

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

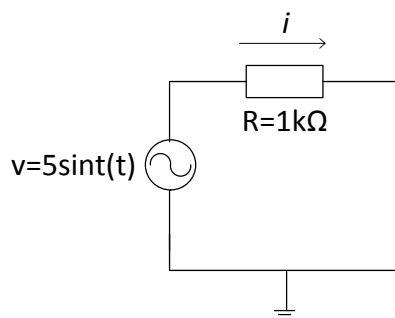
Tillatte hjelpemidler: Alle trykte og skrevne samt lommekalkulator

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

Her er det en liten trykkfeil i teksten – spenningen skal være $v=5\sin(t)$ og ikke $v=5\sin(t)$. Dette ble det opplyst om på eksamen, men skal strengt tatt ikke ha noen betydning hva som står. Uansett blir $i=v/R=5\sin(t)/1k\Omega$

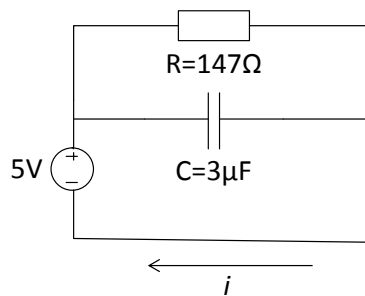
Oppgave 1b)

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

Her må man kunne av $P=VI$ 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.

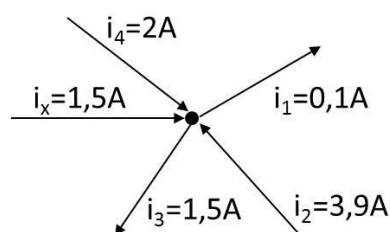


Figur 2

Her testes at kandidaten har skjønnt at det ikke går strøm gjennom kondensatoren ved en likespenningskilde. Strømmen er derfor $i=5V/147\text{Ohm}=0,034\text{ A}$. Bør trekkes hvis man trekker inn reaktans i likningen.

Oppgave 1d)

Finn strømmen i_x i Figur 3.



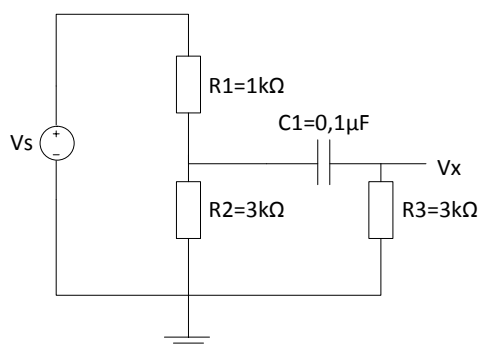
Figur 3

Trykkfeil. I figuren star det at $I_x=1,5A$, som ikke gir mening siden det er I_x man skal finne. Det ble opplyst på eksamen at I_x er ukjent. $I_x=-4,3\text{ A}$, for å få full poensgum må man ta med fortegnet

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 $V_x=0V$. Nok en test på at de har forstått hvordan en kondensator fungerer.



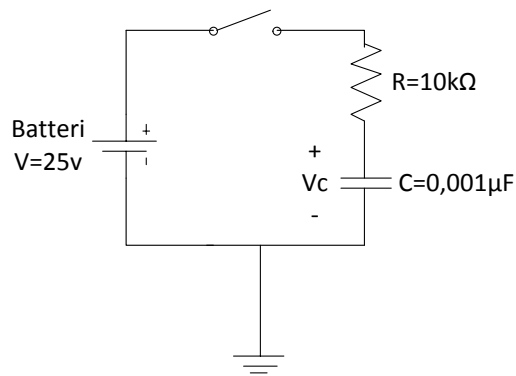
Figur 4

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

Resonnementet man er ute etter 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

$$V_x = (R_2 || R_3) / (R_1 + R_2 || R_3) * V_s = 1,5k\Omega / 2,5k\Omega * V_s = 0,6V_s$$

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 oppladningskurven?

