

## Fasit og sensorveiledning eksamen INF1411 våren 2012

### Oppgave 1 – Strøm, spenning, kapasitans og resistans (Vekt 20 %)

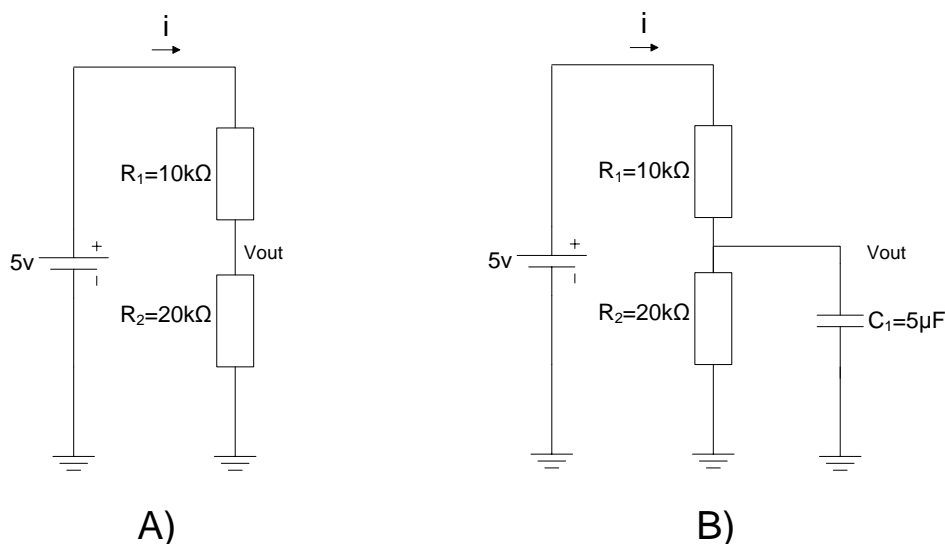
#### Oppgave 1a) (vekt 5 %)

Hva er strømmen  $i$  og spenningen  $V_{out}$  i krets A) i Figur 1?

#### Svar

$$i = 5\text{V}/30\text{k}\Omega = 5/3 \cdot 10^{-3} \approx 0,00167 \text{ A}$$

$$V_{out} = R_2/(R_1+R_2) \cdot 5\text{V} = 10/3\text{V} \approx 3,33 \text{ V}$$



Figur 1

#### Oppgave 1b) (vekt 5 %)

Tenk deg at man kobler en kondensator  $C_1$  på  $5\mu\text{F}$  i parallell med resistoren  $R_2$  (krets B i Figur 2). Hva blir nå strømmen  $i$  og spenningen  $V_{out}$  etter at kretsen har oppnådd stabil tilstand?

**Svar:** Siden spenningskilden er en likespenning vil strømmen  $i$  og  $v_{out}$  ikke endre seg.

#### Oppgave 1c) (vekt 5 %)

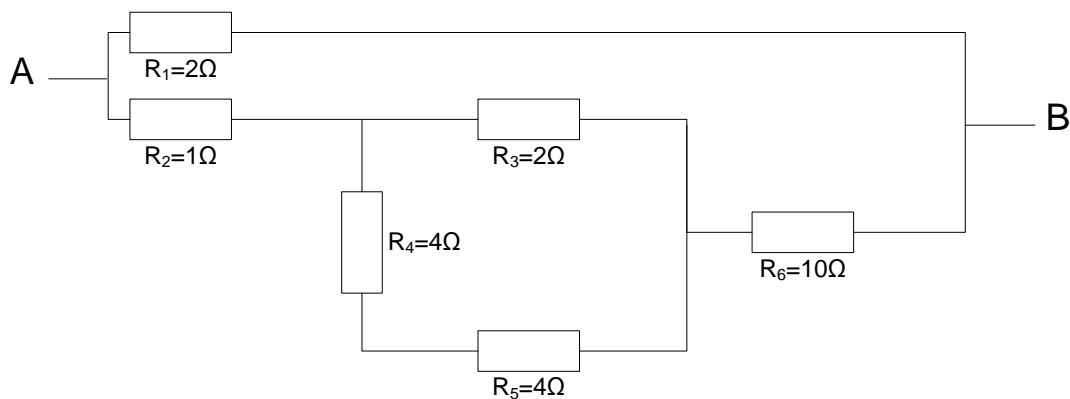
Hvilken verdi vil  $V_{out}$  i Figur 1B) gå mot hvis batteriet erstattes av en vekselspenningskilde og frekvensen øker og blir svært høy? Begrunn svaret!

