



AALBORG UNIVERSITET

# **STUDIEORDNING FOR BACHELORUDDANNELSEN I ELEKTRONIK OG SYSTEMDESIGN, 2022**

**BACHELOR (BSC) I TEKNISK VIDENSKAB  
AALBORG**

**MODULER SOM INDGÅR I STUDIEORDNINGEN**

## INDHOLDSFORTEGNELSE

Grundlæggende elektroniske systemer 2024/2025 .....	3
Kredsløbsteori 2024/2025 .....	5
Digitale systemer og programmering 2024/2025 .....	7
Problembaseret læring 2024/2025 .....	9
Calculus 2024/2025 .....	11
Instrumentering, interfaceelektronik og dynamiske systemer 2024/2025 .....	13
Realtidssystemer og dataopsamling 2024/2025 .....	15
Anvendt statistik 2024/2025 .....	17
Rekonfigurbare systemer 2024/2025 .....	19
High-Speed elektronik i praksis 2024/2025 .....	21
Algoritmer 2024/2025 .....	23
Digital hardwaredesign 2024/2025 .....	25
Elektromekaniske systemer 2024/2025 .....	27
Analog elektronik 2024/2025 .....	29
Lineær algebra og dynamiske systemer 2024/2025 .....	31
Modellering af elektrodynamiske systemer 2024/2025 .....	33
Digitale og analoge systemer i samspil med omverdenen 2024/2025 .....	35
Digital signalbehandling 2024/2025 .....	37
Kommunikationssystemer 2024/2025 .....	39
Regulering 2024/2025 .....	41
Optimering og introduktion til maskinlæring 2024/2025 .....	43
High performance programmering 2024/2025 .....	45
Dynamiske elektroniske systemer 2024/2025 .....	47
Dynamiske elektroniske systemer i samspil med omverdenen 2024/2025 .....	49
Bachelor's Project: Control Engineering 2024/2025 .....	51
Bachelor's Project: Communication Systems 2024/2025 .....	53
Bachelor's Project: Signal Processing 2024/2025 .....	56
Bachelor's Project: Informatics 2024/2025 .....	58

# GRUNDLÆGGENDE ELEKTRONISKE SYSTEMER

2024/2025

## MODULETS INDHOLD, FORLØB OG PÆDAGOGIK

I gennem projektet skal de studerende tilegne sig viden indenfor det elektronikrelaterede ingeniørmæssige fagområde gennem teoretisk og praktisk arbejde med udgangspunkt i en samfunds- eller erhvervsrelevant problemstilling. Denne problemstilling analyseres gennem nedbrydning i delproblemer med henblik på at formulere en teknisk problemstilling, der kan løses ved hjælp af teorier og metoder for mikroprocessor-baserede systemer. Løsningen skal således omfatte et elektronisk system, hvori der indgår en mikroprocessor, og systemet skal være i stand til at reagere på og/eller styre dele af sin omverden via valgte aktuatorer og sensorer.

## LÆRINGSMÅL

### VIDEN

- have kendskab til teknologiske og samfundsmæssige problemstillinger i et omfang, hvor relevante kontekstuelle perspektiver kan udpeges.
- have viden om arbejdsprocesserne i et længerevarende problembaseret projektarbejde
- udvise kendskab til teori og metode i et omfang, så der kan redegøres for projektets teoretiske og metodiske grundlag
- have opnået forståelse af basale elektroniske systemer, hvori der indgår interaktion med omverden
- have tilegnet sig indsigt i grundlæggende teorier bag begreber som signaler, sensorer, aktuatorer og mikroprocessorer på anvendelsesplan
- have tilegnet sig indsigt i mikroprocessorsystemers arkitektur
- have kendskab til modeller for simple elektroniske komponenter som modstande, kondensatorer og operationsforstærkere

### FÆRDIGHEDER

- være i stand til, med udgangspunkt i en samfundsrelevant problemstilling, at identificere relevante krav til en teknisk løsning, produkt eller lignende
- være i stand til at anvende en relevant metode til struktureret projektarbejde, herunder at kunne analysere og formulere et problem, opstille en kravspecifikation samt opdele problemet i mindre dele
- være i stand til at udvælge og anvende sensorer og aktuatorer til henholdsvis opsamling af data, f.eks. i form af sampling af analoge signaler, og påvirkning af det elektroniske systems omgivelser
- kunne formulere og løse tekniske problemer ved hjælp af algoritmer og implementere disse på et mikroprocessor-baseret system
- kunne demonstrere anvendelsen af komplekse tal og redegøre for deres anvendelse inden for elektroniske kredsløb, ligesom de skal kunne opstille kredsløbsbeskrivende ordinære differentiaalligninger, samt kunne anvende Laplace-transformation på kredsløb og kunne beskrive grundlæggende elektriske systemer i såvel tids- som frekvensdomæne
- kunne vurdere sammenhænge mellem beregninger, simuleringer og målinger
- kunne vurdere egen anvendelse af ovennævnte teorier og metoder
- kunne formidle ovenstående viden og færdigheder med korrekt brug af fagterminologi, mundtligt såvel som skriftligt igennem en projektrapport
- være i stand til at analysere egen læreproces under inddragelse af relevante analysemetoder.
- kunne planlægge et længerevarende gruppesamarbejde og samarbejde med vejleder

### KOMPETENCER

- have opnået forståelse af det generelle systembegreb, i særdeleshed hvad angår hvordan elektroniske systemer indgår i samspil med deres omverden
- kunne tage ansvar for egen læreproces under et længerevarende projektforløb, samt generalisere og perspektivere de erhvervede erfaringer
- have opnået evnen til, på egen hånd og i grupper, at planlægge, strukturere, gennemføre og reflektere over et projekt, som tager udgangspunkt i en samfunds- eller erhvervsrelevant problemstilling, og hvori elektroniske systemer indgår som et centralt element

## UNDERVISNINGSFORM

Jf. beskrivelsen i §17

## EKSAMEN

### PRØVER

Prøvens navn	Grundlæggende elektroniske systemer
Prøveform	Mundtlig pba. projekt
ECTS	10
Bedømmelsesform	7-trins-skala
Censur	Intern prøve
Vurderingskriterier	Vurderingskriterierne er angivet i Universitetets eksamensordning

## FAKTA OM MODULET

Engelsk titel	Basic Electronic Systems
Modulkode	ESNESDB1P1
Modultype	Projekt
Varighed	1 semester
Semester	Efterår
ECTS	10
Undervisningssprog	Dansk
Tomplads	Ja
Undervisningssted	Campus Aalborg
Modulansvarlig	<a href="#">Madsen</a>

## ORGANISATION

Uddannelsesejer	Bachelor (BSc) i teknisk videnskab (elektronik og systemdesign)
Studienævn	Studienævn for Elektronik og IT
Institut	Institut for Elektroniske Systemer
Fakultet	Det Teknisk Fakultet for IT og Design

# KREDSLØBSTEORI

2024/2025

## ANBEFALEDE FAGLIGE FORUDSÆTNINGER FOR AT DELTAGE I MODULET

Modulet bygger på viden om, og færdighed i, anvendelse af komplekse tal og Laplace-transformationen svarende til kurset "Calculus".

## MODULETS INDHOLD, FORLØB OG PÆDAGOGIK

De studerende lærer om sammensætningen og virkemåden af grundlæggende elektriske kredsløb, understøttet af relevant matematik, ligesom der dannes basis for forståelse af de frekvensrelaterede egenskaber ved såvel de enkelte komponenter som ved en sammensætning af disse.

## LÆRINGSMÅL

### VIDEN

- De studerende skal tilegne sig viden om basale elektriske komponenter og relevante teorier, såsom komponentligninger for modstande, kondensatorer, spoler, Ohms samt Kirchoffs love, således at de opnår forståelse af lineære elektriske kredsløb indeholdende:
  - Resistive og reaktive komponenter
  - Sensorer og transducere
  - Den ideelle OPAMP
  - Dioden og transistoren som switch (BJT og MOS)
- De studerende skal tilegne sig viden om tidsafhængige kredsløb af 1. og 2. orden, samt 1. ordens differentilligninger.

### FÆRDIGHEDER

- De studerende skal kunne anvende relevante beregningsmetoder til analyse og design af elektriske kredsløb, herunder brugen af:
  - ækvivalente kredsløb (fx Thevenin-ækvivalent)
  - superpositionsprincippet
- De studerende skal kunne forstå anvendelsen af komplekse tal og deres anvendelse inden for elektroniske kredsløb, ligesom de skal kunne opstille ordinære differentilligninger af 1.orden, samt kunne anvende Laplace-transformation på kredsløb og kunne beskrive kredsløb i såvel tids- som frekvensdomæne
- De studerende skal kunne opstille og anvende billedkredsløb til frekvensanalyse af elektriske kredsløb, herunder opstilling til overføringsfunktioner og forklare betydningen af poler og nulpunkter.
- Opøver en færdighed i at benytte relevante beregnings- og simuleringværktøjer (fx MATLAB/Python/LTSpice)
- De studerende skal kunne redegøre for grundlæggende måleusikkerheder.

### KOMPETENCER

- De studerende skal kunne kombinere deres teoretiske og praktiske viden om elektriske kredsløb, således at de kan:
  - opstille relevante krav til de(t) elektriske kredsløb der skal designes
  - vurdere sammenhænge mellem beregninger, simuleringer og virkelige målinger foretaget på faktiske kredsløb
  - dokumentere design, implementering og test af elektroniske kredsløb

### UNDERVISNINGSFORM

Kurset afvikles i udgangspunktet som forelæsninger med tilhørende opgaver og/eller efterfølgende laboratorieøvelser. Der henvises dog til beskrivelsen af uddannelsens undervisningsformer i § 17.

## EKSAMEN

### PRØVER

Prøvens navn	Kredsløbsteori
Prøveform	Skriftlig eller mundtlig
ECTS	5
Bedømmelsesform	7-trins-skala
Censur	Intern prøve
Vurderingskriterier	Vurderingskriterierne er angivet i Universitetets eksamensordning

### FAKTA OM MODULET

Engelsk titel	Circuit Theory
Modulkode	ESNESDB1K1
Modultype	Kursus
Varighed	1 semester
Semester	Efterår
ECTS	5
Undervisningssprog	Dansk
Tomplads	Ja
Undervisningssted	Campus Aalborg
Modulansvarlig	<a href="#">Madsen</a>

### ORGANISATION

Uddannelsesejer	Bachelor (BSc) i teknisk videnskab (elektronik og systemdesign)
Studienævn	Studienævn for Elektronik og IT
Institut	Institut for Elektroniske Systemer
Fakultet	Det Teknisk Fakultet for IT og Design

# DIGITALE SYSTEMER OG PROGRAMMERING

**2024/2025**

## MODULETS INDHOLD, FORLØB OG PÆDAGOGIK

Små indlejrede computersystemer findes overalt omkring os, fx i smart-home enheder, biltilbehør, hvidevarer, dørklokker, landbrugsmaskiner, motionsudstyr, etc.

Kurset understøtter den studerendes læring inden for indlejrede digitale systemer og deres programmering således, at der opnås kompetencer til at specificere, udvikle og teste basale systemer. Dette sker gennem en kombination af teori og praktiske opgaver på en udvalgt hardwareplatform.

## LÆRINGSMÅL

### VIDEN

Den studerende skal tilegne sig viden om:

- Grundlæggende digitale begreber, herunder f.eks. digital-logiske grundelementer og basal boolsk algebra.
- Det anvendte mikroprocessorsystems funktion og arkitektur, f.eks. CPU'ens interne organisering og nødvendige perifere elementer såsom hukommelse og Input/Output enheder, samt programafvikling og interrupt.
- Imperative programmeringsprincipper.
- Grundlæggende principper for strukturering og test af programmer.

### FÆRDIGHEDER

Den studerende skal kunne:

- udvælge og sammenkoble relevante delelementer til et samlet mikrocomputersystem. Det kunne f.eks. være et mikrocontroller-board og udvalgte sensormoduler.
- kunne anvende basale digitale kommunikationsprincipper (f.eks. UART)
- kunne programmere specifikt til indlejrede systemer under hensyntagen til deres arkitektur (f.eks. endelig ordlængde)
- afvikle og teste programmer hvori de ovennævnte grundbegreber indgår i løsningen
- anvende korrekt fagterminolog

### KOMPETENCER

- Den studerende kan baseret på en simpel systemspecifikation, sammensætte og programmere et mikroprocessorsystem, der opfylder et givet formål og implementere et imperativt program som løsning på en defineret opgave.

