



AALBORG UNIVERSITET

# **STUDIEORDNING FOR BACHELORUDDANNELSEN I ROBOTTEKNOLOGI, 2021**

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

**MODULER SOM INDGÅR I STUDIEORDNINGEN**

## INDHOLDSFORTEGNELSE

Teknologisk projektarbejde (P0) 2023/2024 .....	3
Fundamental mobilrobotik (P1) 2023/2024 .....	5
Robot programmering 2023/2024 .....	7
Problembaseret læring 2023/2024 .....	9
Lineær algebra 2023/2024 .....	11
Fundamentale robotmanipulatorer 2023/2024 .....	13
Robot kinematic, modellering og simulering 2023/2024 .....	15
Calculus 2023/2024 .....	17
Struktureret system- og produktudvikling 2023/2024 .....	19
Automatisk sansning af omgivelserne 2023/2024 .....	21
Robot sansning og perception 2023/2024 .....	23
Robot dynamik 2023/2024 .....	25
Aktuatorer, driver og elektroniske komponenter 2023/2024 .....	27
Interaktion med omgivelserne 2023/2024 .....	29
Sandsynlighedsregning og statistik 2023/2024 .....	31
Software og automations frameworks 2023/2024 .....	33
Robot reguleringssystemer 2023/2024 .....	35
Anvendt sundheds- og industri-robotik 2023/2024 .....	37
Produktionssystemer og automation 2023/2024 .....	39
Rehabiliteringsrobotik 2023/2024 .....	41
Biologisk sansning og signalbehandling for robotter 2023/2024 .....	43
Planlægning af bevægelser og vej 2023/2024 .....	45
Bachelorprojekt: Robotter i en applikations sammenhæng 2023/2024 .....	47
Bachelorprojekt: Robotter i en teoretisk sammenhæng 2023/2024 .....	49
Matrix Computations and Convex Optimization 2023/2024 .....	51
Design af indlejret software 2023/2024 .....	53
Digital design 2023/2024 .....	55
Digital signalbehandling 2023/2024 .....	57

# TEKNOLOGISK PROJEKTARBEJDE (P0)

## 2023/2024

### MODULETS INDHOLD, FORLØB OG PÆDAGOGIK

I dette modul skal den studerende opnå viden om problemorienteret og problembaseret læring. Herudover skal den studerende erhverve sig førstehånds-viden om projektorienteret gruppearbejde som læringsmetode. Endvidere skal den studerende introduceres til problemstillinger og begreber inden for robotteknologi.

#### LÆRINGSMÅL

##### VIDEN

- Indblik i grundlæggende begreber indenfor projektorienteret gruppearbejde
- Kendskab til relevante processer indenfor projektarbejde, vidensindsamling og samarbejde med vejleder

##### FÆRDIGHEDER

- Skal være i stand til at definere projektmål og arbejde metodisk for at opnå sådanne mål
- Skal være i stand til at beskrive og analysere forskellige mulige projektløsninger på et givet problem
- Skal være i stand til at formidle og forsvare projektets overvejelser, arbejdsresultater og arbejdsprocesser skriftligt, grafisk og mundtligt

##### KOMPETENCER

- Skal være i stand til at kunne reflektere over egen problemorienterede og problembaserede læring.
- Skal kunne dokumentere resultater opnået i løbet af projektarbejdet i en rapport
- Skal kunne samarbejde med andre studerende i projektperioden og give en fælles præsentation af resultaterne opnået i projektet
- Skal kunne reflektere over forskellige måder at præsentere projekresultater skriftligt, mundtligt og grafisk

#### UNDERVISNINGSFORM

Gruppeorganiseret projektarbejde evt. støttet af andre undervisningsformer jf. § 17.

### EKSAMEN

#### PRØVER

Prøvens navn	Teknologisk projektarbejde (P0)
Prøveform	Mundtlig pba. projekt
ECTS	5
Tilladte hjælpemidler	Se semesterbeskrivelse
Bedømmelsesform	Bestået/ikke bestået
Censur	Intern prøve
Vurderingskriterier	Vurderingskriterierne er angivet i Universitetets eksamensordning

### FAKTA OM MODULET

Engelsk titel	Technological Teamwork (P0)
---------------	-----------------------------

## Studieordning for bacheloruddannelsen i robotteknologi, 2021

Modulkode	ESNROBB1P1DK
Modultype	Projekt
Varighed	1 semester
Semester	Efterår
ECTS	5
Undervisningsprog	Dansk
Tomplads	Ja
Undervisningssted	Campus Aalborg
Modulansvarlig	<a href="#">Madsen</a>

## ORGANISATION

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

# FUNDAMENTAL MOBILROBOTIK (P1)

2023/2024

## MODULETS INDHOLD, FORLØB OG PÆDAGOGIK

En robot er et fysisk system bestående af hardware og software-komponenter, og mobile robotter er et godt eksempel herpå. Projektet tager udgangspunkt i et problem af relevans for samfundet eller industrien, som kan løses ved hjælp af mobil-robotik; problemet opdeles i mindre, nemmere håndterbare delproblemer og analyseres med henblik på at definere en relevant teknisk problemformulering, som kan løses vha. teorier og metoder indenfor robotteknologi. Løsningen skal omfatte programmering på en computer, som er i stand til at måle signaler fra omgivelserne via udvalgte sensorer, behandle dem digitalt på passende vis og udføre relevante operationer via de tilgængelige aktuatorer, f.eks. hjul. Softwaren kan køre på robot-plattformen eller eksternt via et netværk

## LÆRINGSMÅL

### VIDEN

- Skal have en forståelse for fundamentale robotsystemer og deres interaktion med omgivelserne
- Skal have basal indsigt i fundamentale koncepter indenfor robotteknologi, såsom signaler, sensorer, mekanik, aktuatorer og computere.
- Skal have tilstrækkelig indsigt i teknologiske og sociale aspekter til at være i stand til identificere relevante problemer, som kan løses med tekniske midler
- Skal have kendskab til almindelige processer og metoder i længerevarende problem-orienterede projektforsøg
- Skal være i stand til at forklare og formidle teorier og metoder anvendt i projektet

### FÆRDIGHEDER

- Skal være i stand til at identificere relevante krav til en teknisk løsning, produkt eller lignende
- Skal være i stand til at følge en relevant metode i struktureret udvikling indenfor projektets rammer, herunder være i stand til at formulere og analysere problemet, opstille en kravspecifikation og opdele problemet i delproblemer som kan løses enkeltvis
- Skal være i stand til at formulere og løse tekniske problemstillinger ved hjælp af algoritmer, samt kunne implementere disse algoritmer på en computer eller lignende og derigennem kunne kontrollere en robots opførsel
- Skal være i stand til at analysere og evaluere egen anvendelse af ovennævnte teorier og metoder
- Skal, med brug af korrekt terminologi, kunne dokumentere og formidle ovennævnte viden og færdigheder såvel skriftligt som mundtligt
- Skal kunne analysere og vurdere egen læring gennem brug af relevante metoder
- Skal være i stand til at planlægge og gennemføre et længerevarende gruppeprojekt i samarbejde med en vejleder

### KOMPETENCER

- Skal have forståelse for et generelt robotsystem, i særdeleshed hvad angår software og interaction med omgivelserne
- Skal være i stand til at tage ansvar for egen læring igennem et længerevarende gruppeprojekt, samt være i stand til at kunne generalisere og fortolke på de opnåede erfaringer
- Skal være i stand til at planlægge, strukturere, udføre og reflektere over et projekt det tager udgangspunkt i et samfundsmæssigt eller industrielt relevant problem, hvori robotteknologi spiller en væsentlig rolle, på egen hand og i samarbejde med en gruppe
- Skal kunne demonstrere en fungerende løsning på en robot-prototype

### UNDERVISNINGSFORM

Gruppeorganiseret projektarbejde evt. støttet af andre undervisningsformer jf. § 17.

Minimum 5 kursuslektioner er afsat til understøttelse af projektet. Alle grupper på semestret deltager. Målet er at introducere grundlæggende metodikker og viden om fundamental robot-teknologi i den specifikke kontekst de studerende arbejder med i deres projekter, som de kan anvende til specifik problemløsning. For eksempel kan der behandles relevante sensorer og aktuatorer. Denne undervisning evalueres efterfølgende gennem projektet.