Når frekvensen øker og øker vil impedansen gjennom kondensatoren bli mindre og mindre, noe som fører til at  $V_{out}$  vil nærme seg jord, dvs  $0\text{V}$ .

#### Oppgave 1d) (vekt 5 %)

Gitt motstandsnettverket i Figur 2. Forenkle kretsen mest mulig, dvs. finn den totale motstanden mellom node A og B, og beskriv hvordan du forenkler. Hvis du ikke har med deg kalkulator skriv i

så fall resultatet som en brøk eller som en formel hvor motstandsnavnene inngår



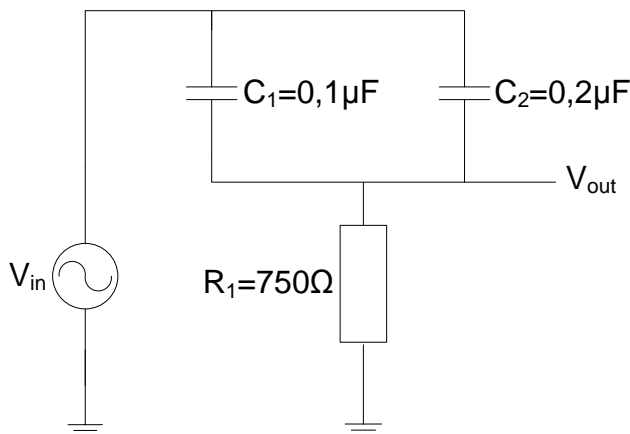
Figur 2

**Svar:** R4 og R5 er i serie, og R4+R5 er i parallell med R3. Etter å ha beregnet  $(R4+R5) \parallel R3$  ser man at denne står i serie med R2 og R6, og resultatet av denne igjen i parallell med R1. Totalt gir dette da  $((R4+R5) \parallel R3) + R2 + R6 \parallel R1 = (((8 \cdot 2)/(8+2)+10+1) \cdot 2)/(((8 \cdot 2)/(8+2)+10+1)+2) = 1,726 \text{ Ohm}$

## Oppgave 2 – Impedans (vekt 20 %)

### Oppgave 2a) (vekt 7,5 %)

Finne den totale impedansen (både fasevinkel og magnitude) for kretsen for frekvensen  $f=1\text{kHz}$ , og tegn fasediagram med R,  $X_C$ , Z og  $\theta$



Figur 3

**Svar:** Det første man må gjøre er å kombinere C1 og C2 til én kondensator med kapasitans  $C1+C2=0,3\mu\text{F}$ . Man bør da gjenkjenne dette som en seriell RC "lead-krets" som er gjennomgått på Forelesningen og kan hente formlene direkte fra forelesningsnotatene.

Man finner uttrykket for den kapasitive reaktansen  $X_c=1/(2\pi fC)$ , som for den gitte frekvensen blir  $X_c=1/(6,28 \cdot 1\text{kHz} \cdot 0,3\mu\text{F})=530,5\text{Ohm}$ . Deretter kan man beregne Z og  $\theta$  fra formlene  $Z = \text{SQRT}(R^2+X_c^2) = 918,67 \text{ Ohm}$  og  $\theta = \text{invtan}(X_c/R) = \text{invtan}(530,5/750) = 35,27 \text{ grader}$ . Fasediagrammet blir da rett frem å tegne opp.

