

## **Kapitel 9**

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

## **BACHELOR (BSc) i teknisk videnskab (fysik og teknologi)**

### **Bachelor of Science (BSc) in Engineering (Physics and Technology)**

#### **Studieordning 2016, Version 1.1**

Gældende for studerende optaget fra og med september 2016

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

Fysik og Teknologi er en multidisciplinær ingeniøruddannelse på bachelorniveau med mulighed for en overbygning på civilingeniørniveau, 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.

En bachelor i Fysik og Teknologi arbejder i såvel den private som den offentlige sektor. Overordnet set beskæftiger en bachelor i Fysik og Teknologi sig med:

- Udvikling
- Teknologiske aspekter af forretningsudvikling og dannelse.
- Rådgivning
- Projektledelse

inden for

- Elektronik med højt indhold af måleteknik
- Samspil mellem hardware og software herunder signalbehandling
- Akustiske systemer
- Optiske systemer
- Nanoteknologi og materialeteknologi

## §2 Uddannelsens kompetenceprofil

Bacheloruddannelsen i Fysik og Teknologi er en forskningsbaseret uddannelse, som er tilrettelagt og afvikles efter uddannelseskonceptet 'Den Syddanske Model for Ingeniøruddannelser' (DSMI). Uddannelsens mål og kompetenceprofil er beskrevet i henhold til Den Danske Kvalifikationsrammes beskrivelse af læringsudbyttet inden for kategorierne kompetencer, færdigheder og viden. Af nedenstående oversigt fremgår det, i hvilke kurser på bacheloruddannelsen i Fysik og Teknologi den studerende opnår de nævnte kvalifikationer inden for viden, færdigheder og kompetencer.

### Kvalifikationsmatrix

<b>EN BACHELOR I TEKNISK VIDENSKAB (FYSIK OG TEKNOLOGI) HAR ...</b>	T-MAT1 (1. sem)	T-FYE (1. sem)	T-PRO1 (1. sem)	E-EMSA (2. sem)	E-EMSB (2. sem)	T-ENP (3. sem)	T-MAK (3. sem)	KC-QME (4. sem)	FY523 (4. sem)	T-GTEO (4. sem)	T-SIG (4. sem)	FY531 (4. Sem.)	T-GTEA (5. sem)	T-STAT (5. sem)	F-EIT5 (5. sem)	RB-NUM6 (6. sem.)	RB-IFVT (6. sem)	T-BP (6. sem)
VIDEN OM																		
matematisk logik, matematiske regler, numeriske og matematiske metoder og teknikker samt deres anvendelse i praktiske tekniske og fysiske sammenhænge, herunder viden om brugen af computerbaserede værktøjer inden for modellering og simulering.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X
teori, metoder og eksperimentel praksis inden for klassisk fysik (mekanik, termodynamik og elektromagnetisme) og moderne fysik (kvantemekanik).		X	X	X		X		X	X	X		X	X					X
passive og aktive elektriske komponenter og kan på baggrund heraf forstå og reflektere over teori, metoder og praksis inden for såvel analog som digital elektronik.		X	X	X	X		X				X							
grundlæggende diskret-tid systemteori og de hyppigst anvendte matematiske metoder til digital og analog signalanalyse og signalbehandling.							X				X		X					X

<b>EN BACHELOR I TEKNISK VIDENSKAB (FYSIK OG TEKNOLOGI) HAR ...</b>	T-MAT1 (1. sem)	T-FYE (1. sem)	T-PRO1 (1. sem)	E-EMSA (2. sem)	E-EMSB (2. sem)	T-ENP (3. sem)	T-MAK (3. sem)	KC-QME (4. sem)	FY523 (4. sem)	T-GTEO (4. sem)	T-SIG (4. sem)	FY531 (4. Sem.)	T-GTEA (5. sem)	T-STAT (5. sem)	F-EIT5 (5. sem)	RB-NUM6 (6. sem.)	RB-IFVT (6. sem)	T-BP (6. sem)
grundlæggende bølgeoptik, geometrisk optik samt anvendelsen af de mest almindelige optiske komponenter.						X				X								
grundbegreberne inden for akustik, grundlæggende rumakustik, elektroakustik samt anvendelsen af akustiske transducere, forstærkere, filtre og analyser.													X					
renrumsteknik og de mest almindelige anvendte proces- og karakteriseringsteknikker inden for mikro- og nanoteknologi.						X												
de vigtigste videnskabsteoretiske begreber, herunder etiske problemstillinger, og hvorledes disse bør iagttages i forbindelse med ingeniørarbejde.																	X	X
teori og praksis inden for projektstyring med en indsigt i projektarbejdsformen, der giver forståelse for og refleksion over forskellige processer og faser i projektførelsen, herunder bl.a. deltagernes rollefordeling, samarbejdsproblematikker og kommunikation i projektgruppen.			X		X	X				X			X		X			X
virksomhedsforståelse, herunder markedsanalyse, forretningsmodeller og budgetter.															X			
<b>FÆRDIGHEDER TIL AT KUNNE</b>																		
udvælge og evaluere måleteknikker og – metoder på en videnskabelig baggrund i givne fysiske og tekniske sammenhænge.		X	X	X	X	X				X	X	X	X					X