## UNDERVISNINGSFORM

Jf. beskrivelsen i §17

## EKSAMEN

### PRØVER

Prøvens navn	Digitale systemer og programmering
Prøveform	Skriftlig eller mundtlig
ECTS	5
Bedømmelsesform	7-trins-skala

Censur	Intern prøve
Vurderingskriterier	Vurderingskriterierne er angivet i Universitetets eksamensordning

## FAKTA OM MODULET

Engelsk titel	Digital Systems and Programming
Modulkode	ESNESDB1K2
Modultype	Kursus
Varighed	1 semester
Semester	Efterår
ECTS	5
Undervisningssprog	Dansk
Tomplads	Ja
Undervisningssted	Campus Aalborg
Modulansvarlig	<a href="#">Madsen</a>

## ORGANISATION

Uddannelsesejer	Bachelor (BSc) i teknisk videnskab (elektronik og systemdesign)
Studienævn	Studienævn for Elektronik og IT
Institut	Institut for Elektroniske Systemer
Fakultet	Det Teknisk Fakultet for IT og Design



# PROBLEMBASERET LÆRING

2024/2025

## MODULETS INDHOLD, FORLØB OG PÆDAGOGIK

### LÆRINGSMÅL

#### VIDEN

- centrale tilgange, begreber og teknikker i problembaseret læring
- forskellige problemtyper, projektyper og deres indbyrdes relationer
- videnskabsteoretiske positioner i problembaseret projektarbejde

#### FÆRDIGHEDER

- definere problembaseret læring med udgangspunkt i teori og egne erfaringer
- planlægge og styre et problembaseret projektarbejde under hensynstagen til den givne problemtype, projektets længde og gruppens sammensætning
- identificere, analysere og formulere en åben og kompleks problemstilling under hensynstagen til de menneskelige og samfundsmæssige sammenhænge i hvilke problemet indgår
- udpege relevante fokusområder, begreber og metoder til åben og bæredygtig problemløsning af komplekse problemer
- diskutere metodiske konsekvenser af forskellige videnskabsteoretiske positioner
- analysere, sammenstille og vurdere processerne i arbejdet med forskellige problemtyper
- analysere og vurdere gruppeprocesserne i det problemorienterede projektarbejde, herunder gruppens planlægning, monitorering og udvikling af gruppearbejdet

#### KOMPETENCER

- udvikle en studiepraksis, der er tilpasset et problembaseret, projektor organiseret og digitaliseret læringsmiljø
- udpege, afprøve og evaluere relevante teknikker og tilgange til at forbedre et problembaseret projektarbejde
- overføre erfaringer fra problembaserede projekter til handlingsanvisninger for lignende projekter
- vurdere egen progression i PBL på et erfaringsbaseret og læringsteoretisk grundlag

#### UNDERVISNINGSFORM

Se § 17: Uddannelsens indhold og tilrettelæggelse

## EKSAMEN

### PRØVER

Prøvens navn	Problembaseret læring
Prøveform	Skriftlig eller mundtlig
ECTS	5
Bedømmelsesform	Bestået/ikke bestået
Censur	Intern prøve
Vurderingskriterier	Vurderingskriterierne er angivet i Universitetets eksamensordning

## FAKTA OM MODULET

Engelsk titel	Problem Based Learning
Modulkode	TECHENGPBL20
Modultype	Kursus
Varighed	1 semester
Semester	Efterår
ECTS	5
Undervisningssprog	Dansk
Tomplads	Ja
Undervisningssted	Campus Aalborg, Campus København, Campus Esbjerg
Modulansvarlig	<a href="#">Holgaard</a>

## ORGANISATION

Studienævn	Studienævn for Planlægning og Landinspektøruddannelsen
Institut	Institut for Bæredygtighed og Planlægning
Fakultet	Det Teknisk Fakultet for IT og Design

# CALCULUS

2024/2025

## MODULETS INDHOLD, FORLØB OG PÆDAGOGIK

### LÆRINGSMÅL

#### VIDEN

- Reelle funktioner af to og flere variable - definitioner, resultater og teknikker vedrørende partielle afledte
- Komplekse tal som en udvidelse af de reelle tal – såvel geometrisk som algebraisk. Sammenhæng mellem den komplekse eksponentialfunktion og trigonometriske funktioner.
- Struktur af løsningsmængden til forskellige typer første- og andenordens differentialligninger
- Laplacetransformationen og dens anvendelse til løsning af differentialligninger

#### FÆRDIGHEDER

- Differentiation af funktioner af flere variable (herunder sammensatte funktioner) samt en geometrisk forståelse heraf
- Ekstrema for funktioner af to og tre variable
- Maksima og minima for funktioner af to variable
- Addere, multiplicere og dividere komplekse tal. Omregning mellem kartesisk og polær form.
- Løsning og plot af forskellige typer første- og andenordens differentialligninger
- Udregn Laplacetransformation og invers. Partialbrøksdekomposition

#### KOMPETENCER

Kan anvende metoder og begreber fra calculus, herunder komplekse tal, differentialligninger og Laplacetransformation på givne faglige problemstillinger

#### UNDERVISNINGSFORM

Forelæsninger, opgaveregning, videoer, quiz, digitaliseret selvstudium, fagrettede workshops.

#### OMFANG OG FORVENTET ARBEJDSINDSAT

Kursusmodulets omfang er 5 ECTS svarende til 150 timers studieindsats.

## EKSAMEN

### PRØVER

Prøvens navn	Calculus
Prøveform	Skriftlig eller mundtlig
ECTS	5
Tilladte hjælpemidler	Der henvises til den pågældende semesterbeskrivelse/modulbeskrivelse
Bedømmelsesform	7-trins-skala
Censur	Intern prøve
Vurderingskriterier	Vurderingskriterierne er angivet i Universitetets eksamensordning

## FAKTA OM MODULET

Engelsk titel	Calculus
Modulkode	MAT1CALC1458
Modultype	Kursus
Varighed	1 semester
Semester	Forår
ECTS	5
Undervisningssprog	Dansk og engelsk
Tomplads	Ja
Undervisningssted	Campus Aalborg, Campus Esbjerg, Campus København
Modulansvarlig	<a href="#">Fajstrup</a>

## ORGANISATION

Uddannelsesejer	Bachelor (BSc) i teknisk videnskab (elektronik og systemdesign)
Studienævn	Studienævn for Matematiske Fag
Institut	Institut for Matematiske Fag
Fakultet	Det Ingeniør- og Naturvidenskabelige Fakultet

# **INSTRUMENTERING, INTERFACEELEKTRONIK OG DYNAMISKE SYSTEMER**

**2024/2025**

## **MODULETS INDHOLD, FORLØB OG PÆDAGOGIK**

De studerende lærer om sammensætningen og virkemåden af komplekse elektriske kredsløb ligesom der dannes basis for forståelse for tilbagekoblede systemer og disses stabilitet. De studerende opnå forståelse for simple lineære dynamiske systemer og deres karakteristika, herunder elektriske systemer og simple mekaniske systemer med lineær bevægelse. De studerende introduceres til analog-til-digital konvertering, herunder Nyquist-Shannon sampling-teoremet og aliasering, samt hvorledes dette håndteres i interfacedesign af analoge og digitale delsystemer.

## **LÆRINGSMÅL**

### **VIDEN**

- De studerende skal tilegne sig viden om den ikke-ideelle operationsforstærker.
- De studerende skal have viden om simple lineære dynamiske systemer og deres karakteristika, herunder elektriske systemer og simple mekaniske systemer.
- De studerende skal tilegne sig viden om grundlæggende filtertyper og deres anvendelse
- De studerende skal have en grundlæggende forståelse for støj i elektriske kredsløb
- De studerende skal kunne demonstrere forståelse for statistiske fænomener, som komponenttolerancer, og deres betydning for det overordnede kredsløbs funktion.
- De studerende skal kunne demonstrere forståelse for koncepter, teorier og metoder til måling og karakterisering af elektriske kredsløb, herunder måleusikkerheder og reproducerbarhed af måledata.
- De studerende skal tilegne sig viden om grundlæggende tilgængelighedsprincipper, således at de opnår en forståelse af relevante begreber, teorier og metoder for tilbagekoblede systemer.

### **FÆRDIGHEDER**

- De studerende skal kunne kombinere deres viden om passive elektroniske komponenter med deres viden om OPAMPen, således de kan designe, implementere og teste aktive filtre.
- De studerende skal kunne designe og implementere relevante kompenseringskredsløb, således at ikke-ideelle OPAMP-egenskaber overkommes.
- De studerende skal kunne designe kredsløb under hensyntagen til komponenttolerancer, herunder kredsløbssimulering baseret på statistisk data, så som Monte-Carlo simuleringer.
- De studerende skal kunne redegøre for betydningen af ikke-ideelle måleinstrumenter, og de skal kunne opstille modeller for disse
- De studerende skal kunne opstille relevante krav til tilbagekoblede systemer, således deres stabilitet sikres.
- De studerende skal kunne opstille krav til anti-aliaserings kredsløb samt designe og teste disse.

### **KOMPETENCER**

- De studerende skal kunne kombinere deres teoretiske og praktiske viden om elektriske kredsløb, således at de kan vurdere sammenhænge mellem beregninger, simuleringer og virkelige målinger foretaget på faktiske kredsløb/systemer indeholdende et eller flere dynamiske elementer.
- De studerende skal på baggrund af bodeplots for åbensløjfeforstærkningen for et tilbagekoblet system kunne bedømme, om system er stabilt.
- De studerende skal kunne opstille relevante designkrav til analoge delsystemer, samt designe, implementere, teste og dokumentere disse.

### **UNDERVISNINGSFORM**

Kurset afvikles i udgangspunktet som forelæsninger med tilhørende opgaver og/eller efterfølgende laboratorieøvelser. Der henvises dog til beskrivelsen af uddannelsens undervisningsformer i § 17.

## EKSAMEN

### PRØVER

Prøvens navn	Instrumentering, interfaceelektronik og dynamiske systemer
Prøveform	Skriftlig eller mundtlig
ECTS	5
Bedømmelsesform	7-trins-skala
Censur	Intern prøve
Vurderingskriterier	Vurderingskriterierne er angivet i Universitetets eksamensordning

## FAKTA OM MODULET

Engelsk titel	Instrumentation, Interface Electronics and Dynamic Systems
Modulkode	ESNESDB2K1
Modultype	Kursus
Varighed	1 semester
Semester	Forår
ECTS	5
Undervisningssprog	Dansk
Tomplads	Ja
Undervisningssted	Campus Aalborg
Modulansvarlig	<a href="#">Madsen</a>

## ORGANISATION

Uddannelsesejer	Bachelor (BSc) i teknisk videnskab (elektronik og systemdesign)
Studienævn	Studienævn for Elektronik og IT
Institut	Institut for Elektroniske Systemer
Fakultet	Det Teknisk Fakultet for IT og Design

# REALTIDSSYSTEMER OG DATAOPSAMLING

2024/2025

## ANBEFALEDE FAGLIGE FORUDSÆTNINGER FOR AT DELTAGE I MODULET

Modulet bygger videre på viden, færdigheder og kompetencer opnået i kurset "Digitale systemer og programmering" fra 1. semester

## MODULETS INDHOLD, FORLØB OG PÆDAGOGIK

Opsamling og behandling af data, samt anvendelse af data til styring af systemer i realtid er et vigtigt begreb både i relation til indlejrede systemer og mere generelle computersystemer.

Dette kursus giver dels indsigt i realtidsaspekter i software og dels anvendelse af hardware og software som et værktøj til opsamling af (måle)data således at det fx kan være genstand for videre og analyse og visualisering. Dette kan anvendes til fx off-line afprøvning af elektroniske systemer gennem simulering eller nær-realtids databehandling og styring af de systemer eller processer fra hvilke data blev opsamlet.

## LÆRINGSMÅL

### VIDEN

Den studerende skal tilegne sig viden om grundbegreberne inden for følgende teorier og metoder:

- Grundlæggende (nær-)realtidsprogrammering på operativsystemer f.eks. FreeRTOS.
- Håndtering af data input/output under operativsystemer.
- Grundlæggende parallel/pseudo-parallel programmering, herunder f.eks. scheduleringsprincipper.
- Talrepræsentation herunder f.eks. opløsning og numerisk unøjagtighed.

### FÆRDIGHEDER

Den studerende skal efter kurset være i stand til at:

- Programmere realtidsmåling og –styring under f.eks. et realtidsoperativsystem.
- Anvende indlejrede microcontrollersystemer som front-end til dataopsamling.
- Vurdere numeriske data i relation til f.eks. opløsning og nøjagtighed.

### KOMPETENCER

Den studerende skal have kompetencer til:

- At implementere programmer til opsamling, og realtidsbehandling af data fra fx fysiske processer med henblik på styring af disse eller senere databehandling (fx statistisk) og visualisering.
- Implementere (nær)realtidsprogrammer, der på baggrund af opsamlede data via et output styrer fx en fysisk proces.

