

# FYS1210 Løsningsforslag

## Eksamen V2017

### Oppgave 1

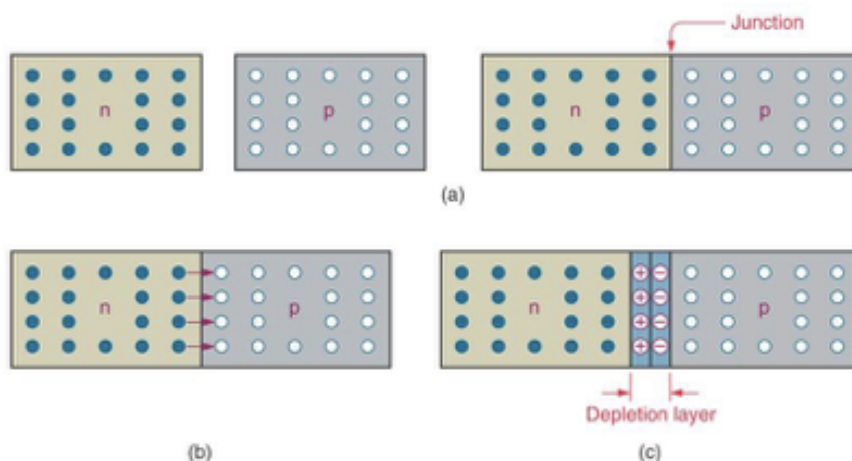
1 a.

Doping er en prosess hvor vi "forurenses" rent (intrinsic) halvleder material ved å tilsette trivalente (grunnstoff med 3 elektroner i valensbåndet) og pentavalente (grunnstoff med 5 elektroner i valensbåndet) grunnstoffer.

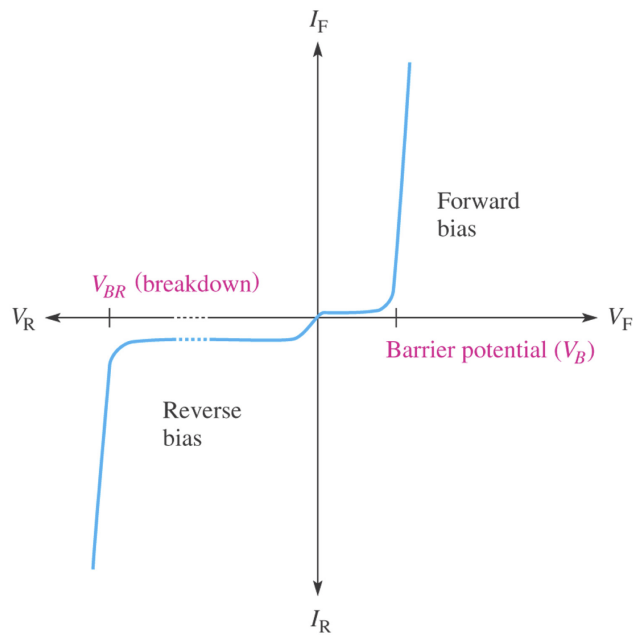
N-Type materiale er "forurenset" med et stoff som har 5 valenselektroner. Vi får et ekstra elektron som ikke inngår i den kovalente bindingen og er å betrakte som et "fritt" elektron. Elektroner er majoritetsbærere.

P-Type materiale er tilført et stoff med 3 valenselektroner. Det mangler et elektron i den kovalente bindingen som er å betrakte som et hull. Hull er majoritetsbærere.

Når vi setter n-dopet silisium sammen med p-dopet silisium får vi en diffusjon av elektroner fra n-siden over til p-siden hvor de rekombinerer med "hull". Elektronene etterlater seg et positivt ladet område i n, og på p-siden, der de rekombinerer med hull, får vi et negativt ladet område. Det dannes et sperresjikt, et område uten frie ladningsbærere mellom de to materialene som stopper videre ladningstransport.



1 b.



Vanlige dioder som signal og kraft -dioder operer i forward bias området  
Zener dioder opererer i breakdown området

1 c.