<b>EN BACHELOR I TEKNISK VIDENSKAB (FYSIK OG TEKNOLOGI) HAR ...</b>	T-MAT1 (1. sem)	T-FYE (1. sem)	T-PRO1 (1. sem)	E-EMSA (2. sem)	E-EMSB (2. sem)	T-ENP (3. sem)	T-MAK (3. sem)	KC-QME (4. sem)	FY523 (4. sem)	T-GTEO (4. sem)	T-SIG (4. sem)	FY531 (4. Sem.)	T-GTEA (5. sem)	T-STAT (5. sem)	F-EIT5 (5. sem)	RB-NUM6 (6. sem.)	RB-IFVT (6. sem)	T-BP (6. sem)
FÆRDIGHEDER TIL AT KUNNE (fortsat)																		
anvende fysiske lovmæssigheder samt matematiske og numeriske metoder og redskaber til at analysere og modellere fysiske og elektriske komponenter/systemer og interaktionen imellem dem.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X
designe, analysere, implementere og validere analoge elektriske kredsløb med passive og aktive komponenter.		X	X	X	X	X	X											X
designe og realisere digitale kombinatoriske kredsløb samt designe, programmere og interface indlejrede microprocessor-baserede systemer.					X													X
anvende programmeringsteknikker, herunder skrive, dokumentere og implementere programmer med specifikke formål.	X				X											X		X
beskrive og anvende de hyppigst anvendte metoder inden for digital signalanalyse og signalbehandling.						X	X				X		X	X				X
udvælge og anvende akustiske og optiske komponenter samt udføre og beskrive praktiske og eksperimentelle målinger, der demonstrerer tekniske anvendelser af komponenterne.										X		X	X					X
vælge og anvende procesteknikker inden for mikro-/nanoteknologi til fremstilling af en given mikro- eller nanokomponent samt specificere, hvorledes de forskellige processer integreres i en samlet procesopskrift.						X												X

<b>EN BACHELOR I TEKNISK VIDENSKAB (FYSIK OG TEKNOLOGI) HAR ...</b>	T-MAT1 (1. sem)	T-FYE (1. sem)	T-PRO1 (1. sem)	E-EMSA (2. sem)	E-EMSB (2. sem)	T-ENP (3. sem)	T-MAK (3. sem)	KC-QME (4. sem)	FY523 (4. sem)	T-GTEO (4. sem)	T-SIG (4. sem)	FY531 (4. Sem.)	T-GTEA (5. sem)	T-STAT (5. sem)	F-EIT5 (5. sem)	RB-NUM6 (6. sem.)	RB-IFVT (6. sem)	T-BP (6. sem)
FÆRDIGHEDER TIL AT KUNNE (fortsat)																		
anvende grundprincipperne inden for termodynamik og kvantemekanik til modellering af udvalgte fysiske og kemiske systemer samt beskrive eksperimentelle metoder, som benyttes til at måle mekaniske, dynamiske og termodynamiske egenskaber af stoffer.				X				X	X			X						X
håndtere og demonstrere projektorganiseret og udviklingsorienteret arbejdsmetoder såvel selvstændigt som i samspil og samarbejde med andre projektdeltagere med samme eller anden faglig eller kulturel baggrund samt dokumentere og formidle resultatet af arbejdet skriftligt på en forståelig, struktureret og reproducerbar form.			X		X	X				X		X	X		X			X
anvende idédannelsesteknikker til at skitsere forretningsideer, som er innovative løsninger til definerede og afgrænsede problemstillinger, herunder analyse, udvikling og dokumentation af forretningsideernes kommercielle muligheder.															X			X
KOMPENCER TIL AT KUNNE																		
identificere, formulere og løse komplekse tekniske udviklingsopgaver i en samfundsmæssig og etisk kontekst.					X	X				X			X		X			X
designe, udføre, vurdere og konkludere på eksperimentelt arbejde på videnskabeligt grundlag og niveau, herunder bedømme usikkerheder og fejlkilder.		X	X	X	X	X				X		X	X					X

<b>EN BACHELOR I TEKNISK VIDENSKAB (FYSIK OG TEKNOLOGI) HAR ...</b>	T-MAT1 (1. sem)	T-FYE (1. sem)	T-PRO1 (1. sem)	E-EMSA (2. sem)	E-EMSB (2. sem)	T-ENP (3. sem)	T-MAK (3. sem)	KC-QME (4. sem)	FY523 (4. sem)	T-GTEO (4. sem)	T-SIG (4. sem)	FY531 (4. Sem.)	T-GTEA (5. sem)	T-STAT (5. sem)	F-EIT5 (5. sem)	RB-NUM6 (6. sem.)	RB-FVT (6. sem)	T-BP (6. sem)
KOMPTENCER TIL AT KUNNE (fortsat)																		
deltage professionelt i og samarbejde om faglige og tværfaglige projekter inden for videnskabeligt udviklingsarbejde, hvor metoder og redskaber fra uddannelsens centrale fag kommer i anvendelse, og hvor de anvendte arbejdsformer fordrer refleksion, samarbejde og selvstændighed.			X		X	X				X		X			X			X
Identificere, strukturere og udbygge egne kompetencer gennem selvstændigt tilrettelagt læring, bl.a. ved brug af den nyeste litteratur			X		X	X						X			X			X

## §3 Uddannelsens fagsøjler

De kompetencer, som en bachelor i Fysik og Teknologi erhverver, opbygges ved, at den studerende arbejder med emner fra 7 fagsøjler. Der er en progression inden for alle emner, der leder hen imod den samlede viden samt de endelige kompetencer og færdigheder. Denne progression er skitseret i nedenstående skema. De 7 fagsøjler er organiseret omkring et fælles grundlag i matematik, fysik, analog og digital elektronik, programmering samt projektarbejde, som indarbejdes i de respektive fagsøjler.