**Oppgave 2b) (vekt 2,5 %)**

Hva skjer med kretsens fasevinkel  $\theta$  når kapasitansen til kondensatoren  $C_1$  øker (og de andre verdiene forblir uendret)?

**Svar:** Når kapasitansen til  $C_1$  øker vil også den samlede kapasitansen øke. Dette gjør at den kapasitive reaktansen  $X_c$  blir mindre, og dermed blir også fasevinkelen  $\theta$  mindre.

**Oppgave 2c) (vekt 5 %)**

Hva er faseskiftet  $\phi$  (forsinkelsen målt i grader) mellom  $V_{out}$  og  $V_{in}$  (dvs. hvor mange grader før eller etter ligger  $V_{out}$  i forhold til  $V_{in}$ )?

**Svar:** Siden spenningen tas ut over  $R_1$ , er faseskiftet mellom inn- og utspenning lik faseskiftet mellom innspenning og strømmen i kretsen – altså blir  $\phi = \theta = 35,27$  grader

**Oppgave 2d) (vekt 5 %)**

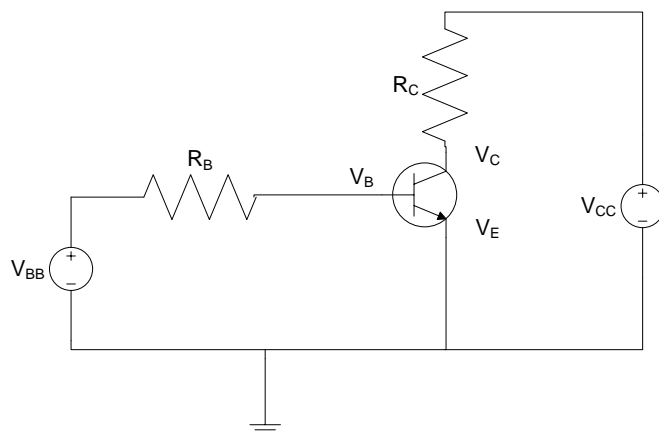
Tenk deg nå at resistoren og de to kondensatorene bytter plass i kretsen (dvs. at kondensatorene er koblet ned mot jord, og resistoren står mellom kondensatorene og spenningskilden). Hva blir nå faseskiftet  $\phi$  mellom  $V_{out}$  og  $V_{in}$ ?

**Svar:** Siden spenningen tas ut kondensatoren, er faseskiftet mellom inn- og utspenningen lik  $\phi = 90 - \theta = 54,73$  grader (kretsen blir en RC-lag krets)

**Oppgave 3 – Transistorer (vekt 20 %)****Oppgave 3a) (vekt 2,5 %)**

I hvilket operasjonsområde til en BJT vil en liten økning i  $V_{CE}$  gi en stor økning i  $I_B$ ?

**Svar:** den opererer i metning



Figur 4

**Oppgave 3b) (vekt 5 %)**

Gitt  $V_{CC} = 5\text{V}$ ,  $V_{BB} = 2.5\text{V}$ ,  $V_{BE} = 0.7\text{V}$ ,  $R_B = 100\text{k}\Omega$  og  $\beta = 250$  i i Figur 4. Finn  $I_B$  og  $I_C$

**Svar:** Finner først  $I_B$  ved  $(V_{BB} - V_{BE})/R_B = 1.8\text{V}/100\text{k}\Omega = 0.000018\text{A} = 18\text{ }\mu\text{A}$ .  $I_C = \beta \cdot I_B = 0.0045\text{A} = 4.5\text{mA}$ .

