

# UNIVERSITETET I OSLO

## Det matematisk-naturvitenskapelige fakultet

Eksamen i: INF1411 – Introduksjon til elektroniske systemer

Eksamensdag: 28. mai 2014

Tid for eksamen: 4 timer

Oppgavesettet er på 6 sider

Vedlegg: Ingen

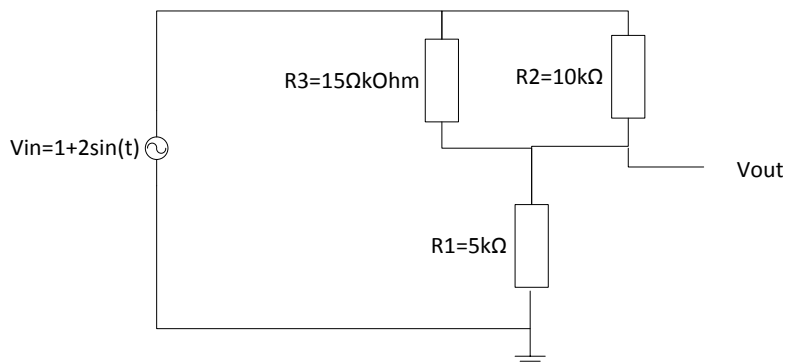
Tillatte hjelpemidler: Alle trykte og skrevne samt lommekalkulator

*Kontroller at oppgavesettet er komplett før du begynner å besvare spørsmålene.*

*Der hvor annet ikke er angitt, teller alle spørsmålene i en deloppgave likt.*

*Hvis du ikke har med kalkulator, forklar i såfall hvordan du vil regne ut svaret i de oppgavene hvor det spørres etter utregning.*

### Oppgave 1 (Vekt 20%) – Resistorer og kondensatorer



Figur 1

#### 1-a) (vekt 4%)

Hvis  $R_1$ ,  $R_2$  og  $R_3$  i Figur 1 skal erstattes med en enkelt motstand  $R_X$ , hvor stor må den være?

#### 1-b) (vekt 4%)

Beregn strømmen  $i_1$  gjennom motstanden  $R_1$  i Figur 1.

#### 1-c) (vekt 4%)

Hvor stor er henholdsvis den minste og den største øyeblikksverdien til  $V_{out}$ ?

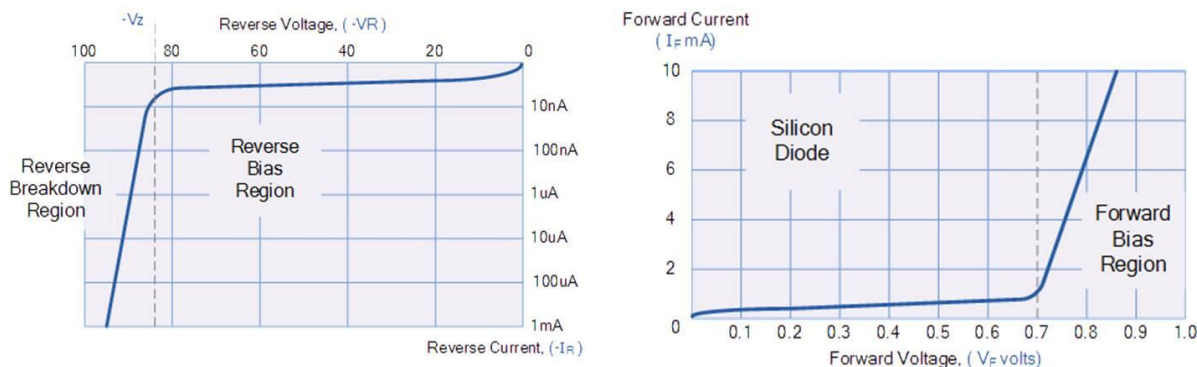
#### 1-d) (vekt 4%)

Tenk deg nå at motstanden  $R_1$  erstattes av en kondensator  $C = 50\text{ }\mu\text{F}$ . Finn forholdet  $A$  mellom  $V_{out}$  og  $V_{in}$  som funksjon av  $R_1$ ,  $R_2$  og  $X_c$ .

#### 1-e) (vekt 4%)

Mellom hvilke verdier vil  $A = V_{out}/V_{in}$  ligge når frekvensen til  $V_{in}$  varierer fra 0Hz (likespenning) til en svært høy frekvens?

