<b>5</b>
3.a	.....	5
3.b	.....	7
<b>4</b>	<b>Enkel spenningsregulator</b>	<b>7</b>
4.a	.....	7
4.b	.....	7
4.c	.....	8

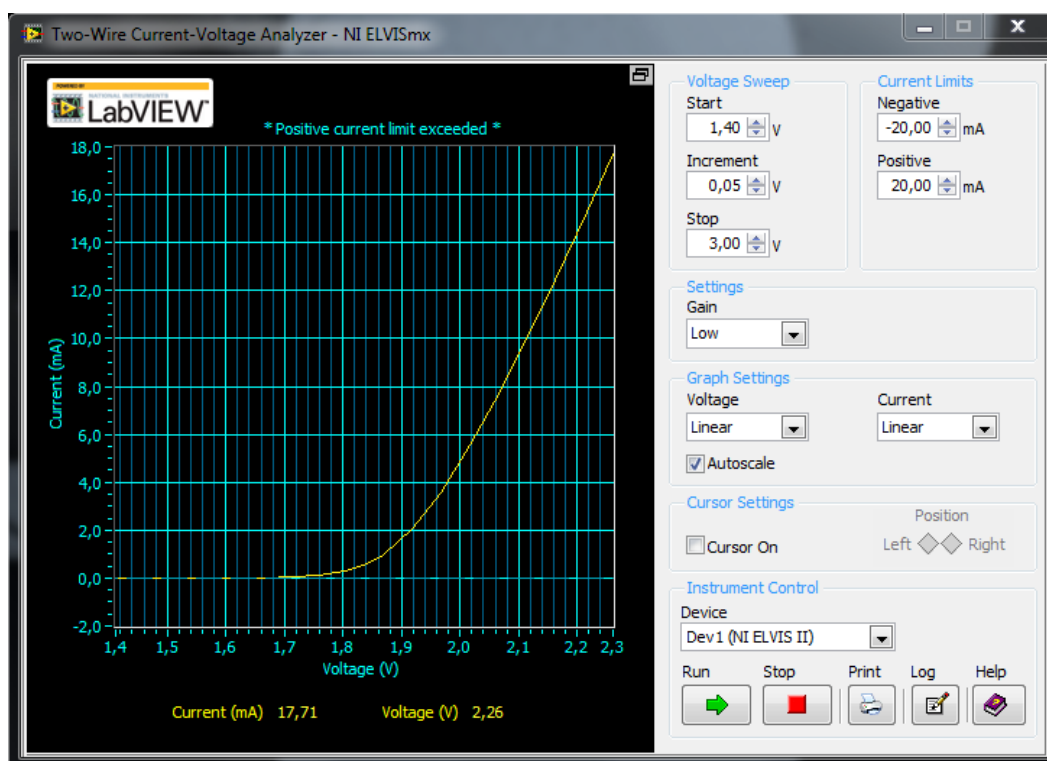
# Oppgavene

## 1 LED og strømbegrensning av LED

### 1.a

- Finn en lysdiode (LED) og koble P-siden til "DUT+" og N-siden til "DUT-" (DUT+ og DUT- er på venstre side av breadboardet til ELVIS) (En tegning i veiledningen viser hvordan å identifisere P- og N-siden av en LED.)
- Åpne instrumentet 2-Wire og sett "Current Limit" til 20 mA.
- Bruk instrumentet 2-Wire til å tegne en VI-karakteristikk av dioden på lineær skala, som minst viser spenninger fra 0 V og opp, til strømmen har nådd 10 mA. Lever med rapporten et skjermbilde (Ctrl-Alt-Print Screen) som viser VI-karakteristikken
- Finn spenningen  $V_F$  når foroverstrømmen i LED-dioden er 10 mA.

Jeg valgte å la den gå opp til ca. 18mA, i stedet for å bare gå opp til 10mA. Jeg startet den på 1,4V, med en increment på 0,05V, og stoppet den ved 3,0V (den stopper før dette, ved ca. 2,3V pga. current limit)



Når foroverstrømmen i LED-dioden er 10mA er spenningen  $V_F$  ca. 2,11V

### 1.b

- Anta en forsyningsspenning  $V_S = 5$  Volt. Bruk  $V_F$  som du fant i oppgave 1a for dioden. Beregn hva motstanden  $R$  må være slik at strømmen gjennom  $R$  er ca 10 mA.