De faglige emner bindes sammen på de enkelte semestre af semestertemaer, der danner rammen om et semesterprojekt og en teoretisk gennemgang af de aktuelle emner.

De faglige søjler er:

1. Elektronik
2. Optik
3. Akustik
4. Nanofysik og nanoteknologi
5. Modellering og signalbehandling
6. Projektledelse og forretningsforståelse
7. Personlige og læringsmæssige kompetencer

### Elektronik

Fagsøjlen: Elektronik indeholder følgende emner:

- Kredsløbsteknik
- Analog elektronik
- Digitalteknik og mikroprocessorteknik
- Elektromagnetismen som grundlag for elektronikken
- Måleteknik og laboratoriearbejde

### Optik

Fagsøjlen: Optik indeholder følgende emner:

- Grundlæggende optik, elektromagnetisme og vektordifferentialregning
- Optiske komponenter og systemer
- Optoelektronik
- Optisk måleteknik og laboratoriearbejde

### Akustik

Fagsøjlen: Akustik indeholder følgende emner:

- Grundlæggende akustik og elektromagnetisme
- Akustiske komponenter og systemer
- Elektroakustik
- Akustisk måleteknik og laboratoriearbejde



### **Nanofysik og nanoteknologi**

Fagsøjlen: Nanofysik og nanoteknologi indeholder følgende emner:

- Grundlæggende kvantemekanik, termodynamik og elektromagnetisme
- Mikro- og nanoteknologier samt renrumsteknik
- Praktisk arbejde med disse

### **Modellering og signalbehandling**

Fagsøjlen: Modellering og signalbehandling indeholder følgende emner:

- Grundlæggende programmering og statistik
- Fysisk modellering, matematisk analyse og numeriske metoder
- Modelleringsværktøjer på computer
- Digital signalbehandling

### **Projektledeelse og forretningsforståelse**

Fagsøjlen: Projektledeelse og forretningsforståelse indeholder følgende emner:

- Forretningsplaner og virksomhedsforståelse
- Projektarbejde og projektledeelse
- Samarbejde og organisation
- Kommunikation
- Ekspertes i grupper ('experts in teams' (EIT))
- Innovation og planlægning
- Strategisk planlægning og værktøjer

### **Personlige og læringsmæssige kompetencer**

Fagsøjlen: PL 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.

Uddannelsens fagsøjler, som er nævnt i §2, konstitueres af kurser og enkelte fagelementer, hvis sammenhæng på og progression mellem de enkelte semestre er skitseret i nedenstående oversigt. For 1. til 3. semester er de enkelte fagelementer i kurserne for hhv. T-FYE, E-EMSA, E-EMSB, T-ENP og T-MAK angivet.

Fagelementernes og kursernes progression i bacheloruddannelsen						
Semester/fagsøjle	Elektronik	Optik	Akustik	Fysik, Nanofysik og nanoteknologi	Modellering og signalbehandling	Projektledelse og forretnings-forståelse, PL-kompetencer
6. semester		T-EOPT*			RB-NUM6	RB-IFVT, Bachelorprojekt
5. semester			T-GTEA, T-EAKU*		T-STAT	F-EIT5, Eksperimentelle del af T-GTEA
4. semester		T-GTEO		FY523, KC-MQE, FY531	T-SIG, FY531	FY531, Eksperimentelle del af T-GTEO
3. semester T-ENP, T-MAK	KRE, EM, PRO3	EM, MATV	EM	EM, NAN, PRO3	MATV, MATA, PRO3	PRO3
2. semester E-EMSA, E-EMSB	ELE2, DAK, DIG, PROG, PRO2			FYS2	FYS2, MAT2, PRO2	PRO2
1.semester T-MAT1, T-FYE, T-PRO1	ELE1, PRO1	FYS1	FYS1	FYS1	FYS1, MAT1, PRO1	PRO1

DAK	Datakonvertering	FYS	Mekanik og termodynamik hhv. 1 og 2	RB-NUM6	Numeriske metoder
DIG	Digitalteknik	T-GTEO	Grundlæggende optik	PL	Personlige og læringsmæssige kompetencer
F-EIT5	Experts in teams	T-GTEA	Grundlæggende akustik	PRO1	1. semesterprojekt
ELE	Elektroteknik hhv. 1 og 2	RB-IFVT	Ingeniørfagets videnskabsteori	PRO2	2. semesterprojekt
EM	Elektromagnetisme	KRE	Kredsløbsteknik	PRO3	3. semesterprojekt
T-EAKU*	Elektroakustik (anbefalet valgfag)	MAT	Matematik hhv. 1 og 2	PROG	Programmering C <sup>++</sup>
T-EOPT*	Optoelektronik (anbefalet valgfag)	MATA	Matematisk analyse	KC-QME	Indledende kvantemekanik
FY523	Termisk fysik (1. kvartal)	MATV	Matematik for vektorfelter	T-SIG	Digital signalbehandling
FY531	Eksperimentel fysik 1	NAN	Nanoteknologi	T-STAT	Statistik

\* Angiver valgfag

T-FYE består af FYS1 og ELE1

E-EMSA består af FYS2, MAT2, ELE2 og DAK

E-EMSB består af DIG, PROG og PRO2

T-ENP består af EM, NAN og PRO3

T-MAK består af MATA og MAT3

## §4 Semestertemaer

Semester	SEMESTERTEMAER
6.	<b>Bachelorprojekt og numeriske metoder</b>
5.	<b>Teoretisk og eksperimentel akustik samt Expert in Teams</b>
4.	<b>Teoretisk og eksperimentel fysik og optik samt signalbehandling</b>
3.	<b>Sensor eller -aktuator fremstillet ved processeringsmetoder anvendt inden for nanoteknologi og baseret på et elektrofysisk eksitations- eller detektionsprincip.</b>
2.	<b>Computerbaseret måling og styring af fysisk-mekanisk system</b>
1.	<b>Modellering, simulering, analogier og eksperimenter</b>

