

## **Kapitel 9**

**Den uddannelsesspecifikke del af studieordningen for uddannelsen til**

# **Bachelor (BSc) i teknisk videnskab (Robotteknologi)**

**Bachelor of Science (BSc) in Engineering (Robot Systems)**

**Studieordning 2012, Version 1.1**

Gældende for studerende optaget fra og med september 2012

Studieordningen er delt op i generelle bestemmelser (kapitel 1-8), en uddannelsesspecifik del (kapitel 9) samt modulbeskrivelserne for uddannelsens fag. Den studerende bør orientere sig i alle tre dele for at få det fulde overblik over de regler, der gælder for uddannelsen i sin helhed.

## **§1 Jobprofiler**

Robotteknologi er en multidisciplinær ingeniøruddannelse, der sigter mod jobfunktioner, hvor en stor faglig viden om teknologiens samspil med omgivelserne er af afgørende betydning for succes. Dimittender ansættes primært til udviklingsopgaver i udviklingstunge produktionsvirksomheder og konsulentvirksomheder.

Bachelorer i robotteknologi arbejder bredt indenfor datateknologiske fagområder. Bl.a.:

- Robotsystemer
- Indlejrede systemer.
- Programmering og systemudvikling
- Kunstig intelligens
- Industriel automation

## §2 Uddannelsens kompetenceprofil

Den færdiguddannede bachelor

- kan formidle teknisk viden
- kan forstå og reflektere over robotteknologiens videnskabelige discipliner, herunder teori og metode
- har en bred faglig viden og kunnen indenfor elektronik, softwareudvikling, signalbehandling og anvendt matematik.
- er i stand til selvstændigt at identificere, formulere og løse komplekse robotteknologiske problemstillinger
- kan vurdere tekniske løsninger i en samfundsmæssig sammenhæng
- har personlige og læringsmæssige kompetencer til at identificere, strukturere og perspektivere egen læring
- har personlige og læringsmæssige kompetencer til at løse arbejdsopgaver, der fordrer refleksion, samarbejde og selvstændighed
- er kvalificeret til optagelse på en kandidatuddannelse.

## §3 Konstituerende fagsøjler

Bacheloruddannelsens konstituerende fag:

Robotteknologiuddannelsen inddrager fagelementer fra hovedfagområderne: Softwareudvikling, elektronik, anvendt matematik, samt fysik. Det er således ikke et enkelt konstituerende fag, der udgør det centrale element i uddannelsen, men derimod et sammenspil mellem otte forskellige fagligheder.

De faglige søjler er:

- matematik
- fysik
- analog elektronik
- digital elektronik
- softwareudvikling
- systemsoftware
- signalbehandling
- personlige og læringskompetencer

### 1) Matematik

Fagsøjlen indeholder følgende emner:

- differentiaalligninger
- lineær algebra
- transformationer
- komplekse tal
- symbolsk matematik på computer
- numeriske metoder
- statistik
- sandsynlighed
- statistik og forsøgsplanlægning

### 2) Fysik

Fagsøjlen indeholder følgende emner:

- Newtons mekanik
- statisk elastisk deformation
- dynamisk deformation
- gnidning, gasser og væsker
- elektrostatik
- magnetostatik
- elektrodynamik

### 3) Analog elektronik

Fagsøjlen indeholder følgende emner:

- det elektriske kredsløb DC
- det elektriske kredsløb AC
- halvledere
- operationsforstærkere
- standard funktioner

### 4) Digital elektronik

Fagsøjlen indeholder følgende emner:

- kombinatorisk logik
- mikrocontroller hardware
- hukommelse
- periferenheder
- processor pipelining
- processor arkitektur
- multiprocessor- og multicomputer-systemer
- programmerbar logik og hardwarebeskrivende sprog
- indlejrede systemer med I/O

## 5) Softwareudvikling

Fagsøjlen indeholder følgende emner:

- programmering i assembler, C og Java
- principper i objektorienteret programmering
- objektorienteret programmering
- videregående sprogbegreber, design og anvendelse af klassebiblioteker
- objektorienteret analyse
- objektorienteret design
- algoritmer og datastrukturer

## 6) Systemsoftware

Fagsøjlen indeholder følgende emner:

- processer
- memory management
- I/O og filesystemer
- systemprogrammering
- netværk, principper og teknologier
- applikationsprotokoller
- transportprotokoller

## 7) Signalbehandling

Fagsøjlen indeholder følgende emner:

- klassisk regulering
- AI baseret kontrol
- digital signalbehandling

## 8) Personlige og læringskompetencer

Fagsøjlen indeholder følgende emner:

- **Personlige kompetencer:** Engagement, initiativ, ansvar, etik og dannelse samt evne til at perspektivere egen læring
- **Læringsmæssige kompetencer:** Udvælgelse, indsamling, analyse og vurdering af datamateriale samt formidling af arbejdsresultater under arbejdsformer, som fordrer refleksion, samarbejde og selvstændighed.