## Oppgave 2 (Vekt 17,5 %) – Dioder

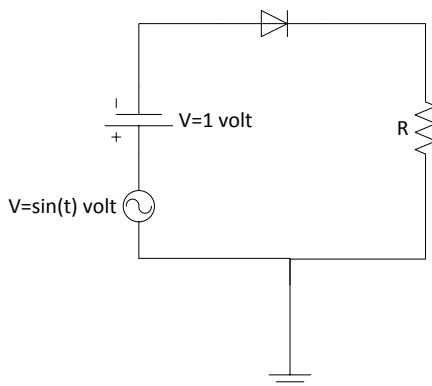


Figur 2: Diodekarakteristikk

### 2-a) (Vekt 5%)

Gitt diodekarakteristikken i figur 2. Finn omtrentlige verdier for diodens resistans for henholdsvis  $V_R = -60$  volt,  $V_F = 0,5$  volt og  $V_F = 0,8$  volt.

### 2-b) (Vekt 5%)

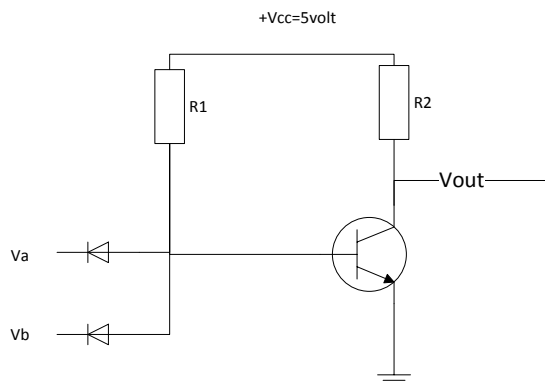


Figur 3: Diodekrets

Kretsen i Figur 3 består av en vekselspenningskilde, et batteri, en diode og en motstand. Anta at denne dioden har en ideel karakteristikk med en barrierespenningen på 0.7 volt. Anta at  $R = 10 \text{ k}\Omega$  og beregn hvor stor strømmen gjennom motstanden  $R$  er når spenningen  $V = \sin(t)$  er på a) sitt mest positive og b) på sitt mest negative.

### 2-c) (Vekt 7,5%) Funksjon til diodekrets

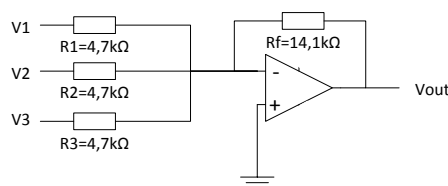
Figur 4 viser en digital krets med to dioder og en bipolar transistor.  $V_a$ ,  $V_b$  og  $V_{out}$  er digitale signaler som enten er 0 volt eller +5 volt, dvs logisk «0» eller «1». Du kan anta at terskelspenningen til transistoren er høyere enn barrierespenningen til diodene. Forklar hvilken boolsk funksjon kretsen utfører. (Hint: Se først på hvilken funksjon transistoren har).



**Figur 4: Digital logikk med bipolar transistor og dioder**

### Oppgave 3 (Vekt 22,5 %) – Operasjonsforsterkere

#### 3-a) (Vekt 5%) Opamp-krets



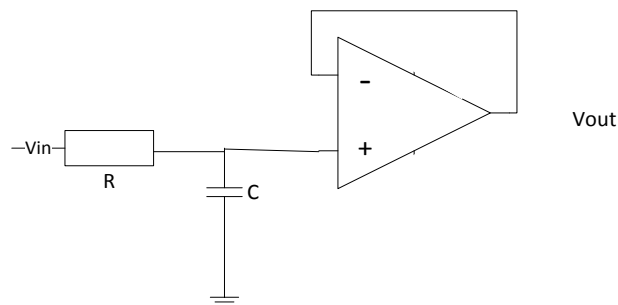
**Figur 5**

**3a-1)** Hva kalles kretsen i Figur 5?

**3a-2)** Hvor stor er forsterkningen?

**3a-3)** Finn hvor stor  $V_3$  er hvis  $V_1=1\text{ volt}$ ,  $V_2=-2\text{ volt}$  og  $V_{out} = -8\text{ volt}$

#### 3-b) (vekt 7,5%) Aktive filtre



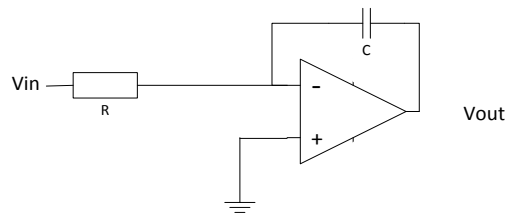
**Figur 6: Aktivt filter**

**3b-1)** Hva er forskjellen mellom et aktivt og et passivt filter?

**3b-2)** Hvis inngangen  $V_{in}$  er en likespenning eller en vekselspanning med lav frekvens, hva slags funksjon har kretsen i Figur 6 da (i tillegg til at den er et filter)?

