

Elektroniske systemer

Øvingsoppgaver for analoge komponenter og
måleteknikk i emnet elektroniske systemer

Carl Magnus Bøe
2025



Fagskolen Viken
01TE00F EITKELFH24
Fredrikstad

Innhold

1	Introduksjon	2
2	Analoge komponenter	3
2.1	Dioder	3
2.1.1	Oppgaver	3
2.1.2	Løsningsforslag	9
2.2	Tyristor, triac og diac	15
2.3	BJT transistor	15
2.4	FET transistor	15
2.5	Forsterker i praksiss	15
2.6	Måleteknikk	15

Kapittel 1

Introduksjon

Dette dokumentet er et kompendiet som inneholder øvingsoppgaver relevante til første delen av emnet elektroniske systemer. Kompendiet inneholder derfor store deler av hva som er gjennomgått i vårsemestre for førsteklasse deltid, året 2025.

Kapittel 2

Analoge komponenter

2.1 Dioder

Dette kapittelet inneholder oppgaver relatert til halvleder dioder. Om ingenting annet er gitt i oppgaven så antar vi et ideelt spenningsfall over dioden på $0,7[V]$.

2.1.1 Oppgaver

Dioder

Oppgave 1.

Tegn symbolene for følgende komponenter.

- i Halvlederdiode
- ii LED
- iii Zenerdiode

Oppgave 2.

Hva betyr de følgende begrepene i sammenheng med dioder? Svar på spørsmålet og tegn eksempel.

- i Lederetning
- ii Sperreretning

-
- iii Anode
 - iv Katode
 - v Zenerspenning

Oppgave 3.

Beskriv tre bruksområder for en halvlederdiode.

Oppgave 4.

En LED har et spenningsfall i lederetning på $2,5[V]$ og det kreves en strøm på $15[mA]$ for at den skal lyse. Den tilkoblede spenningskilden har en spenning ut på $15[V]$.

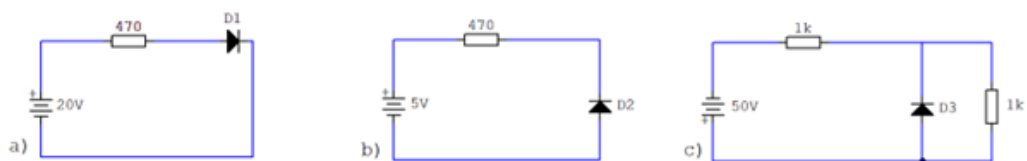
Beregn størrelsen på seriemotstanden til dioden.

Oppgave 5.

En likeretterdiode har et spenningsfall på $0,7[V]$ over seg i lederetning. Hvor stor effekt omsettes det i dioden når strømmen er $2[A]$?

Oppgave 6.

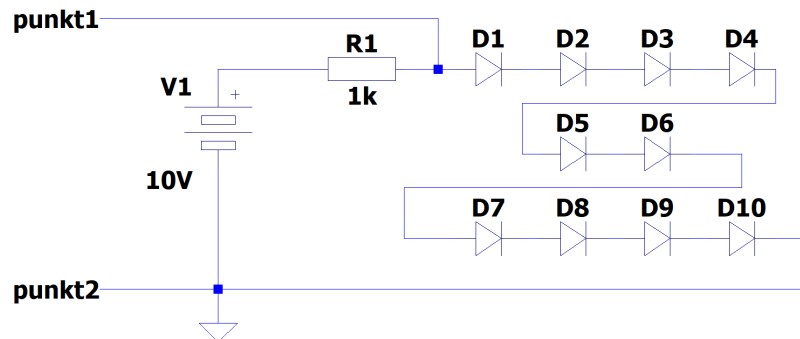
Hvilken av kretsene vist i 2.7 er koblet slik at dioden står i lederetning?



Figur 2.1: Tre forskjellige diodekretser

Oppgave 7.