## §4 Semestertemaer

	<b>SEMESTERTEMAER</b>
6. sem.	Bachelorprojekt og valgfrie studier
5. sem.	Experts in teams
4. sem.	Indlejrede systemer
3. sem.	Computerapplikationer til signalbehandling
2. sem.	Computerbaseret måling og styring af fysisk-mekanisk system
1. sem.	Modellering, simulering, analogier og eksperiment

## §5 Modulernes placering

Semester	STRUKTUR																													
6.	Valgfag					<b>RB-IFVT</b> Viden- skabst. (3 ECTS)			<b>RB-NUM6</b> Numeriske metoder (7 ECTS)							<b>RB-BAP6</b> Bachelorprojekt														
5.	<b>T-STAT5</b> Statistik					<b>RB-ADA5</b> Algoritmer og datastrukturer					<b>RB-ROB5</b> Robotter I kon- tekst					Valgfag					<b>F-EIT5</b> Experts in teams									
4.	<b>RB-EBS4</b> Indlejrede Systemer																													
3.	<b>RB-SUP3</b> Computerapplikationer til signalbehandling																													
2.	<b>DT-DAT2</b> Computerbaseret måling og styring af fysisk-mekanisk system																													
1.	<b>FD-DDF1</b> Modellering, simulering, analogier og eksperiment																													
ECTS POINT	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30

## §6 Semesterbeskrivelse – 1. semester

### SEMESTERTEMA

Modellering, simulering, analogier og eksperimenter.

### VÆRDIARGUMENTATION

Et centralt aspekt ved ingeniørarbejde er at kunne indsamle informationer om et system gennem målinger og observationer, og på grundlag af disse og kendskab til de lovmæssigheder, der styrer systemet, kunne beskrive systemet i form af gyldige matematiske modeller, der f.eks. gennem simulering kan give øget indsigt i systemets adfærd.

Temaet introducerer derfor tre helt centrale ingeniørkompetencer.

- At indsamle viden om et system gennem målinger og observationer.
- At indfange alle væsentlige træk ved en problemstilling og beskrive dem i form af en matematisk model af problemet.
- At analysere og beskrive systemers adfærd gennem en modelbaseret simulering af systemet.

### KOMPETENCEMÅL

*Faglige kompetencer:*

Den studerende kan:

- forstå den grundlæggende fysiks og elektrotekniks love og begreber og kan beskrive et system ved hjælp af systemets parametre og deres sammenhænge
- gennemføre videnskabeligt baserede og reproducerbare forsøg på simple fysiske og tekniske systemer. Det indebærer, at den studerende selvstændigt kan planlægge og udføre eksperimentelle undersøgelser, kan fortage analyse af opsamlede data samt præsentere hele forsøget på en overskuelig og systematisk form
- kombinere anvendelsen af analytiske metoder med computerbaserede hjælpeværktøjer, herunder matematik- og simuleringssystemer. Med disse værktøjer vil den studerende være i stand til at løse mere komplekse og teknisk mere dækkende problemstillinger
- kombinere målinger, beregninger og simuleringer dels for at opnå større indsigt i problemstillingen og dels for at evaluere modellerne og evt. forfine disse
- anvende analogier for systemer inden for forskellige fagområder og forstå den fælles struktur i systemernes tilstandsligninger
- beskrive et elektrisk eller fysisk systems tilstand ved hjælp af basale parametre
- anvende matematikken som et værktøj til at koble parametrene i tid og rum, der frembringer systemets tilstandsligninger.
- anvende analogier mellem forskellige (elektriske, mekaniske, termiske, akustiske...) domæners beskrivende parametre og dermed vise en fælles struktur i systemernes tilstandsligninger
- beskrive, hvorledes modeller kan bestemme, forudsige og eftervise (simulere) sammenhænge mellem et systems parametre eller parametrenes tidsafhængighed.



Den studerende har:

- kendskab til og forståelse for matematisk logik, regler og metoder samt kan anvende disse regler og metoder til at analysere og vurdere simple fysiske og tekniske problemer. Herunder kan den studerende anvende matematikken som værktøj til dels at opstille regnemodeller, der konkret, entydigt og generaliseret beskriver de indre sammenhænge i et fysisk/teknisk system eller proces, og dels beskriver systemets eller procesens statiske og dynamiske adfærd.

