

UNIVERSITETET I OSLO

Det matematisk-naturvitenskapelige fakultet

Eksamen i: INF1411

Eksamensdag: mandag 3.juni 2013

Tid for eksamen: 14.30-18.30

Oppgavesettet er på 6 sider

Vedlegg: Ingen

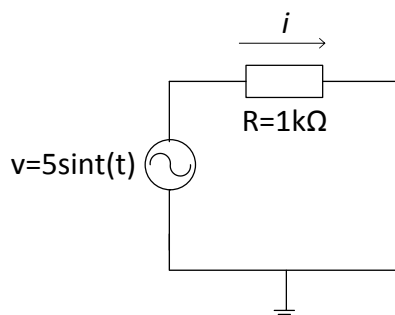
Tillatte hjelpemidler: Alle trykte og skrevne samt lommekalkulator

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

Oppgave 1 – Ohms lov, Kirchhoffs strøm- og spenningslover (vekt 20%)

Oppgave 1a)

Finn strømmen i gjennom motstanden R i Figur 1.



Figur 1

$$i = v/R = 5\sin(t)/1k\Omega$$

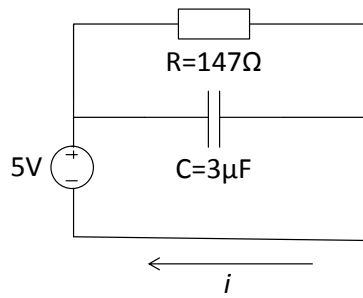
Oppgave 1b)

Finn strømmen gjennom en motstand når den forbruker 5W og spenningsfallet over den er 10V og finn deretter motstanden R .

Her må man kunne at $P=VI$ og $V=RI$; dette gir at $I=5W/10V=0,5A$. Videre får man at $R=10V/0,5A=20\Omega$

Oppgave 1c)

Finn strømmen i i Figur 2.

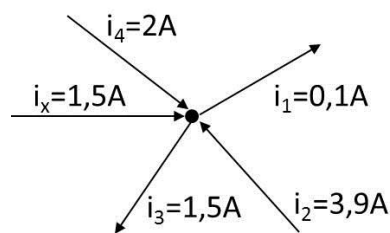


Figur 2

Det går ikke strøm gjennom kondensatoren ved en likespenningskilde. Strømmen er derfor $i = 5V / 147\Omega = 0,034\text{ A}$.

Oppgave 1d)

Finn strømmen i_x i Figur 3.



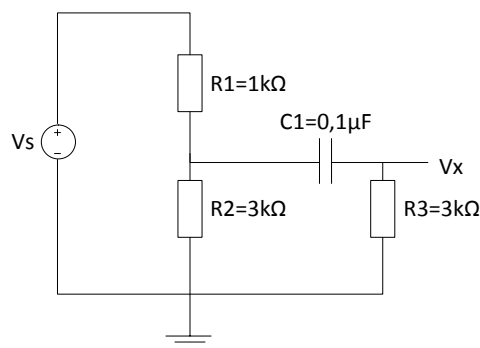
Figur 3

$i_x = -4,3\text{ A}$

Oppgave 1e)

Gitt kretsen i Figur 4. Anta at V_s er en likespenningskilde. Hva er spenningen V_x lik i dette tilfellet?

Hvis V_s er en likespenningkilde blir V_x liggende på jord, dvs $V_x = 0V$.

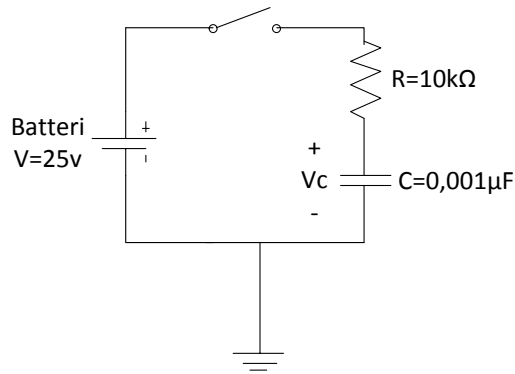


Figur 4

Hvis V_s nå erstattes av en vekselspenningskilde med svært høy frekvens, hva blir V_x tilnærmet lik i dette tilfellet?