## UNDERVISNINGSFORM

Jf. beskrivelsen i §17

## EKSAMEN

### PRØVER

Prøvens navn	Realtidssystemer og dataopsamling
--------------	-----------------------------------

Prøveform	Skriftlig eller mundtlig
ECTS	5
Bedømmelsesform	7-trins-skala
Censur	Intern prøve
Vurderingskriterier	Vurderingskriterierne er angivet i Universitetets eksamensordning

## FAKTA OM MODULET

Engelsk titel	Real Time Systems and Data Acquisition
Modulkode	ESNESDB2K2
Modultype	Kursus
Varighed	1 semester
Semester	Forår
ECTS	5
Undervisningssprog	Dansk
Undervisningssted	Campus Aalborg
Modulansvarlig	<a href="#">Madsen</a>

## ORGANISATION

Uddannelsesejer	Bachelor (BSc) i teknisk videnskab (elektronik og systemdesign)
Studienævn	Studienævn for Elektronik og IT
Institut	Institut for Elektroniske Systemer
Fakultet	Det Teknisk Fakultet for IT og Design



# ANVENDT STATISTIK

## 2024/2025

### MODULETS INDHOLD, FORLØB OG PÆDAGOGIK

#### LÆRINGSMÅL

##### VIDEN

- Grundlæggende begreber i sandsynlighedsregning, herunder stokastiske variable og sandsynlighedsfordelinger
- Forskellige former for deskriptiv statistik
- Statistisk inferens, herunder estimation, konfidensintervaller og hypotesetest
- Vigtige statistiske modeller, f.eks. lineær regression (simpel og multipel), variansanalyse, logistisk regression og log-lineære modeller (især kontingenstabeller)

##### FÆRDIGHEDER

- Skal med udgangspunkt i givne data kunne specificere en relevant statistisk model og redegøre for modellens antagelser og begrænsninger
- Skal kunne anvende relevant software til at udføre en statistisk analyse af de givne data og kunne fortolke opnåede resultater.

##### KOMPETENCER

- Skal kunne vurdere anvendelsesmuligheder af statistik inden for egne fagområder
- Skal være i stand til at forholde sig kritisk til resultaterne af en statistisk analyse
- Skal kunne kommunikere resultaterne af en statistisk analyse til personer uden specifik statistisk viden

##### KOMPETENCEMÅL GÆLDENDE FOR STUDERENDE DER LÆSER PÅ KANDIDATNIVEAU, MEN FØLGER UNDERVISNING PÅ BACHELORNIVEAU:

- Kunne reflektere over fagområdets tilgang til faglige problemstillinger på højt niveau og dets relation til andre fagområder.
- Kunne inddrage vidensområdet i løsningen af komplekse faglige problemstillinger og dermed opnå ny forståelse af et givet genstandsområde.

##### UNDERVISNINGSFORM

Forelæsninger med tilhørende opgaveregning.

##### OMFANG OG FORVENTET ARBEJDSINDSATS

Kursusmodulets omfang er 5 ECTS svarende til 150 timers studieindsats.

### EKSAMEN

#### PRØVER

Prøvens navn	Anvendt statistik
Prøveform	Mundtlig
ECTS	5
Tilladte hjælpemidler	Der henvises til den pågældende semesterbeskrivelse/modulbeskrivelse
Bedømmelsesform	7-trins-skala

Censur	Intern prøve
Vurderingskriterier	Vurderingskriterierne er angivet i Universitetets eksamensordning

## FAKTA OM MODULET

Engelsk titel	Applied Statistics
Modulkode	22BMATASTA1
Modultype	Kursus
Varighed	1 semester
Semester	Forår
ECTS	5
Undervisningssprog	Dansk
Tomplads	Ja
Undervisningssted	Campus Aalborg, Campus København
Modulansvarlig	<a href="#">Ege Rubak</a>

## ORGANISATION

Studienævn	Studienævn for Matematiske Fag
Institut	Institut for Matematiske Fag
Fakultet	Det Ingeniør- og Naturvidenskabelige Fakultet

# REKONFIGURBARE SYSTEMER

2024/2025

## MODULETS INDHOLD, FORLØB OG PÆDAGOGIK

Mange elektroniske systemer - herunder indlejrede systemer - har helt bestemte fastlagte formål i hele deres levetid. Derfor implementeres de ofte via fastlåste design. Der er imidlertid flere muligheder for at implementere hardware, som efterfølgende kan rekonfigureres til andre formål eller til at afspejle ændringer i den fysiske sammenhæng hvori de indgår. Fokus på dette semester er sådanne systemer i form af f.eks. programmerbare "system on chip" løsninger samt Field-programmable gate arrays (FPGA), der tillader ændringer i hardware-opbygningen baseret på software input. Man kan populært sagt ændre hardwarens opbygning uden at skulle have fat i loddekolben.

## LÆRINGSMÅL

### VIDEN

- Have viden om rekonfigurerbar hardware – herunder forskellige implementeringsplatforme som eksempelvis FPGA og programmerbare "system on chip" løsninger for såvel det digitale som analoge domæne.
- Have viden om konfiguration og programmering af rekonfigurerbare elementer.
- Have viden om relevante digitale kommunikationsprotokoller som bruges ved forbindelse af delsystemer.
- Have viden om sikring af analog og digital signalintegritet, herunder f.eks. praktisk håndtering af transmissionsledningsfænomener samt mulighed for fejlkontrolkodning.
- Have kendskab til forskellige vejledertyper og aktivt bruge disse til videnstilegnelse

### FÆRDIGHEDER

- Kunne konstruere et rekonfigurerbart elektronisk system til løsning af et givet problem – herunder træffe begrundede valg omkring opdeling mellem analoge og digitale delsystemer.
- Kunne opsætte og programmere rekonfigurerbar hardware med de relevante software-værktøjer.
- Kunne implementere algoritmer på denne hardware, som er tilpasset hardwarens struktur f.eks. i relation til muligheder for parallelitet.
- Kunne specificere, konstruere, teste og dokumentere interface mellem delsystemer og herunder også forholde sig til signalintegritet.
- Kunne gennemføre problemnedbrydning i mindre overskuelige delproblemer
- Kunne foretage et systematisk valg af metoder til videnstilegnelse i forbindelse med problemanalyse og problembearbejdning.

### KOMPETENCER

- Kunne anvende relevante metoder til at specificere, konstruere, teste og dokumentere et rekonfigurerbart elektronisk system.
- Kunne træffe begrundede valg i forhold til snitfladen mellem hardware og software.
- Kunne forholde sig reflekterende til egenskaber og begrænsninger i den implementerede løsning.
- Kunne analysere projektgruppens organisering af gruppesamarbejdet med henblik på at identificere stærke og svage sider, og på den baggrund komme med forslag til, hvordan samarbejdet i fremtidige grupper kan forbedres.

## UNDERVISNINGSFORM

Jf. beskrivelsen i §17

## EKSAMEN

## PRØVER

Prøvens navn	Rekonfigurbare systemer
--------------	-------------------------

Prøveform	Mundtlig pba. projekt
ECTS	15
Bedømmelsesform	7-trins-skala
Censur	Intern prøve
Vurderingskriterier	Vurderingskriterierne er angivet i Universitetets eksamensordning

## FAKTA OM MODULET

Engelsk titel	Reconfigurable Systems
Modulkode	ESNESDB3P1
Modultype	Projekt
Varighed	1 semester
Semester	Efterår
ECTS	15
Undervisningssprog	Dansk og engelsk
Tomplads	Ja
Undervisningssted	Campus Aalborg
Modulansvarlig	<a href="#">Madsen</a>

## ORGANISATION

Uddannelsesejer	Bachelor (BSc) i teknisk videnskab (elektronik og systemdesign)
Studienævn	Studienævn for Elektronik og IT
Institut	Institut for Elektroniske Systemer
Fakultet	Det Teknisk Fakultet for IT og Design

# HIGH-SPEED ELEKTRONIK I PRAKSIS

2024/2025

## MODULETS INDHOLD, FORLØB OG PÆDAGOGIK

De studerende lærer om teorier og metoder til praktisk implementering af centrale delkredsløb i forbindelse med implementering af high-speed digitale og høj-frekvens analoge elektroniske systemer. Herunder introduktion til flere-lags PCB-design samt sikre forståelse for basale EMC-problematikker og best-practice.

### LÆRINGSMÅL

#### VIDEN

- De studerende skal tilegne sig viden om stelings- og afkoblingsstrategier i forbindelse med PCB-design
- Strømforsynings-strategier og -typer, herunder forskellige buck/boost konfigurationer
- EMC i forbindelse med digitale og analoge kredsløb og systemer, herunder frekvensanalyse af firkantsignaler
- Bølgeligningen, refleksioner og termineringer
- Reflektionstilpasning, Smithkort

#### FÆRDIGHEDER

- De studerende skal kunne anvende relevante teorier og metoder til hensigtsmæssigt udlæg af PCB
- De studerende skal kunne beregne generaliseret impedans- og refleksionskoefficient på et kabel, samt foretage simpel tilpasning, fx ved brud af enkeltsubtilpasning eller kvartbølgetransformator
- De studerende skal kunne anvende modellering, simulering og modularisering, således effektiv HW-udvikling sikres

#### KOMPETENCER

- De studerende skal kunne kombinere deres teoretiske og praktiske viden om elektriske kredsløb, således de kan opstille relevante krav til design af elektroniske kredsløb, herunder valg af rigtig arkitektur og overordnede tekniske løsninger.
- De studerende skal være i stand til at måle fornuftigt og de skal have indsigt i testautomation

### UNDERVISNINGSFORM

Kurset afvikles i udgangspunktet som forelæsninger med tilhørende opgaver og/eller efterfølgende laboratorieøvelser. Der henvises dog til beskrivelsen af uddannelsens undervisningsformer i § 17.

### EKSAMEN

#### PRØVER

Prøvens navn	High-Speed elektronik i praksis
Prøveform	Skriftlig eller mundtlig
ECTS	5
Bedømmelsesform	7-trins-skala
Censur	Intern prøve
Vurderingskriterier	Vurderingskriterierne er angivet i Universitetets eksamensordning

## FAKTA OM MODULET

Engelsk titel	Practical High-Speed Electronics
Modulkode	ESNESDB3K1
Modultype	Kursus
Varighed	1 semester
Semester	Efterår
ECTS	5
Undervisningssprog	Dansk og engelsk
Tomplads	Ja
Undervisningssted	Campus Aalborg
Modulansvarlig	<a href="#">Madsen</a>

## ORGANISATION

Uddannelsesejer	Bachelor (BSc) i teknisk videnskab (elektronik og systemdesign)
Studienævn	Studienævn for Elektronik og IT
Institut	Institut for Elektroniske Systemer
Fakultet	Det Teknisk Fakultet for IT og Design

# ALGORITMER

## 2024/2025

### MODULETS INDHOLD, FORLØB OG PÆDAGOGIK

At sætte de studerende i stand til at arbejde teoretisk og praktisk med algoritmer.

#### LÆRINGSMÅL

##### VIDEN

- have forståelse af simple og sammensatte datastrukturer
- have viden om effektive algoritmer til organisering og behandling af data
- indsigt i realtids problematikker for operationer på datastrukturer
- kan redegøre for algoritmer og datastrukturers effektivitet og kompleksitet herunder bl.a.
  - hashtabeller
  - træer
  - grafer

##### FÆRDIGHEDER

- kunne argumentere for implementation af algoritmer og datastrukturer
- kan forklare og anvende algoritmer til task skedulering
- kan analysere distribuerede systemer vha. graf-algoritmer til at finde eks. spanning tree, shortest path og maximum flow

##### KOMPETENCER

- benytte korrekt fagterminologi
- anvende teori og metode til implementation af effektive algoritmer på komplekse problemstillinger indenfor datahåndtering, task skedukering og performance af distribuerede systemer

##### UNDERVISNINGSFORM

Forelæsninger med tilhørende opgaveregning.

### EKSAMEN

#### PRØVER

Prøvens navn	Algoritmer
Prøveform	Skriftlig eller mundtlig
ECTS	5
Bedømmelsesform	7-trins-skala
Censur	Intern prøve
Vurderingskriterier	Vurderingskriterierne er angivet i Universitetets eksamensordning

### FAKTA OM MODULET

Engelsk titel	Algorithms
---------------	------------

Modulkode	ESNCEB3K3
Modultype	Kursus
Varighed	1 semester
Semester	Efterår
ECTS	5
Undervisningssprog	Dansk og engelsk
Tomplads	Ja
Undervisningssted	Campus Aalborg
Modulansvarlig	<a href="#">Madsen</a>

## ORGANISATION

Studienævn	Studienævn for Elektronik og IT
Institut	Institut for Elektroniske Systemer
Fakultet	Det Teknisk Fakultet for IT og Design



# DIGITAL HARDWAREDESIGN

2024/2025

## ANBEFALEDE FAGLIGE FORUDSÆTNINGER FOR AT DELTAGE I MODULET

Modulet bygger videre på viden, færdigheder og kompetencer fra kurserne "Digitale systemer og programmering" samt "Dataopsamling og -behandling", hvorfor det anbefales at de studerende har en grundlæggende forståelse for digital logik og programmering.