**Aktiv modus** Dette er området vi ønsker å benytte transistoren i. Base-kollektor -dioden er sperre-  
retning og Emitter-Base – dioden i lederetning. Det kommer elektroner inn på basen hvor noen reko-  
binerer med hull, mens de fleste blir trukket over til kollektor.

Vi har en strømforsterkning gitt av:

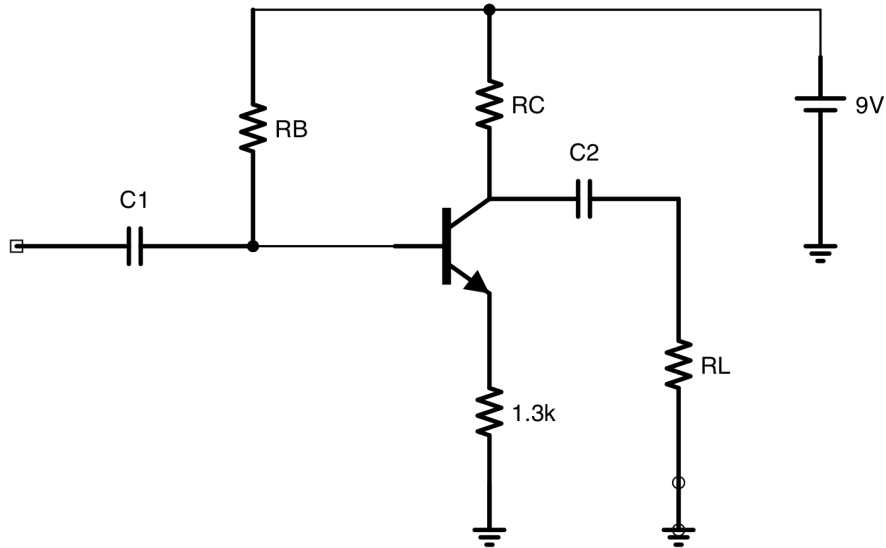
$$I_c = \beta I_B$$

**Cut-off.** Begge diodene i sperreretning og det går ingen strøm til basen eller kollektor.

**Metning.** Begge diodene er i lederetning og vi har kommet til et punkt hvor en ytterligere økning i  
strømmen på basen ikke gir noen økning av kollektor strømmen.

## Oppgave 2

Vi har gitt følgende krets.



2 a.

Vi velger arbeidspunkt til å være 4,5 Volt, strømmen på kollektor skal være 1mA hvilket gir:

$$R_c = \frac{V_c}{I_c} = \frac{4,5V}{1mA} = 4,5k\Omega$$

2 b.

Strømmen på basen er:

$$I_B = \frac{I_C}{\beta} = \frac{1mA}{100} = 10\mu A$$

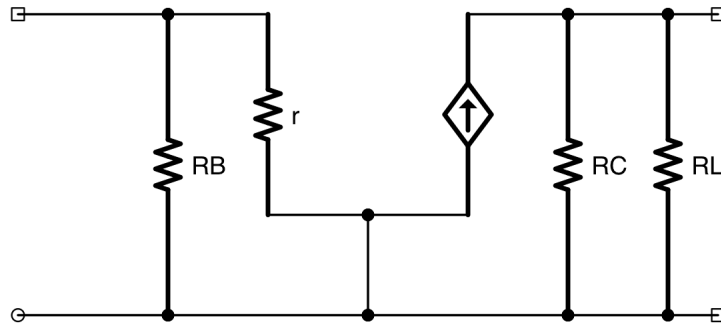
Vi finner først spenningsfallet  $V_{RB}$ . Vi gjør tilnærmingen  $I_C \approx I_E$

$$V_{RB} = V_{cc} - V_{EB} - V_{RE} = 9V - 0,7V - 1,3k\Omega \cdot 1mA = 7V$$

Beregner så  $R_B$

$$R_B = \frac{V_{RB}}{10\mu A} = 700k\Omega$$

2 c.



2 d.