Resonnementet er at C_1 da nesten ikke har motstand, slik at man får en parallellkobling mellom R_2 og R_3 , og en spenningsdeler med $V_x = (R_2 \parallel R_3) / (R_1 + R_2 \parallel R_3) * V_s = 1,5k\Omega / 2,5k\Omega * V_s = 0,6V_s$

Oppgave 2 – RC-kretser (vekt 20%)



Figur 5

Oppgave 2a)

Gitt kretsen i Figur 5. Tenk deg at bryteren lukkes ved tiden t_0 , og at kondensatoren er helt utladet før t_0 . Skisser kondensatorspenningen som funksjon av tid og start i t_0 . Opp til hvilket tidspunkt er det poeng i å tegne oppladingskurven?

Her må man beregne tidskonstanten først $\tau = RC = 1$ mikrosekund, ikke er vits å tegne lenger enn opp til $\tau = 5$

Oppgave 2b)

Beregn hvor lang tid tar det før spenningen V_c over kondensatoren har nådd 15 volt ved å regne deg fram (dvs ikke bestemme ved å lese av grafen fra oppgave 2a)

$$V_c = V_f(1 - e^{-(t/RC)}).$$

Ved å rydde opp på formelen får man at $t = -\ln(1 - V_c/V_f)RC$. Ved å sette inn tallene får man at $V_c = 15$ volt nås etter ca 0.916 mikrosekunder, dvs litt under en tidskonstant

Oppgave 2c)

Tenk deg nå at bryteren åpnes igjen etter at V_c har nådd sin maksimale verdi. Hvor lang tid tar det før spenningen V_c er nede i 10 volt? Du kan velge om du vil finne dette svaret grafisk eller ved å regne det ut.

$$\text{Formelen er gitt av } V_c = V_i \cdot e^{-(t/RC)} \Rightarrow t = -RC \ln(V_c/V_i) = 0.916 \text{ mikrosekunder}$$

Oppgave 2d)

Batteriet ersattes nå av en spenningskilde som lager et sinussignal med frekvens 20 kHz og amplitude 10 volt. Finn impedansen ved å tegne fasediagram for kretsen, og beregn fasevinkelen mellom spenningen over spenningskilden og kondensatoren.

Impedans og fasevinkel finnes ved formlene $Z = \sqrt{R^2 + X_c^2}$ og $\theta = 90 - \tan^{-1}(X_c/R)$. Først må man finne X_c og denne er gitt av $X_c = 1/(2\pi \cdot f \cdot C) = 1/(2\pi \cdot 20 \text{ kHz} \cdot 0,001 \mu\text{F}) = 7,95 \cdot 10^3 \text{ Ohm}$

Dette gir at $Z = 12,779 \text{ kOhm}$ og $\theta = 90 - 38,48 \text{ grader} = 51,52 \text{ grader}$

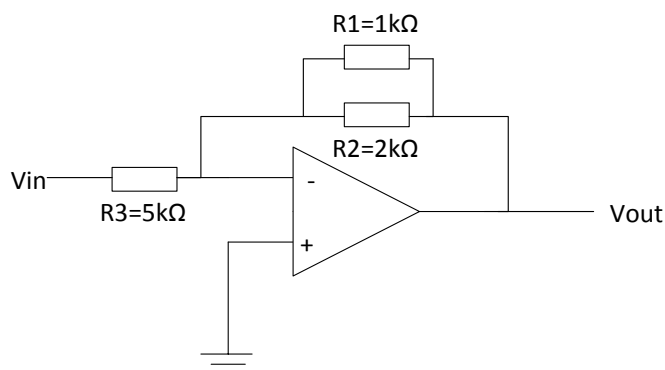
Oppgave 2e)

Hvor stor er fasevinkelen mellom spenningen over kondensatoren og over den ohmske motstanden?

Siden det ikke er faseskift mellom strømmen og spenningen i en resistor, og det er 90 grader faseskift mellom strøm og spenning i en kondensator, blir det 90 grader faseforskyvning mellom spenningen over motstanden og kondensatoren.

Oppgave 3) Operasjonsforsterkere (vekt 20%)

Oppgave 3a)

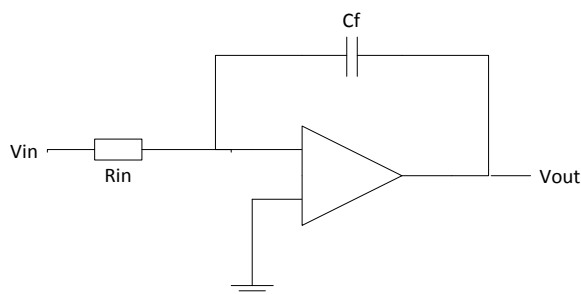


Figur 6

Finn forsterkningen A til kretsen i Figur 6.

