

# Forberedelse Lab 8: Datakonvertering

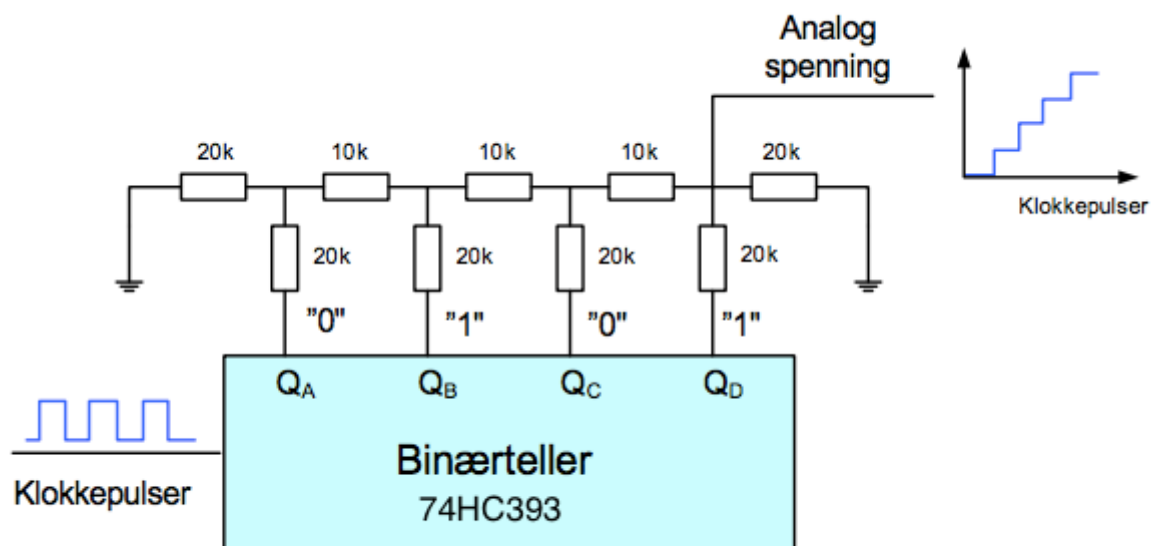
Lab 8 består av:

- Oppgave 1: Binærteller (SN74HC393N).
- Oppgave 2: Digital til analog konvertering (DAC).
- Oppgave 3: Analog til digital konvertering (ADC).

I oppgave 2 og 3 brukes det R-2R nettverk i kretsene. Det anbefales å gjøre denne forberedelsen før gjennomføring av Lab 8.

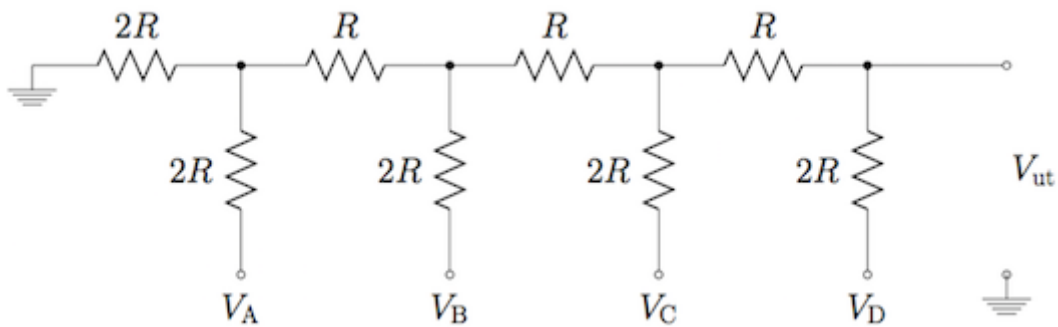
## R-2R nettverk

Med et R-2R motstandsnettverk kan man gjøre om et binærkodet tall til en analog spenning. Hvis vi f.eks. kobler R-2R nettverket til utgangen fra en binær teller slik som vist på figur 1, vil vi få ut en spenning som er proporsjonal med antall klokkepulser som har gått inn på telleren.