## §5 Uddannelsens struktur og moduler

Semester	Moduler																																			
6.	Numeriske metoder RB-NUM6						RB-IFVT <sup>2</sup>			Valgfag						Bachelorprojekt T-BP																				
5. (a) eller	Ophold på et udenlandsk partneruniversitet <sup>1</sup>																																			
5. (b)	Valgfag						Statistik T-STAT						Grundlæggende teoretisk og eksperimentel akustik T-GTEA												Experts in Teams F-EIT5											
4.	Kvantemekanik 1 KC-QME						Grundlæggende teoretisk og eksperimentel optik T-GTEO												Eksperimentel fysik 1 FY531						Signalbehandling T-SIG						Termisk Fysik FY523					
3.	Matematik og kredsløbsteknik T-MAK										Elektromagnetisme og nanoteknologi T-ENP																									
2.	Elektromekanisk systemdesign A E-EMSA										Elektromekanisk systemdesign B E-EMSB																									
1.	Matematik 1 T-MAT1										Fysik og elektronik T-FYE										Semesterprojekt T-PRO1															
ECTS	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						

- 1) Studerende opfordres til at afvikle 5. semester på et udenlandsk universitet. Vær opmærksom på at kurserne skal godkendes i studienævnet
- 2) RB-IFVT: Ingeniørfagets videnskabsteori

<b>Farvekoder</b>	Konstituerende fag	Valgfag	Udlandsophold
-------------------	--------------------	---------	---------------

## §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.

Det er vigtigt, at de nye studerende hurtigt får indblik i de personlige og læringsmæssige kompetencer, der er nødvendige for gennemførelse af studiet og for de jobs uddannelsen retter sig imod.

Arbejds- og undervisningsformen skal derfor styrke de studerendes samarbejdsevne og evne til projektarbejde, samt deres studieteknik og evne til selvstændigt at opsøge, vurdere og formidle viden.

### KOMPETENCESMÅL

#### Faglige:

Den studerende kan:

- forklare 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 simuleringsprogrammer. 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.
- 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.

- demonstrere og vise forståelse for matematisk logik, matematiske 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 processens statiske og dynamiske adfærd.

**Personlige:** Engagement, initiativ, ansvar, etik og dannelse samt evne til at perspektivere egen læring.

Den studerende kan:

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

**Læringsmæssige:** Udvælgelse, indsamling, analyse og vurdering af datamateriale samt formidling af arbejdsresultater under arbejdsformer, som fordrer refleksion, samarbejde og selvstændighed.

Den studerende kan:

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

## SEMESTERINDHOLD

T-MAT1 – Matematik 1 (10 ECTS)

T-FYE – Fysik og elektronik (10 ECTS)

T-PRO1 – Semesterprojekt i dynamiske systemer (10 ECTS)

Modulerne er obligatoriske og udgør sammen med E-EMSB på anden semester førsteårsprøven.

For at lette overgangen til den mere selvstændigt styrede studieform på universitetet understøttes den studerendes indlæring og udvikling af intensiv vejledning fra undervisere i form af opgaveløsning i hold under vejledning. Yderligere videreudvikles de fra de gymnasiale uddannelser indlærte kompetencer inden for projektsamarbejde og tværfaglighed.

For at sikre den faglige sammenhæng fra adgangsgrundlaget tager alle moduler på uddannelsens 1. semester udgangspunkt i den studerendes gymnasiale niveau i matematik og fysik (herunder også elektronik). Der er en klar kontinuitet i forhold til det gymnasiale niveau, idet opgaveregning, bevisførelse og forsøg, som de studerende har været vant til, fortsat fylder en del på 1. semester. De studerende føres fra det gymnasiale niveau med fokus på løsning af typeopgaver over i en introduktion til ingeniøranvendelse, som tager udgangspunkt i praktiske problemstillinger, der adresseres i semesterprojektet og løses på et ingeniørvidenskabeligt grundlag. Semestret bygger således videre på de studerendes gymnasiale kompetencer og danner grundlaget for det videre studium.

## **SAMMENHÆNG**

Sammenhængen mellem semesterets fagligheder fremgår af kursusbeskrivelserne for T-MAT1, T-FYE og T-PRO1.

Semestret indeholder et semesterprojektet (T-PRO1), som har et omfang af 10 ECTS point og udføres i grupper af 6 studerende. Projektgrupperne sammensættes af semesterkoordinatoren. Til hver projektgruppe tilknyttes en hovedvejleder, hvis opgave er at støtte projektgruppen i dens arbejde. Projektgruppen kan desuden søge faglig vejledning hos underviserne på semesteret.

## §7 semesterbeskrivelse – 2. semester

### SEMESTERTEMA

Computerbaseret måling og styring af et fysisk-mekanisk system.

### VÆRDIARGUMENTATION

På uddannelsens 1. semester har den studerende beskæftiget sig med, hvorledes der i den ideelle verden kan opstilles modeller for elektriske og fysiske systemer, og derigennem forudsige systemernes opførsel.

