

Eksamen INF1411 vår 2015 – løsningsforslag og sensorveiledning

Oppgave 1 – Resistorer (vekt 20 %)

Oppgave 1-a)

i) Kretsen har 5 noder

ii) Kretsens totale motstand er $10R/11$, og hvis $R=22\text{k}\Omega$ så er den totale resistansen $20\text{k}\Omega$

Oppgave 1-b)

$V_{out}=V_s \cdot R_2/(R_1+R_2)$ $\rightarrow R_2 = (V_{out} \cdot R_1/V_s)/(1-V_{out}/V_s)$. Setter inn tallverdiene og dette gir at $R_2=30\text{k}\Omega$.

Oppgave 1-c)

$$V_{out} = (R_2 \parallel R_3)/(R_2 \parallel R_3 + R_1) \cdot V_s = 3.88 \text{ volt}$$

Oppgave 1-d)

Effektforbruket i R_2 er gitt av formelen $P=V^2/R_2=2.91^2/30\text{k}\Omega=0,50 \text{ mW}$

Oppgave 2 – RC-kretser (vekt 20 %)

Oppgave 2-a)

- i) Den frekvensavhengige delen heter kapazitiv reaktans.
- ii) Her må man bare sette inn i formelen $X_C=1/(2\pi \cdot f \cdot C)$ og det gir $X_C=16,93 \text{ Ohm}$

Oppgave 2-b)

- i) Tidskonstanten $\tau=RC=100\text{Ohm} \cdot 4,7 \text{ mikroFarad}=0,00047\text{sekunder}=0,47 \text{ millisekunder}$
- ii) Ved $t=3\tau$ er spenningen over kondensatoren tilnærmet lik 95% av maksimal spenning (og max spenning vil være 6volt), med andre ord $6 \cdot 0.95=5,7 \text{ volt}$. Den andre måten å beregne spenningen etter $t=3\tau$ er fra formelen for oppladning $v=V_f(1-e^{-(t/\tau)})$. Begge deler skal selvsagt gi samme svar, og dette må være med for at det skal gi full uttelling.

Oppgave 2-c)

Hvis C er en fysisk kondensator så vil den ha en parasittresistans i parallell. I så fall vil tidskonstanten øke, fordi det vil ta lenger tid å lade opp kondensatoren til en gitt spenning (det lekker ladninger ut av kondensatoren samtdidig som den lades opp).

Oppgave 2-d)

- i) Formelen for impedans er $Z = \sqrt{R^2 + X_c^2}$ hvor $X_c = 1/2\pi fC$. Setter inn tallene som er oppgitt får man $Z = 105,58 \text{ Ohm}$, og fasevinkelen $\theta = \arctan(X_c/R)$. Det viktige her er å sjekke at man har forstått å bruke riktig formel og setter inn for den bestemte frekvensen.
- ii) Finner først fasevinkelen mellom impedansene som er gitt av $\theta = \arctan(X_c/R) = 18,7$ grader, og dette gir fasevinkelen mellom spenningen over resistoren R og kilden. For å vinne fasevinkelen ϕ mellom kondensatoren C og spenningskilden finner man $\phi = 90 - \theta = 71,3$ grader. Denne oppgaven forutsetter at man har skjønt sammenhengene mellom strøm, spenning og impedans i RC-kretser og en del vil sannsynligvis ha problemer med denne.

Oppgave 2-d)

- i) Her må man observere at ved en dc-spenning så er impedansen til de ideelle kondensatorene uendelig store og de kan derfor tenkes fjernet. Da står man igjen med en total impedans på $(R+R+R) \parallel (R+R+R) = 3R \cdot 3R / (3R+3R) = (3/2) \cdot R$.
- ii) Hvis frekvensen til en ac-spenning er veldig høy blir impedansen tilnærmet lik 0, og da kan man kortslutte kondensatorene. I dette tilfellet er den totale resistansen $(R \parallel R) + (R \parallel R) + (R \parallel R) = \frac{1}{2} R + \frac{1}{2} R + \frac{1}{2} R = (3/2) \cdot R$, dvs det samme som i) Denne oppgaven er enkel bare man har forstått at man kan se bort fra kondensatorene, dvs fjerne dem.