## MODULETS INDHOLD, FORLØB OG PÆDAGOGIK

Gennem kurset skal den studerende opnå forståelse for og få praktisk erfaring med arkitekturen af rekonfigurerbar digital hardware som f.eks. FPGA (Field Programmable Gate Array) og dets delelementer, samt hvordan disse kan konfigureres ved hjælp af syntesesprog, og bringes til at fungere med andre digitale elementer gennem anvendelse af digitale kommunikationsprotokoller.

## LÆRINGSMÅL

### VIDEN

Den studerende skal tilegne sig viden om

- Strukturen i rekonfigurerbar digital hardware og dets byggeblokke.
- Beskrivelse af digital hardware med et hardwarebeskrivende sprog (syntesesprog) som f.eks. VHDL eller Verilog
- Tilstandsmaskiner
- Kommunikation mellem digitale enheder via f.eks. busser med givne protokoller. Det kunne f.eks. være I2C, SPI eller CAN.

### FÆRDIGHEDER

Den studerende skal kunne:

- opsætte og programmere rekonfigurerbar hardware vha hardwarebeskrivende sprog som f.eks. VHDL eller Verilog
- implementere beregningslementer med relevante hukommelselementer
- Kunne konstruere interface til eksterne enheder.

### KOMPETENCER

- Den studerende skal have kompetencer til at designe og realisere digitale systemer på rekonfigurerbare platforme, samt udføre metodisk test af sådanne systemer.

## UNDERVISNINGSFORM

Jf. beskrivelsen i §17

## EKSAMEN

### PRØVER

Prøvens navn	Digital hardwaredesign
Prøveform	Skriftlig eller mundtlig
ECTS	5

Bedømmelsesform	7-trins-skala
Censur	Intern prøve
Vurderingskriterier	Vurderingskriterierne er angivet i Universitetets eksamensordning

## FAKTA OM MODULET

Engelsk titel	Digital Hardware Design
Modulkode	ESNESDB3K2
Modultype	Kursus
Varighed	1 semester
Semester	Efterår
ECTS	5
Undervisningsprog	Dansk og engelsk
Tomplads	Ja
Undervisningssted	Campus Aalborg
Modulansvarlig	<a href="#">Madsen</a>

## ORGANISATION

Uddannelsesejer	Bachelor (BSc) i teknisk videnskab (elektronik og systemdesign)
Studienævn	Studienævn for Elektronik og IT
Institut	Institut for Elektroniske Systemer
Fakultet	Det Teknisk Fakultet for IT og Design

# ELEKTROMEKANISKE SYSTEMER

2024/2025

## MODULETS INDHOLD, FORLØB OG PÆDAGOGIK

”Virkelige signaler” er som oftest analoge i deres natur. Det er således vigtigt at ingeniører er bekendte med, og behersker, design af analoge kredsløb og systemer, og ikke mindst disses anvendelser og begrænsninger. Viden om analoge så vel som digitale kredsløb og systemer er centralt i forhold til at sikre optimalt design af komplekse elektroniske systemer. Formålet er således, at understøtte de studerende i deres forståelse af analoge kredsløb og systemer, herunder analoge elektroniske komponenter, deres modeller, deres anvendelser og ikke mindst deres begrænsninger. Formålet er desuden at understøtte de studerende i deres forståelse af beregnings- og designmetoder således de kan mestre disse på anvendelsesniveau.

## LÆRINGSMÅL

### VIDEN

- have opnået erfaring med, og forståelse for, de mest almindelige analoge komponenter, deres anvendelser og deres begrænsninger
- have en forståelse for anvendte modeller, lineære såvel som ulineære, samt deres anvendelsesområder
- kunne demonstrere forståelse for lineære versus ulineære effekter, såsom harmonisk forvrængning
- have en forståelse for termiske effekter i elektroniske kredsløb, og hvorledes disse kan håndteres
- have indgående forståelse for komponenttolerancer, hvorledes disse kan påvirke kredsløb og system performance, samt kendskab til metoder til at reducere betydningen af tolerancer
- have viden om forskellige mødetyper og bruge disse aktivt i gruppe- og vejledersamarbejdet

### FÆRDIGHEDER

- kunne anvende beregningsmetoder til design af analoge elektriske kredsløb således disse opfylder givne kravspecifikationer
- kunne anvende relevante og passende modeller i designet af analoge kredsløb og systemer
- Skal kunne anvende lineariserede modeller af fysiske systemer, herunder vurdere deres begrænsninger og anvendelsesområder
- kunne tage højde for komponenttolerancer og centrale ikke-ideelle komponent egenskaber samt redegøre for hvilke teknikker og metoder der kan benyttes for at imødekomme dette
- kunne anvende relevante metoder til måling og karakterisering af elektriske kredsløb og systemer samt redegøre for måleusikkerheder og reproducerbarhed af måledata
- kunne dokumentere måledata for implementerede kredsløb og systemblokke på en klar og struktureret vis
- kunne argumentere struktureret for sine valg og fravalg
- kunne planlægge, afholde og opsamle på mødet på struktureret vis

### KOMPETENCER

- kunne benytte relevante metoder til at specificere, designe, implementere, samt teste og dokumentere, analoge kredsløb og systemer
- Skal kunne modellere fysiske systemer, herunder elektriske og elektromekaniske, til et niveau hvor sådanne modeller kan anvendes i praksis
- kunne gennemføre en velovervejet systemnedbrydning baseret på givne specifikationer, krav og regulativer
- kunne udvælge, og argumentere for, passende kredsløbs-topologier givet et sæt af specifikationer
- kunne reflektere over målemetodevalg og relaterede måleusikkerheder
- kunne evaluere resultater opnået gennem beregninger, simuleringer og målinger, samt relatere disse resultater til de anvendte modeller og disses begrænsninger
- kunne analysere projektgruppens organisering af gruppensamarbejdet med henblik på at identificere stær
- kunne formidle projektets resultater under anvendelse af korrekt fagterminologi
- kunne analysere et emne og belyse det fra flere vinkler

## UNDERVISNINGSFORM

Jf. beskrivelsen i §17

## EKSAMEN

### PRØVER

Prøvens navn	Elektromekaniske systemer
Prøveform	Mundtlig pba. projekt
ECTS	15
Bedømmelsesform	7-trins-skala
Censur	Ekstern prøve
Vurderingskriterier	Vurderingskriterierne er angivet i Universitetets eksamensordning

## FAKTA OM MODULET

Engelsk titel	Electromechanical Systems
Modulkode	ESNESDB4P1
Modultype	Projekt
Varighed	1 semester
Semester	Forår
ECTS	15
Undervisningssprog	Dansk og engelsk
Tomplads	Ja
Undervisningssted	Campus Aalborg
Modulansvarlig	<a href="#">Madsen</a>

## ORGANISATION

Uddannelsesejer	Bachelor (BSc) i teknisk videnskab (elektronik og systemdesign)
Studienævn	Studienævn for Elektronik og IT
Institut	Institut for Elektroniske Systemer
Fakultet	Det Teknisk Fakultet for IT og Design

# ANALOG ELEKTRONIK

2024/2025

## MODULETS INDHOLD, FORLØB OG PÆDAGOGIK

Kurset har til formål at sikre en forståelse for analoge kredsløb og systemer, inklusiv analoge elektroniske komponenter, deres modeller, deres anvendelse og i særdeleshed deres begrænsninger. Kurset understøtter de studerende i deres forståelse af fundamentale metoder til beregninger og design af analoge kredsløb og systemer, på et anvendelsesniveau, og en forståelse af metodernes anvendelsesområder.

### LÆRINGSMÅL

#### VIDEN

- De studerende skal opnå viden om aktive analoge elektroniske komponenter, fx dioder og transistorer i små- og stor-signal sammenhænge samt anvendte modeller, herunder lav- og højfrekvens hybrid-pi modellen, og deres begrænsninger
- De studerende skal have viden om ulineære effekter, såsom harmonisk forvrængning
- De studerende skal have viden om termiske effekter i elektroniske kredsløb, og hvorledes disse kan håndteres.

#### FÆRDIGHEDER

- De studerende skal kunne demonstrere forståelse for koncepter, teorier og metoder til design, implementering, måling og karakterisering af elektriske kredsløb, herunder måleusikkerheder og reproducerbarhed af måledata, samt kobling mellem simulering og målinger, herunder skal de kunne redegøre for sammenhænge mellem beregninger, simuleringer og målinger
- De studerende skal kunne anvende relevante metoder til beregning på avancerede analoge elektroniske kredsløb og systemer
- De studerende skal kunne redegøre for ikke-ideelle komponentegenskaber og hvorledes disse påvirker kredsløb/system egenskaber, ligesom de skal kunne anvende metoder til at minimere effekten af sådanne ikke-ideelle egenskaber.
- De studerende skal kunne anvende passende måleteknikker til karakterisering af analoge (og digitale) elektriske kredsløb og systemer

#### KOMPETENCER

- De studerende skal kunne kombinere deres teoretiske og praktiske viden om elektriske kredsløb til analyse, design, og implementering af analoge kredsløb og systemer.
- De studerende skal kunne reflektere over modelleringsovervejelser og antagelser, såsom små- versus storsignal betingelser, ligesom de skal kunne reflektere over fordele/ulempe ved brug af lineariserede modeller for ulineære komponenter, kredsløb og systemer

#### UNDERVISNINGSFORM

Kurset afvikles i udgangspunktet som forelæsninger med tilhørende opgaver og/eller efterfølgende laboratorieøvelser. Der henvises dog til beskrivelsen af uddannelsens undervisningsformer i § 17.

## EKSAMEN

### PRØVER

Prøvens navn	Analog elektronik
Prøveform	Skriftlig eller mundtlig
ECTS	5

Bedømmelsesform	7-trins-skala
Censur	Intern prøve
Vurderingskriterier	Vurderingskriterierne er angivet i Universitetets eksamensordning

## FAKTA OM MODULET

Engelsk titel	Analogue Electronics
Modulkode	ESNESDB4K1
Modultype	Kursus
Varighed	1 semester
Semester	Forår
ECTS	5
Undervisningsprog	Dansk og engelsk
Tomplads	Ja
Undervisningssted	Campus Aalborg
Modulansvarlig	<a href="#">Madsen</a>

## ORGANISATION

Uddannelsesejer	Bachelor (BSc) i teknisk videnskab (elektronik og systemdesign)
Studienævn	Studienævn for Elektronik og IT
Institut	Institut for Elektroniske Systemer
Fakultet	Det Teknisk Fakultet for IT og Design

# LINEÆR ALGEBRA OG DYNAMISKE SYSTEMER

2024/2025

## ANBEFALEDE FAGLIGE FORUDSÆTNINGER FOR AT DELTAGE I MODULET

Modulet bygger videre på viden opnået gennem kurserne calculus, kredsløbsteori og analog elektronik

## MODULETS INDHOLD, FORLØB OG PÆDAGOGIK

Formålet med dette kursus er at generalisere de fundamentale begreber indenfor systemteori, som allerede er blevet introduceret ifbm. tidligere anvendelser, for eksempel i kredsløbsteori. Dette kursus giver et bredt perspektiv på begrebet systemteori og sætter de studerende i stand til at anvende teorier og metoder på mere generelle klasser af systemer.

## LÆRINGSMÅL

### VIDEN

- LTI og input/output systemer
- Matricer, underrum samt singular værdier og egen værdier
- Stabilitet af dynamiske systemer
- Taylorrækker
- Z-transformation

### FÆRDIGHEDER

- Skal have opnået en forståelse af linearisering af modeller beskrevet ved hjælp af differentialligninger, samt kunne transformere disse til Laplace- og Z-domænet
- Numerisk integration (f.eks. Runge-Kutta)
- Skal have indsigt i sammenhængen mellem modeller i kontinuert tid og de tilsvarende samplede modeller
- Skal have indsigt i relevante egenskaber ved dynamiske systemer, såsom stabilitet, oversving, frekvensrespons, etc.

### KOMPETENCER

- Skal kunne afgøre stabilitetsegenskaberne ved et LTI og input/output systemer, baseret på egen værdier og poler, samt system respons.
- Skal kunne programmere og simulere dynamiske systemer via egenudviklede moduler/pakker til f.eks. Python/Matlab.

## UNDERVISNINGSFORM

Jf. beskrivelsen i §17

## EKSAMEN

### PRØVER

Prøvens navn	Lineær algebra og dynamiske systemer
Prøveform	Skriftlig eller mundtlig
ECTS	5
Bedømmelsesform	7-trins-skala
Censur	Intern prøve

Vurderingskriterier	Vurderingskriterierne er angivet i Universitetets eksamensordning
---------------------	---

## FAKTA OM MODULET

Engelsk titel	Linear Algebra and Dynamic Systems
Modulkode	ESNESDB4K2
Modultype	Kursus
Varighed	1 semester
Semester	Forår
ECTS	5
Undervisningsprog	Dansk og engelsk
Tomplads	Ja
Undervisningssted	Campus Aalborg
Modulansvarlig	<a href="#">Madsen</a>

## ORGANISATION

Uddannelsesejer	Bachelor (BSc) i teknisk videnskab (elektronik og systemdesign)
Studienævn	Studienævn for Elektronik og IT
Institut	Institut for Elektroniske Systemer
Fakultet	Det Teknisk Fakultet for IT og Design



# MODELLERING AF ELEKTRODYNAMISKE SYSTEMER

## 2024/2025

### ANBEFALEDE FAGLIGE FORUDSÆTNINGER FOR AT DELTAGE I MODULET

Modulet bygger videre på viden opnået gennem kurserne kredsløbsteori og analog elektronik.