Vi skal bruke  $V_F = 2,11$  V (som vi fant i oppgave 1a)

Kirchoffs spenningslov sier at  $V_S = 5$  V

Da vil det være 2,89 V over motstanden.

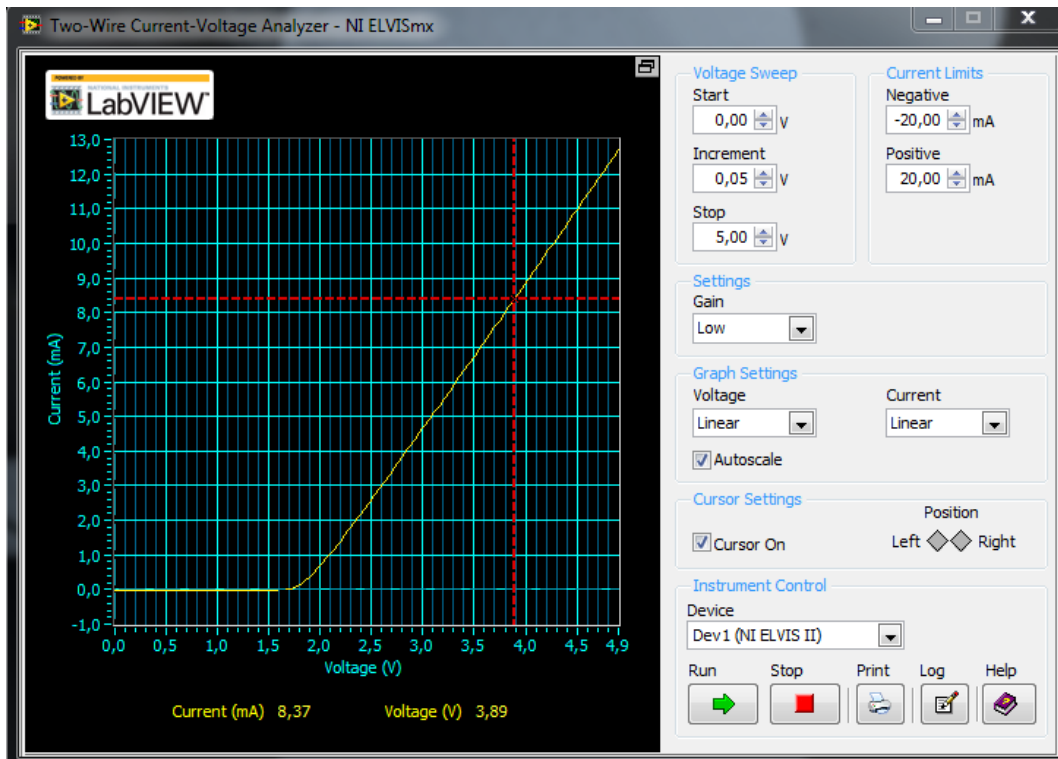
Vi bruker formelen  $U = R \times I$  til å finne resistansen

$$R = \frac{U}{I} = \frac{2,89 \text{ V}}{10 \text{ mA}} = 289 \Omega$$

### 1.c

- Finn en motstand med verdi nærme det du fant i oppgave 1b. Oppgi målt verdi av motstanden. Koble opp motstanden og LED-dioden i serie. Koble så denne kretsen mellom "DUT+" og "DUT-" (N-siden av dioden skal kobles til "DUT-". Du trenger ikke å jorde)
- Bruk instrumentet 2-Wire til å tegne en ny VI-karakteristikk der du varierer spenningen fra 0 Volt til 5 Volt i passe små steg. Lever plottet med rapporten.
- Bruk cursorene til å måle stigningstallet  $G_S$  for VI-karakteristikken lengst til høyre der strømmen vokser tilnærmet lineært. Beregn  $R_S = 1/G_S$  og sammenlign dette tallet med seriemotstanden du satte in.

Målt motstand:  $217 \Omega$



Stigningstallet =  $0,004256 \text{ A/V}$

$$R_S = \frac{1}{G_S} = 234 \Omega$$

$R_S$  blir større enn den verdien for  $R$  vi brukte i kretsen fordi dioden er som et batteri med feil polaritet som motarbeider spenningskilden. Altså barriærespenning.

### 1.d

$P = U \times I = 5V \times 0,0131A = 0,0665W$  Fordelen med å bruke en motstand i en sånn krets er at man øker den totale resistansen. Man kan lett se av formelen  $I = \frac{U}{R}$  at når R øker, minker I. Dermed kan man lett beregne hva strømmen kommer til å bli.

