

UNIVERSITY OF OSLO

Faculty of Mathematics and Natural Sciences

Exam in: INF 1410 - Linear Circuit theory

Day of exam: Friday May 29th 2009

Exam hours: 3 timer

This examination paper consists of 4 pages.

Appendices: None

Permitted materials: All printed and written, and pocket calculator

Make sure that your copy of this examination paper is complete before answering

If you get too little time and/or have forgotten to bring a calculator, then list the relevant equations. If you consider it necessary to add your own assumptions, write these clearly in your answer.

Problem 1 (Weight: 15%)

- a) Find the unknown current I_5 in Figure 1, and show how you found the result.

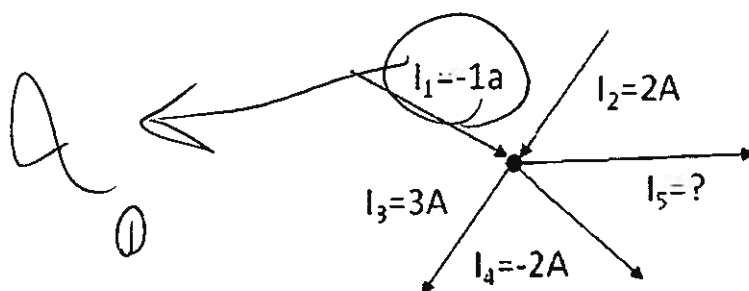


Figure 1

- b) Find the unknown voltage V_3 in Figure 2 and show how you found the result

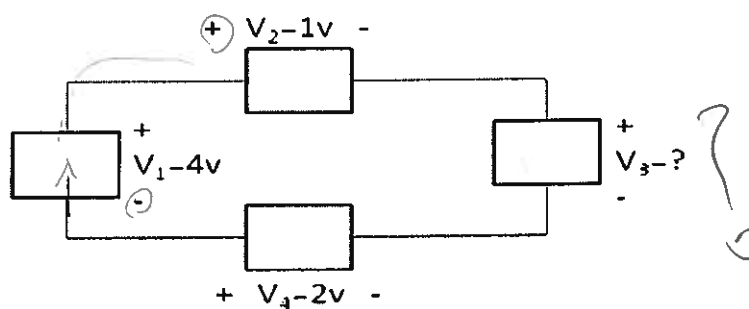


Figure 2

Problem 2 (Weight: 20%)

- a) Given the circuit in Figure 3. Find the equivalent resistance between nodes A and B (i.e. simplify the circuit as much as possible). The resistor values are as follows: $R_1=6\Omega$, $R_2=6\Omega$, $R_3=3\Omega$, $R_4=4\Omega$ and $R_5=8\Omega$.

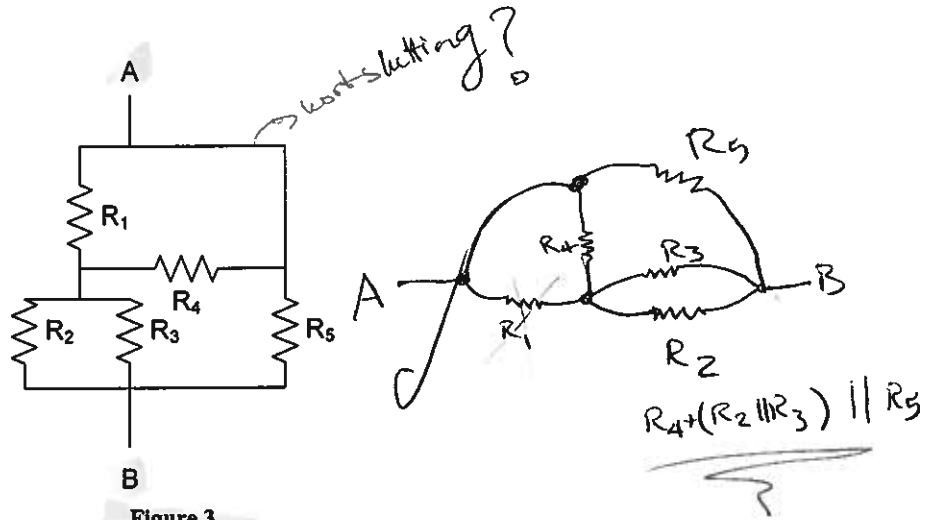


Figure 3

- b) Given the circuit in Figure 4. Find the equivalent capacitance between nodes A and B (i.e. simplify the circuit as much as possible). The capacitor values are as follows: $C_1=1F$, $C_2=2F$, $C_3=2F$, $C_4=3F$ and $C_5=5F$

