

Labrapport Lab 3: RC-Krets og CMOS logikk

av Arran Kostveit Gabriel og Stefan Mack

14. april 2021

Labgruppe 24, pulje 3

Sammendrag

Sammendragstekst for oppgaven. Husk at den skal være et sammendrag av alt i rapporten, ikke bare hoveddelen deres. Her vil dere merke forskjellen på enkelt linjeskift

og dobbelt linjeskift. Vær Obs På dette.

Desverre klarer jeg ikke lage et dokument som viser alt dere kommer til å komme borti av vanskeligheter. Skulle det være noe dere sitter fast med er det bare å sende en mail, eller poste i diskusjonsforumet.

Innhold

| | |
|---------------------------------|------------|
| Sammendrag | i |
| Innhold | iii |
| 1 Innledning | 1 |
| 1.1 Figurer | 1 |
| 1.2 Tabeller | 2 |
| 2 Teori | 3 |
| 2.1 Teori del 1. | 3 |
| 2.2 Teori del 2. | 3 |
| 3 Gjennomføring | 6 |
| 3.1 RC-Krets | 6 |
| 3.1.1 Lodding | 6 |
| 3.1.2 Signalgenerator | 6 |
| 3.1.3 Måling | 6 |
| 3.2 CMOS logikk | 8 |
| 3.2.1 Lodding | 8 |
| 3.2.2 Måling | 8 |
| 3.3 tikz | 8 |
| 4 Resultater | 9 |
| 4.1 Matte i LateX | 9 |
| 5 Diskusjon | 10 |
| 6 Konklusjon | 11 |

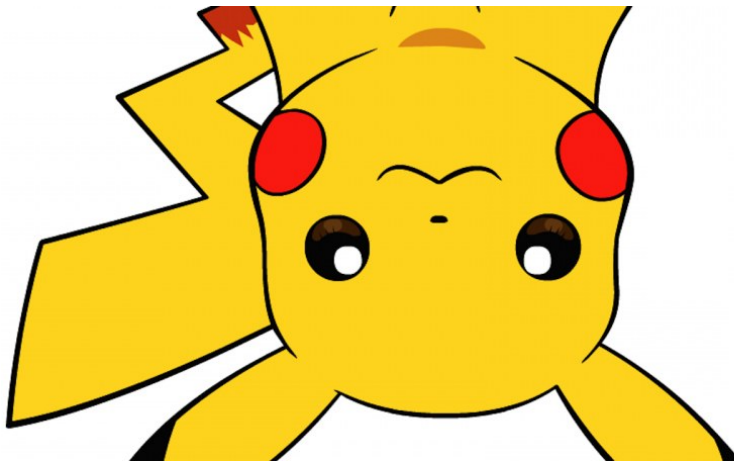
1 Innledning

I denne rapporten skriver vi om mye

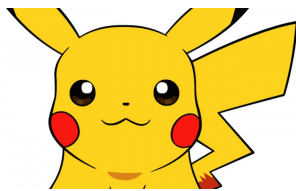
Skriv generelt om hva laboppgaven handler om, at det er en del av labopplegget i TFE4101 på NTNU. Dere kan også skrive om rapportens struktur, hvis det er noe spesielt dere ønsker å få fram.

1.1 Figurer

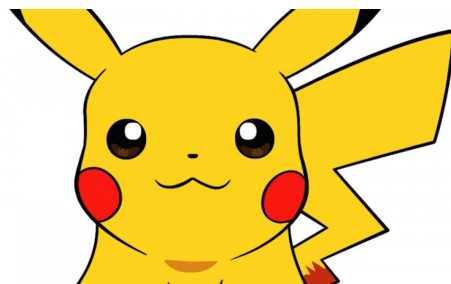
Det finnes flust av måter å lage figurer på i latex. For å legge inn bilder er pakken `graphicx` brukt mest. En figur dannes innenfor et figure scope. Vi ser i figur 1 en 6cm høy pikachu opp ned. Denne skiller seg ut fra Pikachu i figur 2a og 2b, som er en del av figur 2.



Figur 1: 6cm høy Pikachu



(a) Skalert Pikachu



(b) Størrelse er relativt til linjebredde

Figur 2: Hovedfigur

1.2 Tabeller

For å sette inn en tabell brukes table environment Her kan jeg anbefale å bruke tabular for å lage selve tabellen. Tabell 1 viser tekstjustering, tabell 2 viser et annet linjeoppsett, og tabell 3 viser multikolonner og rader.