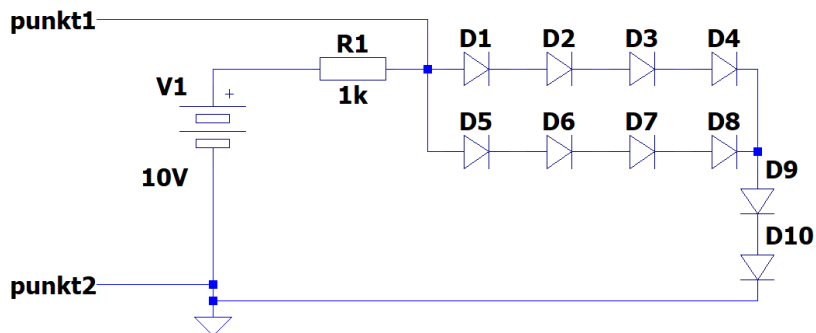
Hvilken spenning vil man måle mellom punkt1 og punkt2 i Figur 2.2.



Figur 2.2: Krets med 10 dioder i serie

Oppgave 8.

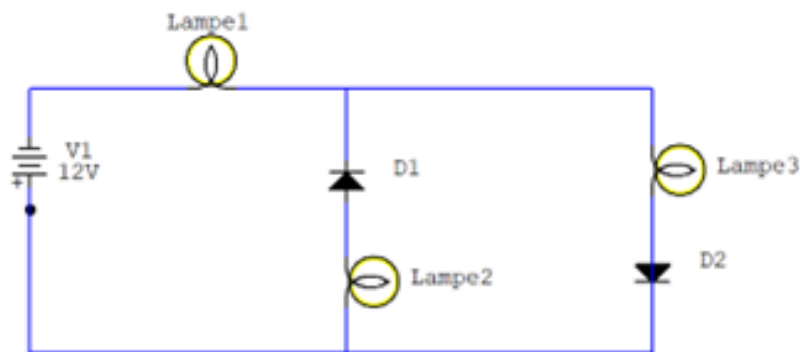
Hvilken spenning vil man måle mellom punkt1 og punkt2 i Figur 2.3



Figur 2.3: Krets med dioder i serie og parallell

Oppgave 9.

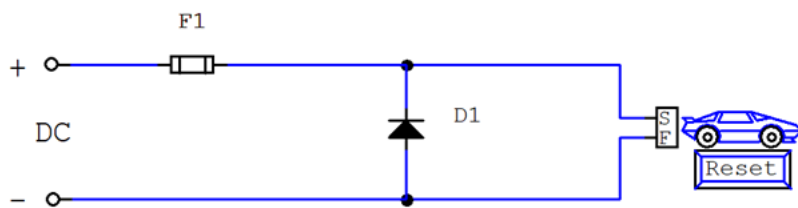
Hvilke lamper lyser i Figur 2.4?



Figur 2.4: Lampekrete

Oppgave 10.

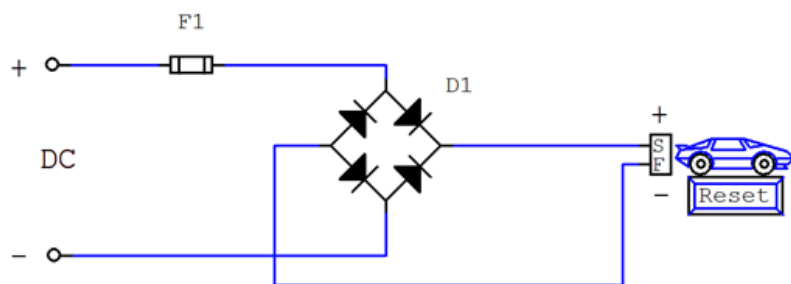
Din elektriske sportsbil får tilført en likespenning fra en hurtiglader som vist i 2.6. Hva skjer dersom likespenningen fra spenningskilden blir koblet til med feil polaritet?



Figur 2.5: Enkel ladekrete med sikring

Oppgave 11.

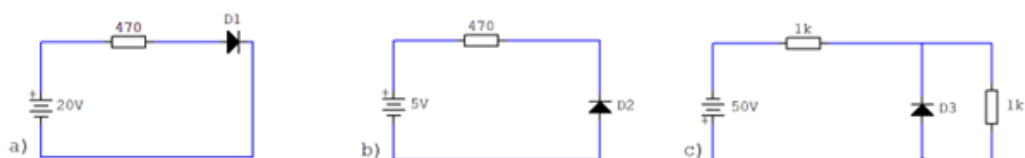
Din elektriske sportsbil får tilført en likespenning fra en nå oppgradert hurtiglader sammenlignet med løsningen vist i Figur 2.6. Hva skjer nå dersom spenningskilden blir koblet med feil polaritet?