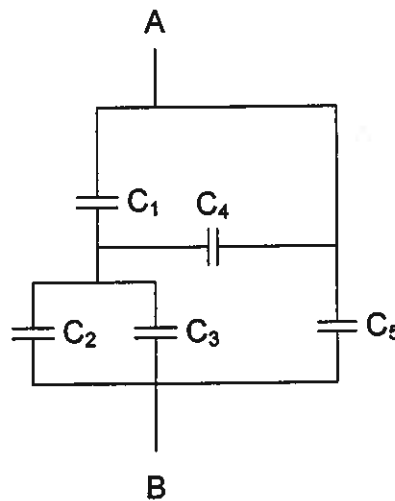


Figure 4

Problem 3 (Weight: 25%)

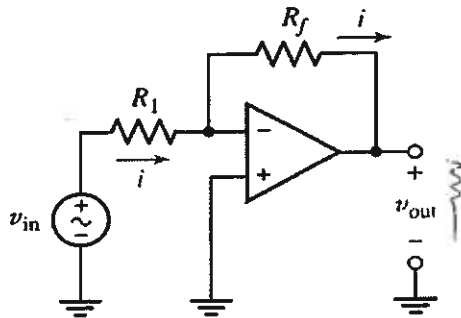


Figure 5

- a) What must be the value of the resistance R_f in Figure 5 be if $R_1=5k\Omega$ and the gain is -100 ?
- b) In Figure 5, if v_{in} is maximum $100mV$, and the maximum value of v_{out} is $4V$, what must be the value of R_f be when $R_1=5k\Omega$?
- c) How will the output signal v_{out} in Figure 5 be affected if the output resistance of the operating amplifier no longer is zero? (You shall only describe briefly what happens, and not derive any equations)

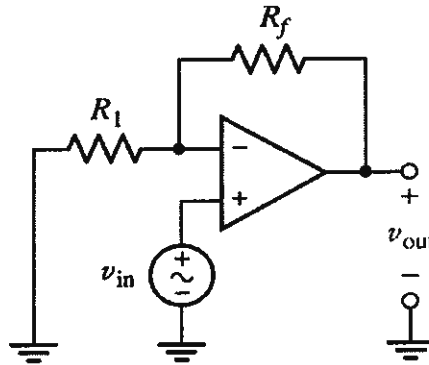


Figure 6

- d) If $R_1=10k\Omega$ in the circuit in Figure 6, what must be the value of R_f in order to get a gain of 100 ?
- e) How will the output signal v_{out} of the circuit of Figure 6 be affected if the input resistance no longer is infinite? (You shall only describe briefly what happens, and not derive any equations)
- f) If a capacitor is connected between the + and - nodes on the output of the circuit in Figure 6, what will happen with v_{out} as the frequency of the input signal v_{in} increases? (You shall only describe briefly what happens, and not derive any equations)

Problem 4 (Weight: 20%)

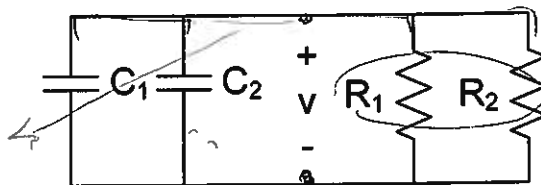


Figure 7

- a) What is the time constant of the circuit in Figure 7 expressed in terms of C_1 , C_2 , R_1 and R_2 ?
- b) What does "natural response" mean?
- c) Assume that the circuit in Figure 7 had a DC source with $V=5V$ connected at $t<0$, and that the source is being disconnected at $t=0$. If the equivalent capacitance is $20\mu F$, and the equivalent resistance is 5Ω , what is the magnitude of the voltage v after $400\mu s$?