Tabell 1: Vanlig tabell

| Sentrert | venstrejustert | høyrejustert |
|----------|----------------|--------------|
| hei | på | deg |

Tabell 2: Tabell med mindre inndeling

| Vare | Verdi |
|------------|-------|
| Vann | 3kr |
| Mer vann | 4kr |
| Masse vann | 12kr |
| Sum | 19kr |

Tabell 3: multirad og multikolonne

| Felles overskrift | | |
|-------------------|----------|---|
| Valg | Ja | |
| | Nei | |
| | Kanskje | X |
| | Vet ikke | |

2 Teori

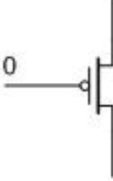
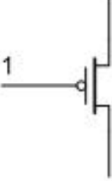
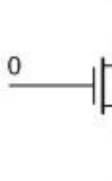
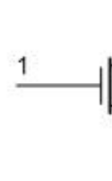
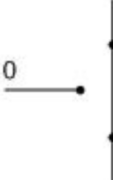


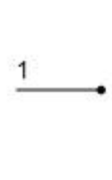
Denne labben bestod av to forsøk, første del gikk ut på å gjøre målinger av en RC-krets ved hjelp av oscilloskop. Med hensikt å analysere en kondensators effekt på et AC signal. Andre del gikk ut på å analysere en CMOS krets med forskjellige inngangssignaler; CMOS er en innfallsvinkel for å utvikle digitale kombinatoriske kretser.

2.1 Teori del 1.

- Kondensator: En kondensator er en passiv elektrisk komponent viss bruksområde er å lagre elektrisk ladning. Den består av to elektroder skilt med et dielektrisk materiale. Et dielektrisk materiale har elektrisk isolerende egenskaper og polariseres når det påvirkes av et elektrisk felt. Kondensatorer beskrives symbolsk ved uttrykket $F = \frac{Q}{U}$, der Q er ladning målt i Coulomb, U er spenning målt i Volt og F er kapasitansen målt i Farad. Farad tilsvarer altså Coulomb/Volt. Kapasitansen beskriver mengden elektroner som må tilføres elektrodene for å danne en gitt spenning over dem.
- RC-Krets: En enkel RC-krets består av en motstand og en kondensator koblet i serie se figur (3-1 ish). Spenning over kondensatoren i en slik krets kan beskrives ved $v_C(t) = V_{kilde} \cdot \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right)$ under oppladning og $v_C(t) = V_{kilde} \cdot e^{-\frac{t}{\tau}}$ under utladning. Begge er uttrykt ved tiden t gitt i sekunder, og gjelder for $t > 0$. $\tau = R \cdot C$, R er motstand målt i Ohm, og C er kapasitans målt i Farad.

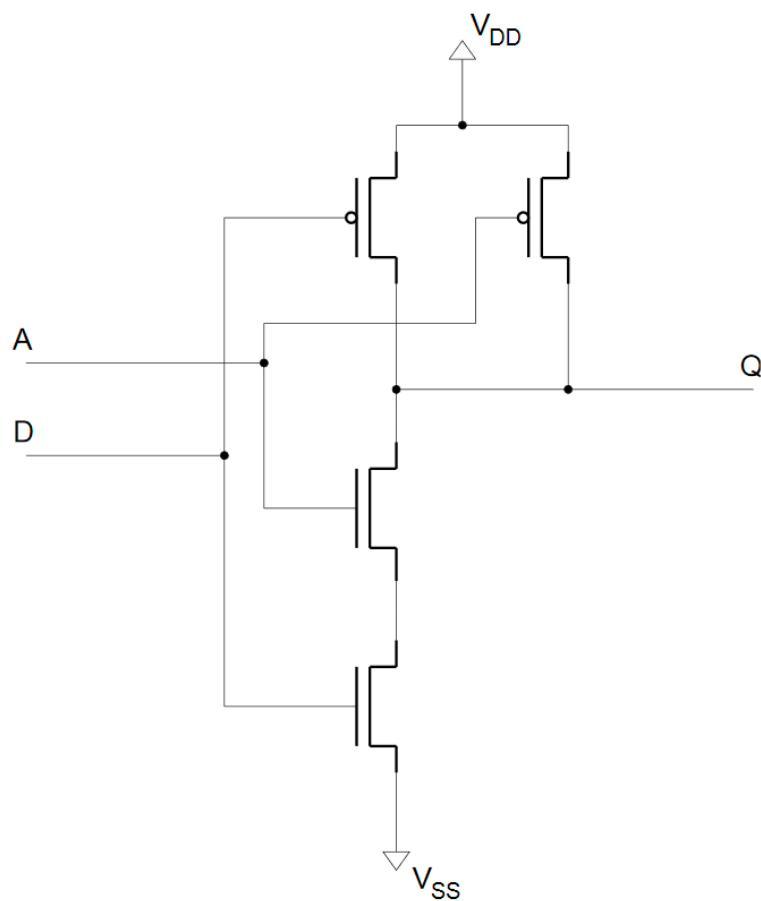
2.2 Teori del 2.