### MODULETS INDHOLD, FORLØB OG PÆDAGOGIK

For at designe og udvikle elektroniske systemer har vi brug for modeller der beskriver den fysiske verden omkring os. Disse modeller anvendes bla., til at teste og evaluere vores løsninger før de bliver anvendt i den virkelige verden. Formålet med dette kursus er at sætte den studerende i stand til at forstå grundlæggende fysiske love fra mekanik og elektronik, samt at kunne anvende disse til modellering af elektrodynamiske systemer.

### LÆRINGSMÅL

#### VIDEN

- Newtons love for translatoriske og rotationelle systemer, samt energibevarelse
- Simple friktions modeller, samt frit-legeme-diagrammer
- Lagrange dynamik
- Grundlæggende dynamisk feltteori (Maxwells ligninger)
- EMC og elektromagnetisk transmission
- Kurve integral, curl og divergens

#### FÆRDIGHEDER

- Skal kunne anvende modeller af fysiske systemer, herunder vurdere deres begrænsninger og anvendelsesområder
- Skal kunne anvende lineariserede modeller af fysiske systemer, herunder vurdere deres begrænsninger og anvendelsesområder
- Skal kunne foretage beregninger på den generiske elektrodynamiske model.
- Skal kunne bestemme størrelse og retning for elektriske og magnetiske statiske felter ud fra en given konfiguration af ladninger og strømførende ledere.

#### KOMPETENCER

- Skal være i stand til at modellere fysiske systemer, herunder elektriske og elektromekaniske systemer, til et niveau hvor sådanne modeller kan anvendes i praksis.

### UNDERVISNINGSFORM

Jf. beskrivelsen i §17

### EKSAMEN

#### PRØVER

Prøvens navn	Modellering af elektrodynamiske systemer
Prøveform	Skriftlig eller mundtlig
ECTS	5
Bedømmelsesform	7-trins-skala

Censur	Intern prøve
Vurderingskriterier	Vurderingskriterierne er angivet i Universitetets eksamensordning

## FAKTA OM MODULET

Engelsk titel	Modelling of Electrodynamic Systems
Modulkode	ESNESDB4K3
Modultype	Kursus
Varighed	1 semester
Semester	Forår
ECTS	5
Undervisningssprog	Dansk og engelsk
Tomplads	Ja
Undervisningssted	Campus Aalborg
Modulansvarlig	<a href="#">Madsen</a>

## ORGANISATION

Uddannelsesejer	Bachelor (BSc) i teknisk videnskab (elektronik og systemdesign)
Studienævn	Studienævn for Elektronik og IT
Institut	Institut for Elektroniske Systemer
Fakultet	Det Teknisk Fakultet for IT og Design

# DIGITALE OG ANALOGE SYSTEMER I SAMSPIL MED OMVERDENEN

**2024/2025**

## MODULETS INDHOLD, FORLØB OG PÆDAGOGIK

Elektroniske systemer eksisterer aldrig blot i et vakuum; for at kunne siges at være brugbare er de nødt til at interagere med deres omgivelser på en eller anden måde. Dette sker oftest ved at systemet modtager analoge eller digitale signaler gennem sensorer eller fra andre elektroniske systemer. Systemet transformerer dernæst signalerne til diskret data, der efterfølgende enten processeres af systemet selv eller sendes videre et andet system, fx en fjernliggende computer, der så processerer det. I sidste ende reagerer systemet, som et resultat af signalbehandlingen, ved at generere et nyt analogt signal via en aktuator. Eksempler på dette kunne være styrestrømme sendt til en elektrisk motor eller talesignaler fra en mobiltelefon.

Formålet med dette projektmodul er at bygge videre på og udvide de kompetencer de studerende har opnået inden for digitale og analoge elektroniske systemer på de foregående semestre samt sikre at de studerende kan anvende disse kompetencer i en kompleks virkelighed. Helt specifikt er målet at de studerende opnår en forståelse for hvordan computere interagerer med hinanden og deres omgivelser via forskellige sensorer og aktuatorer. Yderligere skal de opnå forståelse for modellering og kontrol af fysiske systemer, digital signalbehandling og kommunikation mellem systemer.

Ved at gennemføre dette projektmodul er de studerende i stand til at analysere, designe og implementere systemer der involverer både computere og fysiske elementer.

## LÆRINGSMÅL

### VIDEN

- Kunne forstå digitale og analoge overføringsfunktioner beskrevet via hhv. z-operatoren og Laplace-operatoren, herunder elementer som poler, nulpunkter, analoge og digitale implementeringer, overføringsfunktionsmatricer etc.
- kunne linearisere ikke-lineære systemmodeller med henblik på at approksimere dem med lineære modeller.
- kunne forstå reeltidsaspekter i forhold til digitale systemer der kommunikerer med andre analoge og/eller digitale systemer.
- Have kendskab til forskellige metoder til at designe analoge og digitale filtre.
- Have viden om teorier og metoder til spektralestimering.
- Have viden om OSI netværksmodellen.
- Have grundlæggende viden om trådløs kommunikation.
- Have viden om protokoller i forskellige lag i systemer der kommunikerer med andre systemer.
- Have omfattende viden om moderne projektledelsesværktøjer.
- Skal have indgående kendskab til tidstypiske projektledelsesværktøjer

### FÆRDIGHEDER

- Kunne anvende metoder til at modellere fysiske systemer, herunder elektriske, elektromekaniske, termiske og hydrodynamiske systemer, på et niveau hvor modellerne kan bruges i designet af elektroniske systemer der interagerer med deres omgivelser.
- Kunne anvende Fouriertransformationen til at analysere digitale signaler.
- Kunne forstå behandling og udveksling af analoge og digitale signaler mellem (del-)systemer, herunder frekvensrespons, fase- og gainkarakteristikker, sampling, analog og digital filtrering etc.
- Kunne anvende metoder til at konstruere distribuerede systemer ved brug af kommunikationshardware, multi-programming og basale netværksprotokoller.
- Kunne anvende relevante softwareværktøjer til at simulere ovenstående systemer.
- Kunne reflektere over egne erfaringer med projektarbejde ved brug af relevante analyseværktøjer.
- Kunne arbejde med et projekt baseret på bevidste valg af projektledelsesværktøjer.
- Kunne identificere indbyrdes afhængigheder mellem forskellige opgaver i projektet.

## KOMPETENCER

- Kunne konstruere systemer der består af et eller flere computerbaserede systemer indlejret i fysiske omgivelser, der involverer transformation mellem analoge og digitale signaler således at en a priori defineret opførelse af systemet bliver opnået.
- Kunne anvende feedback til at reducere påvirkningen af forstyrrelser, usikkerheder etc. samt kunne opstille krav til en ønsket systemrespons for lineære systemer og opnå denne.
- Kunne opstille krav til realtidsskommunikation mellem computersystemer og implementere dette.
- Kunne reflektere over egen brug af PBL-værktøjer i ens studier og over hvordan disse værktøjer aktivt kan benyttes i fremtiden.
- Kunne foretage en kritisk evaluering af relevansen af indsamlet viden i relation til projektarbejde, herunder vurdering af egnetheden af valgte modeller, teorier og metoder.

## UNDERVISNINGSFORM

Projektarbejde suppleret med studiekredse, forelæsninger, o.l.

## EKSAMEN

### PRØVER

Prøvens navn	Digitale og analoge systemer i samspil med omverdenen
Prøveform	Mundtlig pba. projekt
ECTS	15
Bedømmelsesform	7-trins-skala
Censur	Ekstern prøve
Vurderingskriterier	Vurderingskriterierne er angivet i Universitetets eksamensordning

## FAKTA OM MODULET

Engelsk titel	Digital and Analog Systems Interacting with the Surrounding
Modulkode	ESNESDB5P1
Modultype	Projekt
Varighed	1 semester
Semester	Efterår
ECTS	15
Undervisningssprog	Dansk og engelsk
Tomplads	Ja
Undervisningssted	Campus Aalborg
Modulansvarlig	<a href="#">Madsen</a>

## ORGANISATION

Uddannelsesejer	Bachelor (BSc) i teknisk videnskab (elektronik og systemdesign)
Studienævn	Studienævn for Elektronik og IT
Institut	Institut for Elektroniske Systemer
Fakultet	Det Teknisk Fakultet for IT og Design

# DIGITAL SIGNALBEHANDLING

2024/2025

## ANBEFALEDE FAGLIGE FORUDSÆTNINGER FOR AT DELTAGE I MODULET

Modulet bygger videre på viden opnået i kurset "Lineær algebra og dynamiske systemer", hvorfor det anbefales, at den studerende har grundlæggende viden om digitale systemer og sampling, viden om teori og praksis for implementation af analoge filtre - herunder grundlæggende prototypefiltre, viden om z-transformation samt teori for LTI systemer.

## MODULETS INDHOLD, FORLØB OG PÆDAGOGIK

Kurset giver en bred indføring i digital signalbehandlingsteorier og -metoder. Der bygges videre på den studerendes viden omkring basale analoge filtre, Laplace-transformation og s-domæne repræsentation samt sampling og z-transformation. Gennem teori og praktiske opgaver med brug af relevante analyse- og designværktøjer introduceres spektralestimering samt digital filtrering for såvel rekursive som ikke-rekursive filterstrukturer. Desuden diskuteres teorien vedr. re-sampling af tidsdiskrete signaler, og der fokuseres endvidere på forskellige realisations-strukturer og disses numeriske og beregningsmæssige egenskaber. Endelig introducerer kurset forskellige forhold vedr. realtids-realisation af algoritmer til spektralanalyse og filtrering, herunder numerisk repræsentation og computer-arkitekturer.

## LÆRINGSMÅL

### VIDEN

- Teori og metoder til non-parametrisk spektralestimering, herunder f.eks. Diskret Fourier Transformation (DFT) og dennes realisation i form af Fast Fourier Transformation (FFT) og Short Time Fourier Transformation (STFT).
- Sammenhænge mellem tids- og frekvensdomænerrepræsentationer, herunder f.eks. Heisenberg's usikkerhedsrelation.
- Vinduesfunktioner og disses karakteristika i tids- og frekvensdomænet.
- Metoder til konstruktion af digitale filtre med såvel endelig som uendelig impulsrespons, herunder realisationsstrukturer og disses beregningsmæssige karakteristika.
- Group delay, minimum- og lineær fase systemer samt f.eks. all-pass og half-band filtre.
- Re-sampling og multirate filtre.
- Talrepræsentationer anvendt i realtids digital signalbehandling, herunder også f.eks. kvantisering, skalering, signal-støj forhold (SNR) og støj-optimale strukturer.
- CPU-strukturer til signalbehandlings-algoritmer, herunder f.eks. aritmetiske enheder samt kontrol- og hukommelses-organisation.

### FÆRDIGHEDER

- Anvende relevante værktøjer som f.eks. Matlab eller Python til spektralestimering.
- Anvende relevante værktøjer til design, simulering og realtids-implementering af digitale filtre, herunder også mere komplekse algoritmer som f.eks. multirate-strukturer.
- Vurdere betydningen af kvantisering samt anvende skalering ved design og implementering af filter-strukturer, herunder f.eks. beregning af SNR på filterets udgang.
- Vurdere hvorvidt forskellige signalbehandlings-algoritmer opfylder givne specifikationer i såvel tids- som i frekvensdomænet.

### KOMPETENCER

- Den studerende har kompetencer til at analysere signaler samt implementere digitale signalbehandlingsløsninger til f.eks. bortfiltrering af støj eller equalizing af signaler med brug af relevante værktøjer under hensyntagen til praktiske aspekter i implementeringen såsom endelig ordlængde.