Problem 5 – "Multiple choice" (Weight: 20%)

Below, a series of statements are given. For each group of statements only one statement is completely correct compared to the other ones. Your answer shall only consist of the letter indicating what you consider to be the correct statement.

Please read carefully through all the statements – some are more "incorrect" than others. In order to prevent pure guesswork, selecting an obviously completely wrong statement as a correct one, negative points may be given.

1) Topic: Pure Ohm resistances. Which statement is correct?

- a) The resistance of an ideal Ohm resistance is always independent of frequency
- b) The resistance of a physical ohm resistance is always independent of temperature
- c) The resistance of a copper wire is zero
- d) An Ohm resistance can store a finite amount of energy of a finite time interval.
- e) An Ohm resistance is not a passive element

2) Topic: Capacitors. Which statement is correct?

- a) A capacitor is an example of an active element
- b) A capacitor can store a finite amount of energy of an infinite time interval
- c) A capacitor can store a finite amount of energy of a finite time interval
- d) A capacitor has an impedance which is independent of frequency
- e) A capacitor as zero impedance for DC signals

3) Topic: Operational amplifiers

- a) An ideal operational amplifier has infinite input resistance
- b) An ideal operational amplifier has infinite output resistance
- c) Operational amplifiers cannot be used to integrate an input signal
- d) Operational amplifiers cannot be used to differentiate an input signal
- e) A physical (practical) operational amplifier has infinitely high gain

4) Topic: Kirchhoffs' current and voltage laws

- a) Kirchhoff's current law only applies to direct currents
- b) Kirchhoff's voltage law is not valid in the frequency domain
- c) Kirchhoff's voltage law only applies to planar networks
- d) Kirchhoff's current law states the sum of currents leaving (or entering) a node equals zero
- e) Kirchhoff's voltage states that the algebraic sum of voltages around a loop equals zero

5) Topic: Analysis in frequency and time domains

- a) The laws of Kirchhoff result in equations with integrals and/or differentials for circuits with capacitors/inductors in the time domain
- b) An analysis in the frequency domain is only of interest if the input signal has a certain frequency
- c) An analysis in the time domain is only of interest if the input signal is a DC signal
- d) The Laplace transform can only be used if the excitation (input) signal is an exponential function
- e) The Laplace transform is a one-way function, i.e. it is not possible to transform back to the original function.

UNIVERSITETET I OSLO

Det matematisk-naturvitenskapelige fakultet

Eksamen i: INF 1410 - Lineær Kretsteori

Eksamensdag: fredag 29. mai 2009

Tid for eksamen: 3 timer

Oppgavesettet er på 4 sider

Vedlegg: Ingen

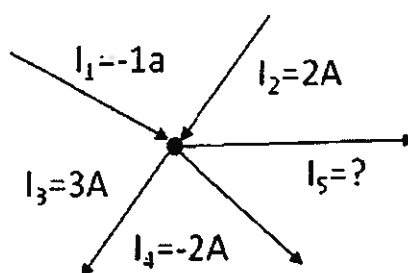
Tillatte hjelpemidler: Alle trykte og skrevne, samt lommekalkulator

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

Hvis du får liten tid og/eller mangler kalkulator, sett i såfall opp de relevante ligningene. Hvis du mener det er nødvendig med egne presiseringer/forutsetninger, markér dette tydelig!

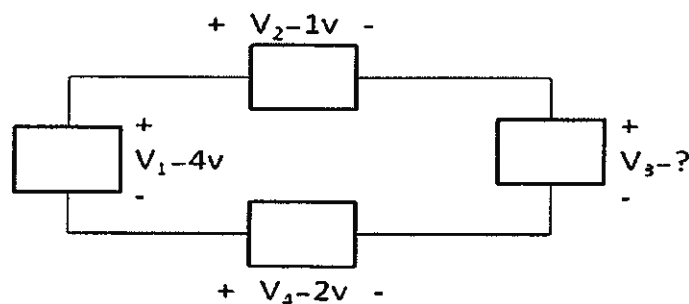
Oppgave 1 (Vekt: 15%)

- a) Finn den ukjente strømmen I_5 i Figur 1, og vis hvordan du kom frem til svaret