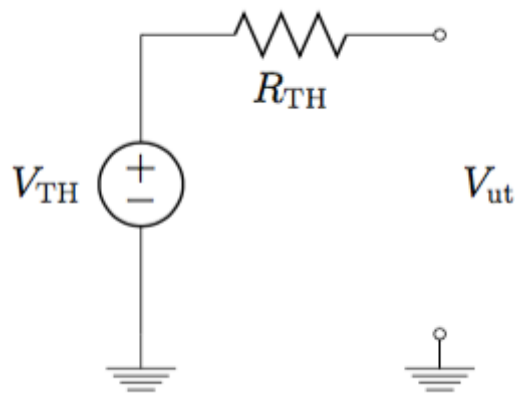
Figur 1: En binærteller koblet til et R-2R nettverk.

I forberedelsen skal vi kun se på motstandsnettverket som er koblet til binærtelleren. 2R-motstanden på 20 kOhm helt til høyre i figur 1 er ikke en del av R-2R nettverket og kan sees på som en lastmotstand. Altså ser selve R-2R nettverket ut som i figur 2. De negative terminalene til spenningene  $V_{A, B, C, D}$  vises ikke i figur 2 for å forenkle skjemaet, men de er koblet til jord.



Figur 2: R-2R nettverket.

Ved bruk av Thevenins teorem og superposisjon kan analysen av R-2R nettverket gjøres forholdsvis enkelt. Thevenins teorem kan brukes til å forenkle R-2R nettverket til kretsen i figur 3, hvor  $V_{ut}$  er den analoge spenningen ut fra R-2R nettverket.



Figur 3: Theveninekvivalent.

Thevenins teorem:

Any linear electrical network with voltage and current sources and only resistances can be replaced at the output terminals ( $V_{ut}$ ) by an equivalent voltage source  $V_{TH}$  in series connection with an equivalent resistance  $R_{TH}$ .

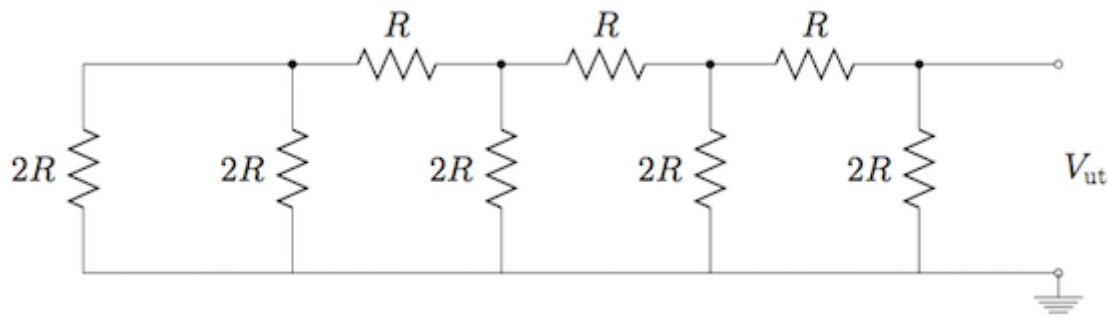
[Wikipedia \(https://en.wikipedia.org/wiki/Th%C3%A9venin's\\_theorem\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Th%C3%A9venin's_theorem)

For å finne  $R_{TH}$  til theveninekvivalenten gjøres følgende:

- Først kortsluttes alle spenningskildene i kretsen. Det vil si at spenningskildene fjernes og deretter forbindes terminalene spenningskildene er koblet til. Da er  $R_{TH}$  den motstanden som er i parallell med terminalene til  $V_{ut}$ .

## (a) Theveninmotstanden til R-2R nettverket

Figur 4 viser R-2R nettverket etter at alle spenningskildene er kortsluttet. Begynn til venstre og legg sammen motstandene for å finne  $R_{TH}$  for R-2R nettverket.



