

# INF3400 Digital Mikroelektronikk

## Obligatoriske deloppgaver DEL 3

Yngvar Berg, Øystein Bjørndal og Stian Selbek  
Leveres innen gruppetimen 13.02.13

### I. DEL 3: UTVIDET TRANSISTORMODELL OG DC-KARAKTERISTIKK FOR INVERTER OG PASSTRANSISTOR

#### Oppgave 1

Gitt prosessparameterverdier for en 90nm CMOS-prosess med  $V_{DD} = 1.2V$ :

$t_{ox} = 40\text{\AA}$ ,  $\mu_n = 180 \frac{cm^2}{V \cdot s}$ ,  $\mu_p = 90 \frac{cm^2}{V \cdot s}$ ,  $V_{tn} = 0.25V$ ,  $V_{tp} = -0.25V$ ,  $\lambda_n = 0.25V^{-1}$ ,  $\lambda_p = 0.25V^{-1}$  og transistorstørrelser  $\frac{W_n}{L_n} = \frac{100nm}{1.4\mu m}$  for nMOS-transistoren og  $\frac{W_p}{L_p} = \frac{200nm}{1.4\mu m}$  for pMOS-transistoren. Modellør nMOS- og pMOS-transistor ved hjelp av transistormodeller med kanal-lengdemodulasjon i **matlab**:

- Plott nMOS-transistorstrøm  $I_{dsn}$  som funksjon av  $V_{dsn}$ . Velg gate-source spenninger:
  - $V_{gsn} = 1.2V$ .
  - $V_{gsn} = 0.6V$ .
  - $V_{gsn} = 0.1V$ .
- Plott pMOS-transistorstrøm  $I_{sdp}$  som funksjon av  $V_{sdp}$ . Velg source-gate spenninger:
  - $V_{sgp} = 1.2V$ .
  - $V_{sgp} = 0.6V$ .
  - $V_{sgp} = 0.1V$ .

#### Oppgave 2

- Med utgangspunkt i forrige transistormodeller, skissør en inverters DC-karakteristikk (V-V) i Matlab.
  - Markør på karakteristikken ulike operasjonsområder for nMOS- og pMOS-transistoren.
  - Hva blir forsterkningen for inverteren? Forsterkning kan uttrykkes som  $\Delta V_{ut}/\Delta V_{in}$  der  $\Delta V_{in} < V_{DD}$ .
- Hva blir inverterens inngangsterskel?

#### Oppgave 3

Oppgavene kan utføres i grupper på 2 studenter. Lag en CMOS-inverter i Cadence og plot DC-karakteristikk (V-V) ved hjelp av Cadence skjematikkeditor og spectre. Bruk  $W_n/L_n = 120nm/1.4\mu m$ ,  $W_p/L_p = 240nm/1.4\mu m$  og  $V_{DD} = 1.2V$ .

Lag plot som viser utgangsspenningen som funksjon av inngangsspenningen og strømmen gjennom nMOS-transistoren som funksjon av inngangsspenningen. Finn forsterkningen, inngangsterskel og støymarginer for inverteren.

### II. HJELP TIL GJENNOMFØRING

Første gang du starter Cadence må du først legge den inn på din bruker, det er en guide her: [http://nano.wiki.ifi.uio.no/Startup\\_TSMC\\_90nm\\_LowPower](http://nano.wiki.ifi.uio.no/Startup_TSMC_90nm_LowPower)

Når man starter Cadence er det første man lager et "library", dette kan sees på som en mappe, denne mappen kan blant annet inneholde "schematic" filer. Ut ifra skjematikken kan man simulere kretsen. Disse punktene er beskrevet her <http://nano.wiki.ifi.uio.no/Cadence-Tutorial>. (Obs! vi skal ikke lage layout i denne obligen, så hopp over seksjonen om "Utlegg".) Testbenk venter vi med til neste uke, ta derfor gjerne simuleringen rett på skjematikken i stedet.

Vi skal i denne obligen kjøre en DC-simulering. Dette er forklart her: <http://www.uio.no/studier/emner/matnat/ifi/INF3400/v10/obliger/Cadence-tips.xml>. Dette blir også gjennomgått på gruppetimen.

Rapporten må inneholde skjematikken, en guide ligger her: <http://www.egr.msu.edu/classes/ece410/mason/files/guide-imagecapture.pdf>. For å inkludere simuleringresultater kan man enten

- Velge file->save as image (obs! kvaliteten på bilde vil avhenge av størrelsen på vinduet)
- Velge de linjene man er interessert i og trace->save, velger man .csv kan denne filen leses inn i matlab med kommandoen

```
M = csvread('del3_dc.csv', 1, 0);
```