### **SEMESTERINDHOLD**

FD-DDF1 – Modellering, simulering, analogier og eksperimenter (30 ECTS)

Modulet er obligatorisk og udgør førsteårsprøven.

### **SAMMENHÆNG**

1. semester undervises og evalueres som et modul: FD-DDF1.

## §7 Semesterbeskrivelse – 2. semester

### SEMESTERTEMA

Computerbaseret måling og styring af fysisk-mekanisk system.

Temaet handler om forståelse af fysiske og mekaniske fænomener, matematisk modellering og elektronisk behandling i såvel analoge og digitale systemer.

### VÆRDIARGUMENTATION

Temaet tager den studerende hele vejen gennem den ingeniørmæssige udviklingsproces. Fra forståelse af de naturvidenskabelige forhold, gennem den matematiske modellering og vurdering af de tekniske muligheder til det endelige design af et apparat.

Den studerende får gennem temaet mulighed for at følge transformation af data over flere platforme: fysiske værdier, analog elektronik form, digital repræsentation og menneske-maskine kommunikation.

### KOMPETENCEMÅL

*Faglige kompetencer:*

Den succesfulde studerende

- er fortrolig med elektromagnetismens fundamentale begreber, love og principper.
- er i stand til at løse simple elektrofysiske og tekniske problemer.
- har den nødvendige ingeniørmæssige viden til at kunne opbygge simple elektromekaniske enheder.
- kan forstå og benytte de matematisk formulerede love i elektromagnetismen på integral form
- har indgående indsigt i elektromagnetiske fænomener, som optræder i naturen og inden for mange teknologier.
- forstår de fundamentale begreber og principper i analyse og design af elektroniske kredsløb baseret på operationsforstærkere.
- kan modulere funktionaliteten i den "ikke ideelle" operationsforstærker.
- er fortrolig med fundamentale matematiske og fysiske begreber i deformerbare legemers mekanik ud fra en ingeniørmæssig indfaldsvinkel.
- er fortrolig med partielle differentiaalligninger, Fouriertransformationen og Laplace-transformationen.
- er i stand til at analysere og designe kombinatoriske, logiske netværk,
- har en grundlæggende forståelse for opbygning og funktion af det enkeltprocessorbase-rede computersystem (Von Neumann arkitekturen).
- kan designe et computersystem på chipniveau ved brug af standardkredsløb i form af: CPU, hukommelseskredse, I/O-porte samt nødvendig tilpasningslogik.
- kan kode assemblerprogrammer til et givet computersystem.

*Personlige kompetencer:*

Den succesfulde studerende

- kan udføre et projekt efter projektfasemodellen, specielt med fokus på problemanalyse, planlægning og formidling.
- kan, alene og i samarbejde med andre, målsætte, planlægge og strukturere arbejdsopgaver, herunder i et gruppesamarbejde foretage en hensigtsmæssig arbejdsdeling af opgaverne.
- kan samarbejde i grupper, herunder have kendskab til processer som henholdsvis kan hæmme og fremme et gruppearbejde
- kan formidle et projekts arbejdsresultater på en struktureret, forståelig og reproducerbar form såvel tekstmæssigt, grafisk som mundtligt

*Læringsmæssige kompetencer:*

Den succesfulde studerende

- kan anvende den problemorienterede og projektorgerede læringsform, der indebærer, at den studerende udviser en høj grad af selvstændighed og initiativ
- kan søge, vurdere og forvalte viden
- kan vurdere relevansen og kvaliteten af eget og andres arbejde

**SEMESTERINDHOLD**

DT-DAT2 – Computerbaseret måling og styring af fysisk-mekanisk system (30 ECTS)

Modulet er obligatorisk.

**SAMMENHÆNG**

2. semester undervises og evalueres som et modul: DT-DAT2.

## §8 Semesterbeskrivelse - 3.semester

### SEMESTERTEMA

Computerapplikationer til signalbehandling.

Temaet vedrører signalbehandling, udvikling af applikationer i et objektorienteret programmeringssprog og computersystemer, herunder især operativsystemer og datakommunikation.

Der vil især blive lagt vægt på at opnå forståelse for behandling af analoge og digitale signaler og at integrere denne behandling i en computerapplikation, hvor computerarkitektur og operativsystemers funktionalitet samt datakommunikation vil indgå som væsentlige komponenter.