## EKSAMEN

### PRØVER

Prøvens navn	Fundamental mobilrobotik (P1)
Prøveform	Mundtlig pba. projekt
ECTS	10
Tilladte hjælpemidler	Se semesterbeskrivelse
Bedømmelsesform	7-trins-skala
Censur	Intern prøve
Vurderingskriterier	Vurderingskriterierne er angivet i Universitetets eksamensordning

### FAKTA OM MODULET

Engelsk titel	Fundament Mobile Robotics (P1)
Modulkode	ESNROBB1P3DK
Modultype	Projekt
Varighed	1 semester
Semester	Efterår
ECTS	10
Undervisningsprog	Dansk og engelsk
Tomplads	Ja
Undervisningssted	Campus Aalborg
Modulansvarlig	<a href="#">Madsen</a>

### ORGANISATION

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

# ROBOT PROGRAMMERING

2023/2024

## MODULETS INDHOLD, FORLØB OG PÆDAGOGIK

Studerende der gennemfører dette modul skal være i stand til at anvende udviklingsværktøjer til robotter, herunder programmeringssprog og software-miljøer, med henblik på at kunne udvikle robot-applikationer der kan løse specificerede opgaver.

### LÆRINGSMÅL

#### VIDEN

- Skal have indsigt i integrerede udviklingsmiljøer
- Skal have forståelse for forskellen mellem fortolkede og kompilerede programmeringssprog
- Skal være i stand til at forklare begreberne typer, erklæringer og udtryk
- Skal have forståelse for datastrukturer såsom arrays
- Skal have forståelse for forskellige former for input/output
- Skal have forståelse for procedure og funktioner, herunder funktioner med argumenter
- Skal have indsigt i et eller flere generelle imperative programmeringssprog såsom C eller C++
- Skal have indsigt i generelle software-miljøer til robotprogrammering, herunder versions- og filhåndtering

#### FÆRDIGHEDER

- Skal kunne analysere og fortolke basale programmer og forklare deres funktionalitet
- Skal kunne designe og implementere algoritmer til opsamling og analyse af sensordata og kontrol af aktuatorer
- Have forståelse for simpel tidslighed (f.eks. samplingsfrekvens)
- Skal kunne forklare (på forståelsesniveau) hvor algoritmer, funktioner og data kan anvendes til problemløsning
- Skal kunne anvende et programmeringssprog til løsning af specificerede generelle data-processerings-opgaver

#### KOMPETENCER

- Skal være i stand til, på egen hånd og i samarbejde med andre, at designe og implementere et eller flere programmer med det formål at kunne løse en forud defineret problemstilling, f.eks. at følge en banekurve med en mobil robot.

#### UNDERVISNINGSFORM

Forelæsning med tilhørende opgaveløsning, workshops

### EKSAMEN

#### PRØVER

Prøvens navn	Robot programmering
Prøveform	Skriftlig eller mundtlig
ECTS	5
Tilladte hjælpemidler	Se semesterbeskrivelse
Bedømmelsesform	Bestået/ikke bestået
Censur	Intern prøve
Vurderingskriterier	Vurderingskriterierne er angivet i Universitetets eksamensordning

## FAKTA OM MODULET

Engelsk titel	Robot Programming
Modulkode	MSNROBB1221
Modultype	Kursus
Varighed	1 semester
Semester	Efterår
ECTS	5
Undervisningsprog	Dansk
Tomplads	Ja
Undervisningssted	Campus Aalborg
Modulansvarlig	<a href="#">Madsen</a>

## ORGANISATION

Uddannelsesejer	Bachelor (BSc) i teknisk videnskab (robotteknologi)
Studienævn	Studienævn for Medieteknologi
Institut	Institut for Arkitektur og Medieteknologi
Fakultet	Det Teknisk Fakultet for IT og Design



# PROBLEMBASERET LÆRING

2023/2024

## 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

# LINEÆR ALGEBRA

2023/2024

## MODULETS INDHOLD, FORLØB OG PÆDAGOGIK

### LÆRINGSMÅL

#### VIDEN

- Vektorer, matricer og lineære ligningssystemer. Sammenhængen mellem løsning af lineære ligningssystemer, associerede matricer og operationer på disse
- Lineær uafhængighed og dimension. Egenværdier og egenvektorer
- Sammenhængen mellem egenskab for en matrix og dens reducerede
- Ortogonalitet og ortonormale baser
- Mindste kvadraters metode og forbindelsen til ortogonal projektion. Ortogonale og symmetriske matricer

#### FÆRDIGHEDER

- Matrix-vektorprodukt, produkt og sum af matricer. Rækkeoperationer. Gausselimination
- Egenværdier og egenrum
- Løsning af lineært ligningssystem på vektorform
- Basis for underrum hørende til en matrix
- Gram Schmidt, projektion på underrum, projectionsmatricer. Koordinater for en vektor mht. en ortonormal basis
- Mindste kvadraters metode på et datasæt

#### KOMPETENCER

- Kan anvende metoder og begreber fra lineær algebra, herunder ortonormale baser og ortogonale projektioner 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	Lineær algebra
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	Linear Algebra
Modulkode	MAT2LIAL1247
Modultype	Kursus
Varighed	1 semester
Semester	Forår og Efterår
ECTS	5
Undervisningsprog	Dansk og engelsk
Tomplads	Ja
Undervisningssted	Campus Aalborg, Campus Esbjerg, Campus København
Modulansvarlig	<a href="#">Rasmussen</a>

## ORGANISATION

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

# FUNDAMENTALE ROBOTMANIPULATORER

2023/2024

## MODULETS INDHOLD, FORLØB OG PÆDAGOGIK

Gennem teoretisk og praktisk arbejde med et udvalgt problem skal de studerende erhverve sig viden inden for robotteknisk brug af passende metoder til at dokumentere, at problemet har en social relevans. Problemet analyseres ved nedbrydning i underproblemer med det formål at kun formulere et teknisk problem, der kan løses ved at bruge manipulatorer der interagerer med miljøet på en eller anden måde. Den komplette løsning vurderes i forhold til den relevante sociale kontekst. Sammenlignet med første semester fokuserer dette semester mere på robot manipulatorer.

### LÆRINGSMÅL

#### VIDEN

- Skal have erfaring med teroier og værktøjer til beregning og simulering af kinematik for robot manipulatorer
- Skal have kendskab til relevante koordinatsystem og transformationer, der bruges til at beskrive robot kinematik
- Skal have kendskab til anerkendte standarder og vilkår for dokumentation af robotsystemer
- Skal kunne demonstrere viden om teori og metode i den udstrækning at projektets teori og metoder kan forklares og retfærdiggøres, herunder både valg og fravalg
- Skal kunne anvende relevant terminologi

#### FÆRDIGHEDER

- Skal have forståelse for grundlæggende teorier bag robotmanipulator-komponenter som led og motorer
- Skal kunne identificere, analysere og formulere problemstillinger hvori robotmanipulatorer indgår (for eksempel i automations- eller produktions-sammenhæng eller som hjælpemidler for funktionsnedsatte) ved hjælp af kontekstuelle og tekniske analysemetoder
- Skal på baggrund af ovenstående kunne skabe krav og testspecifikationer, der gør det muligt at afprøve det færdige system stringent
- Skal kunne designe et udvalgt delsystem hvori en manipulator indgår, som håndterer den identificerede problemstilling
- Skal kunne brige matematiske teorier og metoder til at analysere problemer med kinematik
- Skal kunne programmere grundlæggende manipulator bevægelse ved hjælp af direkte og inverskinematik
- Skal kunne designe et robotsystem både mekanisk, elektrisk og sikkerhedsmæssigt
- Skal kunne dokumentere og formidle viden og færdigheder med korrekt brugt af terminologi, mundtligt og skriftligt gennem en projektrapport
- Skal kunne analysere og reflektere over sin egen læringsproces ved brug af passende analysemetoder og erfaring fra P0 og P1
- Skal kunne analysere et teknisk-videnskabeligt problem under hensynstagen til teknologiske og samfundsmæssige sammenhænge og vurdere de teknologiske og sociale konsekvenser af forslåede løsninger.

