

IN1080 - Mekatronikk

Obligatorisk oppgave nr.4

DEL I - design av LED-driver

Oppgave 1

Vi ønsker å lage en light-emitting diode (LED) lyskilde og vi vil diskutere 2 måter å gjøre det på. En praktisk LED har et strøm/spennings-forhold som kan beskrives ved følgende ligning.

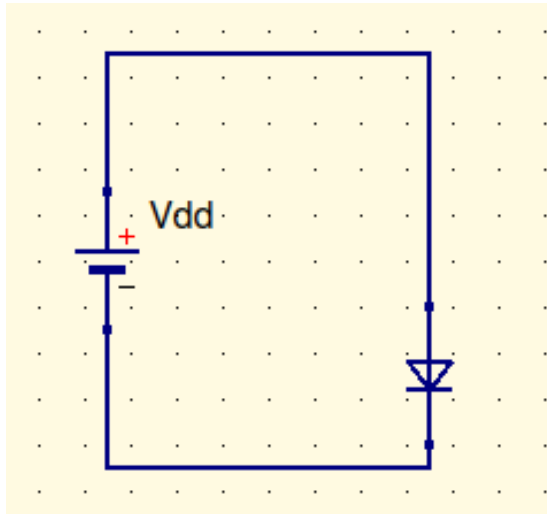
$$I = I_0 \left(e^{\frac{qV}{nKT}} - 1 \right)$$

der:

- I_0 er “dark saturation current”, vi kan anta at den har verdi $I_0 = 1e - 12$
- k er Boltzmann’s konstant $= 1.38064852e - 23$
- q er absolutt verdi av elektron ladning $= 1.6020e - 19$
- T er temperatur i Kelvin, vi antar $T = 300K$
- n er en idealitetsfaktor som modellerer mange ting, slik som produksjonsavvik, og temperatur

Anta at vi har kjøpt 2 stk. LEDs med produksjonsavvik modelert ved $n = 1.6$ og $n = 1.3$. Disse LEDs er laget for å tåle 1A. Ved større strømmer blir de fort ødelagte, og ved mindre strøm får vi for lite lys.

- Plot en kurve i Python eller Matlab som viser strøm som funksjon av spenning V for LED nr.1 med idealitetsfaktor $n = 1.6$. Vi vil se verdier fra $V = 0 - 1.4V$ og $I = 0 - 2A$
- La oss koble dioden rett til en konstant spenningskilde V_{dd} på $1.14V$ slik som i figuren under. Hva blir strømmen?



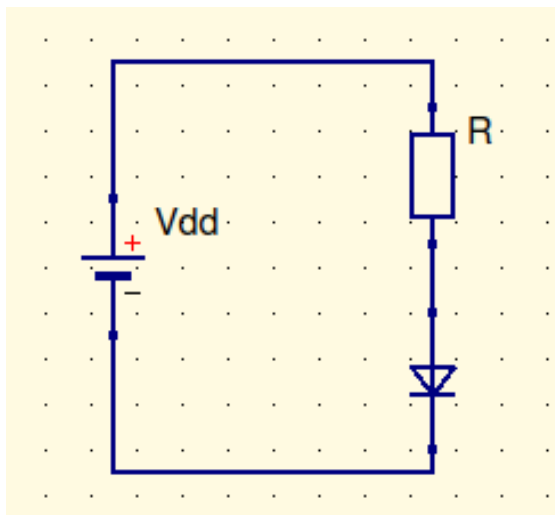
Oppgave 2:

Vi bytter ut LED nr.1 med LED nr.2 som har en idealitetsfaktor på $n=1.3$ og bruker samme spenningskilde på 1.14V.

- Hva blir ideelt sett strømmen i LED nr.2?

Oppgave 3:

Vi prøver å koble diodene i serie med en motstand. Sett opp et uttrykk som beskriver sammenheng mellom strøm og spenning i kretsen under. Du trenger ikke løse ligningen da den er vrien å løse. Vi bruker variablene V_d for spenningen over dioden og V_{dd} for forsyningsspenningen.