Transkonduktansen

$$g_m = \frac{I_c}{V_T} = \frac{1\text{mA}}{25\text{mV}} = 40\text{mS}$$

Den dynamiske inngangsmotstanden

$$r_\pi = \frac{\beta}{g_m} = \frac{100}{40\text{mS}} = 2,5\text{k}\Omega$$

2 e.

Spenningsforsterkning uten last motstand.

$$A_v \approx -\frac{R_C}{R_E} = \frac{4,5\text{k}\Omega}{1,3\text{k}\Omega} = -3,46$$

2 f.

Spenningsforsterkning med last motstand.

$$A_v \approx -\frac{R_C \parallel R_L}{R_E} = \frac{4,5\text{k}\Omega \parallel 10\text{k}\Omega}{1,3\text{k}\Omega} = -2,38$$

2 g.

Den første kondensatoren sørger for at en eventuell DC komponent i inngangssignalet blir fjernet. Den andre kondensatoren sørger for at DC ikke går gjennom lasten, men kun det forsterkede inngangssignalet.

## Oppgave 3

3 a.

Sannhetstabell for NAND og XOR

A	B	NAND	XOR
0	0	1	0
0	1	1	1
1	0	1	1
1	1	0	0

3 b.

En latch er en krets som kan huske en tilstand og opptrer i en av to mulige stabile tilstander. SR-LATCH med og uten klokke, JK-latch, D-latch

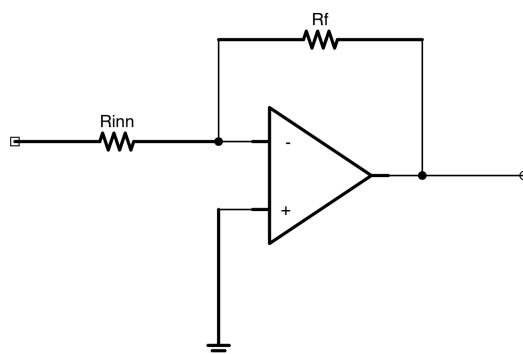
3 c.

Serielle busser bruker en leder hvor man pakker informasjonen etter hverandre. Billig, robust (enkel og synkronisere). Blir brukt til mer og mer også over kortere distanser.

Parallele busser bruker flere ledere til å overføre informasjon og brukes ofte når man kommuniserer over korte avstander. Fordi den har mange ledere så har den også høy kapasitet.

## Oppgave 4

4 a.



Inverterende forsterker

Vi ønsker en spenningsforsterkning på 40dB som tilsvarer  $A_v = 100$ .  $R_{inn}$  skal være  $2k\Omega$  som gir:

$$R_f = A_v R_{inn} = 100 \cdot 2k\Omega = 200k\Omega$$

4 b.

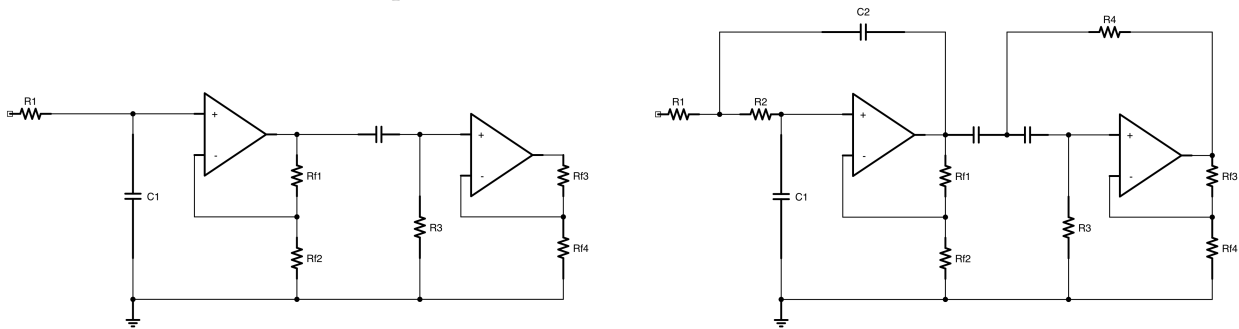
Knekkfrekvensen er ved 10kHz Faseskiftet starter en dekadere før og er på 45 grader ved 10kHz og 90 ved 100kHz

4 c.