Figur 2.6: Ladekrets med brolikeretter

Oppgave 12.

Hvilken av kretsene vist i 2.7 er koblet slik at dioden står i lederetning?

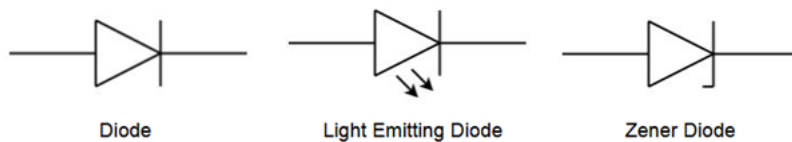


Figur 2.7: Tre forskjellige diodekretser

Zenerdioder

Oppgave 13.

Hvilken side er katode, og hva heter den andre siden vist i Figur 2.8.



Figur 2.8: Eksempel på forskjellige diode symboler.

Oppgave 14.

En zenerdiode er merket $6V2/3W$. Hva er den maksimale strømmen zenerdioden kan tåle?

Oppgave 15.

En likespenning som varierer mellom $18[V]$ og $24[V]$ skal benyttes for å generere en stabil likespenning på $7,5[V]$. Kretsen skal benytte en zenerdiode som tåler en effekt på $4[W]$.

- i Tegn opp kretsen
- ii Beregn den minste verdien seriemotstanden kan ha
- iii Beregn størrelsen på strømmen det maksimalt kan trekkes fra den stabiliserte spenningen på utgangen, før utgangsspenningen avviker fra $7,5[A]$

Oppgave 16.**Oppgave 17.****Oppgave 18.****Oppgave 19.****Oppgave 20.****Oppgave 21.****Oppgave 22.**

Oppgave 23.

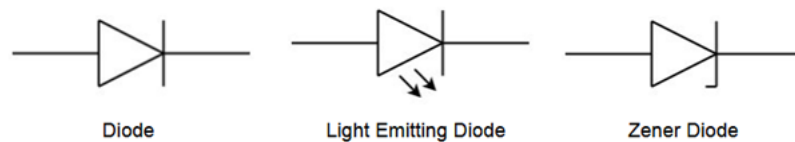
Oppgave 24.

Oppgave 25.

Oppgave 26.

2.1.2 Løsningsforslag

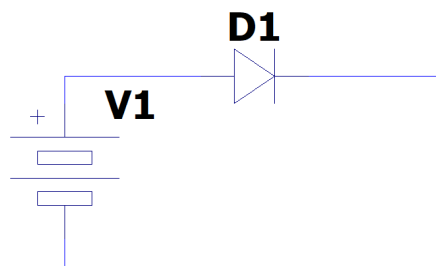
Løsningsforslag oppgave 1.



Figur 2.9: Eksempel på forskjellige diode symboler.

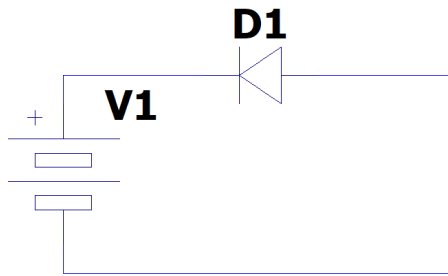
Løsningsforslag oppgave 2.

i Diode koblet slik at den leder strøm



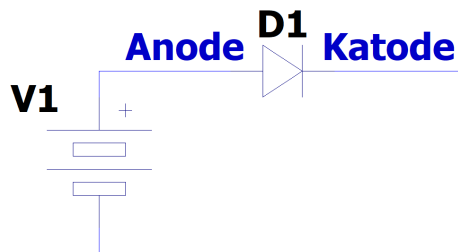
Figur 2.10: Diode koblet i lederetning

ii Diode koblet slik at den ikke leder strøm



Figur 2.11: Diode koblet i sperreretning

- iii Anode er siden så hvis man kobler den til den positive siden av en kilde, så vil dioden lede. Strømmen går fra anode til katode



Figur 2.12: Anode og katode på diode

- iv Dersom dioden leder er katoden koblet til den negative siden av kilden som vist i Figur 2.12
- v Zenerspenning er spenningen hvor en zenerdiode begynner å lede strøm i sperreretning, og kan stabiliserer spenningen i kretsen.