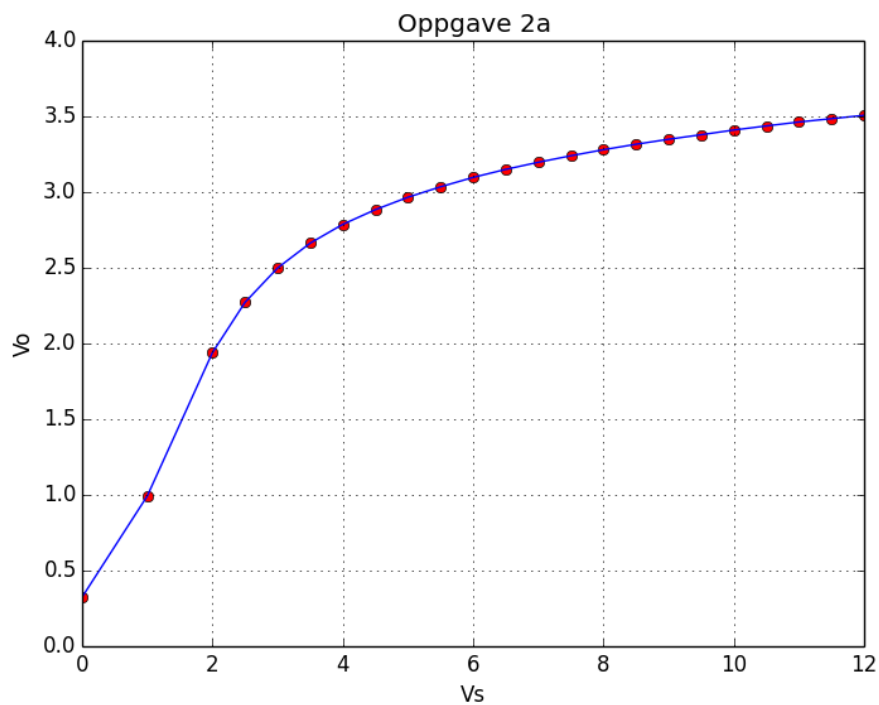
Ulempen ved å ikke bruke en motstand er at man lettere kan få for høy spenning direkte på motstanden, så den brenner opp.

## 2 Zener-diode

### 2.a

- Finn en zener-diode (BZX793V3 små, røde, glassinnkapslede), og en motstand R med verdi omtrent 1 kOhm.
- Koble opp kretsen over. Bruk variable power supply (VPS)-instrumentet til å sette spenninger på kretsen. (Bruk evt. oscilloskop/sagtann fra FGEN i stedet, se tipset under)
- Mål  $V_O$  mens du varierer  $V_S$  fra 0 Volt til 12 Volt. Bruk MATLAB eller lignende til å lage et plott av målingene, der forsyningsspenningen går langs x-aksen. Lever med plottet.

Motstanden jeg brukte:  $987,9\Omega$



## 2.b

Jeg synes at når  $V_S = 6V$  er utspenningen stabil. Da er  $V_O = 3,097V$ , og effekttapet i motstanden er:

$$P = \frac{U^2}{R} = \frac{2,903V^2}{987,9\Omega} = \underline{0.008531W}$$

Ved 12V er 3,507V på dioden. Da vil 8,493V være over resistoren.

$$P = \frac{U^2}{R} = \frac{8,493V^2}{987,9\Omega} = 0,073015W$$

Hvis R ble valgt for liten, og  $V_S$  ble for stor, ville motstanden blitt veldig varm, og i verste fall brenne.

Hvis motstanden hadde vært mye større ville totalresistansen vært mye høyere, og spenningen ville blitt mye mindre. Dette tror jeg ville resultert i at man ville fått en lignende graf, men mye lenger ned enn den er.

## 2.c

Hvis man satte en lastmotstand i parallell med dioden, ville  $V_O$  blitt lavere, fordi strømmen ville bli fordelt (som vi ser av Kirchoffs strømlov).