Oppgave 4:

Finn verdien på R når V_{dd} er 10V og vi ønsker en strøm på 1A gjennom dioden. Her skal vi ikke løse ligningen fra oppgave 3, men bare gjøre et grovt anslag basert på at vi tenker oss at

spenningen over dioden er 1V uansett strøm (dette vil gi litt lavere strøm enn ønsket)

Oppgave 5:

Vi skal nå nøyaktig finne strømmen i dioden for den motstandsverdien du fant i oppgave 4. Vi kan lett numerisk finne verdien uten å løse ligningen fra oppgave 3, med å bruke en for-løkke i Python eller Matlab (vi trenger ikke skaffe oss noen analog-kretssimulator). Her ser vi et rett-fram eksempel basert på Matlab og en motstandsverdi på 10 Ohm

```
I0 = 1e-12;
k=1.38064852e-23;
T = 300;
q = 1.6020e-19;
n = 1.6;
R = 10;
Vdd = 10;

Vd = 1.14; % Initiell start verdi
for m=1:100000 % Itererer
    I = I0 * (exp(q*Vd/(n*k*T))-1); % Finner strøm i dioden
    Vr = I*R; % Finner spenningen over R som følge av strømmen

    if Vdd - Vr > Vd % Sjekker om vi nå har for lav Vd spenning
        Vd = Vd + 0.00001; % Justerer hvis for lav
    else
        Vd = Vd - 0.00001; % Justerer andre veien
    end
end
I
Vd
```

- Finn strømmen for den motstandsverdien du fant i oppgave 4 for LED nr.1 med $n=1.6$

Vi bytter nå ut LED nr.1 med LED nr.2 der $n=1.3$

- Hva blir strømmen nå for samme motstandsverdi

Kommentar

- LED regnes som strømstyrte komponenter, og vi ser at når vi styrer strømmen direkte ved å styre spenningen, får vi fort problemer hvis vi skal bytte ut en LED med en annen som ikke er helt lik. LED-strømmen øker vanligvis med temperatur pga at n -verdien er sterkt temperatur avhengig. Dvs. at hvis man kobler en LED rett på en spenningskilde og temperaturen øker, vil man fort få en ustabil situasjon som ender med at strømmen blir for stor og LEDen brenner opp. Vi så at en serie-motstand regulerer strømmen, og dette er en vanlig løsning. Siden LED strømmen er så følsom for spenning forstår vi også at å koble en LED rett på en spenningskilde er vanskelig da man må finne en kilde med akkurat rett spenning. Batteri vil ikke kunne brukes da spenningen synker under bruk. Med en regulert løsning er det ikke noe problem om batterispenningen synker noe.
- En seriemotstand vil introdusere et varmetap og for store strømmer / store LEDs, eller hvis det er viktig å spare strøm, regulerer vi vanligvis heller med en strømsensor og PWM.

- Nå når du har koden for å plote diodestrøm som funksjon av diodespenning kan det være oppklarende å plote kurvene for begge diodene i samme plott for å se hvordan kurvene blir flyttet for forskjellige n -verdier

DEL II - Trafikklys

Oppgave 6

Bakgrunn: I denne oppgaven skal dere lage et system for trafikklys tilsvarende trafikklyset som i Blindernveien¹ (se bildet under). Systemet dere skal lage er ikke et veikryss men et lyskryss for fotgjengere.



Tilstander for trafikklys:

- Så lenge ingen trykker på knappen for fotgjengere skal det lyse grønt for bilene.
- Når en fotgjenger trykker på knappen, skal:
 - Trafikklys bil:
 - * Etter 2 sekunder skal trafikklyset for bil gå til gult.
 - * Etter 1 sekund skal trafikklyset for bil gå til rødt.
 - * Når det har blitt rødt for fotgjenger blir det først gult i 1 sekund, og så grønt igjen for biler.
 - Trafikklys fotgjenger:
 - * Blå LED skal indikere at bryteren er trykket inntil det blir grønt lys for fotgjenger.
 - * Når det har blitt rødt lys for bilene skal det gå 1 sekund før det blir grønt for fotgjengere.
 - * Det skal lages tikkende lyd fra piezo elementet så lenge det lyser grønt for fotgjengere.
 - * Når det har vært grønt for fotgjengere i 4 sekunder, skal det blinke grønt (0.5 sekunder av/på) i tre iterasjoner. Deretter skal det lyse rødt for fotgjengere.

Oppgave 6 A)

Lag en skjematisk tegning for systemet og lim det inn som bilde i PDFen. Du kan tegne for hånd eller du kan bruke Fritzing³ for å tegne kretsen. Dersom du ønsker å bruke Fritzing⁴, kan du

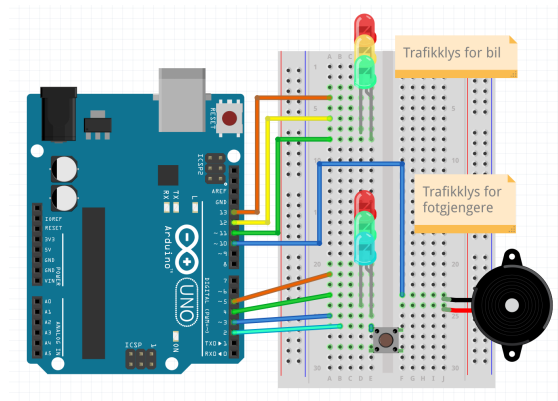
¹<https://goo.gl/maps/QLZjsnLfqsyMxgPf6>