Løsningsforslag oppgave 3.

- i Sperre for strøm i én retning
- ii For å beskytte transistorer og andre følsomme komponenter, kobles dioden som en friløpsdiode når den brukes sammen med en induktiv last.
- iii Likerette AC til DC

Løsningsforslag oppgave 4.

Først finner vi spenningsfallet vi må ha over motstanden for at dioden skal ha et spenningsfall på 2,5[V].

$$U_{R-serie} = U_{Kilde} - U_{LED} = 15 - 2,5 = 12,5[V]$$

Strømmen resistansen skal sørge for å begrense strømmen i kretsen til 15[mA].
Finner størrelsen på resistansen

$$R_{Serie} = \frac{U_{R-serie}}{I_{LED}} = \frac{12,5}{15 \cdot 10^{-3}} = 830[\Omega]$$

Løsningsforslag oppgave 5.

$$P = U \cdot I = 0,7 \cdot 2 = 1,4[W]$$

Løsningsforslag oppgave 6.

Krets a) og c)

Løsningsforslag oppgave 7.

Summerer opp alle spenningsfallene i kretsen.

$$\begin{aligned} U_{D_{tot}} &= \sum_{i=1}^{10} U_{D_i} = \sum_{i=1}^{10} 0,7 \Rightarrow \\ U_{D1} + U_{D2} + U_{D3} + U_{D4} + U_{D5} + U_{D6} + U_{D7} + U_{D8} + U_{D9} + U_{D10} &\Rightarrow \\ U_{D_{tot}} &= 10 \cdot 0,7 = 7[V] \end{aligned}$$

Løsningsforslag oppgave 8.

Siden spenningsfallet over grenene D1 → D4 er lik grenene D5 → D8 kan man summere spenningsfallet over en av de for å finne spenningsfallet frem til anoden av D9.

$$U_{D1-D4} = U_{D1} + U_{D2} + U_{D3} + U_{D4} = 4 \cdot 0,7 = 2,8[V]$$

Benytter det beregnede spenningsfallet og legger til spenningsfallet over U_{D9} og U_{D10}.

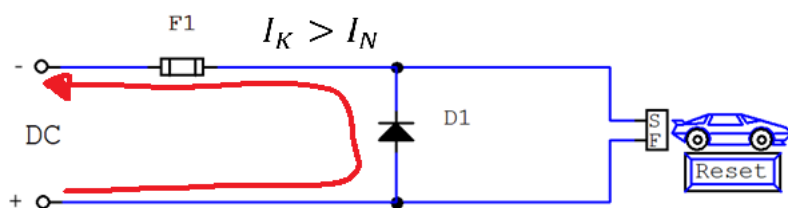
$$U_{D_{tot}} = U_{D1-D4} + U_{D9} + U_{D10} = 2,8 + 0,7 + 0,7 = 4,2[V]$$

Løsningsforslag oppgave 9.

Med utgangspunkt i spenningskildens polaritet så vil lampe 1 og lampe 2 lyse.

Løsningsforslag oppgave 10.

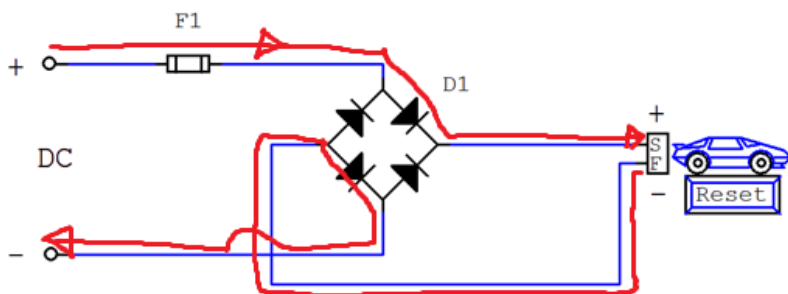
Under vanlige driftsforhold og korrekt polaritet så vil dioden stå i sperreretning og det vil ikke bevege seg strøm gjennom den. Dersom man kobler feil polaritet som beskrevet i oppgaven så vil dioden befinne seg i lederetning. Siden dioden har en relativt lav motstand i lederetning, og strømmen naturlig velger veien tilbake til den negativ polaritet med minst motstand, som vil strømmen bevege seg gjennom dioden. Strømmen vil være opp mot maksimal kortslutningsstrøm for kilden og \gg^1 enn nominell strøm. Det igjen vil føre til at sikringen løser. Et eksempel er vist i 2.13.