I den reelle verden er de forholdsvis simple analytiske modeller ofte ikke tilstrækkelige til at beskrive systemers adfærd. Den virkelige verden er ofte mere kompleks, end vi magter at beskrive analytisk. Derfor kan man supplere eller erstatte analytiske modeller med empiriske modeller, der er baseret på en systematisk stimulering og observering af systemerne, der skal modelleres. Denne fremgangsmåde indebærer måling, opsamling, lagring og bearbejdning af information om systemerne.

Systemerne realiseres på baggrund af modellerne med henblik på at kunne observere tilstande i systemet og/eller dets omgivelser, samt eventuelt styre tilstande i systemet.

### KOMPETENCESMÅL

Den studerende skal på 2. semester kunne opbygge et system bestående af:

- en transducer, som omsætter målingen af en fysisk parameter til et målbart elektrisk signal.
- en forstærker, som typisk er opbygget af en eller flere operationsforstærkere.
- omsætning fra en analog repræsentation til en tidsdiskret og digital repræsentation.
- en mikroprocessor, der styrer dataopsamlingen og evt. foretager en databehandling inden alle data transmitteres til en PC.
- en PC, hvorpå der foretages en dataanalyse og -lagring.

Resultatet af databehandlingen i mikroprocessoren henholdsvis dataanalysen i PC'en kan præsenteres via mikroprocessoren og en aktuator kan påvirke og evt. styre et fysisk system.

Ovennævnte læringsmål kan nærmere defineres som følgende faglige, personlige og læringsmæssige mål (FPL-mål):

#### Faglige:

Den studerende kan:

- beregne deformation og dimensionere simple bjælkekonstruktioner, kan beskrive masse- og energitransport i strømmende væsker, samt vurdere behovet for varmetransporten til og fra et system.
- opstille og anvende modeller, der kobler de fysiske, mekaniske og elektriske domæner.
- udføre analog signalkonditionering - i form af forstærkning og filtrering – under antagelse af ideelle komponenter.
- analysere og syntetisere digitale kombinatoriske kredsløb og deres interface til det analoge domæne, på baggrund af viden om grundlæggende digitale begreber, metoder og værktøjer.
- designe, programmere og interface indlejrede microprocessor-baserede systemer.
- opstille algoritmer til behandling af data til og procesudførelse, samt programmere disse i et assemblersprog.



- opstille algoritmer for behandling/analyse af data samt programmere disse algoritmer i et objektorienteret sprog.
- anvende halvlederkomponenter i simple switchkredsløb.
- udvælge, indsamle, analysere og vurdere et datamateriale ud fra grundlæggende statistiske metoder.

**Personlige:** Samarbejde, projektfasemodel, problemløsning og formidling.

Den studerende kan:

- strukturere projektarbejdet efter en projektfasemodel specielt med fokus på: Idefase, problemløsning og formidling. På 1. semester blev der fokuseret på problemanalyse, planlægning og formidling.
- alene og i samarbejde med andre målsætte, planlægge og strukturere arbejdsopgaver. Herunder i et gruppesamarbejde kunne foretage en hensigtsmæssig arbejdsdeling af opgaverne.
- samarbejde i grupper. Herunder beskrive processer som henholdsvis kan hæmme og fremme et gruppearbejde.
- formidle et projekts arbejdsresultater på en struktureret, forståelig og reproducerbar form, i såvel tekst, grafik som i mundtligt form.

Den studerende:

- har kendskab til mulige deltager-funktioner og -roller i forbindelse med gruppearbejde.

**Læringsmæssige:** Udvalgelse, indsamling, analyse og vurdering af datamateriale samt formidling af arbejdsresultater under arbejdsformer, som fordrer refleksion, samarbejde og selvstændighed.

Den studerende kan:

- anvende den problemorienterede og projektorganiserede læringsform, hvor der skal udvises en høj grad af selvstændighed og initiativ.
- anvende en hensigtsmæssig studiestrategi: Kan benytte forskellige tilgange til at erhverve sig viden.
- bedømme andres arbejde (peer-assessment).

## SEMESTERINDHOLD

E-EMSA – Elektromekanisk systemdesign A (10 ECTS)

E-EMSB – Elektromekanisk Systemdesign B (20 ECTS).

Begge moduler er obligatoriske. E-EMSA og E-EMSB udgør sammen med T-MAT1, T-FYE og T-PRO1 fra første semester førsteårsprøven.

## SAMMENHÆNG

Der undervises og evalueres i to moduler på 2. semester: E-EMSA (10 ECTS) og E-EMSB (20 ECTS). I modulet E-EMSB indgår et semesterprojekt, som har et omfang af 10 ECTS point og udføres i grupper af 6 studerende. Projektgrupperne sammensættes af semesterkoordinatoren. Til hver projektgruppe tilknyttes en hovedvejleder, hvis opgave er at støtte projektgruppen i dens arbejde. Projektgruppen kan desuden søge faglig vejledning hos underviserne på semesteret.

## §8 Semesterbeskrivelse – 3. semester

### SEMESTERTEMA

Sensor eller aktuator fremstillet ved processeringsmetoder anvendt inden for nanoteknologi og baseret på et elektrofysisk eksitations- eller detektionsprincip.

### VÆRDIARGUMENTATION

På uddannelsens to første semestre har den studerende beskæftiget sig med, hvorledes der i den ideelle verden kan opstilles modeller for elektriske og fysiske systemer, og derigennem forudsige de respektive systemers opførsel. Og den studerende har beskæftiget sig med ideelle systemmodeller gennem observation og karakterisering af systemernes tilstand. Observationerne er foretaget med et måleapparat baseret på en given transducer med tilhørende simpel signalkonditionering.

