

Oppgave 1)

- a) For å finne den samlede kapasitansen C_t til kondensatorer i parallell summerer vi enkeltkapasitansene, dvs $C_t = 47\text{pF} + 10\text{pF} + 0,001\mu\text{F} = 1057\text{pF} = 1,057\text{nF}$
- b) $C_t = 0,1\mu\text{F} + 0,01\mu\text{F} + 0,001\mu\text{F} + 0,01\mu\text{F} = 121\text{nF}$

Oppgave 2)

Den totale kapasitansen er $C_t = 2,2\mu\text{F} + 3,3\mu\text{F} = 5,5\mu\text{F}$. Den totale ladningen finner vi fra formelen $Q = CV = 5,5\mu\text{F} \cdot 5\text{V} = 27,5\mu\text{C}$ (NB: Pass på ikke å blande kapasitans C som måles i F og ladning Q som måles i C)

Oppgave 3)

- a) $\tau = 100\Omega \cdot 100\mu\text{F} = 10\text{ms}$
- b) $\tau = 10\text{M}\Omega \cdot 10\text{pF} = 0,1\text{ms}$
- c) $\tau = 4,7\text{k}\Omega \cdot 0,004\mu\text{F} = 18,8\mu\text{s}$
- d) $\tau = 1,5\text{M}\Omega \cdot 0,01\mu\text{F} = 15\text{ms}$

Oppgave 4)

- a) Det tar tiden $t = 5\tau$ å gå fra helt utladet til oppladet, $t = 5RC = 5 \cdot 47\Omega \cdot 47\mu\text{F} = 11,04\text{ms}$
- b) Det tar tiden $t = 5\tau$ å gå fra helt utladet til oppladet, $t = 5RC = 5 \cdot 3300\Omega \cdot 0,015\mu\text{F} = 0,25\text{ms}$
- c) Det tar tiden $t = 5\tau$ å gå fra helt utladet til oppladet, $t = 5RC = 5 \cdot 22\text{k}\Omega \cdot 100\text{pF} = 11\mu\text{s}$
- d) Det tar tiden $t = 5\tau$ å gå fra helt utladet til oppladet, $t = 5RC = 5 \cdot 4,7\text{M}\Omega \cdot 10\text{pF} = 235\mu\text{s}$

Oppgave 5)

- a) $X_c = 1/(2\pi fC) = 1/(2\pi \cdot 10\text{Hz} \cdot 0,047\mu\text{F}) = 339\text{k}\Omega$
- b) $X_c = 13,55\text{k}\Omega$
- c) $X_c = 677\Omega$
- d) $X_c = 33,9\Omega$

Oppgave 6)

- a) Reaktansen til C_1 er gitt av $X_{c1} = 1/(2\pi fC_1) = 1/(2\pi \cdot 2\text{kHz} \cdot 56\text{nF}) = 1,42\text{k}\Omega$
- b) Reaktansen til C_2 er gitt av $X_{c2} = 1/(2\pi fC_2) = 1/(2\pi \cdot 2\text{kHz} \cdot 82\text{nF}) = 971\Omega$
- c) Samlet reaktans er $X_{ct} = C_1 + C_2 = 2,39\text{k}\Omega$
- d) Siden kretsen kun har kapazitiv reaktans (og ikke resistans i tillegg) er det lett å regne ut spenningen over hver av kondensatorene når vi betrakter kretsen som en kapazitiv spenningsdeler: $VC_1 = (X_{c1}/X_{ct}) \cdot V_s = 5,94\text{V}$ og $VC_2 = (X_{c2}/X_{ct}) \cdot V_s = 4,06\text{V}$. Alternativt kan dette regnes ut som $VC_1 = (C_2/C_1) \cdot V_s$ og $VC_2 = (C_1/C_2) \cdot V_s$ (Setter inn uttrykkene for X_c og forenkler)

Oppgave 7)

Vi bruker ligningen fra oppgave 6), kapazitiv spenningsdeler, og får at $VC_1 = 8\text{V} = 12\text{V} \cdot (C_2/C_1)$. Setter så inn at $C_t = (C_1 \cdot C_2)/(C_1 + C_2)$ som gir at $VC_1 = 12 \cdot C_2/(C_1 + C_2) \rightarrow 8 = 12 \cdot C_2/(C_1 + C_2) \rightarrow C_2 = (C_1 + C_2)/3$. Setter så inn den kjente verdien for C_1 og får at $C_2 = 0,33\mu\text{F} + 0,33C_2 \rightarrow C_2 = 2\mu\text{F}$

Oppgave 8)

Vi ser først at spenningen over kondensatoren har nådd 72% av fulladet verdi. Da vet vi at $1 - \exp(-t/RC) = 0,72$ (alternativt kan vi si at $7,2V = 10V(1 - \exp(-t/RC))$ og så dele med 10 på begge sider). Uansett får vi at $\exp(-t/RC) = 1 - 0,72 = 0,28$. Her må vi benytte at $x = \ln(e^x)$ slik at $\ln(\exp(-t/RC)) = \ln(0,28) \rightarrow -t/(RC) = \ln(0,28) \rightarrow -10\mu s / 1nF = R \cdot \ln(0,28) = -10k\Omega / \ln(0,28) = 7856 \Omega$

Oppgave 9)

- a) $V_{out} = V_c$
- b) Vi må finne den kapasitive reaktansen X_c , og deretter beregne $\theta = \tan^{-1}\left(\frac{X_c}{R}\right)$
- c)
 - 1) $f = 10kHz$, $X_c = 1/(2\pi \cdot 10kHz \cdot 0,01\mu F) = 1591\Omega$; $Z = \sqrt{X_c^2 + R^2} = 1880\Omega$; $\theta = 57,85^\circ$
 - 2) $f = 20kHz$, $X_c = 1/(2\pi \cdot 20kHz \cdot 0,01\mu F) = 796\Omega$; $Z = \sqrt{X_c^2 + R^2} = 1278\Omega$; $\theta = 38,52^\circ$
 - 3) $f = 30kHz$, $X_c = 1/(2\pi \cdot 30kHz \cdot 0,01\mu F) = 531\Omega$; $Z = \sqrt{X_c^2 + R^2} = 1132\Omega$; $\theta = 27,8^\circ$
- d) $V_{out} = X_c / (X_c + R) \cdot V_{in} = V_{out} = X_c / \sqrt{X_c^2 + R^2}$ NB: fete typer betyr at dette er vektorer
- e) Når frekvensen til V_{in} øker vil impedansen til kondensatoren falle. Dermed vil også amplituden til V_{out} falle
- f) Når frekvensen til V_{in} øker vil fasevinkelen mellom V_{in} og V_{out} øke, fordi X_c blir mindre og dermed blir faseforskyvningen mellom V_{in} og V_r mindre. Dermed øker faseforskjellen mellom X_c og V_{in}
- g) Siden fasevinkelen mellom V_{in} og V_{out} minker blir det mindre tidsforsinkelse mellom V_{out} og V_{in}

Oppgave 10)

- a) 90 grader; strømmen ligger 90 grader foran spenningen
- b) $T = L/R$, angir hvor fort strømmen i en spole kan endre seg
- c) Ved $f = 0Hz$ er kondensatoren uendelig høy impedans og man kan tenke seg at den fjernes
- d) Ved $f \approx \infty$ har kondensatoren veldig lav impedans og den kan derfor erstattes av en leder (kortsluttes)
- e) En fysisk spole har kun viklingsresistans ved $f = 0Hz$, og den kan derfor erstattes med en vanlig resistor. Hvis spolen er ideell, har den ingen viklingsresistans og den kan derfor erstattes av en leder
- f) Ved $f \approx \infty$ har spolen uendelig høy impedans og da kan den fjernes, dvs en åpen krets
- g) Måleenheten for induktans er Henry som måles i Ωs
- h) Faseforskyvningen mellom strøm og spenning i en spole er 90 grader; strømmen ligger 90 grader etter spenningen

Oppgave 11)

- a) Tidskonstanten sier noe om hvor fort det går å lade opp/lade ut en kondensator gjennom en resistor
- b) Etter $\tau = 1$ har spenningen over kondensatoren falt til ca 37% av den startspenningen (antar at kondensatoren var fullt oppladet før utladningen startet). Kan også finne spenningen ved å sette inn $\tau = 1$ i formelen for utladning av en kondensator
- c) Etter $\tau = 1$ har spenningen over kondensatoren økt til ca 63% av den maksimale spenningen som er mulig (antar at kondensatoren var helt utladet før oppladningen starter). Kan også finne spenningen ved å sette inn $\tau = 1$ i formelen for oppladning av en kondensator

- d) Man antar at kondensatoren er helt oppladet eller helt utladet etter $\tau=5$
- e) $\tau=RC$, som gir at $C=\tau/R$. Dermed må $C=16\text{ms}/4\text{k}\Omega=4\mu\text{F}$
- f) (Kretsen er gjengitt over oppgaveteksten, ikke til høyre). $\tau=RC=4\mu\text{F}\cdot 8\text{k}\Omega=0,032\text{s}=32\text{ms}$
- g) $V_c(t)=VF(1-e^{-t/\tau})$ og $V_R=VF - V_c(t)=VF-VF(1-e^{-t/\tau})$ mens $i_c=V_R/R$
- h) $V_c(20\text{ms})=40\cdot(1-e^{-20/32})=18.58\text{v}$
- i) $t=2\tau$ betyr at $t=2\cdot 32\text{ms}=64\text{ms}$. Da er spenningen over kondensatoren $V_c=40\cdot(1-e^{-2})=34.6\text{v}$, som tilsvarer en ladning på $Q=VC=34,6\text{v}\cdot 4\mu\text{F}=138,4\text{ }\mu\text{C}$