#### KOMPETENCER

- Skal kunne demonstrere, uafhængigt og i grupper, evnen til at planlægge, organisere, implementere og reflektere over et projekt, der er baseret på et problem af relevans for samfundet, sundhedssektoren eller industrien, hvor robot manipulatorer spiller en central rolle
- Skal have erhvervet, selvstændigt og i gruppen, evnen til at opnå den nødvendige viden af kontekstuel såvel som teknisk karakter og være i stand til at formulere modeller af begrænsede dele af virkeligheden til et sådant abstraktionsniveau, at modellerne kan anvendes i design, implementering og test af om systemet opfylder givne krav
- Skal kunne generalisere og reflektere over erfaringerne med projektplanlægning og samarbejde opnået gennem projektarbejde
- Skal kunne demonstrere en fungerende prototype af deres løsning

#### UNDERVISNINGSFORM

Undervisningsform er angivet i §17; Uddannelsens indhold og tilrettelæggelse

## EKSAMEN

### PRØVER

Prøvens navn	Fundamentale robotmanipulatorer
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	Fundamentals of Robot Manipulators
Modulkode	ESNROBB2P2DK
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 (robotteknologi)
Studienævn	Studienævn for Elektronik og IT
Institut	Institut for Elektroniske Systemer
Fakultet	Det Teknisk Fakultet for IT og Design

# ROBOT KINEMATIC, MODELLERING OG SIMULERING

## 2023/2024

### MODULETS INDHOLD, FORLØB OG PÆDAGOGIK

#### LÆRINGSMÅL

##### VIDEN

- Grundlæggende aspekter i forbindelse med robot kinematik
- Metoder rumlig beskrivelse af objekter
- Grundlæggende metoder til kinematisk modellering af robotmanipulatorer
- Principper for kinematisk robotsimulering
- Omdannelse af bevægelser i opgaverum til robotbevægelser

##### FÆRDIGHEDER

- Anvendelse af homogene transformationsmatricer til at repræsentere position og orientering af objekter
- Beskrive den direkte og inverse kinematik af en robot
- Design enkle baneplanlæggere, herunder kartesiske og fælles interpolatorer
- Programmer en industrirobot til at udføre forskellige produktionsopgaver
- Omdanne beskrivelser i opgaverum til robotbevægelser
- Simulere den kinematiske opførsel af en robot

##### KOMPETENCER

- Skal kunne programmere en robot, så den ønskede kinematiske adfærd opnås
- Skal kunne simulere robotens kinematik
- Skal kunne løse enkle produktionsopgaver med en industrirobot

##### UNDERVISNINGSFORM

Undervisningsform er angivet i §17; Uddannelsens indhold og tilrettelæggelse

### EKSAMEN

#### PRØVER

Prøvens navn	Robot kinematic, modellering og simulering
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	Robot Mechanics, Modelling, and Simulation
Modulkode	M-ESNROBB2K1
Modultype	Kursus

## Studieordning for bacheloruddannelsen i robotteknologi, 2021

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 (robotteknologi)
Studienævn	Studienævn for Mekanik og Fysik
Institut	Institut for Materialer og Produktion
Fakultet	Det Ingeniør- og Naturvidenskabelige Fakultet



# CALCULUS

2023/2024

## MODULETS INDHOLD, FORLØB OG PÆDAGOGIK

### LÆRINGSMÅL

#### VIDEN

- Reelle funktioner af to og flere variable - definitioner, resultater og teknikker vedrørende partielle afledte
- Krumning og torsion karakteriserer rumkurver
- 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
- Bestemme krumning og torsion, buelængde, hastighed, acceleration og give geometrisk fortolkning heraf
- Løsning og plot af forskellige typer første- og andenordens differentialligninger
- Udregn Laplacetransformation og invers. Partialbrøksdekomposition

#### KOMPETENCER

- Kan anvende metoder og begreber fra calculus, herunder rumkurver, differentialligninger og Laplacetransformation.

#### 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	MAT1CALC1258
Modultype	Kursus
Varighed	1 semester
Semester	Forår
ECTS	5
Undervisningsprog	Dansk og engelsk
Tomplads	Ja
Undervisningssted	Campus Aalborg, Campus Esbjerg, Campus København
Modulansvarlig	<a href="#">Rasmussen</a>

## ORGANISATION

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

# STRUKTURERET SYSTEM- OG PRODUKTUDVIKLING

## 2023/2024

### MODULETS INDHOLD, FORLØB OG PÆDAGOGIK

At give viden inden for metoder til udførelse af struktureret udvikling af systemer og produkter, som omfatter mekaniske komponenter, elektroniske komponenter og / eller software. Her, delvist metoder til analyse af krav, konceptgenerering og udvælgelse, systemdefinition, nedbrydning af systemet i delsystemer, metoder til bestemmelse af grænseflader samt test og verifikation af det etablerede system.

### LÆRINGSMÅL

#### VIDEN

- Skal kunne redegøre for forskellige metoder til produktdesign og udvikling
- Skal kunne redegøre for forbindelsen mellem udviklingsprocessen og tidsplanlægningen
- Skal kunne redegøre for designmetoder til hardware og software
- Skal kunne forklare krav og specifikationer i udviklingsprocessen
- Skal kunne skelne mellem prototype implementering, emulering og simulering
- Skal være i stand til at redegøre med sort boks og hvid boks test metoder

#### FÆRDIGHEDER

- Skal kunne udvikle en kravspecifikation for et robotsystem gennem en analyse af kundens behov
- Skal være i stand til systematisk at udvikle og vælge løsningskoncepter, der opfylder kravspecifikation
- Skal kunne identificere kritiske elementer af foreslåede løsningskoncepter
- Skal kunne formulere en plan for et projekts fortsættelse
- Skal kunne formulere verificerbare krav til system og delsystemer
- Skal kunne formulere og argumentere for interne og eksterne grænseflader
- Skal kunne planlægge og gennemføre test og evalueringer på delsystem og systemniveau

#### KOMPETENCER

- Skal kunne definere et system, opdele det i delsystemer og udføre integration af delsystemerne
- Skal have evnen til systematisk at udvikle nye produkter, især nye robotsystemer
- Skal kunne evaluere og vurdere systemverifikation efter systemkrav

#### UNDERVISNINGSFORM

Undervisningsform er angivet i §17; Uddannelsens indhold og tilrettelæggelse

### EKSAMEN

#### PRØVER

Prøvens navn	Struktureret system- og produktudvikling
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	Structured System and Product Development
Modulkode	ESNROBB2K4DK
Modultype	Kursus
Varighed	1 semester
Semester	Forår
ECTS	5
Undervisningsprog	Dansk
Tomplads	Ja
Undervisningssted	Campus Aalborg
Modulansvarlig	<a href="#">Madsen</a>

## ORGANISATION

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

# AUTOMATISK SANSNING AF OMGIVELSERNE

## 2023/2024

### MODULETS INDHOLD, FORLØB OG PÆDAGOGIK

I mange situationer skal roboten fungere i et ikke-statisk miljø, for eksempel når robotten er mobil eller de objekter robotten interagerer med befinder sig på ukendte steder og / eller i ukendte konfigurationer. For at roboten skal kunne fungere i sådanne situationer, skal den 1) kunne sanse sine (skiftende) omgivelser og 2) reagere i overensstemmelse hermed. Dette projektmodul beskæftiger sig med nøjagtigt disse to udfordringer.