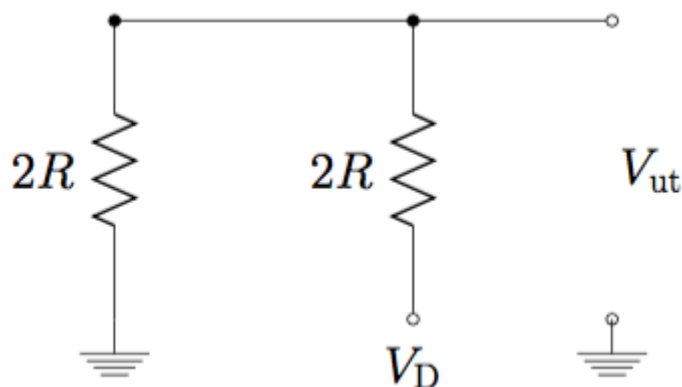
Figur 4

Svar:

## (b) Bidraget fra spenningen $V_D$

Neste skritt blir å finne theveninspenningen  $V_{TH}$ .  $V_{TH}$  er lik den analoge spenningen  $V_{ut}$  fra R-2R nettverket uten lastmotstand. Å finne  $V_{TH}$  gjøres altså ganske enkelt ved å finne spenningen over  $V_{ut}$ . Men i dette R-2R nettverket er det hele fire spenningskilder. En mulig løsning er da å bruke superposisjon. Ved bruk av superposisjon kan en se på bidraget fra hver enkelt spenningskilde og deretter summere dem for å finne den totale spenningen.

I figur 5 er alle spenningskildene kortsluttet med unntak av  $V_D$ . Deretter er resten av nettverket blitt forenklet til  $2R$  med samme fremgangsmåte som oppgitt i (a). Hva blir theveninspenningen for spenningskilden  $V_D$  og er det nødvendig å gjøre noe for å finne  $R_{TH}$ ?

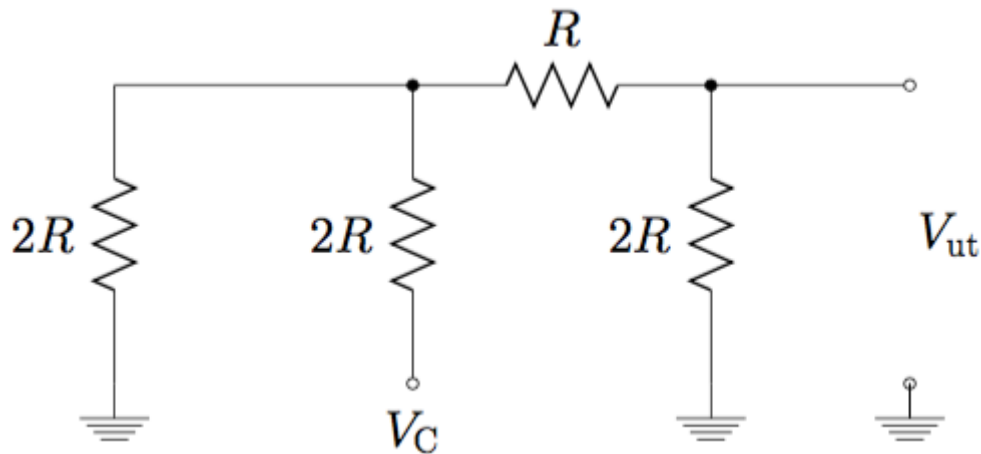


Figur 5

Svar:

## (c) Bidraget fra spenningen $V_C$

Figur 6 viser forenklet krets med  $V_C$  som eneste spenningskilde. Hva blir theveninspenningen nå?