Et væsentligt arbejdsområde for civilingeniøren i Fysik og Teknologi er at gøre fysiske parametre i omgivelserne tilgængelige for analog behandling ved at transformere fysiske parametre til elektriske signaler ved hjælp af sensorer. På grundlag af viden om og modeller for de grundlæggende fysiske love skal den studerende kunne specificere, designe og realisere sensorer eller aktuatorer baseret på fremstillingsprocesser inden for mikro- og nanoteknologi.

### KOMPETENCESMÅL

Den studerende skal på 3. semester kunne udvikle sensorer på baggrund af:

- design af sensor/aktuator og signalkonditionerings-elementer ud fra analytisk opstillede overføringsfunktioner, som er udledt på baggrund af fysiske og elektriske modeller.
- validering af designet gennem simulering.
- realisering af sensoren og afprøvning ved målinger, herunder validering i forhold til kravspecifikationerne.

og kunne:

- anvende en færdig sensor/aktuator i en konkret måleteknisk sammenhæng, herunder forestå forsøgsplanlægning og statistisk behandling af forsøgsresultater.
- sammenligne sensoren/aktuatoren baseret på nanoteknologi med en tilsvarende kommerciel sensor/aktuator.

Et vigtigt element er at kunne sammenligne målinger med beregninger og simuleringer, dels for at evaluere/forfine modellerne og dels for at opnå større indsigt i modellernes gyldighedsområde.

Ovennævnte læringsmål kan nærmere defineres som følgende faglige, personlige og læringsmæssige mål (FPL-mål):

### Faglige:

Den studerende kan:

- forklare og anvende modeller for og beregne størrelse og udbredelse af magnetiske og elektriske felter i sensorer og aktuatorer baseret på de elementære elektromagnetiske love, samt sammenligne beregningerne, simuleringer og målinger.
- forklare og anvende modeller for og udføre simuleringer på filterkredsløb bestående af analoge komponenter, ud fra specifikke krav til et analogt signals udseende, form og nøjagtighed, samt sammenligne beregningerne, simuleringer og målinger.

- forstå og anvende nogle af de processer og karakteriseringsteknikker, der indgår i fremstillingen af en sensor/aktuator ved anvendelse af mikro- nanoteknologi.
- karakterisere en færdigudviklet sensor/aktuator realiseret ved hjælp af nanoteknologi.
- foretage statistisk behandling af forsøgs- og måleresultater.

**Personlige:** Samarbejde, projektfasemodel, problemløsning og formidling.

Den studerende:

- kan strukturere projektarbejder efter en projektfasemodel med faserne: Problemanalyse, idefase, planlægning, problemløsning, konklusion og formidling.
- er fortrolig med alene og i samarbejde med andre at målsætte, planlægge, arbejdsdele og strukturere arbejdsopgaver.
- kan anvende processer, der fremmer et gruppearbejde.
- kan håndtere de forskellige deltager-funktioner og -roller, der kan opstå i forbindelse med gruppearbejde.
- kan formidle et projekts arbejdsresultater på en struktureret, forståelig og reproducerbar form, i såvel tekst, grafik som i mundtligt form.

**Læringsmæssige:** Refleksion, samarbejde, selvstændighed og assessment.

Den studerende kan:

- anvende den problemorienterede og projektorganiserede læringsform, hvor der udvises en høj grad af selvstændighed og initiativ.
- anvende en hensigtsmæssig studiestrategi, og anvende forskellige tilgange til at erhverve sig viden.
- bedømme kvaliteten og relevansen af andres arbejde (peer-assessment).
- bedømme kvaliteten og relevansen af eget arbejde (self-assessment).

## SEMESTERINDHOLD

T-ENP – Elektromagnetisme og nanoteknologi (20 ECTS)

T-MAK – Matematik og kredsløbsteknik (10 ECTS)

Modulerne er obligatoriske.

## SAMMENHÆNG

Der undervises og evalueres i to moduler på 3. semester: T-MAK (10 ECTS) og T-ENP (20 ECTS). I modulet T-ENP indgår et semesterprojekt, som har et omfang af 10 ECTS point og udføres i grupper af 6 studerende. Projektgrupperne sammensættes af semesterkoordinatoren. Til hver projektgruppe tilknyttes en hovedvejleder, hvis opgave er at støtte projektgruppen i dens arbejde. Projektgruppen kan desuden søge faglig vejledning hos underviserne på semesteret.

## §9 Semesterbeskrivelse – 4. semester

### SEMESTERTEMA

Teoretisk og eksperimentel fysik og optik samt signalbehandling.

### VÆRDIARGUMENTATION

På uddannelsens tre første semestre har den studerende beskæftiget sig med et bredt elektroteknisk grundlag omfattende modeldannelse, simulering, computerbaseret måling og styring, elektromagnetiske felter, analog signalbehandling samt nanoteknologi.

I dette semester fokuseres der på teori og eksperimentelle metoder og teknikker inden for fysik generelt, og specifikt inden for optik.

Uddannelsens hovedområde inden for teoretisk fysik styrkes med kurserne inden for termisk fysik, kvantemekanik og optik. Ligeledes udbygges kompetencerne inden for eksperimentel metoder og teknikker med kurserne i optik og eksperimentel fysik.

Optik er en klassisk videnskab, hvis teknologiske betydning har været stærkt stigende i de senere år, især efter udviklingen af den første laser i 1960'erne. Det er derfor væsentligt at have en grundlæggende forståelse af optiske fænomener.