#### LÆRINGSMÅL

##### VIDEN

- Skal have viden om terminologien med robot sansning
- Skal være i stand til at forstå, hvordan et bestemt robotsystem, for eksempel den studerendes semesterprojekt, relaterer til et lignende system og den omgivende kontekst

##### FÆRDIGHEDER

- Skal kunne analysere et relevant problem og foreslå en løsning, der bruger teorier og metoder inden for robot sansning og perception.
- Skal kunne identificere begrænsninger og vurderingskriterier for en konkret robotløsning og (hvis relevant) dets anvendelighed for samfundet
- Skal kunne syntetisere, dvs. designe og implementere et system (eller dele deraf) ved hjælp af en relevant kombination af sansning og perception for et konkret robotscenarie
- Skal kunne evaluere en sådan løsning med hensyn til de ovennævnte vurderingskriterier

##### KOMPETENCER

- Skal kunne vælge passende sensorer til en bestemt robotopgave / -applikation
- Skal kunne udvælge relevante teorier og metoder fra felterne til robot sansning og robot perception og anvende disse i en ny sammenhæng
- Skal kunne kommunikere ovenstående (ved hjælp af korrekt terminologi), både mundtligt og i en skriftlig rapport
- Skal kunne demonstrere en fungerende prototype af deres løsning

##### UNDERVISNINGSFORM

Undervisningsform er angivet i §17; Uddannelsens indhold og tilrettelæggelse

### EKSAMEN

#### PRØVER

Prøvens navn	Automatisk sansning af omgivelserne
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	Sensing the Surroundings
Modulkode	ESNROBB3P3DK
Modultype	Projekt
Varighed	1 semester
Semester	Efterår
ECTS	15
Undervisningsprog	Dansk og engelsk
Tomplads	Ja
Undervisningssted	Campus Aalborg
Modulansvarlig	<a href="#">Madsen</a>

## ORGANISATION

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

# ROBOT SANSNING OG PERCEPTION

2023/2024

## MODULETS INDHOLD, FORLØB OG PÆDAGOGIK

Formålet med dette kursus er at udstyre den studerende med viden og færdigheder inden for robotsensorteknologi, samt hvordan man analyserer indholdet af data, især billeder og video. Herudover vil kurset introducere hvordan man træffer beslutninger baseret på analysen.

### LÆRINGSMÅL

#### VIDEN

- Skal have viden om det elektromagnetiske spektrum, visuelt lys og hvordan sådanne signaler kan fanges
- Skal have viden om intensitets-, farve-, termiske og infrarøde kameraer
- Skal kunne forstå de kritiske parametre for et kamera (fokus, brændvidde, dybdefelt, lukker osv.)
- Skal kunne forstå, hvordan afstande kan estimeres ved hjælp af forskellige sensorer
- Skal have viden om forskellige farverepræsentationer
- Skal være i stand til at forstå principperne om punkt- og neighbourhood processering
- Skal kunne forstå, hvad en BLOB er, og hvordan den kan udtrækkes
- Skal kunne forstå, hvordan bevægelige genstande kan segmenteres i en videosekvens
- Skal kunne forstå begrebet multidimensionelt feature-rum
- Skal have viden om byggestenene i et generisk klassifikationssystem
- Skal være i stand til at forstå princippet bag Bayes-relen og hvordan et klassifikationssystem kan udledes herfra
- Skal kunne forstå, hvordan man vurderer et klassifikationssystem

#### FÆRDIGHEDER

- Skal kunne vælge og anvende den korrekte belysning i en given robot opgave / applikation
- Skal kunne anvende kalibrering for at justere sensorkoordinater og robotkoordinater
- Skal kunne anvende punktbehandlingsmetoder som grey-level mapping, histogramstrækning, tærskelværdier og billedaritmetik
- Skal kunne anvende neighbourhood processering som medianfilter og kantdetekering
- Skal kunne anvende morfologiske operationer som erosion, åbning og lukning
- Skal kunne foreslå / vælge relevante features og metoder til udtrækning af disse
- Skal kunne anvende Mahalanobis afstand
- Skal kunne anvende dimensioneringsreduktionsmetoder til et feature-rum

#### KOMPETENCER

- Skal kunne designe og implementere billedbehandlingsmetoder til at løse et problem
- Skal kunne designe og implementere et simpelt klassifikationssystem

#### UNDERVISNINGSFORM

Undervisningsform er angivet i §17; uddannelsens indhold og tilrettelæggelse.

## EKSAMEN

### PRØVER

Prøvens navn	Robot sansning og perception
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	Robotic Sensing and Perception
Modulkode	MSNROBB3221
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 (robotteknologi)
Studienævn	Studienævn for Medieteknologi
Institut	Institut for Arkitektur og Medieteknologi
Fakultet	Det Teknisk Fakultet for IT og Design



# ROBOT DYNAMIK

**2023/2024**

## MODULETS INDHOLD, FORLØB OG PÆDAGOGIK

Studerende, der gennemfører modulet, skal have viden om dynamik i robotmekanismerne. Den erhvervede viden er anvendelig til mekanisk design af robotter.

### LÆRINGSMÅL

#### VIDEN

- Skal kunne forklare grundlæggende begreber i robotmekanismer
- Skal kunne forklare accelerationen af et stift legeme, herunder lineære og vinkel accelerationer
- Skal kunne redegøre for massedistribution af stift legeme
- Skal kunne redegøre for Newton og Eulers ligning
- Skal være i stand til at forklare en Lagrangian formulering af manipulator dynamik

#### FÆRDIGHEDER

- Skal kunne formulere de dynamiske ligninger for robotmekanismer
- Skal kunne simulere og analysere robot bevægelse
- Skal kunne anvende modellerings teknikker for bevægeapparatet på problemer inden for robotik

#### KOMPETENCER

- Skal have et indgående kendskab til robotdynamik, som kan anvendes til design og styring af robotsystemer
- Skal kunne analysere og vælge korrekte robotmekanismer til ønsket bevægelse

### UNDERVISNINGSFORM

Undervisningsform er angivet i §17; Uddannelsens indhold og tilrettelæggelse

## EKSAMEN

### PRØVER

Prøvens navn	Robot dynamik
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	Robot Dynamics
Modulkode	M-ESNROBB3K5
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 (robotteknologi)
Studienævn	Studienævn for Mekanik og Fysik
Institut	Institut for Materialer og Produktion
Fakultet	Det Ingeniør- og Naturvidenskabelige Fakultet

# AKTUATORER, DRIVER OG ELEKTRONISKE KOMPONENTER

**2023/2024**

## MODULETS INDHOLD, FORLØB OG PÆDAGOGIK

Studerende, der gennemfører modulet, skal have kendskab til de forskellige byggesten, der omfatter et indlejret system / robotstyringssystem. Den erhvervede viden skal anvendes til udvælgelse af passende komponenter til konstruktion af robotstyringssystemer.

### LÆRINGSMÅL

#### VIDEN

- Skal have viden om grundlæggende elektronik: kondensator, diode og transistor
- Skal have kendskab til sensorfunktioner: trykknapper, potentiometre, fotoresistorer og kraftfølsomme modstande
- Skal have viden om et begrænset antal aktuatorer, f.eks. DC-motorer, trinmotorer, og lineære aktuatorer
- Skal have et overblik over mikrocontrollerens grundlæggende struktur og opførelse
- Skal have forståelse for brug af mikrocontrollere: interface til computeren, analog / digital indgang / udgang
- Skal have forståelse for kredsløb til: DC filtrering, kredsløbsbeskyttelse og forstærkere
- Skal have kendskab til en bestemt mikrocontroller til niveau af registerstrukturer, specialregister (herunder timere), I / O (herunder digitale I/O), drivere, afbryder kanaler (niveau / stigende / faldende), analoge og digitale udgange og PWM

#### FÆRDIGHEDER

- Skal kunne programmere en mikrocontroller, således at de forskellige funktioner nævnt under viden kan udnyttes til at afvikle et kontrol-loop

#### KOMPETENCER

- Skal kunne anvende den erhvervede viden til design og implementering af robot-styringssystemer

### UNDERVISNINGSFORM

Undervisningen tilrettelægges i henhold til de generelle undervisningsformer for uddannelsen, jf. § 17.