**3b-3)** Hva er A lik i passområdet for filteret i Figur 6, forutsatt at alle komponentene er idelle? Begrunn kort.

#### 3-c) (Vekt 5%) Integrator



**Figur 7: Integrator**

Kretsen i Figur 7 kalles for en integrator. Skisser utgangssignalet  $V_{out}$  fra integratoren når inngangssignalet  $V_{in}$  er et firkantsignal med «duty cycle» lik 50% og som er sentrert rundt 0 volt (dvs et balansert signal).

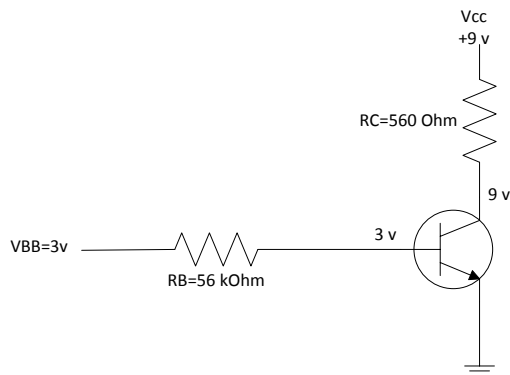
**3-d) (vekt 5%)**

Hva skjer med utgangssignalet fra integratoren i oppgave 3-c) hvis opamp'en ikke lenger er ideel, men har et konstant offset slik at  $V_{out} > 0V$  når  $V_{in} = 0V$ ? Begrunn svaret!

**Oppgave 4 (Vekt 20 %) – Transistorer**

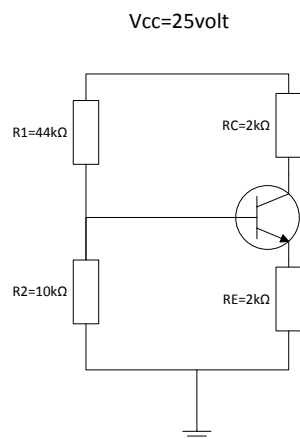
**4-a) (Vekt 5%)**

Gitt transistoren i figur 8. Internt i transistoren er det brudd enten i base, emitter eller kollektor, og man måler spenningene på transistorens terminaler til  $V_B = 3 \text{ volt}$  og  $V_C = 9 \text{ volt}$  (se figur). Anta at terskelspenningen  $V_{TH} = 0.7 \text{ volt}$ . Er bruddet i kollektor, base eller emitter? Svaret skal begrunnes!



**Figur 8: BJT med feil**

**4-b) (Vekt 2,5%)**



**Figur 9**

Hva er funksjonene til motstandene  $R_E$  og  $R_C$  i Figur 9? Hva vil skje hvis man fjerner begge motstandene fra kretsen og kobler emitteren direkte til jord og kollektoren direkte til  $V_{CC}$ ?