Da uddannelsen generelt har meget fokus på eksperimentelle teknikker og metoder, herunder målinger, er det vigtigt, at der opnås faglige kompetencer inden for digital signalbehandling og –analyse.

### KOMPETENCESMÅL

Den studerende skal på 4. semester:

- kunne forstå og anvende grundlæggende teorier, metoder og praksis inden for fysikken og optikken.
- forstå og beskrive optiske fænomener ved hjælp af Maxwells elektromagnetiske teori og gennem kvantitativ behandling, vurdere teknologiske anvendelser.
- opnå fortrolighed med at arbejde i et fysiklaboratorium og i et optiklaboratorium, især gennem udførelse af eksperimentelle målinger, der demonstrerer teknologiske anvendelser.
- gennem projektorienteret undervisningsform, og ved eksperimentelle forsøg, opbygge velfungerende fysiske og optiske målesystemer, som kan anvendes til mangeartede praktiske måleopgaver både i det interne såvel som i det eksterne miljø.
- arbejde med grundlaget for kvantemekanik og termisk fysik.
- anvende termodynamikkens love og Maxwells relationer.
- kunne forklare og anvende metoder til digital signalanalyse og signalbehandling.

Ovennævnte læringsmål kan nærmere defineres som følgende faglige, personlige og læringsmæssige mål (FPL-mål):

#### Faglige:

Den studerende kan:

- forklare den grundlæggende bølgeoptik.
- forklare geometrisk optik og geometrisk optik på matrixform.

- foretage praktiske og eksperimentelt arbejde i et fysiklaboratorium og i et optisk laboratorium, især gennem udførelse af målinger, der demonstrerer teknologiske anvendelser.
- forklare grundbegreberne inden for kvantemekanik, termisk fysik og optik.
- kvalitativt forklare og anvende den kvantemekaniske bølgemekanik.
- forklare og anvende termodynamikkens love og Maxwells relationer.
- kunne forklare og anvende metoder til digital signalanalyse og signalbehandling.

Derudover kan den studerende:

- planlægge, udføre og dokumentere konkrete/eksperimentelle fysiske og optiske målinger/forsøg samt selv tilegne sig den yderligere teoretiske og praktiske viden, der er nødvendig for at gennemføre de givne eksperimenter og projekter.

Se derudover faglige kompetencer der er beskrevet i kurserne FY523, KC-QME, T-GTEO, FY531, T-SIG i fagbasen.

#### **Personlige:**

Den studerende kan:

- anvende en situationsbestemt projektprocesmodel.

#### **Læringsmæssige:**

Den studerende kan:

- vurdere eget kompetenceniveau (self-assessment).
- anvende løbende evaluering/feedback med peer-assessment.

#### **SEMESTERINDHOLD**

KC-QME – Kvantemekanik 1 (5 ECTS).

FY523 – Termisk Fysik (5 ECTS).

FY531 – Eksperimentel fysik 1 (5 ECTS).

T-SIG – Digital signalbehandling (5 ECTS).

T-GTEO – Grundlæggende teoretisk og eksperimentel optik (10 ECTS).

Alle modulerne er obligatoriske.

#### **SAMMENHÆNG**

Modulernes teoretiske og eksperimentelle indhold er et nødvendigt grundlag for at kunne udvikle og anvende avancerede fysiske og optiske modeller og eksperimentelle teknikker. Flere eksperimentelle arbejder indgår T-GTEO og FY531 og har et samlet omfang af 15 ECTS point og udføres i mindre grupper. Projektgrupperne sammensættes af semesterkoordinatoren i samarbejde med de studerende.

## §10 Semesterbeskrivelse – 5. semester

### SEMESTERTEMA

Teoretisk og eksperimentel akustik samt Expert in Teams

### VÆRDIARGUMENTATION

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

Samtidig med dette tværfaglige arbejde udbygges og styrkes uddannelsens kernekompetencer med akustik og statistik.

Akustik indgår i en lang række tekniske problemstillinger, enten som uønsket støj der ønskes mindsket eller som informationsbærende signal. Desuden indgår akustik i en række transducere til målinger på fx hørelsen, af afstande, væskestrømme og meget andet. Et grundlæggende fysisk og teknisk kendskab til akustik og akustiske transducere danner grundlag for at arbejde med disse områder.

Da denne uddannelse i høj grad beskæftiger sig med eksperimentelle metoder og undersøgelser er statistik et meget vigtigt element i uddannelsen til bearbejdelse og fortolkning af eksperimentelle måldata.

### KOMPETENCEMÅL

Den studerende skal på 5. semester kunne:

- beskrive, problemformulere og udføre et tværfagligt projektarbejde sammen med studerende fra andre uddannelsesretninger.
- kunne forstå og anvende grundlæggende teorier, metoder og praksis inden for akustikken.
- opnå fortrolighed med at arbejde i et akustik-laboratorium, især gennem udførelse af eksperimentelle målinger, der demonstrerer teknologiske anvendelser.
- forklare og anvende de grundlæggende begreber, modeller og metoder inden for statistik.
- kunne forstå og anvende grundlæggende teorier, metoder og praksis inden for det selvvalgte valgfrie kursus.

### SEMESTERINDHOLD

F-EIT5 – Experts in Teams (10 ECTS).

T-GTEA – Grundlæggende teoretisk og eksperimentel akustik (10 ECTS)

T-STAT – Statistik (5 ECTS)

Modulerne F-EIT5, T-GTEA og T-STAT er obligatoriske. Derudover indgår der i semestret valgfag svarende til 5 ECTS.