Man må regne først ut totalt R_1 og R_2 . Da får man at $A = -(R_f/R_i) = 0,133$. Dette gir dermed en demping og ikke forsterkning

Oppgave 3b)



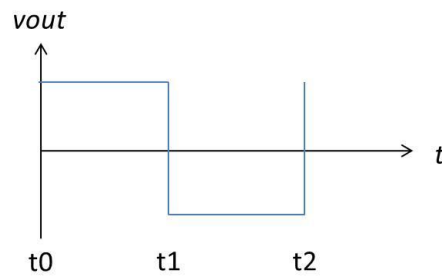
Figur 7

Kretsen som er vist i Figur 7 har tre ulike navn/funksjoner avhengig av hvordan den brukes. Hvilke tre funksjoner kan den utføre den?

1) Integrator, 2) Lead/lag-krets og 3) Frekvensavhengig forsterker, dvs et filter.

Oppgave 3c)

Hva slags krets får man hvis man bytter om på plasseringen av den ohmske motstanden og kondensatoren? Tenk deg deretter at inngangssignalet V_{out} er slik det er vist i Figur 8. Skisser hvordan det tilsvarende utgangssignalet V_{in} må se ut.

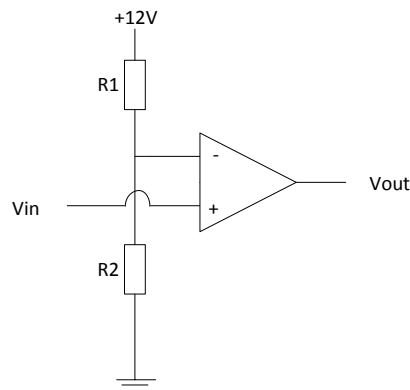


Figur 8

Ved å bytte om plasseringen til kondensatoren og motstanden får man en derivasjonskrets istedenfor en integrasjonskrets.

Oppgave 3d)

Kretsen vist i Figur 9 kalles en komparator. Bestem verdien av $R1$ og $R2$ for at kretsen skal beregne om V_{in} er større eller mindre enn 4,5volt. Det skal maksimalt gå 100mA gjennom $R1$, og du kan anta at operasjonsforsterkeren er ideell.

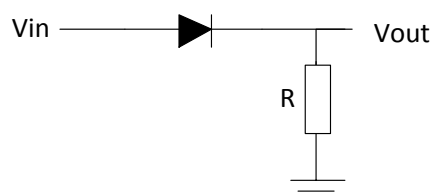


Figur 9

Her er det to krav, nemlig at $12V/(R1+R2)$ ikke skal være større enn 100mA, og at $12V \cdot (R2/(R1+R2)) = 4.5V$, og dermed kan $R1=75\Omega$ og $R2=45\Omega$ være en mulig løsning (dette gir en strøm på 100mA).

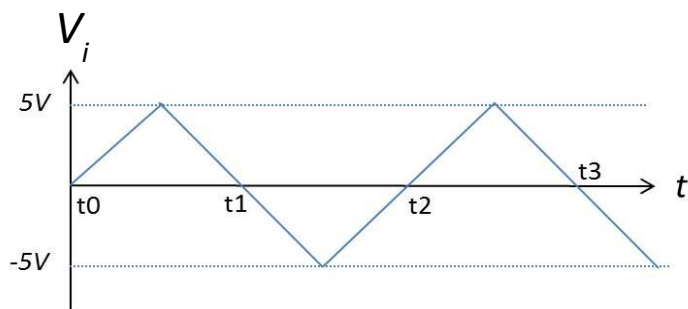
Oppgave 4 – Dioder og transistorer (vekt 20%)

Oppgave 4a)



Figur 10

Gitt diodekretsen i Figur 10. Skisser V_{out} når V_{in} er en trekantpuls slik det er vist i Figur 11.