### VÆRDIARGUMENTATION

Signalbehandling er en central kompetence for en civilingeniør i robotteknologi, idet robotter må forventes at skulle udstyres med et stadigt stigende antal og typer af sensorer; det være sig optiske, akustiske, elektriske, kameraer mv. Disse sensorer vil være nødvendige dels for at styre, manipulere og overvåge robotens bevægelser, dels for at tilgodese, at den kan løse sine konkrete opgaver. For at understøtte denne og andre kompetencer er det ligeledes vigtigt, at han behersker et objektorienteret programmeringssprog og besidder betydelig viden om datakommunikation, computerarkitektur og operativsystemer.

Temaet giver en tværfaglig indgang til emner, signalbehandling, computer hardware, operativsystemer, programmering i et objektorienteret programmeringssprog understøtter et holistisk syn på robot/datateknologien.

### KOMPETENCEMÅL

Den succesfulde studerende:

- skal opnå færdigheder, der sætter ham/hende i stand til at analysere, designe og realisere signalbehandlingssystemer, der omfatter A/D-konvertering, digital signalbehandling og D/A-konvertering.
- kan skrive relativt simple, velfungerende programmer i et objektorienteret sprog på baggrund af en specifikation
- kan forstå og designe flertrådede programmer
- besidder teoretisk og i mindre grad praktisk viden om koncepter og teknologier for moderne computernetværk
- besidder viden om Internettet, netværksarkitekturer og applikationsprotokoller
- kan designe applikationsprotokoller v.h.a. Socket programmering, RMI og Servlets
- har viden om sikkerhed i computernetværk
- kan udvikle et mindre it-system efter en iterativ softwareudviklingsmetode.
- har kendskab til et antal softwareudviklingsmetoder og procesmodeller.
- har overblik over softwares livscyklus.
- har kendskab til softwarearkitektur.

**SEMESTERINDHOLD**

RB-SUP3 – Computerapplikationer til signalbehandling (30 ECTS)

Modulet er obligatorisk.

**SAMMENHÆNG**

3. semester undervises og evalueres som et modul: RB-SUP3.

## §9 Semesterbeskrivelse – 4. Semester

### SEMESTERTEMA

Indlejrede systemer

### VÆRDIARGUMENTATION

Indlejrede systemer indgår som en væsentlig del af civilingeniøruddannelsen i robotteknologi, da robotter ofte indeholder en programmerbar processor og/eller digital programmerbar elektronik. Derfor er det vigtigt at en civilingeniør i robotteknologi kan analysere kravene til et indlejret system, designe og udvikle digital elektronik og hardwarenære realtids programmer. Derudover er det også vigtigt, at han kan anvende og implementere klassiske og moderne reguleringsteknikker for at kunne styre og regulere en robot hurtig og præcist.

Softwareudvikling er et væsentligt gøremål for en civilingeniør i robotteknologi. Det er derfor vigtigt, at han får indsigt i en softwareudviklingsmetode med væsentlige elementer af hands-on. Derudover er det vigtigt, at han besidder viden om andre metoder og procesmodeller, og er i stand til at foretage et situationsbestemt metodevalg. Kendskab til softwarearkitektur og ligeledes væsentligt.

### KOMPETENCEMÅL

Den succesfulde studerende skal være i stand til at:

- redegøre for de særlige krav, som et indlejret system stiller til software, og hvordan disse krav kan imødekommes med programmeringssproget: C.
- analysere I/O-moduler, og udvikle effektive hardwarenære programmer til disse.
- vurdere realtids forhold i et embedded system
- redegøre for principperne og algoritmerne bag operativsystemets centrale funktioner.
- implementere operativsystemsfunktioner i et RTOS (Real Time Operating System).
- vise kendskab til de basale elementer i det hardware beskrivende sprog VHDL
- være i stand til at omsætte kredsløbsbeskrivelser i form af funktionstabeller til VHDL.
- kunne designe en synkron tilstands maskine og dokumentere den med tilstands diagrammer, samt beskrive den med VHDL.
- kunne analysere, dimensionere og implementere såvel kontinuert som tidsdiskret regulering af lineære tidsinvariante og stokastiske systemer.
- vise kendskab til principper og strukturer i programmerbar logik i form af CPLD og FPGA kredse
- forstå opbygningen af en moderne CPU
- kende de almindeligt forekomne memorytyper
- kunne designe selekteringskredsløb til en mikroprocessor
- forstå centrale begreber omkring et operativsystems afvikling af et program

### SEMESTERINDHOLD

RB-EBS4 – Indlejrede systemer (indeholder projekt) (30 ECTS)

Modulet er obligatorisk.