- PMOS-, og NMOS-transistor: De mest grunnleggende byggeklossene i logiske kretser er disse to formene for transistor, som begge fungerer som brytere. PMOS slipper signaler gjennom ved input: lav, og blokkerer dem ved input: høy. NMOS fungerer på samme måte, men invertert. Se figur 3 Ved bruk av disse kan man konstruere alle logiske porter.
- NAND port: En to-inngangs NAND port er en logisk port som tar to binære input signaler og utfører funksjonene NOT og AND på dem for å produsere ett output signal. Se figur 5 for sannhetstabellen til NAND porten. Se figur 4 for oppbyggingen av en NAND port med bruk av PMOS-, og NMOS-transistorer.
- Kombinatorisk CMOS-logikk: En CMOS krets består av en eller flere logiske porter bygget på PMOS-, og NMOS-transistorer.

| | PMOS- lav | PMOS- høy | NMOS- lav | NMOS- høy |
|-------------------|---|---|---|---|
| Kretstegning |  |  |  |  |
| Ideell ekvivalent |  |  |  |  |

Figur 3: PMOS og NMOS- transistor med deres ideelle ekvivalenter for åpen og lukket-kanal.

[1]



Figur 4: NAND port på transistornivå.

[1]

Figur 5: Sannhetstabell for NAND port

| A | B | A NAND B |
|----------|----------|-----------------|
| 0 | 0 | 1 |
| 0 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | 0 |

3 Gjennomføring

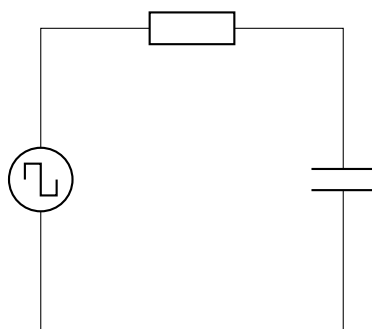
Gjennomføringen deles i to hoveddeler, RC-Krets og CMOS logikk. De to arbeidene er uavhengige av hverandre.

Ved porter refereres det til inngangene på veroboard sokkel, som samsvarer med de nederst på kretskort figuren i appendiks 1

3.1 RC-Krets

3.1.1 Lodding

Først ble kretsen, som beskrevet i Figur 6, loddet på kretskortet. En $1k\Omega$ motstand ble loddet på posisjon R10, og en $15nF$ kondensator ble loddet på posisjon C1



Figur 6: Enkel krets

3.1.2 Signalgenerator

Signalgeneratoren ble stilt inn slik at den sendte ut en firkantpuls med frekvens på 3 KHz og amplitude på 4V, med 2V i offset slik at signalet har toppunkt i 4V og bunnpunkt i 0V.

3.1.3 Måling

Signalgeneratoren, ved hjelp av et T-ledd, ble så koblet til både kretsen via veroboardet (port 19 og port 17), og til oscilloskopet. Ved å måle spenningen over kondensatoren v_c (port 18 og port 17) og spenningen fra generatoren på forskjellige kanaler var det mulig å se både spenningen som signalgeneratoren påtrykte, og hvordan spenningen endret seg etter å ha gått gjennom kondensatoren.

I dette dokumentet har jeg valgt å bruke Biblalex. Det er flere forskjellige pakker tilgjengelig for kildehenvisning, men det er denne jeg er mest kjent med. For å sitere en kilde er dere nødt til å gjøre 4 ting:

1. definere referansestil og referansebibliotekfil (gjort i `setup.tex`).
2. lage selve kilden i en `.bib`-fil.
3. referere ved å benytte `cite`-kommandoen.
4. printe referanseliste med `printbibliography`-kommandoen (gjort i `main.tex`).

I `mylib.bib` finner dere noen eksempler på kilder. Ellers kan jeg anbefale dokumentasjonen for `biblatex` [**`biblatex`**]. Nå som vi har referert til en kilde legges denne til i lista. Der havner de i rekkefølgen de ble referert til. Legg spesielt merke til hvordan man kun kildene som faktisk referes til vises.

3.2 CMOS logikk

3.2.1 Lodding

Først ble kretsen, som beskrevet i figur 2 (3-3), loddet opp på kretskortet, med verdier som anvist i figuren. I tillegg måtte strappingen S2 loddas inn for koblet sammen logikk kretsen og driver kretsen.