Her må man beregne tidskonstanten først $\tau = RC = 1$ mikrosekund. Forventer at man svarer at det 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)

Her er det formelen for oppladning man spør etter, dvs $V_c = V_f(1 - e^{-t/RC})$. Hvis studenten ikke har med kalkulator og dermed ikke får regnet ut svaret bør man allikevel gi god score om de kan forklare hvordan man regner det ut. Matten kan også bli litt vanskelig, så henvisning til riktig formel er derfor påkrevet, uten at man skal ha regnet ut alt.

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.

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

Oppgave 2d)

Batteriet erstattes nå av en spenningskilde som lager et sinussignal med frekvens 20kHz og amplitude 10 volt. Finn impedansen ved å tegne fase diagram 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 $X_c = 1/(2\pi * f * C) = 1/(2\pi * 20kHz * 0,001\mu F) = 7,95 * 10^3$ Ohm

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

Hvis studenen har glemt kalkulator eller av andre årsaker ikke har regnet ut, er det ikke så viktig - det viktige er at de har satt inn i rett formel.

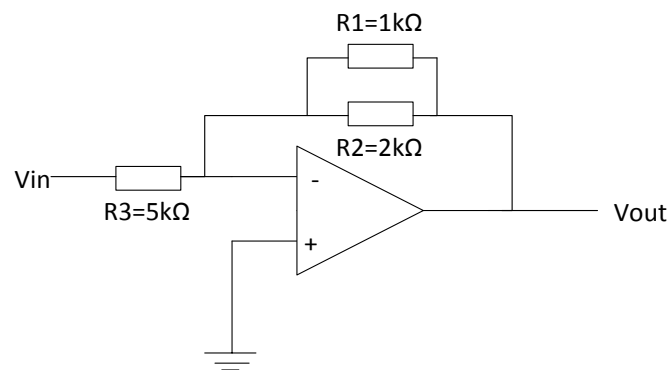
Oppgave 2e)

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)

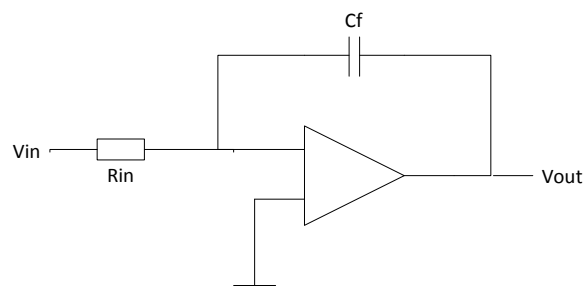


Figur 6

Finn forsterkningen A til kretsen i Figur 6.

Denne bør alle klare – det eneste er at man må regne først ut totalt $R1$ og $R2$. Da får man at $A=- (Rf/Ri)=0,133$. Dette gir dermed en demping og ikke forsterkning, men det bør ikke forvirre studentene

Oppgave 3b)



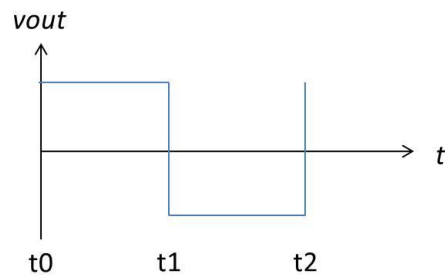
Figur 7

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 utgangssignalet V_{out} er slik det er vist i Figur 8. Skisser hvordan det tilsvarende inngangssignalet V_{in} må se ut.

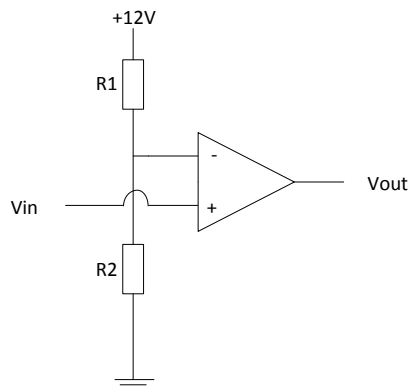


Figur 8

Ved å bytte om plasseringen til kondensatoren og motstanden får man en derivasjonskrets istedenfor en integrasjonskrets. Inngangssignalet må i dette tilfellet være en trekantpuls (dette kan leses rett ut av læreboka og forelesningsnotatene).