## EKSAMEN

### PRØVER

Prøvens navn	Aktuatorer, driver og elektroniske komponenter
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	Actuators, Drivers and Electronic Modules
Modulkode	ESNROBB4K4DK
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 (robotteknologi)
Studienævn	Studienævn for Elektronik og IT
Institut	Institut for Elektroniske Systemer
Fakultet	Det Teknisk Fakultet for IT og Design

# INTERAKTION MED OMGIVELSERNE

**2023/2024**

## MODULETS INDHOLD, FORLØB OG PÆDAGOGIK

Mange robotter er manipulatorer, der virker i et kendt miljø, f.eks. industriel produktion. Disse manipulatorer kræver ofte stor nøjagtighed. Dette projekt omhandler udfordringerne ved at styre robotter og vedhæftede værktøjer med tilstrækkelig nøjagtighed. For at opnå dette er en forståelse af det dynamiske karakteristiske og reguleringsdesign afgørende.

### LÆRINGSMÅL

#### VIDEN

- Skal have viden terminologi i forbindelse med modellering og regulering af elektromekaniske systemer
- Skal være i stand til at forstå, hvordan et bestemt robotsystem, fx. semesterprojektet, interagerer med omgivelserne

#### FÆRDIGHEDER

- Skal kunne analysere et relevant problem og forstå en løsning, der bruger teorier og metoder inden for mekanik, elektroniske moduler, modellering og regulering
- Skal kunne identificere begrænsninger og vurderingskriterier for en konkret robotløsning
- Skal kunne designe og implementere en simpel robotmekanisme (eller dele deraf) med anvendelse af relevante sensorer, aktuatorer og computer-hardware og -software
- Skal kunne evaluere løsningen med hensyn til de ovennævnte vurderingskriterier

#### KOMPETENCER

- Skal kunne designe robotmekanismer
- Skal kunne implementere styresystemer ved hjælp af elektroniske moduler som mikrocontrollere
- Skal kunne opstille modeller af en robots dynamiske opførsel
- Skal kunne vælge relevante reguleringsmetoder og anvende disse i en robotkontekst
- Skal kunne kommunikere ovenstående (ved hjælp af den for faget relevante terminologi), både mundtligt og i en skriftlig rapport
- Skal kunne demonstrere en fungerende prototype af deres robot

#### UNDERVISNINGSFORM

Undervisningsform er angivet i §17; Uddannelsens indhold og tilrettelæggelse

## EKSAMEN

### PRØVER

Prøvens navn	Interaktion med omgivelserne
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	Manipulating the Surroundings
Modulkode	ESNROBB4P3DK
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 (robotteknologi)
Studienævn	Studienævn for Elektronik og IT
Institut	Institut for Elektroniske Systemer
Fakultet	Det Teknisk Fakultet for IT og Design

# SANDSYNLIGHEDSREGNING OG STATISTIK

## 2023/2024

### MODULETS INDHOLD, FORLØB OG PÆDAGOGIK

Efter at have deltaget i kurset har den studerende udviklet en tekniske intuition af de grundlæggende begreber og resultater af sandsynlighed og statistik. De er i stand til at anvende det lærte materiale til at model og løse simple tekniske problemer med tilfældighed.

#### LÆRINGSMÅL

##### VIDEN

- Skal have viden om begrebet sandsynlighedsrum
- Skal have viden om de konceptuelle modeller for estimering og hypotesetest
- Skal kunne forstå de grundlæggende begreber for sandsynlighedsteori, dvs. sandsynligheden for hændelser, tilfældige variabler mv.
- Skal kunne forstå grundlæggende begreber i statistik som binær hypotesetestning.

##### FÆRDIGHEDER

- Skal kunne anvende / beregne Bayes regel i enkle sammenhænge
- Skal være i stand til at bestemme sandsynligheden for, at binomiale, poisson og gaussiske tilfældige variabler tager værdier i et angivet interval
- Skal kunne bestemme middelværdien og variansen af binomiale, poisson og gaussiske tilfældige variabler
- Skal kunne bestemme marginalfordelingen af multivariable gaussiske variabler
- Skal kunne anvende og fortolke ML-estimering i enkle sammenhænge, der involverer binomial-, poisson- og gaussisk fordeling
- Skal kunne anvende og fortolke binære hypotesetest i simple sammenhænge, der involverer binomial-, poisson- og gaussisk fordeling

##### KOMPETENCER

- Skal kunne anvende de generelle begreber sandsynlighedsteori og statistik i en ny, enkel sammenhæng. Dette omfatter valg af egnede metoder, evaluering af resultater og konklusioner

##### UNDERVISNINGSFORM

Undervisningsform er angivet i §17; Uddannelsens indhold og tilrettelæggelse.

### EKSAMEN

#### PRØVER

Prøvens navn	Sandsynlighedsregning og statistik
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	Probability Theory and Statistics
Modulkode	ESNROBB3K6DK
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 (robotteknologi)
Studienævn	Studienævn for Elektronik og IT
Institut	Institut for Elektroniske Systemer
Fakultet	Det Teknisk Fakultet for IT og Design



# SOFTWARE OG AUTOMATIONS FRAMEWORKS

## 2023/2024

### MODULETS INDHOLD, FORLØB OG PÆDAGOGIK

#### LÆRINGSMÅL

##### VIDEN

- Skal kunne forklare nøglekoncepter for netværk, herunder kommunikationsprotokoller og referencemodeller som OSI og TCP / IP
- Skal være i stand til at forklare nøglebegreber for operativsystemer, herunder hvordan programmer kommunikerer internt, har adgang til eksterne enheder og håndterer opgaver
- Skal have indsigt i real-time aspekter af computersoftware, der kommunikerer med eksterne enheder
- Skal være i stand til at forklare fundamentet af typiske softwaresystemer (fx ERP- og SCADA-systemer), der findes i fremstillingsvirksomheder
- Skal være i stand til at forklare de generelle principper for compilere, parsere og wrappers
- Skal kunne forklare de generelle principper og brug af PLC's

##### FÆRDIGHEDER

- Skal kunne identificere relevante fokusområder, koncepter og metoder til at vurdere og udvikle robotapplikationer, der involverer netværk, grundlæggende protokoller og distribuerede systemer
- Skal kunne anvende designværktøjer som compilere, parsere og wrappers
- Skal kunne programmere og interface til en standard PLC

##### KOMPETENCER

- Skal kunne designe og implementere robotsystemer, der kommunikerer via netværk(er)
- Skal kunne integrere robotsystemer med typiske software systemer (fx ERP, SCADA, PLC), der findes i en fremstillingsvirksomhed.

##### UNDERVISNINGSFORM

Undervisningsform er angivet i §17; Uddannelsens indhold og tilrettelæggelse.

### EKSAMEN

#### PRØVER

Prøvens navn	Software og automations frameworks
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	Software and Automation Frameworks
---------------	------------------------------------

## Studieordning for bacheloruddannelsen i robotteknologi, 2021

Modulkode	ESNROBB4K5DK
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 (robotteknologi)
Studienævn	Studienævn for Elektronik og IT
Institut	Institut for Elektroniske Systemer
Fakultet	Det Teknisk Fakultet for IT og Design

# ROBOT REGULERINGSSYSTEMER

2023/2024

## MODULETS INDHOLD, FORLØB OG PÆDAGOGIK

Studerende, der gennemfører modulet, skal have viden om grundlæggende kontrolmetoder og kunne anvende dem til simple robotkontrol opgaver.

### LÆRINGSMÅL

#### VIDEN

- Skal kunne forklare nøglefunktionaliteten og systemegenskaberne for et styresystem
- Skal kunne forklare input / output systemer med forstyrrelser og målestøj
- Skal kunne redegøre for MIMO og SISO systemer
- Skal være i stand til at tage højde for nøgleforskellene mellem feedforward og feedback regulering
- Skal være i stand til at redegøre for begreberne stabilitet og ustabilitet, herunder begreberne poler og nulpunkter for lineære systemer.