## **SAMMENHÆNG**

I RB-EBS4 indgår undervisningen fra embedded programmering, digital programmerbar elektronik, reguleringsteknik og computer systemer.

## §10 Semesterbeskrivelse – 5. Semester

### SEMESTERTEMA

Experts in Teams

### VÆRDIARGUMENTATION

Tværfagligt samarbejde er et centralt element i robotteknologens kompetenceprofil. Det at kunne arbejde i dybden med specielle dele af uddannelsens fagområder er en anden af hans kompetencer. Begge disse kompetencer udbygges gennem det tværfaglige samarbejde med studerende fra andre uddannelser. Herigennem tydeliggøres relevansen af de forskellige fagligheder i uddannelsens obligatoriske del.

Samtidig med dette arbejde uddybes og styrkes uddannelsens kernekompetencer med algoritmer og datastrukturer og statistik.

### KOMPETENCEMÅL

Den studerende skal efter 5. semester kunne:

- Beskrive, problemformulere og udføre et tværfagligt projektarbejde sammen med studerende fra andre uddannelsesretninger.
- Tilegne sig kompetencer beskrevet i de selvvalgte valgfrie kurser.
- Forklare og anvende de grundlæggende modeller og metoder indenfor statistik.
- Forstå og anvende velkendte, almindelige og avancerede datastrukturer og algoritmer.
- Have overblik over robotdomænet (produkter og forskning)

### SEMESTERINDHOLD

RB-ADA5 – Algoritmer og datastrukturer (5 ECTS)

T-STAT5 – Statistik (5 ECTS)

RB-ROB5 – Robotter i kontekst (5 ECTS)

F-EIT5 – Experts in Teams (10 ECTS)

Ovennævnte moduler er obligatoriske. Derudover indgår der i 5. semester et valgfag svarende til 5 ECTS.



## §11 Semesterbeskrivelse – 6. Semester

### SEMESTERTEMA

Bachelorprojekt og valgfrie studier

### VÆRDIARGUMENTATION

Uddannelsen afsluttes med et bachelorprojekt, hvor den studerende demonstrerer en selvstændig, eksperimentel eller teoretisk behandling af en praktisk problemstilling i tilknytning til uddannelsens centrale emner. Den studerende trænes i professionel problemløsning i samarbejde med en intern og en ekstern vejleder.

Herudover afrundes fagsøjlen matematik, og den studerende får en introduktion til videnskabsteori samt endnu et valgfrit modul.

### KOMPETENCEMÅL

Den studerende kan:

- Omsætte tekniske forskningsresultater samt naturvidenskabelig og teknisk viden til praktisk anvendelse ved udviklingsopgaver og ved løsning af tekniske problemer.
- Kritisk tilegne sig ny viden inden for relevante ingeniørmæssige områder og derigennem selvstændigt udvikle løsninger til praktiske ingeniørmæssige problemstillinger.
- Sammenligne og perspektivere de opnåede resultater med den ved projektafgrænsningen udarbejdede problemformulering.
- I skrift og tale formidle projektarbejdet til en foruddefineret målgruppe.
- Arbejde i dybden inden for specielle robot/datateknologiske fagområder.

(se endvidere: Kompetencemål for semestrets moduler)

### SEMESTERINDHOLD

RB-BAP6 – Bachelorprojekt (15 ECTS)

RB-NUM6 – Numeriske metoder (7 ECTS)

RB-IFVT – Videnskabsteori (3 ECTS)

Ovennævnte moduler er obligatoriske. Derudover indgår der i 6. semester valgfag svarende til 5 ECTS.

## **§12 Censorkorps og studienævn**

Uddannelsen hører under Studienævnet for Uddannelserne ved det Tekniske Fakultet og Ingeniøruddannelsernes landsdækkende censorkorps.

## **§13 Ikrafttræden og ændringer**

1. Godkendt af Studienævnet for Uddannelserne ved Det Tekniske Fakultet og af Uddannelsesdirektøren på vegne af Dekanen for Det Tekniske Fakultet d. 14. september 2010.
2. Optag 2012 godkendt af Studienævnet for Uddannelserne ved Det Tekniske Fakultet og af Uddannelsesdirektøren på vegne af Dekanen for Det Tekniske Fakultet d. 13. april 2012 (Version 1.0).
3. Ændringer godkendt af Studienævnet for Uddannelserne ved Det Tekniske Fakultet og af Uddannelsesdirektøren på vegne af Dekanen for Det Tekniske Fakultet d. 16. september 2012 (Version 1.1).