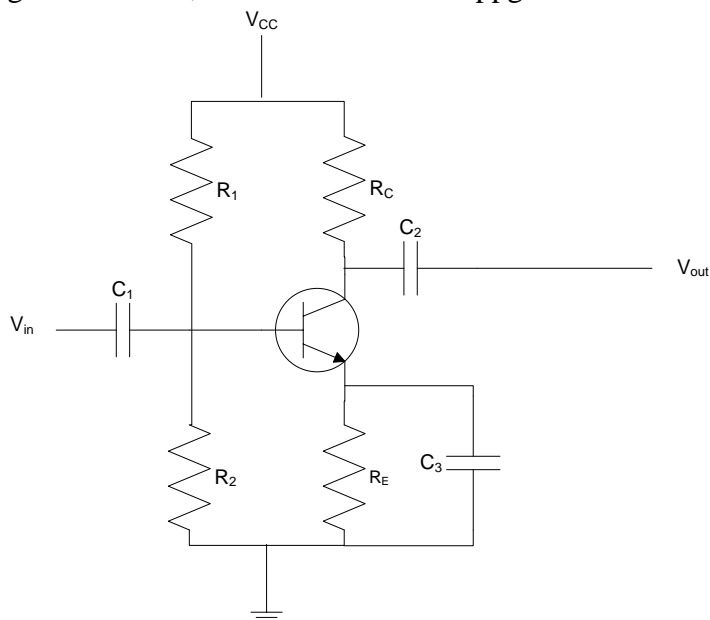
**Oppgave 3c) (vekt 5 %)**

Hvor stor må  $R_C$  være for at  $V_C$  skal være lik 3 volt?

**Svar:**  $V_C = V_{CC} - I_C R_C \Rightarrow R_C = (V_{CC} - V_C)/I_C = (5\text{V} - 3\text{V})/4.5\text{mA} = 444\Omega$

**Oppgave 3d) (vekt 7,5 %)**

Gitt forsterkeren i Figur 5. Hvilken funksjon har henholdsvis  $C_1$ ,  $C_2$  og  $C_3$ ? Forklar hvordan de virker (du skal ikke regne ut noe her, kun forklare hvilke oppgaver de tre kondensatorene har).

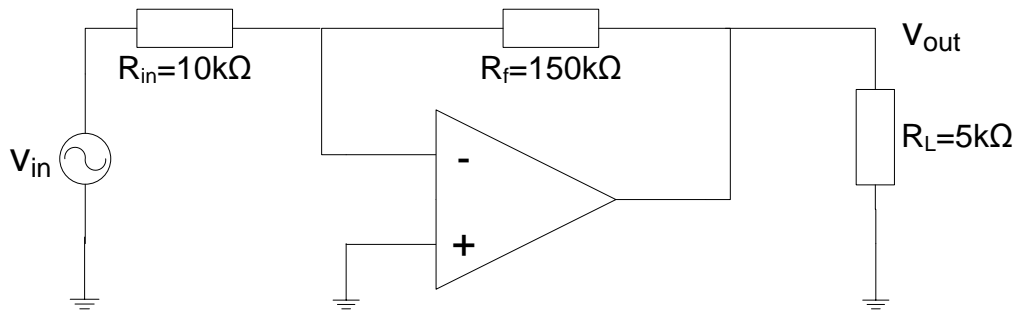


**Figur 5**

**Svar:**  $C_1$  og  $C_2$  er koblingskondensatorer som vil isolere forsterkeren fra DC komponenter i inngangssignalet  $V_{in}$ , og eventuelle DC-komponenter i lasten som  $V_{out}$  er koblet til.

$C_3$  er en bypass-kondensator som øker spenningsforsterkningen, fordi den "kobler" transistoren til jord for AC-signaler, og derfor øker  $A$ .

**Oppgave 4 – Operasjonsforsterkere (vekt 20 %)**



Figur 6

**Oppgave 4a) (vekt 5 %)**

Hva slags type forsterker er kretsen i Figur 6, og hvor stor er forsterkningen  $A$ ?