#### FÆRDIGHEDER

- Skal have mulighed for at identificere input, output og kilder til forstyrrelse i et simpelt robotstyringssystem
- Skal have evnen til at designe enkle robotstyringssystemer baseret på den erhvervede viden
- Skal kunne anvende stabilitetsanalyse på enkle robotstyringssystemer
- Skal kunne anvende reguleringsdesign teknikker baseret på open loop-karakteristika, herunder fase- og forstærknings marginer
- Skal kunne forklare PID controllere og anvende tuning

#### KOMPETENCER

- Skal have mulighed for at anvende relevant terminologi fra automatisk regulering i beskrivelsen af robotproblemer og -løsninger
- Skal have mulighed for systematisk at udvikle enkle styringssystemløsninger

#### UNDERVISNINGSFORM

Undervisningsform er angivet i §17; Uddannelsens indhold og tilrettelæggelse

## EKSAMEN

### PRØVER

Prøvens navn	Robot reguleringssystemer
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	Robotic Control Systems
Modulkode	ESNROBB4K6DK
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 (robotteknologi)
Studienævn	Studienævn for Elektronik og IT
Institut	Institut for Elektroniske Systemer
Fakultet	Det Teknisk Fakultet for IT og Design

# ANVENDT SUNDHEDS- OG INDUSTRI-ROBOTIK

## 2023/2024

### MODULETS INDHOLD, FORLØB OG PÆDAGOGIK

I industriel produktion og sundhedssektoren skal robotten fungere sammen med mennesket, ofte for at hjælpe mennesker. Det kan være som en ekstra arbejdsressource i produktionen eller for at assistere eller rehabilitere mennesker med nedsat funktionsevne. Her er det vigtigt at robotinterfaces, robot design og implementering tilpasses miljøet, mennesket og robotten f.eks. ved brug af kameraer, kraft-sensorer, biologiske signaler, f.eks. i exoskeletter mobile robotter og robotarme. Robotten kan ofte fungere både selvstændigt eller som collaborative robot.

### LÆRINGSMÅL

#### VIDEN

- Skal have forståelse for samspillet mellem de grundlæggende komponenter i et robotsystem
- Skal have viden om forskellige human-machine interfaces
- Skal have viden om software/hardware-arkitekturen i et udvalgt robotsystem
- Skal have kendskab til, hvordan robotter integreres i en større sammenhæng (fx. i en fremstillingsvirksomhed eller i sundhedssystemet)

#### FÆRDIGHEDER

- Skal være i stand til at vælge og anvende relevant software til implementering af robotsystemer
- Skal være i stand til at vælge systemkomponenter til robotløsninger - både -hardware og software
- Skal kunne vurdere fordele og ulemper ved forskellige human-machine interfaces.

#### KOMPETENCER

- Skal have evnen til at integrere mekanik, sensorer, aktuatorer og tilhørende algoritmer og arkitekturer for at understøtte styringen af et robotproblem
- Skal have evnen til at designe, kontrollere og implementere et robotsystem til at løse et problem
- Skal kunne integrere robotter i en større sammenhæng (fx i en produktionsvirksomhed eller i sundhedssystemet)

### UNDERVISNINGSFORM

Undervisningsform er angivet i §17; Uddannelsens indhold og tilrettelæggelse.

### EKSAMEN

#### PRØVER

Prøvens navn	Anvendt sundheds- og industri-robotik
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	Applied Health and Industrial Robotics
Modulkode	ESNROBB5P3DK
Modultype	Projekt
Varighed	1 semester
Semester	Efterår
ECTS	15
Undervisningsprog	Dansk
Tomplads	Ja
Undervisningssted	Campus Aalborg
Modulansvarlig	<a href="#">Madsen</a>

## ORGANISATION

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

# PRODUKTIONSSYSTEMER OG AUTOMATION

## 2023/2024

### MODULETS INDHOLD, FORLØB OG PÆDAGOGIK

#### LÆRINGSMÅL

##### VIDEN

- Skal have en forståelse af de grundlæggende elementer og begreber involveret i industriel fremstilling
- Skal have viden om vigtige materialetransformationsprocesser
- Skal have viden om de vigtigste byggesten i automatiske systemer
- Skal forstå, hvordan byggestenene kan kombineres til et integreret produktionssystem
- Skal have forståelse for forholdet mellem produktdesign og automatisering (design til automatisering)
- Skal have viden om sikkerhedsspørgsmål i forbindelse med driften af automatiske produktionssystemer
- Skal forstå fordele ved automatisering i produktrealisering

##### FÆRDIGHEDER

- Skal kunne formulere operationelle mål for udførelsen af en automatisk produktionsanlæg
- Skal være i stand til at udvikle løsningskoncepter, der opfylder kravspecifikation
- Skal kunne identificere kritiske elementer af foreslåede løsningskoncepter
- Skal kunne designe et sikkert, automatiseret produktionssystem
- Skal kunne retfærdiggøre fordelene ved et automatisk produktionssystem

##### KOMPETENCER

- Skal kunne interagere og kommunikere med deltagerne i design, udvikling og drift af produktionssystemer
- Skal have fået bevidsthed og en helhedsorienteret forståelse af automatiske produktionssystemer og en del af driften af en produktionsanlæg

#### UNDERVISNINGSFORM

Undervisningsform er angivet i §17; Uddannelsens indhold og tilrettelæggelse.

### EKSAMEN

#### PRØVER

Prøvens navn	Produktionssystemer og automation
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	Productions Systems and Automation
Modulkode	ESNROBB5K4DK

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



# REHABILITERINGSROBOTIK

**2023/2024**

## MODULETS INDHOLD, FORLØB OG PÆDAGOGIK

Kurset dækker de mest almindelige sygdomme/tilstande, der forårsager funktionsnedsættelser og viser hvordan robotik kan anvendes til at lindre, rehabiliter og hjælpe mennesker med funktionsnedsættelser ved anvendelse af avancerede interfaces, eksoskeletter, proteser, assisterende manipulatorer og andre rehabiliteringsrobotter.

### LÆRINGSMÅL

#### VIDEN

- Skal have viden om funktionsnedsættelser og deres rehabilitering gennem robotik (fx robotteknik for patienter med slagtilfælde, rygmærsskadede brugere og patienter osv.)
- Skal have viden om rehabiliteringsrobotter, herunder eksoskeletter, assisterende manipulatorer og proteser
- Skal have viden om interfaces til rehabiliteringsrobotik (fx hjernebaserede interfaces, tungebaserede interfaces og muskelbaserede interfaces)
- Skal have viden om metoder til at vurdere effekten af at anvende robotter i rehabilitering/sundhedsområdet

#### FÆRDIGHEDER

- Skal kunne anvende viden om effekten af funktionsnedsættelser til valg af optimal robotrehabilitering og robotbaserede assisterende teknologier
- Skal være i stand til at designe robotløsninger til at lindre funktionsnedsættelser
- Skal være i stand til at rådgive folk i sundhedsvæsenet om brugen af robotik til rehabilitering og som assisterende teknologi

### UNDERVISNINGSFORM

Undervisningsform er angivet i §17; Uddannelsens indhold og tilrettelæggelse

### EKSAMEN

#### PRØVER

Prøvens navn	Rehabiliteringsrobotik
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	Rehabilitation Robotics
Modulkode	ESNROBB5K5DK
Modultype	Kursus
Varighed	1 semester

## Studieordning for bacheloruddannelsen i robotteknologi, 2021

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 (robotteknologi)
Studienævn	Studienævn for Sundhed og Teknologi
Institut	Institut for Medicin og Sundhedsteknologi
Fakultet	Det Sundhedsvidenskabelige Fakultet

# BIOLOGISK SANSNING OG SIGNALBEHANDLING FOR ROBOTTER

**2023/2024**

## MODULETS INDHOLD, FORLØB OG PÆDAGOGIK

Studerende, der gennemfører modulet, skal have viden om det menneskelige nervesystem, ligheder i biologisk og kunstig sansning, biologiske sensorer og signaler, der kan anvendes i robotik, biomekanisk modellering af den menneskelige krop og især signalbehandlingsmetoder til anvendelse i robotdesign og implementering

### LÆRINGSMÅL

#### VIDEN

- Skal have viden om, hvordan mennesker sanser deres omgivelser, herunder de menneskelige sanser, centralnervesystemet, det perifere nervesystem
- Skal have viden om menneskelige sensorer relateret til berøring, kraft, vibrationer mm.
- Skal have viden om biologiske signaler såsom EOG, EMG, ENG og EEG
- Skal have viden om optagelse og signalbehandling af biologiske signaler inklusiv filtrering, ADC, signalbehandlingsmetoder såsom maskinlæring
- Skal være i stand til at redegøre for anvendelse af (biomekanisk) muskel- og skeletmodellering såsom AnyBody i relation til robotik og robotters interaktion med mennesker i relation til f.eks. eksoskeletter og proteser