Oppgave 3 – OPAMP'er (vekt 20 %)

Oppgave 3-a)

Dette er en inverterende forsterker (spenningskilden er tegnet til høyre istedenfor til venstre).

$$V_{out}/V_{in} = A = -R_2/R_1$$

Oppgave 3b)

Hvis R_1 erstattes med en kondensator vil dette bli et differensiator eller derivasjonskrets med invertert output. Siden dette er en lett oppgave å svare på (og oppgaven gir relativ stor uttelling), bør de få med at output er invertert for å få full uttelling

Oppgave 3c)

Her er det lettest å se at dette er to spenningsdelere i parallell, og derfor på delingsfaktoren være lik i de to greinene. Dermed må $R_1/R_2 = R_x/R_3$, og dette gir at $R_x = 10 \text{ Ohm}$. Denne oppgaven kan nok være vanskelig for mange – man må se at det er to spenningsdelere i parallell

Oppgave 3d)

For at Wheatstonebroen skal brukes til å finne C_x , må 1) en av resistorene erstattes med en kondensator med en kjent verdi (det mest naturlige er å erstatte R_1 med en kondensator C_1 som har en kjent verdi), og 2) V_s må være en vekselspenningskilde. Dette fordi man trenger en kapazitiv spenningsdeling i de to greinene.

Oppgave 4 – Transistorer (vekt 20 %)

4-a) Hvis $V_{CE}=10$ volt, så må transistoren være i cutoff fordi det ikke kan gå noe strøm (spenningsfallet over transistoren er lik forsyningsspenningen). Dette betyr at basestrømmen $I_b=0$ A

4-b) For å finne I_B , I_C og I_E må man først finne V_C , V_B og V_E .

$$V_B \approx R_2 / (R_1 + R_2) * V_{CC} = 30 / (10 + 30) * 10 = 7,5 \text{ volt}$$

$$V_E = V_B - V_{BE} = 7,5 \text{ volt} - 0,7 \text{ volt} = 6,8 \text{ volt}$$

$$I_E = V_E / R_E = 6,8 \text{ volt} / 20 \text{ k}\Omega = 0,34 \text{ mA}$$

$$I_C = I_E * \alpha = 0,34 * 0,99 \text{ mA} = 0,3366 \text{ mA} \text{ (her kan man eventuelt anta at } I_C = I_E)$$

$$I_B = I_C * \beta = 0,3366 \text{ A} / 250 = 1,346 \text{ mikro A}$$

4c)

- i) Lastlinjen brukes for å finne korrekt operasjonspunkt i det lineære området. Her bør vi forlange en god forklaring for full uttelling
- ii) Lastlinjen krysser x-aksen (V_{CE}) ved $V_{CE} = V_{CC} = 10$ volt og y-aksen (I_C) $I_{C_{sat}} = V_{CC} / (R_C + R_E) = 10 \text{ v} / (10 \text{ k}\Omega + 20 \text{ k}\Omega) = 3,33 * 10^{-4}$

4d)

- i) C isolerer dc-nivået til input-spenningen fra forspenningsnettverket til transistoren. Dette sikrer at transistoren opererer i korrekt område og kun forsterker ac-komponenten i innsignalet. Også her må det være en god forklaring for å få full uttelling.
- ii) Man kan koble en kondensator i parallell med R_E for å øke spenningsforsterkningen for ac-signaler. DC-nivået på utgangen påvirkes ikke av dette.

Oppgave 5 – Flervalg (vekt 20 %)

5-1) Rett svar er alternativ c

5-2) Rett svar er alternativ d

5-3) Rett svar er alternativ c

5-4) Rett svar er alternativ b

5-5) Rett svar er alternativ d

5-6) Rett svar er alternativ a