

# PHYS 222 Analog integrert kretsteknologi

## Mål og innhold:

Emnet behandler modeller og småsignalanalyse for MOS- og bipolar-transistorer, design av operasjonsforsterkere, med gjennomgang av kretser som inngår i slike design. Det danner grunnlaget for videregående studier i mikroelektronikk, og er av interesse for studenter i tilgrensende fag.

## Læringsutbytte

Ved fullført emne PHYS222 skal studenten kunne:

- Forklare og bruke transistormodeller som egner seg for sub-mikrometer integrerte kretser.
- Konstruere, beregne og simulere elementære byggeblokker for analog integrert kretsdesign.
- Greie ut om relevante støymodeller og kunne gjennomføre støyberegning.
- Beherske frekvensanalyse ved hjelp pol-nullpunkts-analyse og bode-plott på byggeblokk- og systemnivå.
- Designe, beregne, optimalisere og verifisere/simulere en to-trinns forsterker med Miller-kompensering og en foldet kaskode-forsterker med aktiv last.

**Obligatoriske aktiviteter:** Laboratorieøvelser og prosjektoppgave

Vurdering: Mappeevaluering av øvinger, prosjektoppgave samt muntlig avsluttende eksamen.

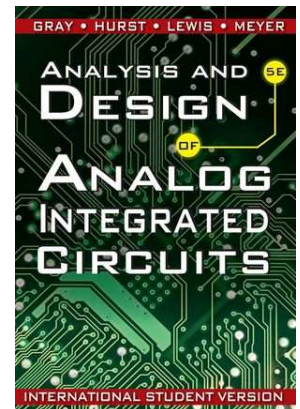
**Forelesninger:** 3 timer per uke

**Regneøvinger:** 2 timer per uke

## Oversikt over pensum

Innledning  
MOS- og Bipolar-transistor modeller  
Kapasitans  
Terskelspenning  
Lineært område og metningsområde  
Småsignalmodeller  
Småsignalanalyse  
Grunnleggende transistortrinn  
Enkelt forsterkertrinn med MOS-transistor  
Enkelt forsterkertrinn med bipolar transistor  
Source-følger og Emitter-følger  
Kaskode-transistor  
CMOS-inverter-trinn  
Kaskode-trinn

Differensielle trinn  
Strømspeil  
Opamp-design  
Enkel CMOS OTA (Operational Transconductance Amplifier)  
Miller CMOS OTA  
Støyanalyse for OTA  
Modeller for komponent-”mismatch” og designmetoder for minimalisering av ”mismatch”  
Power Supply Rejection  
Symmetrisk CMOS OTA  
Folded-cascode CMOS OTA  
OTA-design-optimalisering



## Bøker

Lærebok: Gray, Meyer, Hurst, Lewis, “Analysis and Design of Analog Integrated Circuits”, 5th Edition, 2010

Støttelitteratur: Baker, Li og Boyce, “CMOS circuit design, layout and simulation”, IEEE press, 1998

Johns og Martin: “Analog integrated circuit design”. John Wiley & Sons, 1997.

Laker og Sansen: “Design of analog integrated circuits and systems”. McGraw-Hill 1994.

## **Sidehenvisninger**

Pensum dekkes *i stor grad* av kap. 1-5 og 6.2-6.6, A9.2 og 11 i læreboken. Kap. 2 blir diskutert i PHYS223, og vi vil derfor kun kreve oversiktskunnskap innen Si-prosess-teknologi i dette kurset. Dessuten vektlegges frekvensanalyse (pol-nullpunkts-analyse) med tilsvarende utdelte kopier fra Laker og Sansens bok. Hovedinnholdet (for standard op-amper) i kap. 8 og 9 forutsettes kjent.

## **Regneøvinger**

Studentene får ca. 4 oppgaver hver uke. Disse gjennomgås av studentene neste uke, under veiledning av foreleser. Eksempel på oppgaver som egner seg for å belyse pensum (fra Gray, et.al.):

- 1.1, 1.11, 1.15, 1.16
- 2.4
- 3.1, 3.2, 3.4, 3.7, 3.9, 3.14, 3.15, 3.21, 3.22
- 4.1, 4.3, 4.8, 4.12, 4.14, 4.23
- 6.1, 6.6, 6.10, 6.11, 6.20 (stor oppgave!)
- 7.2, 7.6, 7.7, 7.10, 7.29, 7.31, 7.32
- 11.1, 11.2, 11.3, 11.5, 11.8, 11.13, 11.25

## **Kurs-wiki**

Vi bruker en wiki-side for å gi støtteinformasjon til laboratorieøvingene og hint og lenker som er relevant til kurset:

[https://wikihost.uib.no/ift/index.php/Microelectronics\\_group](https://wikihost.uib.no/ift/index.php/Microelectronics_group)

## **Prosjektarbeid**

### **Hensikt**

Å designe, beregne, optimalisere og verifisere en to-trinns OTA (Operational Transconductance Amplifier). Studentene bestemmer i samråd med veileder hvilke designparametre/designkrav som skal vektlegges. Gjennom oppgaven skal studentene få innsikt i detaljer ved design og optimalisering av en OTA.

### **Metode**

Studentgruppen deles i grupper på 2 personer. Veileder bidrar med forelesninger eller mer uformell gjennomgang av tema som studentene selv bestemmer. Videre er han behjelpelig med simulering av kretsløsninger.

### **Tidsramme**

Prosjektarbeidet er beregnet til å vare i 2 uker á 5-10 timer og starter i slutten av oktober. Ordinære forelesninger går ut i prosjektperioden. I løpet av de første dagene i prosjektperioden bør man sette opp en framdriftsplan.

### **Presentasjon og Evaluering**

Prosjektarbeidet skal presenteres for de andre studentene. Dessuten leverer hver student en utfyllende rapport med oversikt over det individuelle arbeidet, samt gruppens resultater. Rapporten bør også inneholde en kort individuell evaluering av prosjektarbeidet, f.eks: Hva er du fornøyd med, hvilke forandringer skulle vært gjort, hva lærte du, hvordan var arbeidsmengden? Rapportens lengde kan tilsvare ca. 5 A4-sider.