### SAMMENHÆNG

De studerende gennemfører et projekt med en tværfaglig problemstilling som en del af F-EIT5. Forretningsplan og innovation er en integreret del af projektarbejdet.

T-GTEA modulets teoretiske og eksperimentelle indhold er et nødvendigt grundlag for at kunne udvikle og anvende avancerede akustiske modeller og eksperimentelle teknikker. Flere eksperimentelle arbejder ind-

går T-GTEA og har et samlet omfang af 10 ECTS point og udføres i mindre grupper. Projektgrupperne sammensættes af semesterkoordinatoren i samarbejde med de studerende.

T-STAT modulets teori og metoder er essentiel for behandlingen og fortolkningen af eksperimentelle måledata.

### **UDLANDSOPHOLD**

Studerende opfordres til at afvikle 5. semester på et udenlandsk universitet. Vær opmærksom på at kurserne skal godkendes i studienævnet.

## §11 Semesterbeskrivelse – 6. semester

### SEMESTERTEMA

Bachelorprojekt og numeriske metoder

### VÆRDIARGUMENTATION

I semesteret er der fokus på, at den studerende demonstrerer overblik selvstændighed og beherskelse af de centrale fagligheder i uddannelsen. Dette dokumenteres via bachelorprojektet. Semesteret suppleres med valgfag som aftales individuelt. Derudover uddybes kompetencen inden for numeriske metoder. Endelig er det væsentligt, at det ingeniørfaglige videnskabsteoretiske grundlag tilegnes.

### KOMPETENCESMÅL

Den studerende skal på 6. semester:

- kunne formulere, analysere og bearbejde problemstillinger inden for et afgrænset emne, der afspejler hovedvægten i uddannelsens fagligheder gennem udførelse af et bachelorprojekt.
- redegøre for de vigtigste ingeniørfaglige videnskabsteoretiske begreber, herunder etiske problemstillinger, og hvorledes disse bør iagttages i forbindelse med ingeniørarbejde.
- anvende numeriske metoder til løsning af matematiske problemstillinger hentet fra praktiske ingeniørrelevante eksempler, gennemføre numeriske beregninger og vurdere fejlkilderne i udregningerne.
- kunne forstå og anvende grundlæggende teorier, metoder og praksis inden for det selvvalgte valgfrie kursus.

### SEMESTERINDHOLD

T-BP – Bachelorprojekt (15 ECTS)

RB-NUM6 – Numeriske metoder (7 ECTS)

RB-IFVT – Ingeniørfagets videnskabsteori (3 ECTS)

Modulerne T-BP, RB-NUM6 og RB-IFVT er obligatoriske. Derudover indgår der i semestret valgfag svarende til 5 ECTS.

### SAMMENHÆNG

Gennem udarbejdelse af et større projekt (bachelorprojektet) får den studerende mulighed for at opnå viden om og erfaring med professionel problemløsning og kan anvende de metoder og redskaber, der er indlært gennem studiet. Som en del af perspektiveringen er det vigtigt også at forholde sig til de rammer, som den grundlæggende ingeniørvidenskabelige tilgang giver.

Endelig er det vigtigt, at den studerende kan gennemføre numeriske beregninger i ingeniørrelevante problemstillinger, hvor der ikke umiddelbart kan udføres analytiske beregninger.



## § 12 Censorkorps og studienævn

Uddannelsen hører under Studienævnet for Uddannelserne ved det Tekniske Fakultet og Ingeniøruddannelsernes landsdækkende censorkorps. Moduler, der udbydes af det Naturvidenskabelige Fakultet, hører under det naturvidenskabelige censorkorps.

## §13 Ikrafttræden og ændringer

1. Godkendt af Studienævnet for Uddannelserne ved Det Tekniske Fakultet og Studielederen på vegne af Dekanen for Det Tekniske Fakultet d. 14. september 2010.
2. Studieordning for optag 2012 er uændret ift. optag 2011 version 1.1 godkendt af Studienævnet for Uddannelserne ved for Det Tekniske Fakultet og Uddannelsesdirektøren på vegne af Dekanen for Det Tekniske Fakultet d. 21. juni 2012 (Version 1.0).
3. Ændringer godkendt af Studienævnet for Uddannelserne ved Det Tekniske Fakultet og uddannelsesdirektøren på vegne af dekanen for Det Tekniske Fakultet d. 13. november 2013 (Version 1.1)
4. Studieordning 2014 godkendt af Studienævnet for Uddannelserne ved Det Tekniske Fakultet og uddannelsesdirektøren på vegne af dekanen for Det Tekniske Fakultet d. 10. april 2014 (Version 1.0)
5. Ændringer godkendt af Studienævnet for Uddannelserne ved Det Tekniske Fakultet og uddannelsesdirektøren på vegne af dekanen for Det Tekniske Fakultet d. 12. november 2014 (Version 1.1)
6. Studieordning 2015 godkendt af Studienævnet for Uddannelserne ved Det Tekniske Fakultet og uddannelsesdirektøren på vegne af dekanen for Det Tekniske Fakultet d. 11. december 2015 (Version 1.0)
7. Studieordning 2016 er godkendt af Studienævnet for Uddannelserne ved Det Tekniske Fakultet og uddannelsesdirektøren på vegne af dekanen for Det Tekniske Fakultet d. 13. april 2016 (Version 1.0)
8. Ændringer godkendt af Studienævnet for Uddannelserne ved Det Tekniske Fakultet og uddannelsesdirektøren på vegne af dekanen for Det Tekniske Fakultet d. 14. december 2016 (Version 1.1)