#### FÆRDIGHEDER

- Skal være i stand til at redegøre for nøglekoncepter som det menneskelige nervesystem og menneskelig sansning og biologiske signaler
- Skal være i stand til at optage og analysere signaler af biologisk oprindelse med henblik på anvendelse indenfor robotik

#### UNDERVISNINGSFORM

Undervisningsform er angivet §17; Uddannelsens indhold og tilrettelæggelse

## EKSAMEN

### PRØVER

Prøvens navn	Biologisk sansning og signalbehandling for robotter
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	Biological Sensing and Signal Processing for Robotic Applications
Modulkode	ESNROBB5K6DK

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 (robotteknologi)
Studienævn	Studienævn for Sundhed og Teknologi
Institut	Institut for Medicin og Sundhedsteknologi
Fakultet	Det Sundhedsvidenskabelige Fakultet

# PLANLÆGNING AF BEVÆGELSER OG VEJ

## 2023/2024

### MODULETS INDHOLD, FORLØB OG PÆDAGOGIK

Uanset hvilken type robot der er tale om i en given problemstilling, er en af de mest centrale opgaver at bestemme og planlægge banekurver. En mobil robot skal kunne finde vej til sit mål, mens en manipulator skal kunne transportere et værktøj eller en last til det rigtige punkt inden for dens arbejdsområde hurtigt og præcist.

#### LÆRINGSMÅL

##### VIDEN

- Skal kunne forstå 2D road maps, herunder visibility grafer og Voronoi diagrammer
- Skal være i stand til at tegne en optimal vej i et vejkort
- Skal kunne redegøre for potential felter
- Skal være indsigts i kinematiske og holonomiske begrænsninger
- Skal være i stand til at forklare rute og bane
- Skal kunne forklare samling baserede algoritmer

##### FÆRDIGHEDER

- Skal kunne definere arbejdsområde og konfigurationsrum for stive objekter
- Skal kunne konstruere en forenkling af konfigurationsrum
- Skal kunne bruge netbaserede søgealgoritmer
- Skal kunne bruge metoder og beregninger til evaluering af rute følgning
- Skal være i stand til at foretage grundlæggende feedback kontrol til rute og bane følgning

##### KOMPETENCER

- Skal kunne designe og implementere bevægelses- og baneplanlægningsalgoritmer

#### UNDERVISNINGSFORM

Undervisningsform er angivet i §17; Uddannelsens indhold og tilrettelæggelse.

### EKSAMEN

#### PRØVER

Prøvens navn	Planlægning af bevægelser og vej
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	Motion Planning and Path Planning
---------------	-----------------------------------

## Studieordning for bacheloruddannelsen i robotteknologi, 2021

Modulkode	ESNROBB6K2DK
Modultype	Kursus
Varighed	1 semester
Semester	Forår
ECTS	5
Undervisningsprog	Dansk
Tomplads	Ja
Undervisningssted	Campus Aalborg
Modulansvarlig	<a href="#">Madsen</a>

## ORGANISATION

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

# BACHELORPROJEKT: ROBOTTER I EN APPLIKATIONS SAMMENHÆNG

**2023/2024**

## MODULETS INDHOLD, FORLØB OG PÆDAGOGIK

En specifik opgave, som potentielt kan drage fordel af robotter, vælges (for eksempel en industriel opgave, en rehabiliteringsopgave, en serviceopgave). Efter afslutningen af modulet skal den studerende vise evnen til at udvikle og præsentere en robotløsning til opgaven.

### LÆRINGSMÅL

#### VIDEN

- Skal have kendskab til mindst ét applikationsområde, f.eks. robotter i sundhedspleje, industri eller underholdning
- Skal have viden om det videnskabelige grundlag for det specifikke anvendelsesområde

#### FÆRDIGHEDER

- Skal kunne opstille kravspecifikation
- Skal kunne søge og udvikle en løsning og præsentere den i form af skitser, diagrammer, tegninger og virtuelle såvel som fysiske prototyper
- Skal kunne retfærdiggøre fordelene ved den udviklede løsning
- Skal være i stand til selvstændigt at planlægge og udføre en udvikling ud fra et givet problem
- Skal kunne vælge og anvende relevante metoder og værktøjer

#### KOMPETENCER

- Skal kunne udtænke, hvordan et relativt komplekst robotsystem kunne specificeres, konstrueres, styres og produceres og på en professionel måde bevise dette
- Skal have evnen til at vurdere vigtige (fx økonomiske) aspekter af løsningen
- Skal kunne demonstrere tekniske færdigheder inden for robotteknologi og vise deres evne til at udføre ingeniørarbejde
- Skal kunne tage ansvar for deres egen faglige udvikling

#### UNDERVISNINGSFORM

Undervisningsform er angivet i §17; Uddannelsens indhold og tilrettelæggelse.

## EKSAMEN

### PRØVER

Prøvens navn	Bachelorprojekt: Robotter i en applikations sammenhæng
Prøveform	Speciale/afgangsprojekt
ECTS	15
Bedømmelsesform	7-trins-skala
Censur	Ekstern prøve
Vurderingskriterier	Vurderingskriterierne er angivet i Universitetets eksamensordning

## FAKTA OM MODULET

Engelsk titel	Bachelor's Project: Robots in an Application Context
Modulkode	ESNROBB6P5DK
Modultype	Projekt
Varighed	1 semester
Semester	Forår
ECTS	15
Undervisningsprog	Dansk
Tomplads	Ja
Undervisningssted	Campus Aalborg
Modulansvarlig	<a href="#">Madsen</a>

## ORGANISATION

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



# BACHELORPROJEKT: ROBOTTER I EN TEORETISK SAMMENHÆNG

**2023/2024**

## MODULETS INDHOLD, FORLØB OG PÆDAGOGIK

Et specifikt mere teoretisk problem inden for robotik vælges (f.eks. Vision, ruteplanlægning, menneske-robot interface).

### LÆRINGSMÅL

#### VIDEN

- Et eller flere emner fra robotuddannelsen vælges til videre undersøgelse. Efter afslutningen af modulet skal den studerende vise en dybere forståelse af de valgte emner

#### FÆRDIGHEDER

- Skal kunne erhverve ny dybtgående viden relateret til udvalgte emner med i robotik
- Skal kunne præsentere erhvervet viden i ved hjælp af matematiske begreber, såvel som virtuelle såvel som fysiske prototyper
- Skal kunne planlægge og gennemføre en undersøgelse på baggrund af et specifikt problem
- Skal kunne anvende og vælge videnskabelige metoder og værktøjer til forskning inden for det valgte område af viden
- Skal kunne kommunikere problemer, metoder og resultater inden for det videnskabelige område, skriftligt og diskutere faglige og videnskabelige problemer med fagfæller

#### KOMPETENCER

- Skal kunne demonstrere videnskabelige færdigheder inden for robotteknologi og vise deres evne til at udføre videnskabeligt arbejde
- Skal kunne tage ansvar for deres egen faglige udvikling

#### UNDERVISNINGSFORM

Undervisningsform er angivet i §17; Uddannelsens indhold og tilrettelæggelse.