Figur 6

Svar:

### (d) Summen av bidragene

Ved å summere theveninspenningene fra hver enkelt port blir theveninspenningen for kretsen

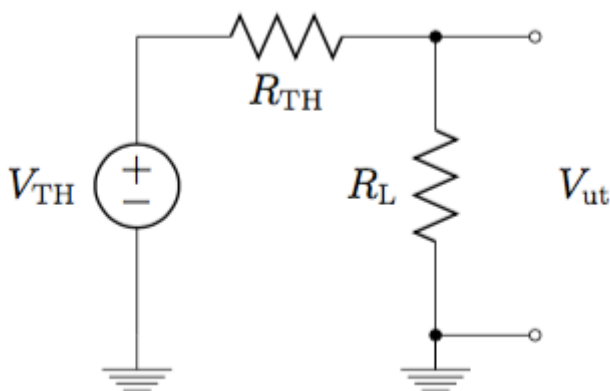
$$\begin{aligned} V_{TH} &= V_{TH_A} + V_{TH_B} + V_{TH_C} + V_{TH_D} \\ &= \frac{V_A}{16} + \frac{V_B}{8} + \frac{V_C}{4} + \frac{V_D}{2} \end{aligned}$$

Hva blir  $V_{TH}$  når spenningene på Q-portene er like og alle Q-portene er i tilstanden høy?

Svar:

### (e) Lastmotstand

Ved bruk av theveninekvivalenten kan vi nå finne spenningen ut av R-2R nettverket med en lastmotstand slik som i figur 7.



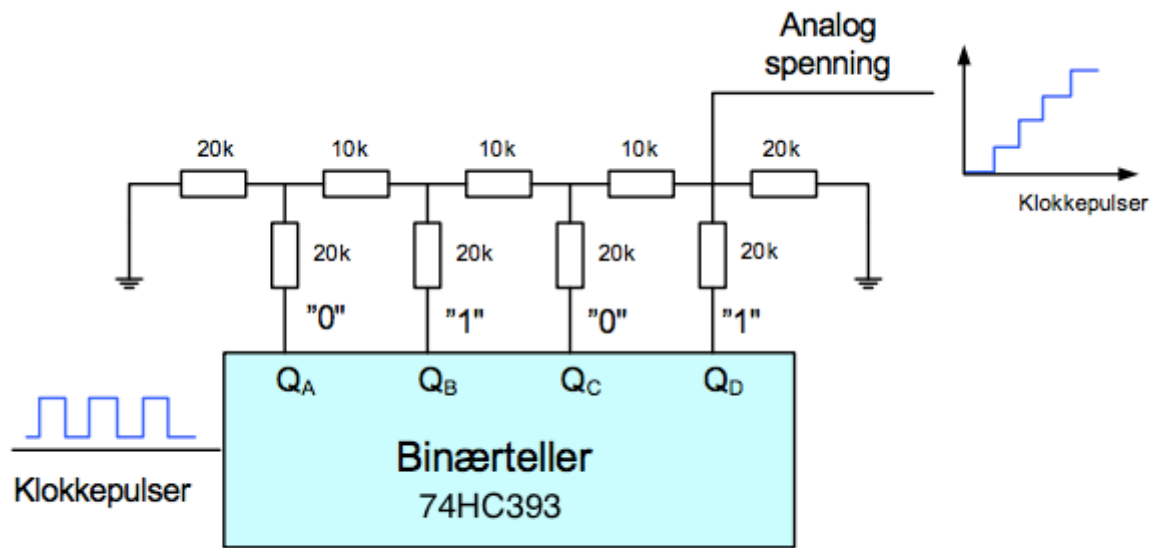
Figur 7

Finn maksimal analog spenning ut ( $V_{ut}$ ) når:

- $R = 10 \text{ k}\Omega$

- $R_L = 2R = 20 \text{ k}\Omega$
- $V_Q = 5 \text{ V}$

$V_Q$  er spenningen på utgangene til binærtelleren 74HC393.



Figur 1

In [ ]:

### Din utregning her ###

In [ ]: