

## **Kapitel 9**

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

# **DIPLOMINGENIØR I STÆRKSTRØMSTEKNOLOGI BACHELOR OF ENGINEERING IN ELECTRICAL POWER ENGINEERING**

## **Studieordning 2014, Version 1.1**

Gældende for studerende optaget september 2014

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

Stærkstrømsingeniøren arbejder i såvel den private som den offentlige sektor. Overordnet set beskæftiger stærkstrømsingeniører sig med:

- Udvikling
- Konstruktion
- Projektering
- Vedligeholdelse
- Rådgivning
- Projektledelse

Inden for:

- Elforsyning og elproduktion
- Elkonvertering
- Automation

- hvor arbejdet kan omfatte både enkelte komponenter og sammensatte systemer.

## §2 Uddannelsens kompetenceprofil

Diplomingeniøren i stærkstrømsteknologi skal kunne bestride jobs, hvor der skal omsættes stærkstrømstekniske forskningsresultater samt naturvidenskabelig og stærkstrømsteknisk viden til praktisk anvendelse ved stærkstrømstekniske udviklingsopgaver og ved løsning af stærkstrømstekniske problemer.

Nedenfor er angivet den viden, de færdigheder og de kompetencer den nyuddannede stærkstrømsingeniør skal være i besiddelse af.

Stærkstrømsingeniøren skal have viden om:

- Matematisk logik, matematiske regler, metoder og teknikker samt deres anvendelse i praktiske tekniske og fysiske sammenhænge, herunder viden om PC-baserede værktøjer til modellering og simulering.
- Grundlæggende analog og digital elektroteknik.
- Passive og aktive elektrotekniske komponenter, og på denne baggrund kunne reflektere over teori, metoder og praksis indenfor analog elektronik.
- Teorier, metoder og eksperimentel praksis inden for det stærkstrømsteknologiske område.
- Elforsyningssystemets opbygning, samt om modeller og parametre til beskrivelse af såvel statiske som dynamiske forhold med henblik på dimensionering og projektering.
- Elektrisk og elektromekanisk energiomformning, samt om modeller og parametre til beskrivelse af såvel statiske som dynamiske forhold med henblik på valg ud fra givne krav og specifikationer.
- De vigtigste videnskabsteoretiske begreber, herunder etiske problemstillinger, og hvorledes disse bør iagttages under ingeniør arbejde.
- 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 deltagerens rollefordeling, samarbejde og kommunikation i projektgruppen.
- Virksomhedsforståelse, herunder markedsanalyse, forretningsmodeller, budgetter og regnskaber.

Stærkstrømsingeniøren skal have færdigheder til at kunne:

- Udvælge og evaluere måleteknikker og målemetoder på en praktisk baggrund i givne fysiske og elektrotekniske sammenhænge.
- Anvende fysiske lovmæssigheder samt matematiske metoder og redskaber til at analysere og modellere elektrotekniske komponenter og systemer.
- Designe, analysere, implementere og validere analoge elektriske kredsløb med passive og aktive komponenter.
- Designe og realisere digitale kombinatoriske kredsløb samt designe, programmere og interface indlejrede mikroprocessor-baserede systemer.
- Anvende programmeringsteknikker, herunder skrive, dokumentere og implementere programmer med specifikke formål.

- Udføre beregninger ved anvendelse af modeller, ækvivalenter, parametre og data på elforsyningsystemer og elektriske installationer, under såvel statiske som dynamiske forhold, med henblik på dimensionering og projektering.
- Udføre beregninger ved anvendelse af modeller, ækvivalenter, parametre og data på elektriske maskiner og effektelektronik, under såvel statiske som dynamiske forhold med henblik på valg under hensyntagen til givne krav og specifikationer.
- Håndtere og demonstrere projektor organiseret 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.
- Anvende idédannelsesteknikker til at skitsere forretningsideer, som er innovative løsninger til definerede og afgrænsede problemstillinger, herunder analyse, udvikling og dokumentation af forretningsideernes kommercielle muligheder.
- Udvide initiativ, vedholdenhed, selvstændighed og ansvarlighed.