## 3 Halvbølgelikeretter

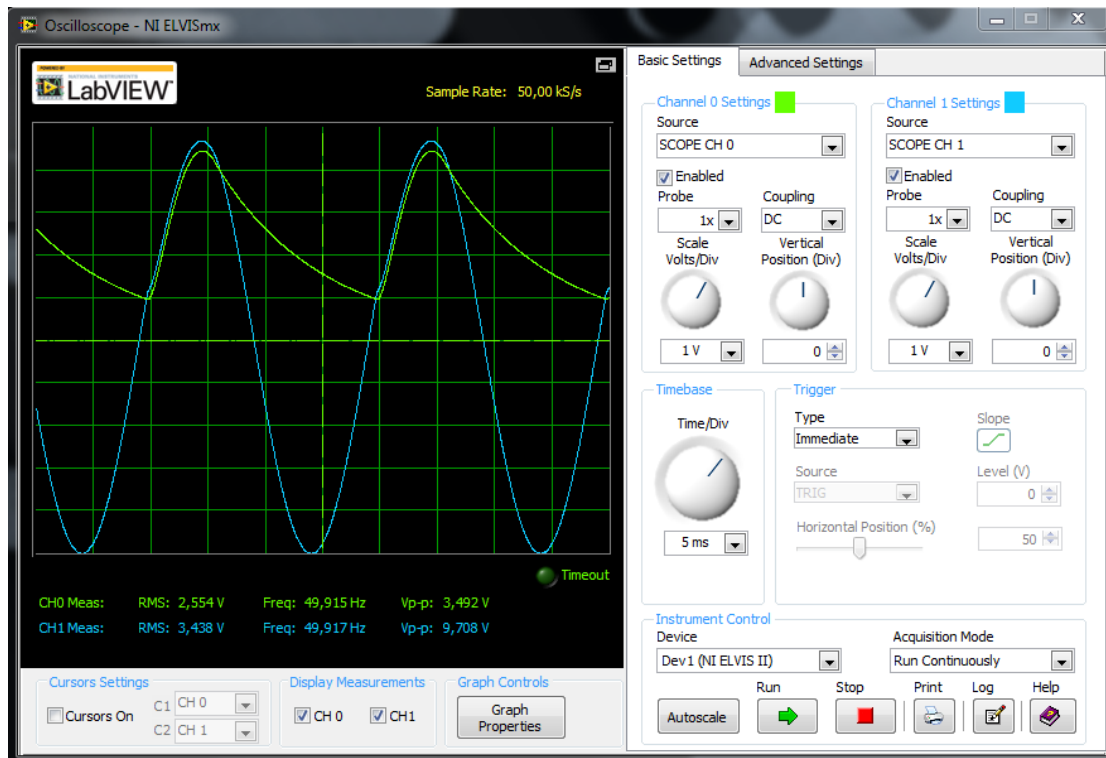
Vi skal bruke en elektrolyttkondensator for C. Pass på polariteten til elektrolyttkondensatoren (se evt. veiledningen). Normalt har elektrolytter sikkerhetsventiler, så selv om man kobler de galt går det bra, men kondensatorer med produksjonsfeil eller dårlig kvalitet kan allikevel sprenges/sprute ut elektrolyttvæske. Bruk evt. vernebriller om du er usikker på hva du gjør. Vi skal bruke en Schottky-diode som likeretter for å få et lavere spenningsfall over dioden. Vennligst kobl Schottky-dioden et sted godt ute på breadboardet og ikke direkte på inn og utgangene på venstre side. (Dioden har noe tykke bein som sliter på hullene i breadboardet)