Figur 1

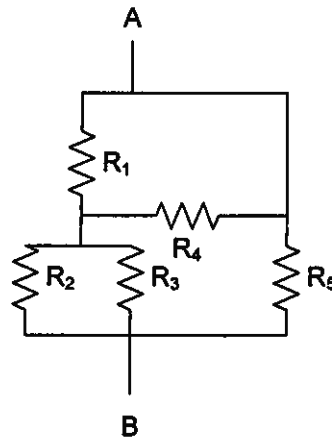
- b) Finn den ukjente spenningen V_3 i Figur 2, og vis hvordan du kom frem til svaret



Figur 2

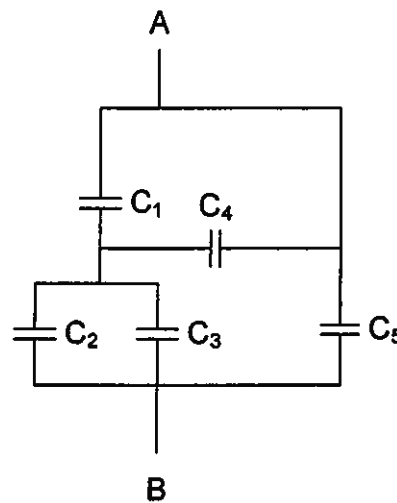
Oppgave 2 (Vekt: 20%)

- a) Gitt kretsen i Figur 3. Beregn hva den ekvivalente motstanden mellom node A og B er (dvs forenkle kretsen mest mulig). Motstandsverdiene er som følger: $R_1=6\Omega$, $R_2=6\Omega$, $R_3=3\Omega$, $R_4=4\Omega$ og $R_5=8\Omega$.



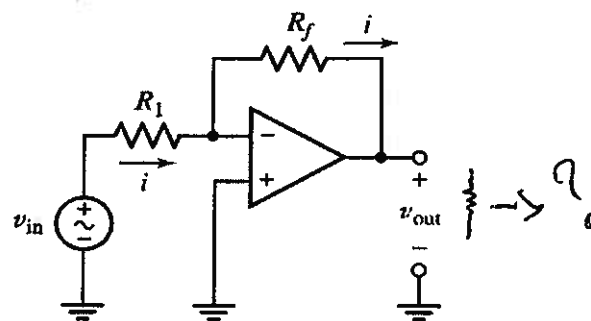
Figur 3

- b) Gitt kretsen i Figur 4. Beregn hva den ekvivalente kapasitansen mellom node A og B er (dvs forenkle kretsen mest mulig). Kapasitansverdiene er som følger: $C_1=1F$, $C_2=2F$, $C_3=2F$, $C_4=3F$ og $C_5=5F$



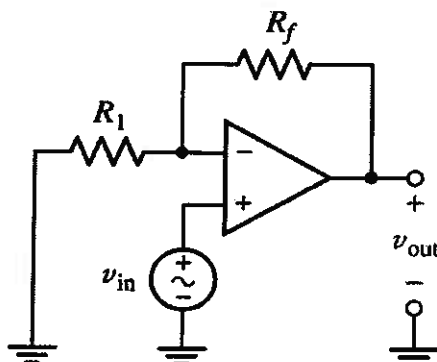
Figur 4

Oppgave 3 (Vekt: 25%)



Figur 5

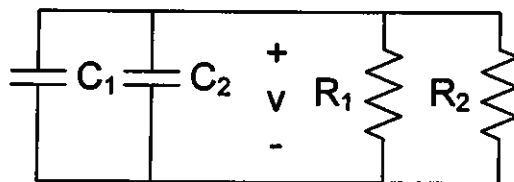
- Hvor stor må motstanden R_f i kretsen i Figur 5 være hvis $R_1=5\text{k}\Omega$ og forsterkningen er -100 ?
- Hvis v_{in} er maks 100mV og v_{out} skal være maks 4V i kretsen i Figur 5, hvor stor må da R_f være når $R_1=5\text{k}\Omega$?
- Hvordan vil utgangssignalet v_{out} til kretsen i Figur 5 påvirkes hvis utgangsmotstanden til operasjonsforsterkeren ikke lenger er null? (du skal bare kort beskrive hva som skjer, ikke utlede ligninger)