## UNDERVISNINGSFORM

Jf. beskrivelsen i §17

## EKSAMEN

### PRØVER

Prøvens navn	Digital signalbehandling
Prøveform	Skriftlig eller mundtlig
ECTS	5
Bedømmelsesform	7-trins-skala
Censur	Intern prøve
Vurderingskriterier	Vurderingskriterierne er angivet i Universitetets eksamensordning

## FAKTA OM MODULET

Engelsk titel	Digital Signal Processing
Modulkode	ESNESDB5K1
Modultype	Kursus
Varighed	1 semester
Semester	Efterår
ECTS	5
Undervisningssprog	Dansk og engelsk
Tomplads	Ja
Undervisningssted	Campus Aalborg
Modulansvarlig	<a href="#">Madsen</a>

## ORGANISATION

Uddannelsesejer	Bachelor (BSc) i teknisk videnskab (elektronik og systemdesign)
Studienævn	Studienævn for Elektronik og IT
Institut	Institut for Elektroniske Systemer
Fakultet	Det Teknisk Fakultet for IT og Design

# KOMMUNIKATIONSSYSTEMER

2024/2025

## ANBEFALEDE FAGLIGE FORUDSÆTNINGER FOR AT DELTAGE I MODULET

Modulet bygger videre på viden opnået i kurset "Lineær algebra og dynamiske systemer", hvorfor det anbefales, at den studerende har grundlæggende viden om sandsynlighedsregning, lineære systemer samt Fouriertransformation.

## MODULETS INDHOLD, FORLØB OG PÆDAGOGIK

Kursets giver en indføring i basal teori for digitale kommunikationssystemer, herunder system arkitektur, kommunikationskanaler, signaltransmission og digital modulation. Målet er at gøre de studerende i stand til at analysere ingeniørmæssige problemer der relaterer sig til kommunikationssystemer og deres begrænsninger. Dette er med henblik på at gøre de studerende i stand til at analysere problemstillinger relaterede til kommunikationssystemer og foretage relevante designvalg.

## LÆRINGSMÅL

### VIDEN

- Overblik af arkitektur af kommunikationssystemer, herunder basale transceiver arkitekturer, netværkstopologier og lag-delte netværksmodeller fx OSI-modellen.
- Kommunikationskanaler og deres karakteristiker, herunder simple path-loss modeller, samt forskelle mellem samt begreber til at karakterisere trådede og trådløse kanaler.
- Digital modulation og signal transmission og deres karakteristiker, herunder signalrepræsentation, fejlkarakteristiker og eksempler på modulationsformer.

### FÆRDIGHEDER

- Forståelse af vertikal og horizontal kommunikation i lagdelte kommunikationsnetværk, tilsvarende de fire nederste niveauer i OSI-modellen.
- Forstå basale aspekter for trådet og trådløs kommunikation, herunder link-budget og basal antennefysik
- Forstå basal digital signaltransmission og modulationsformer, herunder karakterisering af fejl.

### KOMPETENCER

- Kunne analysere de kommunikationsmæssige aspekter i et distribueret system, trådet såvel som trådløst, og specificere og/eller designe et kommunikationsnetværk, der understøtter kommunikation i sådant et system.

## UNDERVISNINGSFORM

Jf. beskrivelsen i §17

## EKSAMEN

### PRØVER

Prøvens navn	Kommunikationssystemer
Prøveform	Skriftlig eller mundtlig
ECTS	5
Bedømmelsesform	7-trins-skala
Censur	Intern prøve

Vurderingskriterier	Vurderingskriterierne er angivet i Universitetets eksamensordning
---------------------	---

## FAKTA OM MODULET

Engelsk titel	Communication Systems
Modulkode	ESNESDB5K2
Modultype	Kursus
Varighed	1 semester
Semester	Efterår
ECTS	5
Undervisningssprog	Dansk og engelsk
Tomplads	Ja
Undervisningssted	Campus Aalborg
Modulansvarlig	<a href="#">Madsen</a>

## ORGANISATION

Uddannelsesejer	Bachelor (BSc) i teknisk videnskab (elektronik og systemdesign)
Studienævn	Studienævn for Elektronik og IT
Institut	Institut for Elektroniske Systemer
Fakultet	Det Teknisk Fakultet for IT og Design



# REGULERING

2024/2025

## ANBEFALEDE FAGLIGE FORUDSÆTNINGER FOR AT DELTAGE I MODULET

Modulet bygger videre på viden opnået i Modelling af Elektrodynamiske Systemer og Lineær Algebra og Dynamiske Systemer

## MODULETS INDHOLD, FORLØB OG PÆDAGOGIK

Tilbagekobling kan forstås som evnen til at anvende målinger af et systems tilstand til at korrigere for fejl og derved opnå en ønsket dynamisk respons til givne stimuli, såsom referencer og støj. Det vil sige, at ved at designe en tilbagekobling – en regulator – kan et system tvinges til at have en bestemt, ønskværdig opførsel. Formålet med dette kursus er at sætte de studerende i stand til at anvende og indstille regulatorer ved brug af frekvens og tidsdomænemetoder, samt at kunne konfigurere forskellige regulatorer og systemer beskrevet ved hjælp af overføringsfunktioner og tilstandsbeskrivelser.

## LÆRINGSMÅL

### VIDEN

- Sensitivitets og komplementære sensitivitetsfunktioner i overføringsfunktions-sammenhæng
- Rodkurveanalyse af lukket-sløjfe systemer
- Frekvensanalyse, herunder frekvensrespons for et stabilt system, Nyquistplot, Bodeplot, Nyquist's stabilitetskriterium og stabilitetsmarginer
- Diskrete systemer, herunder diskrete overføringsfunktioner, transientrespons, frekvensrespons, poler og stabilitet
- Lead/lag og PID-regulator i kontinuert og diskret tid
- Tilstandsregulering, herunder stabiliserbarhed, kontrollerbarhed, samt observerbarhed.

### FÆRDIGHEDER

- Skal kunne anvende åbensløjfe frekvenskarakteristikker til design af forstærkning i tilbagekobling
- Skal kunne anvende overføringsmatricer til at beskrive multivariable dynamiske systemer
- Skal kunne udføre tilstandstilbagekobling ved brug af observer

### KOMPETENCER

- Skal have opnået en forståelse af tilbagekoblingsprincippet, herunder forstyrrelsesundertrykkelse og reduktion af parametervariationer
- Skal kunne designe lead/lag eller PID-regulatorer til regulering af fysiske processer under hensyntagen til væsentlige egenskaber såsom stationære egenskaber, stabilitet f.eks fasemargin, forstærkningsmargin, hastighed f.eks båndbredde, cross-over frekvens, osv

## UNDERVISNINGSFORM

Jf. beskrivelsen i §17

## EKSAMEN

### PRØVER

Prøvens navn	Regulering
Prøveform	Skriftlig eller mundtlig
ECTS	5

Bedømmelsesform	7-trins-skala
Censur	Intern prøve
Vurderingskriterier	Vurderingskriterierne er angivet i Universitetets eksamensordning

## FAKTA OM MODULET

Engelsk titel	Control
Modulkode	ESNESDB5K3
Modultype	Kursus
Varighed	1 semester
Semester	Efterår
ECTS	5
Undervisningssprog	Dansk og engelsk
Tomplads	Ja
Undervisningssted	Campus Aalborg
Modulansvarlig	<a href="#">Madsen</a>

## ORGANISATION

Uddannelsesejer	Bachelor (BSc) i teknisk videnskab (elektronik og systemdesign)
Studienævn	Studienævn for Elektronik og IT
Institut	Institut for Elektroniske Systemer
Fakultet	Det Teknisk Fakultet for IT og Design

# OPTIMERING OG INTRODUKTION TIL MASKINLÆRING

## 2024/2025

### ANBEFALEDE FAGLIGE FORUDSÆTNINGER FOR AT DELTAGE I MODULET

Modulet bygger videre på viden opnået gennem kurserne calculus samt lineær algebra og dynamiske systemer

### MODULETS INDHOLD, FORLØB OG PÆDAGOGIK

Løsninger til designproblemer kan ofte opnås ved at formulere disse som konvekse optimeringsproblemer. Formålet med dette kursus er at gennemgå metoder til løsning af (konvekse) optimeringsproblemer, herunder også problemer med begrænsninger, samt at give en introduktion til maskinlæring baseret på de underviste optimeringsmetoder.

### LÆRINGSMÅL

#### VIDEN

- Konvekse mængder og funktioner
- Hessian, Jacobi-matricen og konditionstals brug i optimering.
- Singulærværdi-dekomposition og egenværdi-dekomposition
- Dualitet
- Gradiet søgnings metoder

#### FÆRDIGHEDER

- Identificere konvekse optimeringsproblemer
- Anvende og implementere numeriske optimerings metoder for optimeringsproblemer med og uden begrænsninger
- Anvende Lagrange-multiplikatorer i forbindelse med løsning af optimeringsproblemer med begrænsninger (Karush-Kuhn-Tucker)
- Forstå grundlæggende metoder og algoritmer fra maskinlæring, herunder stokastisk gradient søgning, principal komponent analyse, lineær diskriminantanalyse, K-nærmeste nabo og perceptronen.

#### KOMPETENCER

- Kan formulere relevante ingeniør problemstillinger som optimeringsproblemer.
- Kan vælge passende numeriske optimeringsmetoder til løsning af relevante ingeniør problemer.

### UNDERVISNINGSFORM

Jf. beskrivelsen i §17

### EKSAMEN

#### PRØVER

Prøvens navn	Optimering og introduktion til maskinlæring
Prøveform	Skriftlig eller mundtlig
ECTS	5
Bedømmelsesform	7-trins-skala
Censur	Intern prøve
Vurderingskriterier	Vurderingskriterierne er angivet i Universitetets eksamensordning

## FAKTA OM MODULET

Engelsk titel	Optimization and Introduction to Machine Learning
Modulkode	ESNESDB6K1
Modultype	Kursus
Varighed	1 semester
Semester	Forår
ECTS	5
Undervisningssprog	Dansk og engelsk
Tomplads	Ja
Undervisningssted	Campus Aalborg
Modulansvarlig	<a href="#">Madsen</a>

## ORGANISATION

Studienævn	Studienævn for Elektronik og IT
Institut	Institut for Elektroniske Systemer
Fakultet	Det Teknisk Fakultet for IT og Design

# HIGH PERFORMANCE PROGRAMMERING

2024/2025

## ANBEFALEDE FAGLIGE FORUDSÆTNINGER FOR AT DELTAGE I MODULET

Modulet bygger videre på viden opnået i kurserne Grundlæggende programmering og Algoritmer, hvorfor det anbefales, at den studerende har grundlæggende viden om programmering og algoritmer.

## MODULETS INDHOLD, FORLØB OG PÆDAGOGIK

At udvide den studerendes erfaring og viden med begreber som anvendes til at højne ydeevnen af datalogiske løsninger.

### LÆRINGSMÅL

#### VIDEN

- datastrukturer som anvendes for at højne ydeevnen
- grundlæggende forståelse af begrænsninger og flaskehalse i datalogiske løsninger
- parallelitet og de følgende problemstillinger som de bibringer
- vektorisering af operationer
- GPU-baserede operationer
- typer af tests og deres anvendelse
- kvalitetsmål for korrektheden af datalogiske løsninger, heriblandt: test og verifikation

#### FÆRDIGHEDER

- kan ressonere og argumentere for flaskehalse i softwareprogrammer og applikationer
- kan udnytte parallelitet i det valgte programmeringssprog og dokumentere for korrektheden i en given implementation
- kan anvende og udføre test i udviklingsforløbet af et program således det dokumenteres at dets funktionalitet er korrekt i en mængde af givne tilfælde
- kan anvende og udføre verifikation af simple programmer
- kan benytte korrekt fagterminologi

#### KOMPETENCER

- kan løse problemstillinger som kræver høj ydeevne ved brug af parallelitet i et computer program
- kan argumentere for korrektheden af valgte løsninger ved brug af tests og verifikation
- kan analysere og vurdere begrænsninger af datalogiske løsninger

#### UNDERVISNINGSFORM

Forelæsninger, opgaver, selvstudie, workshops, studenteroplæg m.m.

## EKSAMEN

### PRØVER

Prøvens navn	High performance programmering
Prøveform	Skriftlig eller mundtlig
ECTS	5
Bedømmelsesform	7-trins-skala

Censur	Intern prøve
Vurderingskriterier	Vurderingskriterierne er angivet i Universitetets eksamensordning

## FAKTA OM MODULET

Engelsk titel	High Performance Programming
Modulkode	ESNCEB6K2
Modultype	Kursus
Varighed	1 semester
Semester	Forår
ECTS	5
Undervisningsprog	Dansk og engelsk
Tomplads	Ja
Undervisningssted	Campus Aalborg
Modulansvarlig	<a href="#">Madsen</a>

## ORGANISATION

Studienævn	Studienævn for Elektronik og IT
Institut	Institut for Elektroniske Systemer
Fakultet	Det Teknisk Fakultet for IT og Design

# DYNAMISKE ELEKTRONISKE SYSTEMER

2024/2025

## MODULETS INDHOLD, FORLØB OG PÆDAGOGIK

De studerende skal gennem teoretisk og praktisk arbejde med en udvalgt problemstilling tilegne sig viden inden for det elektronikrelaterede ingeniørmæssige fagområde. De studerende skal, ved brug af relevante metoder, beskrive og dokumentere en problemstilling samt redegøre for relevante samfundsmæssige sammenhænge. Problemstillingen analyseres gennem nedbrydning i delproblemer med henblik på at formulere en teknisk problemstilling, der kan løses ved brug af elektroniske systemer, i en kontinuert vekselvirkning med omgivelserne. I forhold til 1. semester fokuseres der på dette semester i højere grad på de dynamiske og kontinuerte/analoge aspekter af de elektroniske systemer, ligesom systemernes omverden inddrages mere ekstensivt end før. Centrale elementer indbefatter således tilkoblede systemer, dynamiske systemmodeller og analog elektronik.

