

# PHYS 222      Analog integrert kretsteknologi

## ***Mål og innhold:***

Emnet har som mål å gi studentane kunnskap om modellar og småsignalanalyse for MOS- og bipolare transistorar, design av operasjonsforsterkarar og tilhøyrande kretsar. Det dannar grunnlaget for vidare studium i mikroelektronikk, og er interessant for studentar i tilgrensande fag.

## ***Læringsutbytte***

Studenten skal ved avslutta emne ha følgjande læringsutbytte definert i kunnskapar, ferdigheiter og generell kompetanse:

### **Kunnskapar**

Studenten

- kan forklare og bruke transistormodellar som er eigna til sub-mikrometer integrerte kretsar
- kan greie ut om relevante støymodellar og korleis dei kan brukast
- kjenner til kortkanaleffektar og andre viktige eigenskaper ved transistorar på nanometerskala
- har god oversikt over eigenskapane til dei elementære byggeblokkane for analog integrert kretsdesign

### **Ferdigheiter**

Studenten

- kan konstruere, gjere berekningar for og simulere elementære byggeblokker for analog integrert kretsdesign
- kan foreta frekvensanalyse ved hjelp pol-nullpunktsanalyse og bode-plott på byggeblokk- og systemnivå
- kan designe, berekne, optimalisere og verifisere/simulere ein to-trinns forsterkar med Miller-kompensering
- kan designe, berekne, optimalisere og verifisere/simulere ein folda kaskode-forsterkar med aktiv last
- skal kunne gjennomføre støyvurdering av kretsar

### **Generell kompetanse**

Gjennom prosjektarbeidet får studenten øving i bruk av moderne dataverktøy for design av mikroelektronikk. Studenten får erfaring med å legge frem resultatane sine for medstudentane.

## ***Undervisningsformer og omfang av organisert undervisning***

Undervisninga vert gitt som forelesningar, rekneverkstad og prosjektoppgåve.

3 forelesningar per veke

2 timar rekneverkstad per veke

Prosjektoppgåve over ca 2 veker

## Oversikt over pensum

Innledning	Differensielle trinn
MOS- og Bipolar-transistor modeller	Strømspeil
Kapasitans	Opamp-design
Terskelspenning	Enkel CMOS OTA (Operational Transconductance Amplifier)
Lineært område og metningsområde	Miller CMOS OTA
Småsignalmodeller	Støyanalyse for OTA
Småsignalanalyse	Modeller for komponent-”mismatch” og designmetoder for minimalisering av ”mismatch”
Grunnleggende transistortrinn	Power Supply Rejection
Enkelt forsterkertrinn med MOS-transistor	Symmetrisk CMOS OTA
Enkelt forsterkertrinn med bipolar transistor	Folded-cascode CMOS OTA
Source-følger og Emitter-følger	OTA-design-optimalisering
Kaskode-transistor	
CMOS-inverter-trinn	
Kaskode-trinn	

## 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.

Müller og Kamins: “Device electronics for integrated circuits”. Wiley 2003

## 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-amp) i kap. 8 og 9 forutsettes kjent.

## Regneøvinger

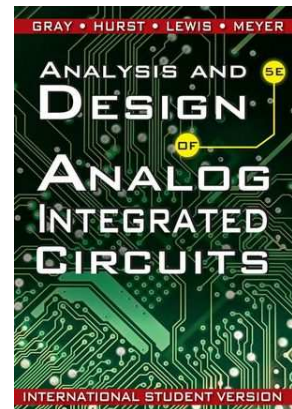
Studentene får ca. 4 oppgaver hver uke. Disse gjennomgås av studentene neste uke, under veiledning av foreleser. Eksempel på oppgaver som egner seg for å belyse pensum (fra Gray, et.al.):

- 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://wiki.uib.no/ift/index.php/Microelectronics\\_group](https://wiki.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 innholde 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.