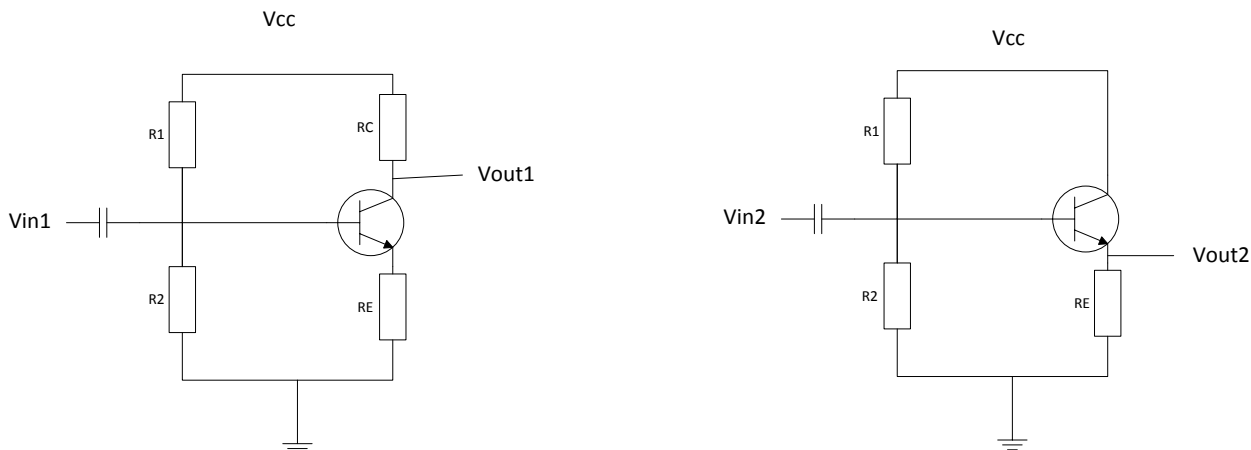
**4c) (Vekt 2,5%)**

Hvis  $I_E = 4\text{mA}$  og  $I_B = 10\mu\text{A}$ , hvor stor er da  $I_C$  og  $\beta$ ?

**4e) (Vekt 5%)**

Tenk deg nå at motstanden  $R_2$  i Figur 9 er ukjent. Hva er den minste verdien  $R_2$  kan ha for at transistoren ikke skal være i cutoff? Anta at  $V_{TH} = 0.7\text{ volt}$

**4d) (Vekt 5%)**



**Figur 10: BJT forsterkerkretser**

Hva er faseforskyvningen mellom  $V_{in1}$  og  $V_{out1}$ , og mellom  $V_{in2}$  og  $V_{out2}$  i de to forsterkerkretsene i Figur 10? Forklar og begrunn svaret!

**Oppgave 5 (Vekt 20 %) – Flervalgsoppgave**

**5-a) Strøm, spenning, impedans**

Hvilken påstand er korrekt?

- 1) Summen av spenningene rundt en lukket løkke er lik summen av impedansene rundt den samme løkken
- 2) Summen av impedansene rundt en lukket løkke er frekvensuavhengig
- 3) Summen av strømmene inn mot en node har samme fortegn som spenningen i noden i forhold til jord
- 4) De spiller ingen rolle om man algebraisk summerer spenningene med eller mot klokka rundt en lukket løkke når man bruker KVL
- 5) KVL gjelder ikke for kretser om inneholder reaktive elementer.

**5-b) Kondensatorer**

Hvilken påstand er riktig?

- 1) En kondensator lagrer elektrisk strøm
- 2) En kondensator lagrer elektrisk ladning
- 3) Impedansen til en kondensator er frekvensuavhengig
- 4) Impedansen til en kondensator kalles også for induktiv reaktans
- 5) Det inverse til kapasitiv reaktans kalles for reaktiv impedans

### **5-c) DA-konvertere**

Hvilken påstand er korrekt?

- 1) Oppløsningen til en DA-konverter kan ikke forbedre oppløsningen til input-signalet
- 2) DA-konvertere trenger alltid et klokkesignal for å fungere
- 3) DA-konvertere benytter en intern AD-konverter for spenningsreferanse
- 4) Digitale signaler kan i motsetning til analoge signaler ha uendelig høy oppløsning
- 5) Operasjonsforsterkere kan ikke benyttes i DA-konvertere

### **5-d) AD-konvertere**

Hvilken påstand er korrekt?

- 1) En AD-konverter konverterer en analog strøm til en digital spenning
- 2) Hvis man kobler en DA-konverter på utgangen av en AD-konverter vil oppløsningen til det analoge signalet sett ende-til-ende ikke endres
- 3) AD-konvertere kan konvertere både analoge strømmer og spenninger
- 4) AD-konvertere benyttes ikke i nettbrett
- 5) Høyfrekvent ikke-periodisk støy i det analoge signalet som konverteres vil alltid forplante seg til det digitale signalet.

### **5-e) Transistorer**

Hvilken påstand er korrekt?

- 1) Bipolare transistorer er uavhengige strømkilder
- 2) Bipolare transistorer er uavhengige spenningskilder
- 3) Bipolare transistorer er strømstyrte strømkilder
- 4) Bipolare transistorer er spenningsstyrte spenningskilder
- 5) Alle bipolare transistorer har den strømforsterkningen