

## Øving 1

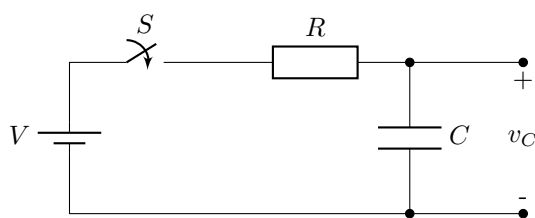
### Målsetning

Tema for øvingen er transientanalyse. De to første oppgavene er oppvarming og repetisjon fra ADE. De neste kan løses ved å bruke det du har sett i den første videoforlesningen i emnet.

Minimum 50 % av øvingen må være rett og oppkoblingsoppgavene må være utført for å få godkjent. Noen plasser er svaret gitt for å gi deg mulighet til å kontrollere om du har gjort oppgaven rett, men du må fortsatt vise hvordan du kommer frem til svaret.

### Oppgave 1 (5 poeng)

Vi ser på kretsen i figur 1.



Figur 1: Krets for oppgave 1.

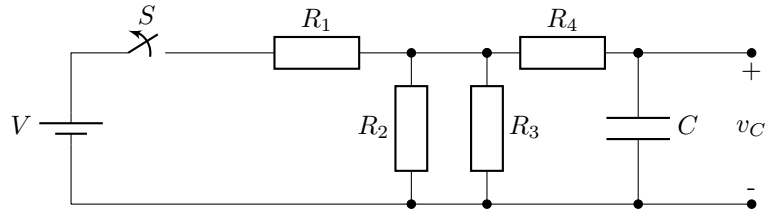
**a)** Gitt  $R = 1\text{k}\Omega$ ,  $C = 100\mu\text{F}$  og at spenningskilden leverer en spenning på  $V = 5\text{ V}$ . Ved  $t = 0$  lukkes bryteren  $S$ . Hva er tidskonstanten  $\tau$  for oppladningen av kondensatoren  $C$ ? (Svar: 100 ms.) Finn et uttrykk for utviklingen av spenningen  $v_C$  over  $C$  som funksjon av tid og skisser resultatet i en graf der du merker av spenningen over kondensatoren ved  $\tau$ ,  $2\tau$ ,  $3\tau$ ,  $4\tau$  og  $5\tau$ .

**b)** Koble opp kretsen på et breadboard og finn tidskonstanten ved å måle med Digilent. Du kan bruke utstyret fra Elsyskofferten fra Elsys GK. Der er det knapper du kan bruke som bryter og passende motstander og kondensatorer. Dokumenter resultatet ved å ta et skjermbilde av oscilloskopet. (Du kan kortslutte kondensatoren for å få den til å lade seg ut forttere mellom målinger.)

**c)** Du ser kanskje at utladningen av kondensatoren tar mye lengre tid enn oppladningen. Kan du forklare hvorfor?

## Oppgave 2 (2 poeng)

Under i figur 2 ser du en mer komplisert krets, med en bryter  $S$ , motstandene  $R_1, R_2, R_3$  og  $R_4$  og en kondensator  $C$ . Igjen skal du se på spenningsutviklingen  $v_C$  over kondensatoren  $C$ . I denne kretsen er bryteren  $S$  lukket og har vært det i lang tid før  $t = 0$ .

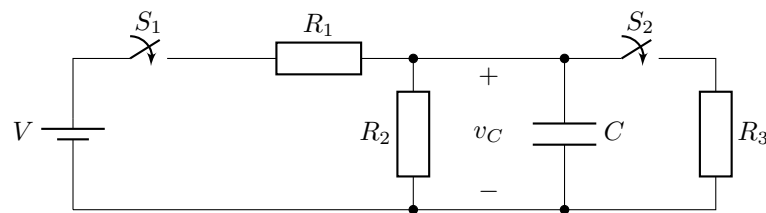


Figur 2: Krets for oppgave 2.

Gitt at  $R_1 = 200\Omega$ ,  $R_2 = 470\Omega$ ,  $R_3 = 220\Omega$ ,  $R_4 = 300\Omega$ ,  $C = 10\text{nF}$  og spenningskilden leverer en spenning på  $V = 5\text{V}$ . Ved  $t = 0$  åpnes bryteren. Finn et uttrykk for utviklingen av spenningen  $v_C$  som funksjon av tid og skisser resultatet i en graf på samme måte som i oppgave 1. Hva er tidskonstanten  $\tau$  for utladningen av kondensatoren? (Svar:  $4,5\mu\text{s}$ .)

## Oppgave 3 (3 poeng)

Kretsen i figur 3 ligner på kretsen i oppgave 2, men her er det to brytere  $S_1$  og  $S_2$  som lukkes på forskjellig tidspunkt og begge bryterne starter åpne.

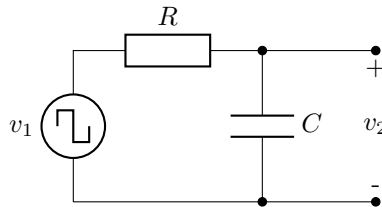


Figur 3: Krets for oppgave 3.

- Gitt  $R_1 = 1\text{k}\Omega$ ,  $R_2 = 1\text{k}\Omega$ ,  $R_3 = 1\text{k}\Omega$ ,  $C = 100\mu\text{F}$  og spenningskilden  $V$  leverer en spenning på  $V = 1\text{V}$ . Begge bryterne er i utgangspunktet åpne. Ved  $t = 0$  lukkes  $S_1$ . Beregn utviklingen av spenningen  $v_C$  over  $C$  som funksjon av tid.
- Ved  $t = 6\tau$  lukkes  $S_2$ . Beregn utviklingen av spenningen over  $C$  som funksjon av tid. Skisser spenningen  $v_C$  fra  $t = 0$  og til spenningen har nådd en stabil verdi.
- Gjør oppgave b) igjen, men nå lukkes  $S_2$  ved  $t = 0.5\tau$ .

## Oppgave 4 (10 poeng)

I figur 4 under er det en krets som ligner på kretsen i oppgave 1, men her er likespenningskilden byttet ut med en variabel spenningskilde  $v_1$ . Akkurat denne spenningskilden leverer et firkant-signal med amplitude  $0,5\text{V}$  sentrert rundt  $0,5\text{V}$ . Med andre ord, signalet varierer mellom  $0\text{V}$  og  $1\text{V}$ . Frekvensen varierer. Motstanden har motstand  $R = 1\text{k}\Omega$ , og kondensatoren har kapasitans  $C = 10\text{nF}$ .



Figur 4: Krets for oppgave 4.

- a) Finn tidskonstanten  $\tau$  for RC-leddet. (Svar:  $10\mu\text{s}$ .)
- b) Firkantsignalet har en frekvens på  $5\text{kHz}$ . Skisser to perioder av utgangssignalet  $V_2$  med  $V_1$  i samme graf.
- c) Gjør det samme som i oppgave b, men nå har signalet en frekvens på  $30\text{kHz}$ .
- d) Koble opp kretsen og sammenlign med resultatene fra b og c.
- e) Du vil at  $V_2$  ved  $5\text{kHz}$  skal nå  $0,8\text{V}$  ved maksimal oppladning. Regn ut komponentverdier som oppfyller det kravet og test eksperimentelt.

## A Tips: Circuitikz

Alle kretsene i denne øvingen er laget med Circuitikz. Det er en pakke for Latex som lar deg enkelt (etter litt trening) tegne gode elektriske kretser. Du må ikke bruke circuitikz for å lage kretser til dine tekniske rapporter, men det er enklere enn det virker ved første øyekast. Bruk Google for en grundigere innføring i Circuitikz og flere eksempler. Her er koden som er brukt for å lage figurene i denne øvingen.

Inkluder dette før `\begin{document}`:

```
\usepackage[europeanresistors]{circuitikz}
```

Kode for figur 1:

```
\begin{figure}[htbp]
\centering
\begin{circuitikz}
\draw
(0, 0) to[battery, l=$V$] ++(0, 2)
to[switch, l=$S$] ++(2, 0)
to[R, l=$R$] ++(2.5, 0) coordinate(node1)
to[short, -*] ++(1.5, 0) node[below]{+}
(node1) to[C, l=$C$, *-] ++(0, -2) coordinate(node2)
to[short, -*] ++(1.5, 0) node[above]{-}
++(0, 1) node[]{$v_C$}
(node2) to[short] (0, 0)
;
\end{circuitikz}
\caption{Krets for oppgave 1.}
\label{fig:oppg1}
\end{figure}
```

Kode for figur 2:

```
\begin{figure}[htbp]
\centering
\begin{circuitikz}
\draw
(0, 0) to[battery, l=$V$] ++(0, 2)
to[opening switch, l=$S$] ++(2, 0)
to[R, l=$R_1$] ++(2.5, 0) coordinate(node1)
to[R, l=$R_2$, *-] ++(0, -2)
(node1) to[short] ++(1, 0) coordinate(node2)
to[R, l=$R_3$, *-] ++(0, -2)
(node2) to[R, l=$R_4$, *-] ++(2, 0) coordinate(node3)
to[short, -*] ++(1.5, 0) node[below]{+}
(node3) to[C, l=$C$, *-] ++(0, -2) coordinate(node4)
to[short, -*] ++(1.5, 0) node[above]{-}
++(0, 1) node[]{$v_C$}
(node4) to[short] (0, 0)
;
\end{circuitikz}
\caption{Krets for oppgave 2.}
\label{fig:oppg2}
\end{figure}
```

Kode for figur 3:

```
\begin{figure}[htbp]
\centering
\begin{circuitikz}
\draw
(0, 0) to[battery, l=$V$] ++(0, 2)
to[switch, l=$S_1$] ++(2, 0)
to[R, l=$R_1$] ++(2.5, 0) coordinate(node1)
to[R, l=$R_2$, *-] ++(0, -2)
(node1) to[short] ++(1, 0) node[below]{+} coordinate(vc)
++(0, -1) node[]{$v_C$}
++(0, -1) node[above]{-$}
(vc) to[short] ++(1, 0) coordinate(node2)
to[C, l=$C$, *-] ++(0, -2)
(node2) to[switch, l=$S_2$] ++(2, 0)
\end{circuitikz}
\end{figure}
```

```

    to[R,l=$R_3$] ++(0,-2)
    to[short] (0,0)
;
\end{circuitikz}
\caption{Krets for oppgave 3.}
\label{fig:oppg3}
\end{figure}

```

Kode for figur 4:

```

\begin{figure}[htbp]
\centering
\begin{circuitikz}
\draw
(0,0) to[square voltage source,l=$v_1$] ++(0,2)
to[R,l=$R$] ++(2.5,0) coordinate(node1)
to[short,-*] ++(1.5,0) node[below]{+}
(node1) to[C,l=$C$,*-*] ++(0,-2) coordinate(node2)
to[short,-*] ++(1.5,0) node[above]{-}
++(0,1) node[]{$v_2$}
(node2) to[short] (0,0)
;
\end{circuitikz}
\caption{Krets for oppgave 4.}
\label{fig:oppg4}
\end{figure}

```