Oppgave 3d)

Kretsen vist i Figur 9 kalles en komparator. Bestem verdien av R_1 og R_2 for at kretsen skal beregne om V_{in} er større eller mindre enn 4,5 volt. Det skal maksimalt gå 100mA gjennom R_1 , og du kan anta at operasjonsforsterkeren er ideell.

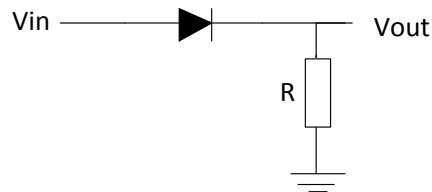


Figur 9

Her er det to krav, nemlig at $12v/(R_1+R_2)$ ikke skal være større enn 100mA, og at $12v*(R_2/R_1+R_2)=4.5v$. Dette blir til et ligningssett med to ukjente som kanskje også volder problemer for noen. Viktigste kravet til besvarelsen er at man klarer å sette opp de ligningene – om de ikke er regnet ut er det ikke så kritisk. Uansett vil $R_1=75\Omega$ og $R_2=45\Omega$ være en mulig løsning (dette gir en strøm på 100mA).

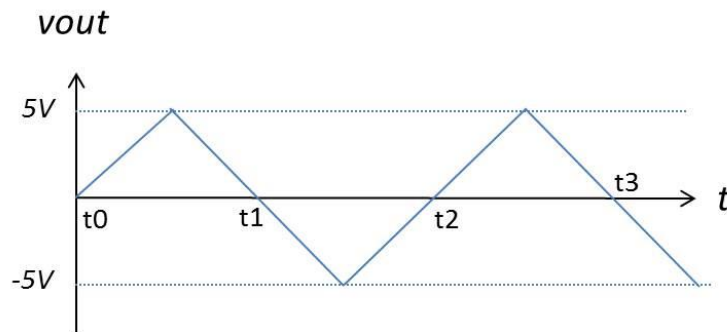
Oppgave 4 - Dioder og transistorer (vekt 20%)

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.



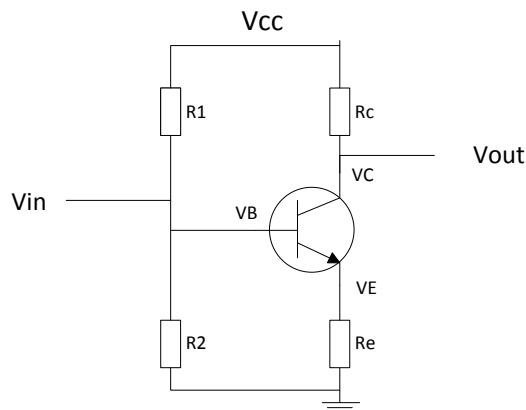
Figur 11

Trykkfeil i figuren; det er V_{in} og ikke V_{out} som vises. Poenget er at de skal forstå at den negative halvdelen ikke slipper igjennom.

Siden det kan bli forvirring etter hva det spørres om får vi ikke være for strenge på denne oppgaven heller

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

$V_B = \left(\frac{R_2}{R_1 + R_2}\right) * V_{CC} = \frac{10k\Omega}{(10k\Omega + 22k\Omega)} * 25 = 7.81$ 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 R1 erstattes av en ny motstand Rx. Hva er den største verdien Rx kan ha for at det fortsatt skal gå en kollektorstrøm Ic (dvs hvis Rx er større enn denne verdien vil det ikke gå en strøm Ic)? Forklar kort hvordan du kommer frem til svaret.

Her er resonnementet at man må over terskelspenningen på 0.7 volt, dvs at $R2/(Rx+R2)*V_{cc} > 0.7$. Dette gir en maksimal verdi for Rx på 347 kOhm. Igjen er resonnementet det viktigste, ikke tallverdiene.

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 Ib gjennom basen
- b) er kollektorstrømmen Ic og emitterstrømmen Ie nøyaktig like store
- c) finnes det ikke deplesjonsområder
- d) er kollektorstrømmen Ic proporsjonal med basestrømmen Ib 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 strømlov gjelder bare for likestrømmer
- d) Kirchhoffs strømlov 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)