## LÆRINGSMÅL

### VIDEN

- have opnået erfaring med teorier og metoder til beregning og simulering af lineære elektroniske kredsløb, lineære elektromekaniske systemer, og/eller andre lineære systemer
- have opnået indsigt i basal tilbagekoblingsteori og dennes anvendelse indenfor elektroniske og dynamiske systemer
- have kendskab til modeller for simple elektroniske komponenter, herunder den ikke-ideelle operationsforstærker
- have kendskab til komponenttolerancer og støj i elektroniske komponenter, herunder statistiske modeller for dette
- have kendskab til Nyquist-Shannon sampling-teoremet og aliasering
- have kendskab til grundlæggende reeltidsprogrammering på reeltidsoperativsystemer, fx FreeRTOS
- udvise kendskab til teori og metode i et omfang, så der kan redegøres og argumentere for projektets teori og metode; herunder både valg og fravalg

### FÆRDIGHEDER

- kunne anvende modeller for almindelige elektroniske komponenter til beregninger på kredsløb hvor disse indgår
- være i stand til at identificere, analysere og formulere problemstillinger inden for fagområdet ved brug af kontekstuelle og tekniske analysemetoder
- være i stand til, på baggrund af ovenstående, at kunne opstille en kravspecifikation og med udgangspunkt heri kunne teste det færdige system og afgøre om kravspecifikationen er overholdt
- være i stand til at simulere og designe simple analoge kredsløb, således at bestemte, ønskede egenskaber opnås, f.eks. specifikke overføringsfunktioner eller amplitude/fase-karakteristikker
- være i stand til at måle og karakterisere elektriske kredsløb, herunder inddrage betydningen af ikke-ideelle måleinstrumenter i dokumentationen, herunder måleusikkerheder og reproducerbarhed af måledata
- kunne designe og implementere basale analoge kredsløb og dokumentere at disse virker efter hensigten
- kunne formidle viden og færdigheder med korrekt brug af fagterminologi, mundtligt såvel som skriftligt igennem en projektrapport
- være i stand til at opstille relevante krav til interfacekredsløb mellem analoge og digitale delsystemer, således at aliasering undgås
- være i stand til at programmere reeltidsmåling og –styring vha fx et reeltidsoperativsystem
- kunne analysere og modellere egen læreproces under inddragelse af relevante analysemetoder og erfaringer fra tidligere
- være i stand til at analysere en teknisk-naturvidenskabelig problemstilling under hensynstagen til teknologiske og samfundsmæssige sammenhænge, og kunne vurdere de teknologiske og samfundsmæssige konsekvenser af foreslåede problemløsninger

### KOMPETENCER

- implementere elektroniske systemer til opsamling, behandling og visualisering af data fra fysiske processer, samt vurdere og bedømme disse data
- have opnået evnen til, på egen hånd og i grupper, at planlægge, strukturere, gennemføre og reflektere over et projekt, som tager udgangspunkt i en samfunds- eller erhvervsmæssig relevant problemstilling, og hvori et

dynamisk elektronisk system indgår som et centralt element ... at modellerne kan anvendes i design, implementering og test af et samlet system der skal leve op til givne krav

- kunne generalisere og perspektivere erfaringerne med projektplanlægning og samarbejde med henblik på det videre studieforløb

## UNDERVISNINGSFORM

Jf. beskrivelsen i §17

## EKSAMEN

### PRØVER

Prøvens navn	Dynamiske elektroniske systemer
Prøveform	Mundtlig pba. projekt
ECTS	15
Bedømmelsesform	7-trins-skala
Censur	Ekstern prøve
Vurderingskriterier	Vurderingskriterierne er angivet i Universitetets eksamensordning

## FAKTA OM MODULET

Engelsk titel	Dynamic Electronic Systems
Modulkode	ESNESDB2P1
Modultype	Projekt
Varighed	1 semester
Semester	Forår
ECTS	15
Undervisningssprog	Dansk
Tomplads	Ja
Undervisningssted	Campus Aalborg
Modulansvarlig	<a href="#">Madsen</a>

## ORGANISATION

Uddannelsesejer	Bachelor (BSc) i teknisk videnskab (elektronik og systemdesign)
Studienævn	Studienævn for Elektronik og IT
Institut	Institut for Elektroniske Systemer
Fakultet	Det Teknisk Fakultet for IT og Design



# DYNAMISKE ELEKTRONISKE SYSTEMER I SAMSPIL MED OMVERDEN

2024/2025

## MODULETS INDHOLD, FORLØB OG PÆDAGOGIK

De studerende skal gennem teoretisk og praktisk arbejde med en udvalgt problemstilling tilegne sig viden inden for det elektronikrelaterede ingeniørmæssige fagområde. De studerende skal, ved brug af relevante metoder, beskrive og dokumentere en problemstilling samt redegøre for relevante samfundsmæssige sammenhænge. Problemstillingen analyseres gennem nedbrydning i delproblemer med henblik på at formulere en teknisk problemstilling, der kan løses ved brug af elektroniske systemer, i en kontinuert vekselvirkning med omgivelserne. I forhold til 1. semester fokuseres der på dette semester i højere grad på de kontinuerte/analoge aspekter af de elektroniske systemer, ligesom systemernes omverden inddrages mere intensivt end før. Centrale elementer indbefatter således tilbagekoblede systemer, systemmodeller inklusiv påvirkning fra omverden og analog elektronik.

## LÆRINGSMÅL

### VIDEN

- have opnået erfaring med teorier og metoder til beregning og simulering af lineære elektroniske kredsløb, lineære elektromekaniske systemer, og/eller andre lineære systemer
- have opnået indsigt i basal tilbagekoblingsteori og dennes anvendelse indenfor elektroniske systemer
- have kendskab til modeller for simple elektroniske komponenter, herunder den ikke-ideelle operationsforstærker
- have kendskab til komponenttolerancer og støj i elektroniske komponenter, herunder statistiske modeller for dette
- have kendskab til Nyquist-Shannon sampling-teoremet og aliasering, samt det matematiske fundament for dette
- have kendskab til grundlæggende realtidsprogrammering på realtidsoperativsystemer, fx FreeRTOS
- udvise kendskab til teori og metode i et omfang, så der kan redegøres og argumenteres for projektets teori og metode; herunder både valg og fravalg
- kunne formidle viden og færdigheder med korrekt brug af fagterminologi, mundtlig såvel som skriftligt igennem en projektrapport
- kunne analysere og modellere egen læreproces under inddragelse af relevant analysemetoder og erfaringer

### FÆRDIGHEDER

- kunne anvende modeller for almindelige elektroniske komponenter til beregninger på kredsløb hvor disse indgår
- være i stand til at identificere, analysere og formulere problemstillinger inden for fagområdet ved brug af kontekstuelle og tekniske analysemetoder
- være i stand til, på baggrund af ovenstående, at kunne opstille en kravspecifikation og med udgangspunkt heri kunne teste det færdige system og afgøre om kravspecifikationen er overholdt
- være i stand til at simulere og designe simple analoge kredsløb, således at bestemte, ønskede egenskaber opnås, f.eks. specifikke overføringsfunktioner eller amplitude/fase-karakteristikker
- være i stand til at måle og karakterisere elektriske kredsløb, herunder inddrage betydningen af ikke-ideelle måleinstrumenter i dokumentationen, herunder måleusikkerheder og reproducerbarhed af måledata
- kunne designe og implementere basale analoge kredsløb og dokumentere at disse virker efter hensigten
- kunne formidle viden og færdigheder med korrekt brug af fagterminologi, mundtligt såvel som skriftligt igennem en projektrapport
- være i stand til at opstille relevante krav til interfacekredsløb mellem analoge og digitale delsystemer, således at aliasering undgås
- være i stand til at programmere realtidsmåling og –styring vha fx et realtidsoperativsystem
- kunne analysere og modellere egen læreproces under inddragelse af relevante analysemetoder og erfaringer fra tidligere
- være i stand til at analysere en teknisk-naturvidenskabelig problemstilling under hensynstagen til teknologiske og samfundsmæssige sammenhænge, og kunne vurdere de teknologiske og samfundsmæssige konsekvenser af foreslåede problemløsninger

## KOMPETENCER

- implementere elektroniske systemer til opsamling, behandling og visualisering af data fra fysiske processer, samt vurdere og bedømme disse data
- have opnået evnen til, på egen hånd og i grupper, at planlægge, strukturere, gennemføre og reflektere over et projekt, som tager udgangspunkt i en samfunds- eller erhvervsmæssig relevant problemstilling, og hvori et dynamisk elektronisk system indgår som et centralt element.
- at modellerne kan anvendes i design, implementering og test af et samlet system der skal leve op til givne krav
- kunne generalisere og perspektivere erfaringerne med projektplanlægning og samarbejde med henblik på det videre studieforløb

## UNDERVISNINGSFORM

Jf. beskrivelsen i §17

## EKSAMEN

### PRØVER

Prøvens navn	Dynamiske elektroniske systemer i samspil med omverden
Prøveform	Mundtlig pba. projekt
ECTS	15
Bedømmelsesform	7-trins-skala
Censur	Ekstern prøve
Vurderingskriterier	Vurderingskriterierne er angivet i Universitetets eksamensordning

## FAKTA OM MODULET

Engelsk titel	Dynamic Electronic Systems Interacting with the Surroundings
Modulkode	ESNESDB2P2
Modultype	Projekt
Varighed	1 semester
Semester	Forår
ECTS	15
Undervisningssprog	Dansk
Tomplads	Ja
Undervisningssted	Campus Aalborg
Modulansvarlig	<a href="#">Madsen</a>

## ORGANISATION

Uddannelsesejer	Bachelor (BSc) i teknisk videnskab (elektronik og systemdesign)
Studienævn	Studienævn for Elektronik og IT
Institut	Institut for Elektroniske Systemer
Fakultet	Det Teknisk Fakultet for IT og Design

# BACHELOR'S PROJECT: CONTROL ENGINEERING

## 2024/2025

### CONTENT, PROGRESS AND PEDAGOGY OF THE MODULE

The project must be based on a physical process. The process can be mechanical, thermal, electrical, biologic or chemical. A dynamic model of the process has to be developed. The model has to be adjusted and verified through measurements. Demands as well in the time as in the frequency domain has to be specified. Using the dynamic model classic controllers are designed and implemented on the process. The controllers have to be evaluated and compared to the demands

#### LEARNING OBJECTIVES

##### KNOWLEDGE

- Must have knowledge about design of control systems
- Must be able to understand and implement dynamic modeling, classic controller design.

##### SKILLS

- Must be able to analyze dynamic systems in time and frequency domain
- Must be able to analyze and apply controller design methods based on root locus
- Must be able to apply mechanical, thermodynamic, biological or chemical equations to develop a dynamic model
- Must be able to analyze and apply methods for simulation of dynamic systems
- Must be able to synthesize, i.e., implement and test dynamic models and controllers
- Must be able to evaluate industrial control and supervision methods.
- Must be able to communicate the above knowledge and skills (using terminology of the field), both orally and in a written report

##### COMPETENCES

- Must be able to analyze and design classic controllers based on a first principle model.
- Must be able to make first principle models
- Must be able to select and extract relevant features and apply these in a new context
- Must be able to plan, structure and execute a project, within the subject-field of this project module
- Must be able to select and extract relevant features and apply these in a new context
- Must be able to plan, structure and execute a project, within the subject-field of this project module
- Must be able to identify own learning needs and structure own learning
- Must be able to take responsibility for their own professional development
- Must be able to reflect on how engineering science is impacted by and by its own impacts the development of people and society
- Must be able to relate to the complex social and environmental consequences associated with the application of technological solutions

#### TYPE OF INSTRUCTION

Academically supervised student-governed problem oriented project work.

Lectures together with teacher/supervisor guided self-studies and/or mini projects.