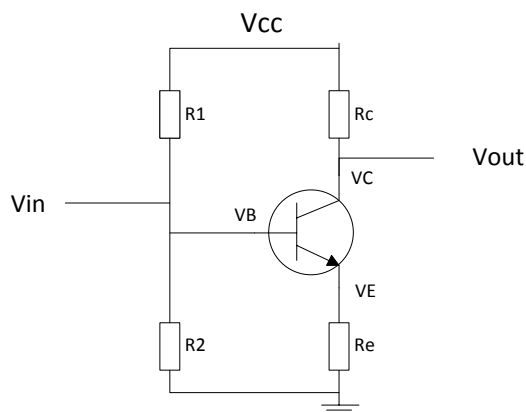


Figur 11

Svaret skal vise at kun det positive del av trekantpulsen slippes igjennom

Oppgave 4b)

Gitt kretsen i Figur 12. Sett opp et tilnærmet uttrykk for V_B som funksjon av kun V_{CC} , R_1 og R_2 og finn deretter V_E . Bruk følgende verdier: $V_{CC}=25V$, $R_1=22k\Omega$, $R_2=10k\Omega$, $R_C=1k\Omega$, $R_E=1k\Omega$ og $\beta=250$



Figur 12

$V_B = ((R_2 / (R_1 + R_2)) * V_{CC}) = 10k\Omega / (10k\Omega + 22k\Omega) * 25 = 7.81$ volt, og $V_E = V_B - 0.7V = 7.11$ volt

Oppgave 4c)

Hvorfor gir uttrykket for å beregne V_B som funksjon av kun R_1 , R_2 og V_{CC} en tilnærmet verdi? Hvis du skal finne en eksakt verdi: Hva må man da ta hensyn til? (Du skal ikke finne dette uttrykket, bare si hva man må ta hensyn til i tillegg).

Man må ta hensyn til motstanden mot jord gjennom transistoren også.

Oppgave 4d)

Tenk deg nå at R_1 erstattes av en ny motstand R_x . Hva er den største verdien R_x kan ha for at det fortsatt skal gå en kollektorstrøm I_c (dvs hvis R_x er større enn denne verdien vil det ikke gå en strøm I_c)? Forklar kort hvordan du kommer frem til svaret.

Her er resonnetet at man må over terskelspenningen på 0.7 volt, dvs at $R_2 / (R_x + R_2) * V_{CC} > 0.7$. Dette gir en maksimal verdi for R_x på 347 k Ω .

Oppgave 5 – Flervalgsoppgave (vekt 20%)

For hver deloppgave nedenfor er det kun ett av utsagnene som er korrekte. Svaret ditt skal bestå av bokstaven på det du mener er det korrekte utsagnet. Les nøye igjennom alle utsagnene i hver deloppgave før du svarer!

Oppgave 5-1)

I en bipolar transistor

- a) går det ikke en strøm I_b gjennom basen
- b) er kollektorstrømmen I_c og emitterstrømmen I_e nøyaktig like store
- c) finnes det ikke deplesjonsområder
- d) er kollektorstrømmen I_c proporsjonal med basestrømmen I_b når transistoren er i det lineære området
- e) består ladningsbærerne av protoner

Riktig svar er d)

Oppgave 5-2)

En ideell operasjonsforsterker har

- a) uendelig liten inngangsmotstand
- b) uendelig stor slew rate
- c) uendelig lite gain A
- d) inngangsmotstand proporsjonal med frekvensen
- e) endelig forsterkning

Riktig svar er b)

Oppgave 5-3)

Kirchhoffs strøm- og spenningslover

- a) Kirchhoffs strøm- og spenningslover erstatter Ohms lov
- b) Kirchhoffs spenningslov gjelder ikke for vekselspenninger
- c) Kirchhoffs strømløv gjelder bare for likestrømmer
- d) Kirchhoffs strømløv kan begrunnes med at ladninger verken kan oppstå eller forsvinne i en node
- e) Ingen av utsagnene over er korrekte

Riktig svar er d)

Oppgave 5-4)

Kondensatorer og spoler

- a) Kondensatorer og spoler er kretselementer som har frekvensuavhengig impedans
- b) Spoler kan ikke brukes til å lage filtre
- c) For å lage integrasjons- og derivasjonskretser må man bruke både spoler og kondensatorer
- d) En kondensator sperrer for ac-signaler
- e) En spole har kun ohmsk motstand for dc-signaler

Riktig svar er e)

Oppgave 5-5)

AD og DA-konvertere

- a) En DA-konverter konverterer et analogt signal til et digitalt signal
- b) En AD-konverter kan konvertere spenningssignaler, men ikke strømsignaler
- c) En analogt signal har teoretisk sett uendelig høy oppløsning
- d) Hvis man kobler en DA-konverter etter en AD-konverter vil presisjonen til det analoge signalet etter DA-konverteringen være lik presisjonen før AD-konverteringen
- e) En DA-konverter krever alltid et klokkesignal for å konvertere

Riktig svar er c)