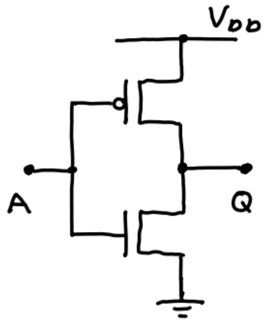
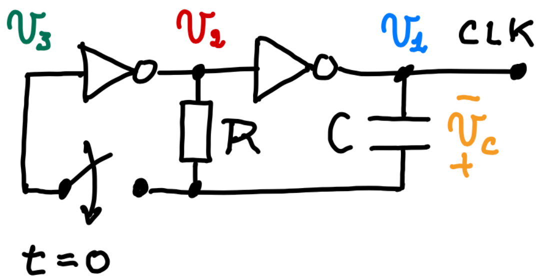
ERT-ykt 18
Kommentarar i ettertid

Oppgåve 1 (max 5 minutt)
Som i ein del tidlegare tilfelle er spenningsforsyninga, inkludert jord, underforstått i symbolet til invertarane.



Oppgåve 2 (Max. 15 minutt)
For dei fleste er nok 15 minutt alt for kort tid til å skulle finna ut detaljane på eiga hand. Nedanfor kjem ei detaljert forklaring. Denne vil ogso verta gjennomgått i auditorium.

For å gjera forklaringa mest mogeleg konkret, har eg heile vegen brukt v_{DD} = 5 volt. Me tek utgangspunkt i denne figuren:

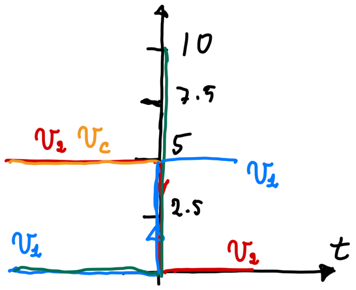


Mykje av lykelen for å forstå kretsen ligg i spenninga v_3. So lenge brytaren er på, vil v_3 alltid ha ein verdi lik v_1 pluss kondensatorspenninga v_c (slik me har definert forteiknet i figuren ovanfor.)

Når brytaren vert slått på, skjer fire ting rask rekkefylgje:

1. v_3 gjeng frå 0 til $v_1 + v_c = v_c$ sidan $v_1 = 0$.
2. v_2, som er den inverterte av v_3, gjeng frå 5 volt til 0
3. v_1, som er den inverterte av v_2, gjeng frå 0 til 5 volt.
4. v_3 gjeng frå v_c til $v_1 + v_c = 5 + v_c$.

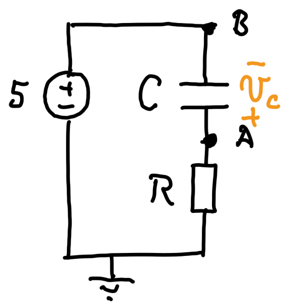
Alt dette skjer ideelt sett momentant, slik at me får ein brå overgang ved t = 0 som vist i neste figur. For brå endringar kan det vera greitt å bruka notasjonen 0^- for tidspunktet umiddelbart før 0 og 0^+ for tidspunktet umiddelbart etter 0.



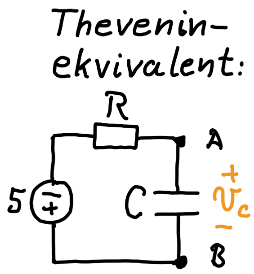
$t=0^-$: $v_2=5$, $v_1=0$, $v_c=5$, $v_3=0$

$t=0^+$: $v_2=0$, $v_1=5$, $v_c=5$, $v_3 = v_1 + v_c = 5+5=10$

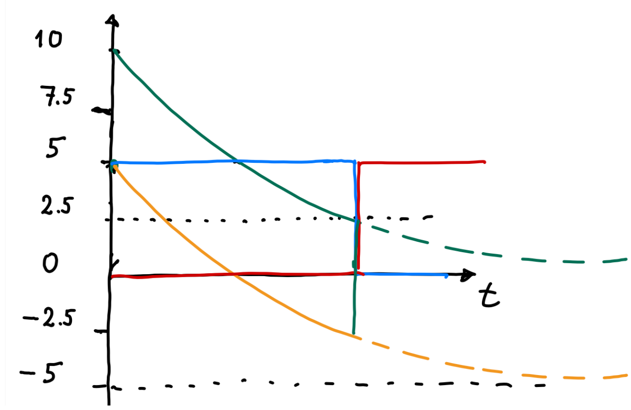
Lat oss no fokusera på det som skjer med kondensatorspenninga v_c. For å tenkja rett her, er det lurt å setja opp ein modell. Utgangen av den høgre invertaren ser me no som ei ideell spenningskjelde med spenning v_1 = 5 volt. Den andre enden av kondensatoren er kopla til v_2 = 0 via motstanden R.



Neste steg er å teikna Thévenin-ekvivalenten av situasjonen.



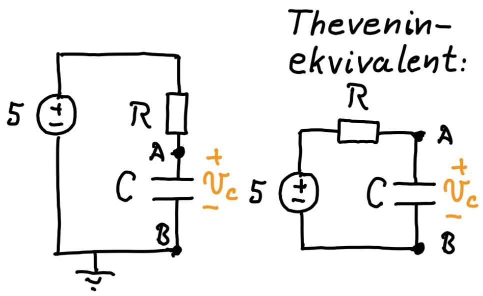
Her ser me at, slik me har definert referanseretninga på v_c, vil v_c no lada seg opp mot ein verdi + $v_c(\infty)$ = -5 Dette er skissert i neste figur.



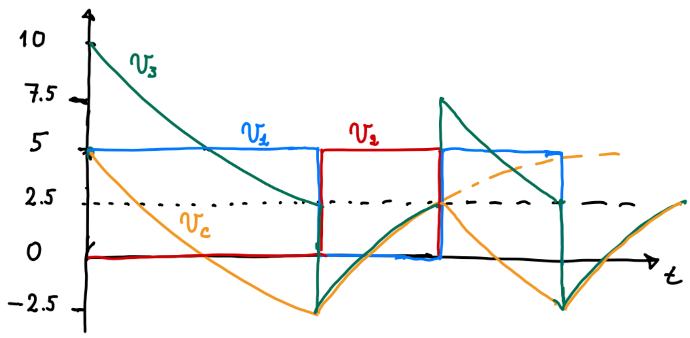
I den same figuren ser me og at $v_3 = v_1 + v_c$ bevegar seg parallelt med v_c, men heile tida v_1 = 5 volt over. Den fallande tendensen held fram heilt til v_3 passerer 2.5 volt. Då, nemleg, skjer tre ting:

1. Den venstre inverteren endrar inngangen frå låg til høg, altso $v_2 = 5$.
2. Den høgre inverteren endrar sin verdi frå høg til låg, altso $v_1 = 0$.
3. v_3 endrar verdi til $v_1 + v_c = v_c$.

Men no vert situasjonen for kondensatoren og endra. No er det den venstre inverteren som fungerer som ei spenningskjelde på v_2 = 5 volt, medan den høgre inverteren ligg på v_1 = 0. Me får denne modellen og Thévenin-ekvivalenten:



Me ser her at v_c no vil lada seg opp mot ein verdi + $v_c(\infty)$ = +5 volt. Oppførselen ser me i neste figur:



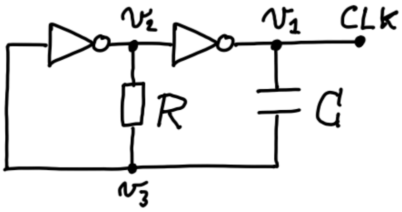
Me ser no at kondensatorspenninga no er komen inn i ein periodisk sekvens, der ho skiftar mellom ± 2.5 volt. Dette gjev variasjonar i v_3, som i sin tur sørger for at v_2 og v_1 varierer som vist.

Oppgåve 3

Ingen kommentar

Oppgåve 4

Her gjeld det å innsjå at ein fyrst finn ein høveleg tidskonstant. Deretter kan ein velja ein verdi for den eine komponenten og rekna ut ein verdi for den andre. Altso ingen fasit!