Nei. Hifi krever lineær fasegang i frekvensområdet 20-20kHz. En forsterker med knekkfrekvens ved 10kHz har fasedreining som starter en dekadere før og gir dermed en forvrengning av signalet allerede ved 1kHz. Forsterkeren er derfor uegnet til Hifi.

4 d.

Her kan man bruke både et 1.ordens båndpass eller et 2.ordens båndpass. Et første ordens filter som faller 20dB per dekadere vil gi en mykere demping og mer naturlig tale, men filtrere støy dårligere enn et 2.ordens filter som faller 40dB per dekadere.



4 e.

For et første ordens filter så finner du grensefrekvensen av:

$$f_g = \frac{1}{2\pi RC}$$

Finner RC leddet til nedre knekkfrekvens 200HZ

$$RC = \frac{1}{2\pi f_g} = \frac{1}{2\pi 200} = 0,8ms$$

Velger  $R_{f1} = 1k\Omega$  som gir  $C_1 = 0,8ms/1k\Omega = 800nF$  finner RC leddet til øvre knekkfrekvens 4000Hz

$$RC = \frac{1}{2\pi f_g} = \frac{1}{2\pi 4000} = 40us$$

Velger  $R_{f1} = 1k\Omega$  som gir  $C_1 = 40us/1k\Omega = 40nF$

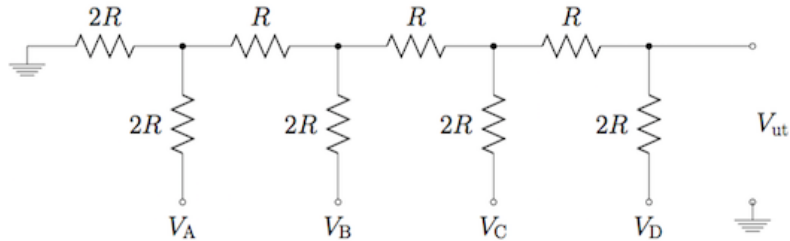
For et andre ordens filter så finner du grensefrekvensen av:

$$f_g = \frac{1}{2\pi\sqrt{R_1 R_2 C_1 C_2}}$$

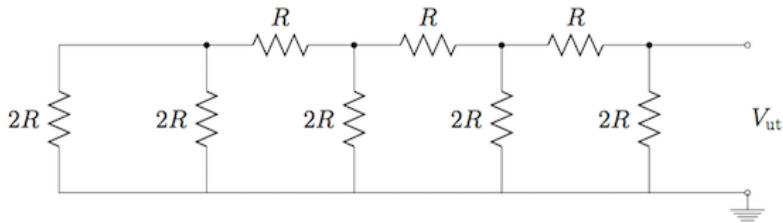
Fremgangsmåten blir forøvrig den samme.

## Oppgave 5

5 a.



Ved bruk av Thevenins teorem og superposisjon kan analysen av R2R nettverket gjøres forholdsvis enkelt. Thevenins teorem kan brukes til å forenkle R2R nettverket til kretsen. Man kortslutter alle spenningskilder og regner seg frem fra venstre.



Og finner  $R_{TH} = R$ . Man benytter så super posisjonsprinsippet for å beregne  $V_{TH}$  for hver av inn-gangene

$$V_{TH} = V_{TH_A} + V_{TH_B} + V_{TH_C} + V_{TH_D}$$

$$V_{analog} \frac{V_A}{16} + \frac{V_B}{8} + \frac{V_C}{4} + \frac{V_D}{2}$$

5 b.

Nyquist–Shannon sampling theorem: Skal vi beholde all informasjonen i analogsignalet må vi avlese (sample) signalet med en frekvens som er dobbelt så høy som den høyeste signalfrekvensen. Øker man frekvensen får man mer informasjon om signalet og bedre gjengivelse av form og amplitude. En laver sampling kan gi ikke gjengi signalet korrekt og man kan få aliasing.