Figur 2.13: Løsning på enkel ladekrets med sikring

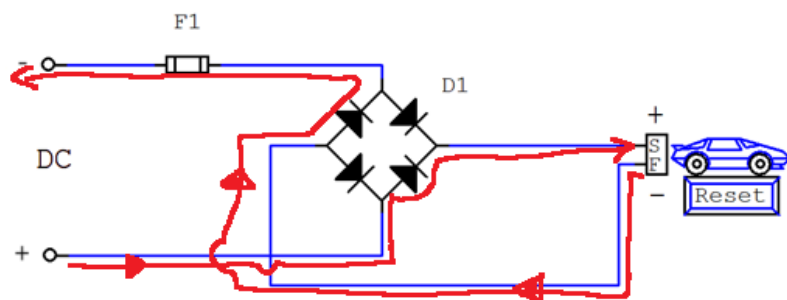
Løsningsforslag oppgave 11.

Det skjer ingenting siden bro-liketretteren snur polariteten og sørger for riktig polaritet til bilen. I Figur 2.14 kan man observere retningen på strømmen under nominelle forhold, og i Figur 2.15 kan man observere hva som skjer dersom man bytter polaritet.



Figur 2.14: Løsning på ladekrets under nominelle forhold

¹Tegnet betyr mye større enn. Eksempel: $9 \cdot 10^9 \gg 1 \cdot 10^{-10}$



Figur 2.15: Løsning på ladekrets med feil polaritet

Løsningsforslag oppgave 12.

Krets a) og c)

Løsningsforslag oppgave 13.

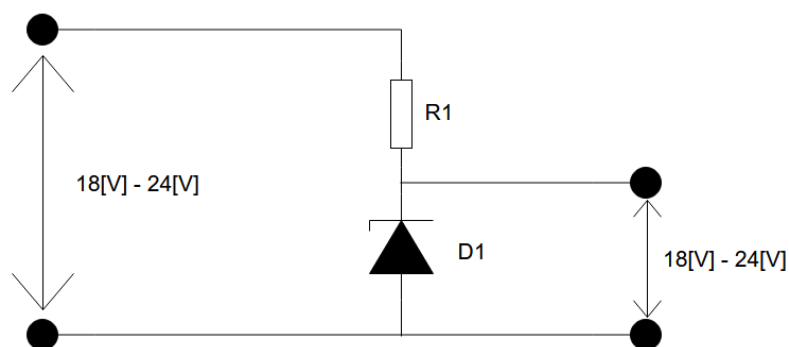
A er anode mens B er katode.

Løsningsforslag oppgave 14.

$$P = U \cdot I \rightarrow I = \frac{P}{U} = \frac{3}{6,2} = 484[mA]$$

Løsningsforslag oppgave 15.

i Figur 2.16 viser ett eksempel på hvordan kretsen kan tegnes.



Figur 2.16: Eksempel på forskjellige diode symboler.

ii Beregner den minste verdien motstanden kan ha slik at strømmen i kretsen ikke blir større enn hva zenerdioden tåler.

$$I_{D_{maks}} = \frac{P}{U_{maks}} = \frac{4}{7,5} = \frac{8}{15} \approx 0,53[V]$$

Løsningsforslag oppgave 16.

Løsningsforslag oppgave 17.

Løsningsforslag oppgave 18.

Løsningsforslag oppgave 19.

Løsningsforslag oppgave 20.

Løsningsforslag oppgave 21.

Løsningsforslag oppgave 22.

Løsningsforslag oppgave 23.

Løsningsforslag oppgave 24.

Løsningsforslag oppgave 25.

Løsningsforslag oppgave 26.

2.2 Tyristor, triac og diac

Spørsmål 27.

Tegn symbolene for følgende komponenter.

- i Halvlederdiode
- ii LED
- iii Zenerdiode

Løsningsforslag 27.

tatata

2.3 BJT transistor

2.4 FET transistor

2.5 Forsterker i praksis

2.6 Måleteknikk