#### EXAM

##### EXAMS

Name of exam	Bachelor's Project: Control Engineering
Type of exam	Master's thesis/final project

ECTS	20
Assessment	7-point grading scale
Type of grading	External examination
Criteria of assessment	The criteria of assessment are stated in the Examination Policies and Procedures

## FACTS ABOUT THE MODULE

Danish title	Bachelorprojekt: Regulerings teknik
Module code	ESNESDB6P1
Module type	Project
Duration	1 semester
Semester	Spring
ECTS	20
Language of instruction	Danish and English
Empty-place Scheme	Yes
Location of the lecture	Campus Aalborg
Responsible for the module	<a href="#">Madsen</a>

## ORGANISATION

Education owner	Bachelor of Science (BSc) in Engineering (Electronic Systems Engineering)
Study Board	Study Board of Electronics and IT
Department	Department of Electronic Systems
Faculty	The Technical Faculty of IT and Design

# BACHELOR'S PROJECT: COMMUNICATION SYSTEMS

2024/2025

## CONTENT, PROGRESS AND PEDAGOGY OF THE MODULE

Besides the traditional human-to-human communication (e. g. phone) or human-to-machine communication (e. g. web browsing), communication is also an indispensable subsystem of systems consisting of multiple distributed components. An example is a home automation system in which various sensors and actuators communicate through wireless links. Such a communication should satisfy multiple requirements. The data should arrive **timely** in order to be relevant for the control actions in the home automation system. Also, the data should be sent **reliably**, despite the possible transmission errors on the links. Finally, the communication should be **energy efficient**, in order not to drain quickly the batteries of the devices. The purpose of the project module is that the students consider a system or scenario in which communication among distributed components is required. The students need first to **identify the requirements and the desired behavior** of the communication (sub-)system that will be applied in that scenario. Next, the students need to consider one or more variants of the communication subsystems by **analyzing the tradeoffs between different designs and parameters**. Finally, the students need to **evaluate the performance** of the obtained communication subsystem, or, depending on the scenario, also the performance of the whole system that uses that subsystem. The previous steps may be repeated in several iterations.

## LEARNING OBJECTIVES

### KNOWLEDGE

- Must understand how to analyze the requirements posed to the communication system in a given scenario and propose a topology/network that can serve as a basis to carry out the communication in the given scenario
- The student must be able to understand whether and how a certain communication technology can be applied in a given system. For example, whether the system setup allows mains-powered devices or some of the devices must be battery-powered, whether for a given subsystem a wired, wireless or combined solution is required, etc.
- Must have knowledge about the building blocks in a generic communication system and the way they interact together in fulfilling the communication tasks. This consists of two steps: (1) identification of a technology that can serve as a starting basis to be evolved towards a communication solution that satisfies certain requirements; (2) identification of the key parts of the system/protocol stack that needs to be modified in order to meet the requirements.
- Must have knowledge of the methodology to evaluate the performance of a certain communication system in terms of rate, throughput, good put, delay, packet dropping probability, etc.
- Must be able to understand the fundamental tradeoffs that are faced when designing/implementing a communication system: achieving reliability at an expense of an increased delay; reliability of packet transmission vs. the packet size and the associated overhead, etc.

### SKILLS

- Must be able to analyze the communication scenario and specify the target requirements in terms of data rate, delay, error performance, etc.
- Must be able to analyze which communication topology is suitable to be applied in a given scenario, and identify the key parts of the protocol stack that need to be synthesized in order to meet the target requirements.
- Must be able to synthesize a communication system (or parts thereof) by applying some or all of the following techniques:
  - Segmenting the data into packets at the sender side and reassembling the data at the receiver side;
  - Apply techniques for flow control and management of data buffers
  - Apply techniques for error control through coding and ARQ protocols
  - Map the data to the physical transmission medium by using appropriate physical layer techniques (modulation, equalization, etc.) at the transmitter/receiver side
  - Propose and analyze protocols for accessing a shared communication medium and divide the communication resources among multiple users and connections.
  - Must be able to analyze the tradeoffs that arise from choosing different solutions and/or parameters
- Must be able to evaluate a communication system (or parts thereof) in terms of the target performance measures (delay, rate, error performance, etc.) and validate that the design/implementation is operational according to the requirements

- Must be able to communicate the above knowledge and skills (using terminology of the field), both orally and in a written report

## COMPETENCES

- Must be able to identify, design, implement, and evaluate a viable solution for a communication system in a new context
- Must be able to plan, structure and execute a project, within the subject-field of this project module
- Must be able to select and extract relevant features and apply these in a new context
- Must be able to plan, structure and execute a project, within the subject-field of this project module
- Must be able to identify own learning needs and structure own learning
- Must be able to take responsibility for their own professional development
- Must be able to reflect on how engineering science is impacted by and by its own impacts the development of people and society
- Must be able to relate to the complex social and environmental consequences associated with the application of technological solutions

## TYPE OF INSTRUCTION

Academically supervised student-governed problem oriented project work.

Lectures together with teacher/supervisor guided self-studies and/or mini projects.

## EXAM

### EXAMS

Name of exam	Bachelor's Project: Communication Systems
Type of exam	Master's thesis/final project
ECTS	20
Assessment	7-point grading scale
Type of grading	External examination
Criteria of assessment	The criteria of assessment are stated in the Examination Policies and Procedures

## FACTS ABOUT THE MODULE

Danish title	Bachelorprojekt: Kommunikationssystemer
Module code	ESNESDB6P2
Module type	Project
Duration	1 semester
Semester	Spring
ECTS	20
Language of instruction	Danish and English
Empty-place Scheme	Yes
Location of the lecture	Campus Aalborg
Responsible for the module	<a href="#">Madsen</a>

## ORGANISATION

Education owner	Bachelor of Science (BSc) in Engineering (Electronic Systems Engineering)
-----------------	---

## Studieordning for bacheloruddannelsen i elektronik og systemdesign, 2022

Study Board	Study Board of Electronics and IT
Department	Department of Electronic Systems
Faculty	The Technical Faculty of IT and Design

# BACHELOR'S PROJECT: SIGNAL PROCESSING

2024/2025

## CONTENT, PROGRESS AND PEDAGOGY OF THE MODULE

An embedded system is defined as an electronic system which is based on a computer, but the system is not in itself a computer, e.g., like a PC. According to this definition, an average person is interacting with hundreds of embedded systems on a daily basis, typically in terms of audio/video applications, wireless/mobile communication, gaming consoles, household machines, automotive and medical devices, as well as avionic and satellite based systems. In most cases, the computer embedded in such devices is conducting some kind of signal processing, i.e., an analogue signal is registered by a sensor and sampled, and next the signal is either analyzed or modified digitally by software executing on the computer. Eventually the resulting signal is finally re-converted back to the analogue domain. An interesting feature of this overall process is that in most cases it must be conducted in hard real-time, i.e., the processing must be completed within a predefined and fixed time interval. Otherwise, the system will fail, potentially leading to hazardous situations. Taking the outset in a real-life problem/application, the purpose of this project module is to specify, design, simulate, implement, test and document (part of) an embedded real-time signal processing system. In this context, the algorithm(s) which are to perform the signal processing have to be developed, simulated/evaluated (preferably using C or Matlab) and optimized, and next compiled into an executable code which can run in real-time on a programmable digital signal processor. The overall design parameters may include, but are not limited to execution time, code size, numerical robustness, and eventually energy consumption. Primarily, the project will focus on the signal processing theories and algorithms, as well as the development of optimal source- and object codes using commercially available development boards/tools, thus excluding the design and implementation of user-specific hardware.

## LEARNING OBJECTIVES

### KNOWLEDGE

- Must have knowledge about the building blocks used in a generic embedded real-time digital signal processing (DSP) system, their mutual interaction and interfaces, as well as relevant performance parameters.
- Must have knowledge about theories and methods used to design numerically robust and resource optimal DSP algorithms suitable for being executed real-time on programmable digital signal processors.

### SKILLS

- Must be able to analyze a technical problem which naturally finds its solution in terms of real-time digital signal processing. Secondly, to formulate a set of specifications for the algorithms to be developed, and possibly also for the hardware/software platform to be used.
- Must be able to apply various methods to design, simulate, and evaluate DSP algorithms according to the specifications for functionality and numerical properties. C or Matlab are candidates for executable specifications and for simulation purposes.
- Must be able to analyze DSP algorithms from a computational complexity, structural, and data flow oriented point of view in order to specify architectural requirements for a software programmable target platform.
- Must be able to apply design tools, such as C compilers (eventually using in-line assembly language), in order to synthesize and optimize real-time executable code for DSP algorithms.
- Must be able to evaluate 1) an overall system solution, and 2) the design methods applied to derive the solution. This must be done in terms of relevant metrics such as execution time, memory usage, numerical robustness, and energy consumption. Secondly, from a micro-computer architectural point of view, the students must be able to evaluate the match between algorithms and architectures.
- Must be able to communicate the above mentioned knowledge and skills (using the terminology of the domain), both orally and in a written report.

### COMPETENCES

- Must be able to identify, design, implement, and evaluate a viable solution for an embedded real-time signal processing system in a real-life context.
- Must be able to plan, structure, and conduct a project within the scientific subject of this project module.
- Must be able to select and extract relevant features and apply these in a new context.
- Must be able to plan, structure and execute a project within the subject-field of this project module.
- Must be able to identify own learning needs and structure own learning.



- Must be able to take responsibility for their own professional development.
- Must be able to reflect on how engineering science is impacted by and by its own impacts the development of people and society.
- Must be able to relate to the complex social and environmental consequences associated with the application of technological solutions.

## TYPE OF INSTRUCTION

Academically supervised student-governed problem oriented project work.

Lectures together with teacher/supervisor guided self-studies and/or mini projects.

## EXAM

### EXAMS

Name of exam	Bachelor's Project: Signal Processing
Type of exam	Master's thesis/final project
ECTS	20
Assessment	7-point grading scale
Type of grading	External examination
Criteria of assessment	The criteria of assessment are stated in the Examination Policies and Procedures

## FACTS ABOUT THE MODULE

Danish title	Bachelorprojekt: Signalbehandling
Module code	ESNESDB6P3
Module type	Project
Duration	1 semester
Semester	Spring
ECTS	20
Language of instruction	Danish and English
Empty-place Scheme	Yes
Location of the lecture	Campus Aalborg
Responsible for the module	<a href="#">Madsen</a>

## ORGANISATION

Education owner	Bachelor of Science (BSc) in Engineering (Electronic Systems Engineering)
Study Board	Study Board of Electronics and IT
Department	Department of Electronic Systems
Faculty	The Technical Faculty of IT and Design

# BACHELOR'S PROJECT: INFORMATICS

**2024/2025**

## CONTENT, PROGRESS AND PEDAGOGY OF THE MODULE

One of the cornerstones in modern engineering is automatic interpretation of measurable signals. As an example consider recycling of glass bottles. When you place a used bottle in a reverse vending machine in your local grocery store, a sensor (here a camera) takes a picture of the bottle and automatically extracts characteristics (known as features) such as dimensions, shape, color etc. These features are then fed to a classification process where they are compared with prototypical features stored in a database. The classifier then makes a decision regarding the type of bottle and whether it is broken or not.

The purpose of this project module is for the students to work with a concrete problem where they first extract relevant features from some input signal, e.g., audio or video, and then classify the input into a number of different categories.

## LEARNING OBJECTIVES

### KNOWLEDGE

- Must have knowledge about the building blocks in a generic classification system
- Must be able to understand how a particular classification system e.g. the semester project of the student, relates to similar systems and to the surrounding society

### SKILLS

- Must be able to analyze a problem and, if possible, suggest a solution that uses relevant theories and methods within the fields of feature extraction and classification
- Must be able to analyze a system that includes feature extraction and/or classification and identify relevant constraints and assessment criteria. This relates to the technical aspects of the system and (if relevant) the usefulness to society
- Must be able to synthesize, i.e., design and implement, a system (or parts thereof) using relevant feature extraction and classification theories and methods
- Must be able to evaluate a classification system (or parts thereof) with respect to the afore mentioned assessment criteria
- Must be able to communicate the above knowledge and skills (using terminology of the field), both orally and in a written report

### COMPETENCES

- Must be able to select and extract relevant features and apply these in a new context
- Must be able to plan, structure and execute a project, within the subject-field of this project module
- Must be able to identify own learning needs and structure own learning
- Must be able to take responsibility for their own professional development
- Must be able to reflect on how engineering science is impacted by and by its own impacts the development of people and society
- Must be able to relate to the complex social and environmental consequences associated with the application of technologies solutions

### TYPE OF INSTRUCTION

Academically supervised student-governed problem oriented project work.

Lectures together with teacher/supervisor guided self-studies and/or mini projects.

## EXAM

### EXAMS

Name of exam	Bachelor's Project: Informatics
Type of exam	Master's thesis/final project
ECTS	20
Assessment	7-point grading scale
Type of grading	External examination
Criteria of assessment	The criteria of assessment are stated in the Examination Policies and Procedures

### FACTS ABOUT THE MODULE

Danish title	Bachelorprojek: Informationsbehandlende systemer
Module code	ESNESDB6P4
Module type	Project
Duration	1 semester
Semester	Spring
ECTS	20
Language of instruction	Danish and English
Empty-place Scheme	Yes
Location of the lecture	Campus Aalborg
Responsible for the module	<a href="#">Madsen</a>

### ORGANISATION

Education owner	Bachelor of Science (BSc) in Engineering (Electronic Systems Engineering)
Study Board	Study Board of Electronics and IT
Department	Department of Electronic Systems
Faculty	The Technical Faculty of IT and Design