**Svar:** Dette er en inverterende forsterker, hvor forsterkningen er  $A = -150\text{k}\Omega / 10\text{k}\Omega = -15$

**Oppgave 4b) (vekt 5 %)**

Tenk deg at  $V_{in}$  er en likespenning. Hvor stor må  $V_{in}$  være for at det skal gå en strøm på 1mA gjennom  $R_L$  i retning jord?

**Svar:** For at det skal gå en strøm på 1mA gjennom et motstand på 5 kΩ, må ut spenningen over motstanden være 5 volt. Siden sammenhengen mellom ut og innspenning er  $V_{in} = V_{out} / A \Rightarrow V_{in} = 5\text{V} / -15 = -1/3 \text{ V} = -0,333\text{V}$

**Oppgave 4c) (vekt 5 %)**

Hvis  $R_{in}$  erstattes av en kondensator  $C_{in}$ , hva slags funksjon utfører kretsen i Figur 6?

**Svar:** Kretsen blir en differensiator eller derivasjonskrets

**Oppgave 4d) (vekt 5 %)**

Anta at  $V_{in}$  er et sinusformet signal når  $R_{in}$  er erstattet av en kondensator  $C_{in}$ . For hvilke punkter på sinuskurven til  $V_{in}$  har  $V_{out}$  henholdsvis sin minimale og sin maksimale verdi? (Du behøver ikke regne for å besvare denne oppgaven)

**Svar:** Siden kretsen deriverer et sinus-signal (som gir et cosinus-signal), vil  $V_{out}$  ha sine maksimale og minimale verdier når sinussignalet på inngangen er 0 volt

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

I oppgavene nedenfor er det kun ett korrekt utsagn for hver deloppgave. Svaret ditt skal bestå av nummeret på det riktige alternativet. Les nøye igjennom alle utsagnene innen hver deloppgave før du svarer!

**Oppgave 5a (vekt 4 %)**

1. Den inverse av impedans kalles admittans
2. Den inverse av konduktans kalles susceptans
3. Den inverse av kapasitans kalles reaktans
4. Den inverse av induktans kalles induktivitet

5. Den inverse av konduktivitet kalles permittivitet

Svar: Alternativ 1)

**Oppgave 5b (vekt 4 %)**

1. Kirchhoffs spenningslov sier at den algebraiske summen av spenningene i en node er lik 0
2. Kirchhoffs strømlov sier at den algebraiske summen av strømmene rundt en lukket løkke er 0
3. Kirchhoffs motstandslov sier at summen av impedansene rundt en lukket løkke er konstant
4. Den algebraiske summen av strømmene inn mot en node er lik 0
5. Summen av spenningene rundt en lukket løkke er 0

Svar: Alternativ 4)

**Oppgave 5c (vekt 4 %)**

1. Impedansen til en spole er uendelig stor for likestrøm
2. Impedansen til en kondensator er uendelig stor for vekselstrøm
3. Fysiske spoler har ikke parasittkapasitans
4. Fysiske kondensatorer har ikke parasittresistans
5. Fysiske resistorer kan ha parasittinduktans

Svar: Alternativ 5)

**Oppgave 5d (vekt 4 %)**

1. En diode leder strøm like godt i begge retninger
2. Zener-dioder har lavere resistans i forover-retningen enn en vanlig diode
3. Spenningsfallet over en diode i forover-retningen skyldes en potensialforskjell over depleksjonsområdet
4. Barrierespenningen er like stor som breakdown-spenningen, men med motsatt fortegn
5. Dioder er ikke en type halvledere

Svar: Alternativ 3)

**Oppgave 5e (vekt 4 %)**

1. En AD-konverter omformer en digital spenning til en analog spenning
2. AD- og DA-konvertere kan bare konvertere spenninger, ikke strømmer
3. En dual-slope AD kan designes med så høy oppløsning man ønsker
4. Oppløsningen til en AD-konverter er bestemt av oppløsningen til det analoge innsignalet
5. DA-konvertere må alltid designes med tellere

Svar: Alternativ 3)