## EKSAMEN

### PRØVER

Prøvens navn	Bachelorprojekt: Robotter i en teoretisk sammenhæng
Prøveform	Speciale/afgangsprojekt
ECTS	15
Bedømmelsesform	7-trins-skala
Censur	Ekstern prøve
Vurderingskriterier	Vurderingskriterierne er angivet i Universitetets eksamensordning

## FAKTA OM MODULET

Engelsk titel	Bachelor's Project: Robots in a Theoretical Context
---------------	-----------------------------------------------------

## Studieordning for bacheloruddannelsen i robotteknologi, 2021

Modulkode	ESNROBB6P6DK
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 (robotteknologi)
Studienævn	Studienævn for Elektronik og IT
Institut	Institut for Elektroniske Systemer
Fakultet	Det Teknisk Fakultet for IT og Design

# MATRIX COMPUTATIONS AND CONVEX OPTIMIZATION

2023/2024

## RECOMMENDED PREREQUISITE FOR PARTICIPATION IN THE MODULE

The module builds on knowledge from Linear Algebra/Calculus

## CONTENT, PROGRESS AND PEDAGOGY OF THE MODULE

Engineering systems and design problems can often be compactly described analyzed and manipulated using matrices and vectors. Moreover, tractable solutions to design problems can be obtained by casting the design problems as optimization problems. For the class of linear and quadratic problems, the solutions can be obtained by solving systems of equations. In computer programs, this is achieved via matrix factorizations. For the larger class of convex problems, no closed-form solution may exist and numerical methods must be applied. This course aims at teaching numerically robust methods for solving systems of equations and, more generally, convex optimization problems, including also standard constrained problems.

## LEARNING OBJECTIVES

### KNOWLEDGE

- Knowledge about convex functions and sets, norms, special matrices
- Understand how to classify and solve systems of equations and convex optimization problems
- Understand numerical aspects of solving systems of equations and convex optimization problems
- Knowledge about Lagrange multipliers
- Understand matrix factorizations and their properties

### SKILLS

- Identify optimization problems and cast them into standard form
- Identify types of extreme (minima, maxima, local, global, etc.)
- Apply eigenvalue and singular value decomposition to relevant matrix problems
- Have understanding of state space descriptions of systems of linear differential equations
- Apply numerically robust methods to solve systems of equations
- Apply and implement the following numerical optimization methods to unconstrained optimization problems: Steepest Descent, Newton's method, Gauss-Newton method
- Apply and interpret least-squares in solving over-determined systems of equations
- Apply the Lagrange multiplier method to constrained convex optimization problems

### COMPETENCES

- Apply linear algebra theory to analyze engineering systems in their field
- State and analyze engineering design problems in their field as systems of equations or standard optimization problems
- Select the appropriate matrix factorization or numerical optimization method to solve engineering design problems in their field

## TYPE OF INSTRUCTION

Lectures with exercises. Student projects on engineering application in their field

## EXAM

### EXAMS

Name of exam	Matrix Computations and Convex Optimization
--------------	---------------------------------------------

Type of exam	Written or oral exam
ECTS	5
Assessment	Passed/Not Passed
Type of grading	Internal examination
Criteria of assessment	The criteria of assessment are stated in the Examination Policies and Procedures

## FACTS ABOUT THE MODULE

Danish title	Matriksberegning og konveks optimering
Module code	ESNEITB6K2
Module type	Course
Duration	1 semester
Semester	Spring
ECTS	5
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

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

# DESIGN AF INDLEJRET SOFTWARE

## 2023/2024

### ANBEFALEDE FAGLIGE FORUDSÆTNINGER FOR AT DELTAGE I MODULET

Modulet bygger videre på viden opnået i imperativ programmering

### MODULETS INDHOLD, FORLØB OG PÆDAGOGIK

Indhold:

- Maskinsprog
- Assembler
- Talteori og talpræcision
- State machines
- System software: compiler, linker og loader
- Drivere
- Kerne / real-time operativ systemer
- Analyse og design af software til indlejrede systemer
- Scheduling:
  - round robin, faste prioriteter
  - kriterier for schedulability
- Introduktion til algoritmer
  - Iteration
  - Induktion
  - Rekursion
- Søgning- og sorterings-algoritmer
  - Arrays
  - Linkede lister
  - Træstrukturer
  - Simple sorterings-algoritmer

### LÆRINGSMÅL

#### VIDEN

- Om et antal forskellige operativ systemer, herunder
  - hvordan programmer kommunikerer internt
  - hvordan periferere enheder tilgås
  - hvordan jobskift håndteres

#### FÆRDIGHEDER

- anvende forskellige typer af skeduleringsprincipper
- anvende forskellige typer af interproceskommunikation

#### KOMPETENCER

- forståelse af design af jobs/programmer, som kan operere optimalt under et givent operativsystem.
- forståelse af design af operativsystemer, hvor der tages højde for f.eks.
  - Hukommelsesforbrug
  - Hukommelsesstørelse
  - Kontekstskiftetid
  - Pipelining
  - Interrupthåndtering
- Design og implementation af softwaresystemer på applikationsniveau

## UNDERVISNINGSFORM

Forelæsninger med opgaveregning og selvstudie

## EKSAMEN

### PRØVER

Prøvens navn	Design af indlejret software
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	Embedded Software Design
Modulkode	ESNEITB4K2
Modultype	Kursus
Varighed	1 semester
Semester	Forår
ECTS	5
Undervisningssprog	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 DESIGN

## 2023/2024

### MODULETS INDHOLD, FORLØB OG PÆDAGOGIK

#### Formål:

At introducere digitale kredsløb og bevidstgøre den studerende om hele vejen fra basale kredsløb til komplette indlejrede systemer.

#### LÆRINGSMÅL

##### VIDEN

- om hvordan gates er opbygget af basale komponenter
- om hvordan man kan regne på boolske udtryk
- om de forskellige muligheder der er for at opbygge et mikrodatamatsystem
- om forskellige platforme hvorpå ens mikrodatamatsystem kan implementeres
- om forskellige syntesesprog, som kan benyttes i designet

##### FÆRDIGHEDER

- indenfor interfacing til FSM og FSMD blokke, inkl. fra 3. part
- indenfor de til faget hørende elementære byggeblokke, f.eks.
  - Gates
  - Flip-Flops
  - LUT
  - ALU
  - Pipeline
  - Busser og bustyper
- Krav og begrænsninger til interfaces imellem disse blokke, f.eks.
  - Timing
  - Clock skew

##### KOMPETENCER

- indenfor design af simple FSM og FSMD blokke
- indenfor systemdesign, hvori der indgår et antal IP blokke, som skal interagere

##### UNDERVISNINGSFORM

Forelæsninger, opgaveregning, workshops, selvstudie

### EKSAMEN

#### PRØVER

Prøvens navn	Digital design
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	Digital Design
Modulkode	ESNEITB4K1
Modultype	Kursus
Varighed	1 semester
Semester	Forår
ECTS	5
Undervisningssprog	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 SIGNALBEHANDLING

2023/2024

## ANBEFALEDE FAGLIGE FORUDSÆTNINGER FOR AT DELTAGE I MODULET

Modulet bygger videre på kvalifikationer opnået i kursusmodulerne "Calculus" og "Sensorteknologi og -modeller" eller tilsvarende.

## MODULETS INDHOLD, FORLØB OG PÆDAGOGIK

### LÆRINGSMÅL

#### VIDEN

- Kan redegøre for principper, anvendelsesområder og begrænsninger for Diskret-Tid Fourier Transformation (DTFT) og z-transformation

#### FÆRDIGHEDER

- Kan anvende basale digital signalbehandlingsmetoder til analyse af fysiologiske signaler i både tids- og frekvensdomænet
- Kan designe lineær tids invariante digitale systemer til behandling og håndtering af fysiologiske signaler

### UNDERVISNINGSFORM

Undervisningen tilrettelægges i henhold til de generelle undervisningsformer for uddannelsen, jf. § 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

## YDERLIGERE INFORMATIONER

Du kan orientere dig i Moodle og evt. kontakte semesterkoordinator ved faglige spørgsmål eller studiesekretær ved administrative spørgsmål.

Øvrige henvendelser kan rettes til studienævnssekretær [Malene Møller Knudsen](#).

## FAKTA OM MODULET

Engelsk titel	Digital Signal Processing
---------------	---------------------------

Modulkode	STIST18B4_4
Modultype	Kursus
Varighed	1 semester
Semester	Forår
ECTS	5
Undervisningsprog	Dansk og engelsk
Tomplads	Ja
Undervisningssted	Campus Aalborg
Modulansvarlig	<a href="#">Nåsfors</a>

## ORGANISATION

Studienævn	Studienævn for Sundhed og Teknologi
Institut	Institut for Medicin og Sundhedsteknologi
Fakultet	Det Sundhedsvidenskabelige Fakultet