²<https://goo.gl/maps/QLZjsnLfqsyMxgPf6>

³<https://www.uio.no/studier/emner/matnat/ifi/IN1080/v22/veiledninger/fritzing.html>

⁴<https://www.uio.no/studier/emner/matnat/ifi/IN1080/v22/veiledninger/fritzing.html>

laste ned *oblig4_6.fzz*⁵ og bruke den som utgangspunkt. Under ser dere en start på hvordan kretsen skal se ut. Det er opp til dere hvor på brødbrettet dere ønsker å plassere komponentene, men **det er viktig** at dere bruker samme **pin** som skissert under slik at gruppelærere kan teste koden deres med eget oppsett.



MERK: Det er **ikke lagt inn motstander i kretsene**. Det er del av oppgaven at dere skal finne riktige motstander og slutte kretsene selv.

Oppgave 6 B)

Koble opp kretsen dere har skissert i *Oppgave 6 A)* og ta bilde av oppsettet som skal settes inn i PDFen. Dere skal også programmere Arduinoen slik som anvist i **Tilstander for trafikklys** ovenfor. Levér koden i egen fil som *oblig4_<brukernavn>.ino*. Krav til koden:

- Dere skal bruke *pin* som anvist i skissen ovenfor og i tabellen nedenfor.
- Husk å koble opp kretsen med motstander for å ikke brenne LEDene eller kortslutte bryteren.
- Kommenter koden slik at det blir enklere for gruppelærer å rette den.
- Tips til piezo er å bruke funksjonen `tone()`. Se mer i Arduinos dokumentasjon⁶.

pin	komponent	funksjon
D2	bryter	Bruker grensesnitt for fotgjengere
D3	Blå LED	Indikerer at bryter er trykket
D4	Grønn LED	Grønt lys fotgjengere
D5	Rød LED	Rødt lys fotgjengere
D10	piezo	Lyd
D11	Grønn LED	Grønt lys for bilister
D12	Gul LED	Gult lys for bilister
D13	Rød LED	Rødt lys for bilister

Innlevering:

- Arduinokoden skal leveres som egen fil på formen *oblig4_<brukernavn>.ino*.
- Python- eller Matlabkoden skal leveres som egen fil på formen *oblig4_<brukernavn>.py/oblig4_<brukernavn>.*
- Tekstlig besvarelse med illustrasjoner skal leveres i PDF-format på formen *oblig4_<brukernavn>.pdf*.

⁵https://www.uio.no/studier/emner/matnat/ifi/IN1080/v22/oblig4/oblig4_6.fzz

⁶<https://www.arduino.cc/reference/en/language/functions/advanced-io/tone/>

Generelle krav til innlevering

- Sett dere inn i sikkerhetsrutiner for lab⁷.
- Oppgavene skal løses individuelt.
- Besvarelsene leveres i følgende format i Canvas⁸:
 - Tekstlig besvarelse skal leveres **PDF format** på formen oblig<nummer>_<brukernavn>.pdf. (Se vår LaTeX-mal⁹)
 - Arduinokode skal leveres i tekstfiler på formen <filnavn>.ino.
 - Filmopptak skal leveres på formen oblig<nummer>_<brukernavn>.mp4, alternativt kan oppsettet vises frem fysisk til gruppelærer i labøvelsene. For mer informasjon om innlevering av video, se her¹⁰.
- Plott må inkludere tittel og benevnelser på aksene. Man må også oppgi måleenhet i parentes hvis man plotter en fysisk størrelse (se eksempel i malene: Plotting i Python¹¹ og Plotting i Matlab¹²)
- Plotter dere flere kurver i samme plott må dere spesifisere kurvene med “legend” (se eksempel i malene)

⁷https://www.uio.no/studier/emner/matnat/ifi/IN1080/v22/veiledninger/in1080_labveiledning.html#sikkerhet-p%C3%A5-laben

⁸<https://canvas.uio.no/>

⁹https://github.uio.no/in1080/innlevering_mal

¹⁰<https://www.uio.no/studier/emner/matnat/ifi/IN1080/v22/output.mov?vrtx=view-as-webpage&vrtxPreviewUnpublished=true&outer-iframe-refresh=20225005095010>

¹¹https://www.uio.no/studier/emner/matnat/ifi/IN1080/v22/veiledninger/plotting_i_python.html

¹²https://www.uio.no/studier/emner/matnat/ifi/IN1080/v22/veiledninger/plotting_i_matlab.html