Figur 6

- Hvis $R_1=10\text{k}\Omega$ på i kretsen i Figur 6, hvor stor må R_f være for at forsterkningen skal være 100 ?
- Hvordan vil utgangssignalet v_{out} til kretsen i Figur 6 påvirkes hvis inngangsmotstanden til operasjonsforsterkeren ikke lenger er uendelig stor? (du skal bare kort beskrive hva som skjer, ikke utlede ligninger)
- Hvis en kondensator kobles mellom + og - på utgangen av kretsen i Figur 6, hva vil skje med v_{out} etterhvert som frekvensen til innsignalet v_{in} øker (du skal bare kort beskrive hva som skjer, ikke utlede ligninger)

Oppgave 4 (Vekt: 20%)



Figur 7

- Hva er tidskonstanten til kretsen i Figur 7 uttrykt ved C_1 , C_2 , R_1 og R_2 ?
- Hva menes med "naturlig respons"?
- Anta at kretsen hadde en likespenningskilde med $V=5\text{V}$ tilkoblet ved $t<0$, og som så blir koblet fra ved $t=0$. Hvis den ekvivalente kapasitansen er $20\mu\text{F}$, og den ekvivalente motstanden er 5Ω , hvor stor er da spenningen v etter $400\mu\text{s}$?

Oppgave 5 – Flervalgsoppgave. (Vekt: 20%)

Nedenfor er det gitt en samling av påstander. For hver deloppgave er det kun én av påstandene som er helt korrekt. Svaret ditt skal bestå kun av bokstaven til det du mener er korrekt svaralternativ.

Les nøye igjennom alle påstandene – noen er mer ”gale” enn andre. For å hindre ren gjetning, vil det for noen helt opplagt gale påstander gis negativ poengsum.

1) Tema: Ohmske motstander. Hvilken påstand er korrekt?

- a) Resistansen til en ideell ohmsk motstand er uavhengig av frekvens
- b) Resistansen til en fysisk ohmsk motstand er alltid uavhengig av temperatur
- c) Resistansen til en kobberleder er null
- d) En ohmsk motstand kan lagre en endelig mengde energi over et endelig tidsintervall
- e) En ohmsk motstand er ikke et passivt element

2) Tema: Kondensatorer. Hvilken påstand er korrekt?

- a) En kondensator er et eksempel på et aktivt element
- b) En kondensator kan lagre en endelig mengde energi over uendelig tid
- c) En kondensator kan lagre en endelig mengde energi over endelig tid
- d) En kondensator har impedans som er uavhengig av frekvens
- e) En kondensator har null motstand for likestrømssignaler

is ideal
right

3) Tema: Operasjonsforsterkere

- a) En ideell operasjonsforsterker har uendelig stor inngangsmotstand
- b) En ideell operasjonsforsterker har uendelig stor utgangsmotstand
- c) Operasjonsforsterkere kan ikke brukes for å integrere et innsignal
- d) Operasjonsforsterkere kan ikke brukes for å derivere et innsignal
- e) En fysisk (praktisk) operasjonsforsterker har uendelig stor forsterkning

4) Tema: Kirchhoffs strøm- og spenningslover

- a) Kirchhoffs strømlov gjelder bare for likestrømssignaler
- b) Kirchhoffs spenningslov gjelder ikke i frekvensdomenet
- c) Kirchhoffs spenningslov gjelder kun for planare nettverk
- d) Kirchhoffs strømlov sier at summen av strømmene ut av (eller inn i) en node er lik null
- e) Kirchhoffs spenningslov sier at den algebraiske summen av spenningene rundt en løkke er lik null

5) Tema: Analyse i frekvens- og tidsdomenet

- a) Kirchhoffs lover gir ligninger med integrerte og/eller deriverte for kretser med kondensatorer/spoler i tidsplanet
- b) Analyse i frekvensplanet er bare interessant hvis innsignalet har en bestemt frekvens
- c) Analyse i tidsplanet er bare interessant hvis innsignalet er et likestrømssignal
- d) Laplace-transform kan bare benyttes hvis påtrykket (innsignalet) er en eksponensialfunksjon
- e) Laplace-transformen er en en-veis funksjon, dvs at det ikke er mulig å transformere tilbake til den opprinnelige funksjonen