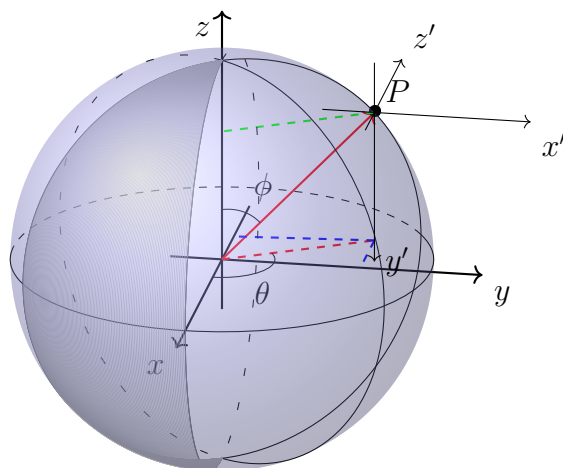
3.2.2 Måling

Det ble så målt spenningene til nodene D og Q på figur 2 med forskjellige inn-signaler på A, B, og C. Spenningene ble målt i fra jord (VSS). For å måle spenningen til node D ble proben til oscilloskop satt på port 9 (VSS) og port 4 på veroboard sokkelen. For node Q ble port 9 og port 5 brukt.

3.3 tikz

Tikz er et veldig kraftig tegneverktøy til Latex, og denne innføringen skrapet bare såvidt på overfraten. I denne pakken er det så mange muligheter at jeg ikke kommer til å skrive noe detaljert rundt det. For en introduksjon til grunnpakken av tikz, kan dere se på Jaques Crémer sin introduksjon [[tikz_intro](#)].

viser en enkel kretstegning tegnet med circuitikz-pakken, mens figur 7 er vesentlig mye mer avansert, og benytter seg av tikz-3dplots-pakken.



Figur 7: Avansert 3D-figur

4 Resultater

Resultatdelen er stort sett den som inneholder flest figurer og bilder. Denne delen av rapporten skal vise resultatene av målingene og testingen dere har gjort, på en så oversiktlig måte som mulig. oscilloskopbilder er typisk noe man presenterer i denne delen.

I tillegg er det ofte lurt å samle lignende resultater i en tabell. Det gjør både at det er lettere å referere til, og at det er mer oversiktlig for leser.

4.1 Matte i LaTeX

Det er en stor del som står igjen, og det er formler og formelreferering i LaTeX. I LaTeX har man forskjellige scopes, som dere har sett i bruk flere steder. Spesielt for matte-scopet er at det er helt egne symboler, tegn og fonter definert. For å aksessere dette benyttes enten `begin equation` eller `$ <matte> $`. Feks. $x+y=z$. Den samme ligningen er gjengitt i ligning (1). Vær obs på forskjellen mellom å referere til figur, tabell og ligning. Henholdsvis figur 1, tabell 3 og ligning (2).

$$x + y = z \tag{1}$$

$$\begin{aligned} f(x) &= 3x^2 + 4x - 3 \\ &= 3 \cdot 4^2 + 4 \cdot 4 - 3 \\ &= 61 \end{aligned} \tag{2}$$

$$x = 3 \tag{3}$$

$$y = 4 \tag{4}$$

$$z = x + y = 3 + 4 = 7 \tag{5}$$

Aligned innenfor equation scope, slik som vist i ligning (2), skiller seg fra align scope, vist i ligning (3), (4) og (5). I ligning (6) er pakken `amsmath` tatt i bruk for å få spesielle symboler.

$$\lim_{x \rightarrow \infty} \int_0^3 3xy \, dy = \lim_{x \rightarrow \infty} \left(\frac{3}{2}x \cdot 3 - \frac{3}{2}x \cdot 0 \right) = \lim_{x \rightarrow \infty} \frac{9}{2}x \rightarrow \infty \tag{6}$$

5 Diskusjon

Diskusjon, sammendrag og konklusjon er kanskje de viktigste delene å bruke tid på. Det er i diskusjonen dere skal forklare hva dere ser i resultatdelen, og ikke minst hvorfor vi ser det vi ser. Det er også viktig å få frem hvilke svakheter og styrker løsningen har. Finnes det andre metoder som er bedre? hvorfor?

6 Konklusjon

Konklusjonen skal i bunn og grunn fortelle om dere fikk til det dere prøvde på, hvilke problemer og uforutsette problemer som kom underveis og hva som kunne vært forbedret. Konklusjonen fungerer også naturlig som en oppsummering av diskusjonsdelen.

Referanser

- [1] K. Svarstad, Y. H. Yassin, I. Helland, H. Solvang, M. Rostad og S. Haugane, *TFE4101Krets- og digitalteknikk Laboratoriehefte Vår 2019*, NTNU, 2019.

L. Kretstegninger

I dette vedlegget er kretskorttegningene lagt ved sammen med kretsskjemaet. Tegningene er plassert på neste side.