$$T = 2\ln 3\,\tau \approx \frac{1}{f}$$

$$\Downarrow$$

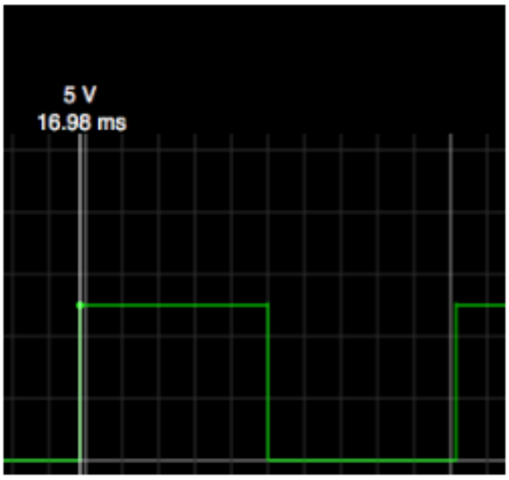
$$\tau = \frac{1}{2\ln 3 \cdot f}$$

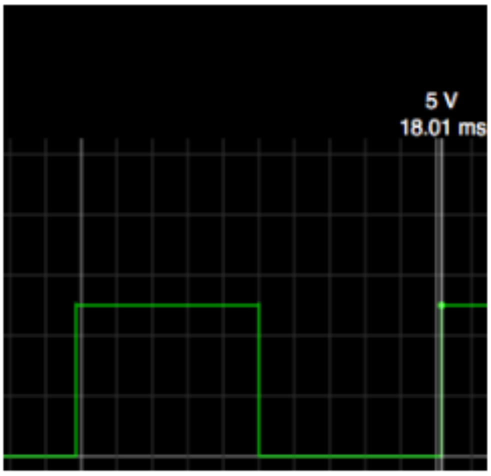
$$f = 1\,\text{kHz} \Rightarrow \tau = \frac{1}{2 \cdot \ln 3 \cdot 10^3} = 0.46\,\text{ms}$$

$$R = 1\,\text{k}\Omega \Rightarrow C = \frac{\tau}{R} = 0.46 \cdot 10^{-3-3}$$

$$= 0.46\,\mu\text{F}$$

Simulering:

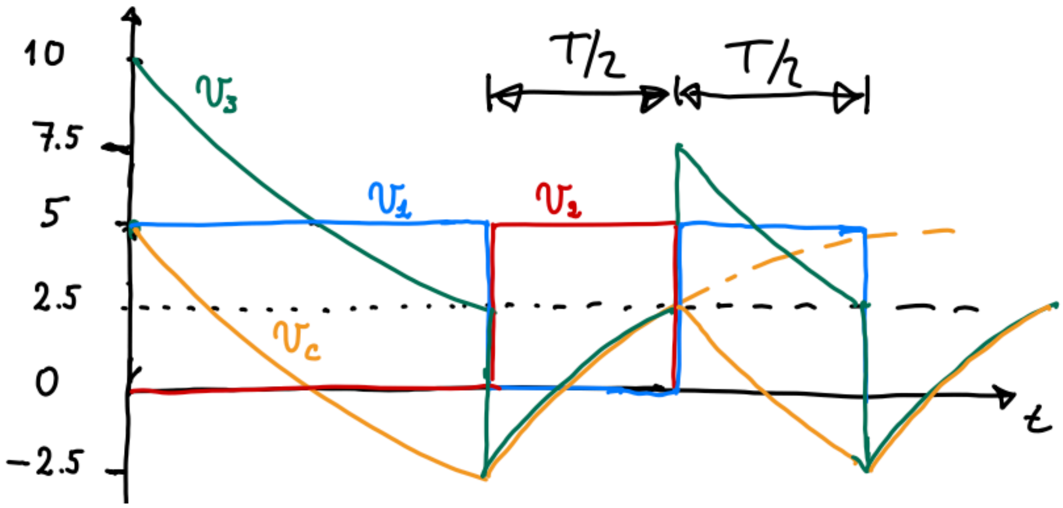




T = 18.01 ms – 16.98 ms = 1.03 ms. Teoretisk skulle me fått T = 1 ms, men avlesingsfeil og avrunding i utrekningar utgjer truleg avviket.

Oppgåve 5 (Ekstra)

Me ser igjen på grafen over dei ulike spenningane:



Sjå spesielt på de halve perioden der at v_c stig frå startverdien -2.5 volt til 2.5 volt, eller meir generelt frå $-V_{DD}/2$ til $+V_{DD}/2$. For dette området får me då:

$$v_C(t) = v_C(\infty) + [v_C(0) - v_C(\infty)]e^{-t/\tau}$$

$$v_C(T/2) = \frac{V_{DD}}{2}$$

$$v_C(T/2) = V_{DD} + \left[-\frac{V_{DD}}{2} - V_{DD}\right]e^{-T/2\tau} = \frac{V_{DD}}{2}$$

$$\Downarrow$$

$$1 - \frac{3}{2}e^{-T/2\tau} = \frac{1}{2}$$

$$2 - 3e^{-T/2\tau} = 1$$

$$e^{-T/2\tau} = \frac{1}{3}$$

$$-\frac{T}{2\tau} = -\ln 3$$

$$T = 2\ln 3\,\tau$$

Oppgåve 6 (Ekstra)

Ingen kommentar.