### 3.a

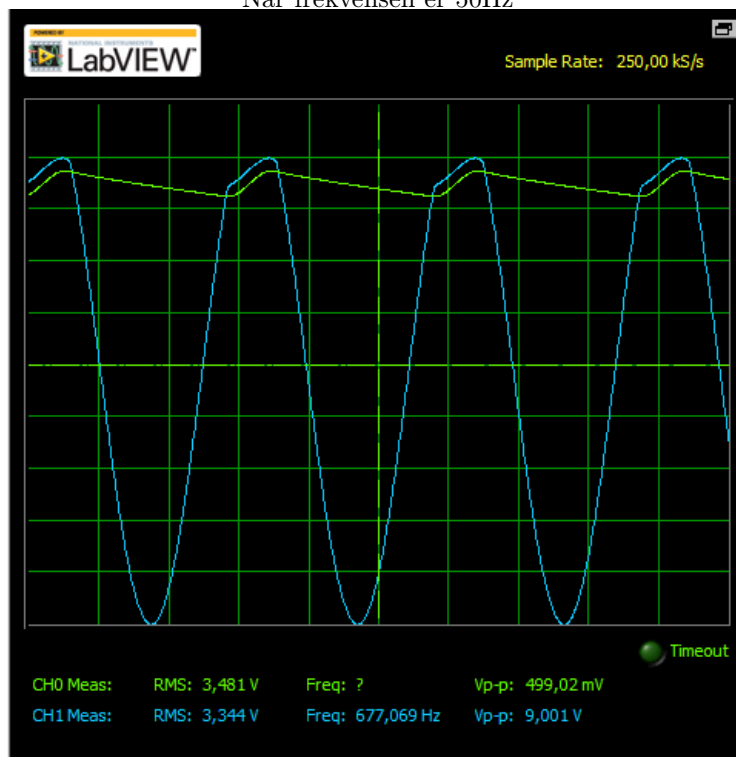
- Bruk  $R = 1\text{ k}\Omega$ ,  $C = 10\text{ }\mu\text{F}$  og la kildepenningen styres av FGEN. Koble så opp kretsen i figuren over.
- Start en sinus med  $V_{pp} = 10\text{ Volt}$  (maks.), og offset 0 Volt. Bruk oscilloskopet til å se på både  $V_S$  og  $V_O$  samtidig.
- Juster frekvensen til kildepenningen til 50 Hz og ta et skjermbilde fra oscilloskopet der ca 2 perioder er synlig.
- Juster frekvensen opp til spenningen på  $V_O$  ikke varierer mer enn med 500 mV. Noter frekvensen og ta et skjermbilde fra oscilloskopet der ca 2 perioder er synlig.

Motstand  $R = 989\Omega$

kondensator  $C = 9,46\mu F$



Når frekvensen er 50Hz



Når  $V_O$  ikke varierer mer enn 500mV er frekvensen 677Hz

### 3.b

Tre ting som kan gjøres for å holde spenningen til  $V_O$  mer stabil:

1. Bytte ut kondensatoren med en som har høyere verdi
2. Sette en kondensator i parallell med den som er der fra før
3. Sette en spole i serie med dioden i kretsen

To alternative kretsopologier for å likerette et AC signal og fordelene med disse

1. Man kunne fått med bare de positive toppene ved å sette inn en ekstra schottky diode etter motstanden, og før ground.
2. Siden kondensatorer kan brukes, vil jeg tippe at en spole også ville fungere.

Fordelen med dette er at man vil få bare positive topper, og kondensatoren vil kunne lades opp, og glatte ut spenningen.

## 4 Enkel spenningsregulator

Vi skal nå sette sammen delene vi har sett på til en enkel spenningsregulator. Vi skal her bruke en bipolar NPN transistor. I kretsen under skal, såfremt  $V_X$  er høy nok,  $V_{ref}$  og  $V_O$  ende på konstante spenninger med lite variasjon selv om lasten varierer. Den bipolare transistoren leverer strøm til lasten slik at differansen mellom  $V_{ref}$  og  $V_O$  er relativt konstant hele tiden.

### 4.a

- Gjør deg først opp en mening om hvordan kretsen skal fungere.
  - Koble opp kretsen med  $R_L = 4.7 \text{ k}\Omega$ . Pass på polariteten til elektrolyttkondensatoren.
- La kildespenningen  $V_S$  være en DC-spenning fra VPS-instrumentet.
- Sett VPS til 10 Volt og mål  $V_X$ ,  $V_{REF}$  og  $V_O$ , og finn  $V_{BE}$  for den bipolare npn-transistoren.
  - Juster ned kildespenningen  $V_S$  til  $V_O$  har falt med omtrent 15% og oppgi hva  $V_S$  og  $V_X$  er nå.
- $R_L = 4622\Omega$ , mens jeg brukte den samme motstanden som i forrige oppgave. Den var  $989\Omega$ .

$$V_X = 9,768V$$

$$V_{REF} = 3,354V$$

$$V_O = 2,773V$$

$$V_{BE} = V_{REF} - V_O = 3,354V - 2,773V = \underline{0,581V}$$

Når  $V_O$  har falt med ca. 15% er:

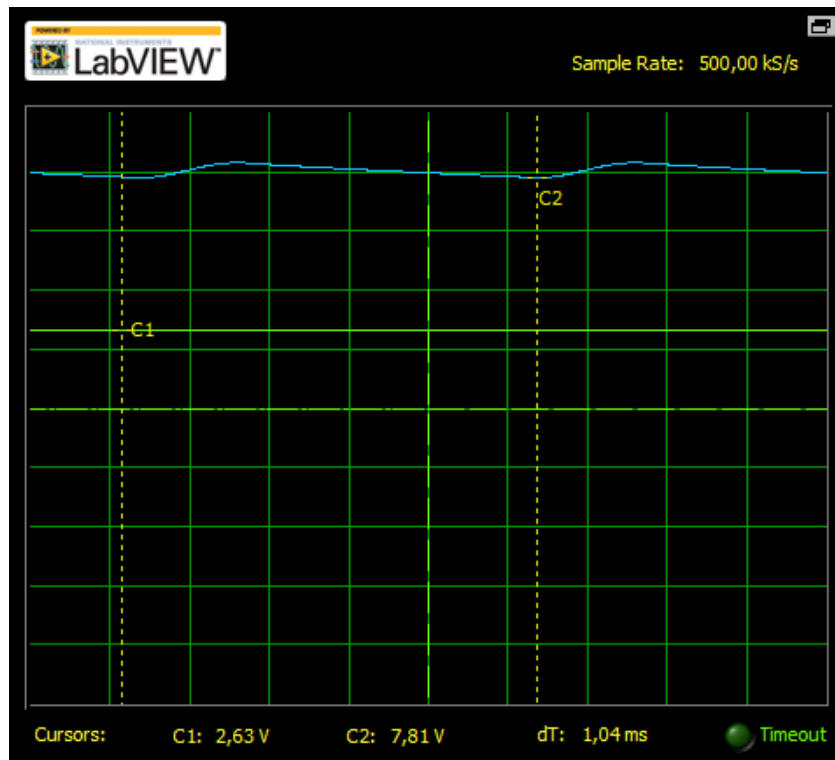
$$V_S = 5,35V$$

$$V_X = 5,132V$$

### 4.b

Vi skal nå prøve å bruke en sinus til å drive spenningsregulatoren. Dette kan kanskje være litt vanskelig å få til da FGGEN ELVIS kun har "trygge spenninger". FGGEN leverer for eksempel sinuser med maks. amplitude 5 Volt ( $10 V_{p-p}$ ). Om vi "jukser litt" og setter en offset på +5 Volt kan vi få det til allikevel. FGGEN kan også få problemer med strømtrekket akkurat i det vi starter opp kretsen, og du kan oppleve at FGGEN-signalet er "dødt" fordi en automatsikring har slått inn. Ved å starte opp FGGEN på en høy frekvens (1 kHz) går det som regel bra allikevel.

Jeg fikk ikke til å sette frekvensen høyt nok, så  $V_X$  ble lik  $V_X$  i forrige oppgave (9,768V). Det beste jeg kom frem til var 7,81V. Dette var ved  $1\text{k}\Omega$ .



Bilde fra oscilloskopet fra denne deloppgaven.

Jeg brukte da bare dette til å måle, og finne strømtrekket over motstanden.

Jeg brukte formelen:  $P = \frac{U^2}{R}$

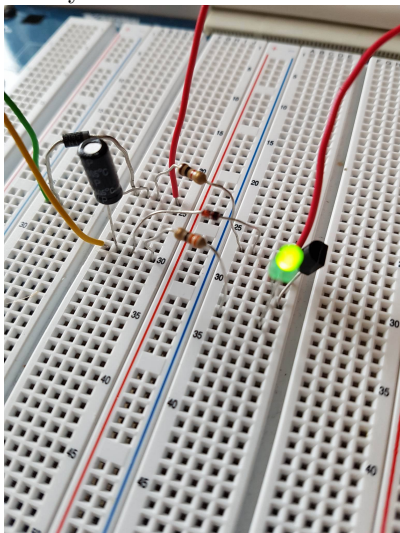
Strømtrekket over  $R_L$  :  $0.0070756W$

Strømtrekket er størst ved schottky-dioden. ref. Kirchhoffs strømlov. All strøm går gjennom dioden, mens etter det deler det seg opp. Det er på en måte inngangen til kretsen.

Dersom  $R_L$  reduseres, vil  $V_O$  og  $V_X$  øke.

#### 4.c

Jeg erstattet  $R_L$  med en LED og en motstand på  $330\Omega$  i serie. Dette fungerte veldig fint, og jeg fikk LED-lyset til å lyse!



Bilde av at LED-lyset lyser