Stærkstrømsingeniør skal have kompetencer til at kunne:

- Definere, specificere, strukturere, analysere og afgrænse komplekse problemstillinger i såvel klassiske som udviklingsorienterede stærkstrømstekniske sammenhænge.
- 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.
- Selvstændigt tilegne sig, bearbejde og forvalte viden, som dels er nødvendig for et projekts gennemførelse, og dels sikrer en livslang læring og ajourføring inden for de relevante ingeniørfaglige kompetencer.

For at stærkstrømsingeniøren skal kunne udfylde job- og kompetenceprofilen, skal uddannelsen indeholde faglige kompetencer der omfatter: Generering, behandling, konvertering, distribution, simulering, analyse, design og realisering af effekt- og energi-komponenter og -systemer.

Dette gøres ved at uddannelsen opbygges af en basisdelen der fokuserer på brede faglige elektrotekniske kompetencer, samt en specialiseringsdel der sikrer fordybelse i de ovennævnte faglige kompetencer.



DIPLOMINGENIØREN I STÆRKSTRØMSTEKNOLOGI HAR ...											
VIDEN OM	T-SDS (1. sem.)	E-EM51 (2. sem.)	E-EAR1 (3. sem.)	E-ELSY (4. sem.)	E-IFVT (4. sem.)	E-HOAN (5. sem.)	E-EMA (5. sem.)	E-EFN (5. sem.)	F-EIT (5. sem.)	E-IPD (6. sem.)	E-AFP (7. sem.)
Matematisk logik, matematiske regler, metoder og teknikker samt deres anvendelse i praktiske tekniske og fysiske sammenhænge, herunder viden om PC-baserede værktøjer til modellering og simulering	X	X	X	X		X				X	X
Grundlæggende analog og digital elektroteknik	X	X	X	X		X				X	X
Passive og aktive elektrotekniske komponenters karakteristika, og på denne baggrund kunne reflektere over grundlæggende teori, metoder og praksis indenfor analog elektronik	X	X	X	X		X	X	X		X	X
Teorier, metoder og eksperimentel praksis inden for det stærkstrømtekniske område	X	X	X	X		X	X	X		X	X
Elforsyningssystemets opbygning, samt om modeller og parametre til beskrivelse af såvel statiske som dynamiske forhold med henblik på dimensionering og projektering				X		X				X	X
Elektrisk og elektromekanisk energiomformning, samt om modeller og parametre til beskrivelse af såvel statiske som dynamiske forhold med henblik på valg ud fra givne krav og specifikationer				X		X	X	X			
De vigtigste videnskabsteoretiske begreber, herunder etiske problemstillinger, og hvorledes disse bør iagttages under ingeniør arbejde	X				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 deltagernes rollefordeling, samarbejde og kommunikation i projektgruppen	X	X	X	X					X		X
Virksomhedsforståelse, herunder markedsanalyse, forretningsmodeller, budgetter og regnskaber									X	X	
<b>FÆRDIGHEDER TIL AT KUNNE</b>	T-SDS (1. sem.)	E-FMS1 (2. sem.)	E-EAR1 (3. sem.)	E-ELSY (4. sem.)	E-IFVT (4. sem.)	E-HOAN (5. sem.)	E-EMA (5. sem.)	E-EFN (5. sem.)	F-EIT (5. sem.)	E-IPD (6. sem.)	E-AFP (7. sem.)
Udvælge og evaluere måleteknikker og målemetoder på en ingeniørvidenskabelig baggrund i givne fysiske og tekniske sammenhænge	X	X	X	X			X	X		X	X
Anvende fysiske lovmæssigheder samt matematiske metoder og redskaber til at analysere og modellere elektrotekniske komponenter og systemer	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X
Design, analysere, implementere og validere analoge elektriske kredsløb med passive og aktive komponenter	X	X	X	X		X		X	X	X	X
Design og realisere digitale kombinatoriske kredsløb samt design, programmere og interface indlejrede mikroprocessorbaserede systemer		X									
Anvende programmeringsteknikker, herunder skrive, dokumentere og implementere programmer med specifikke formål	X	X									
Udføre beregninger ved anvendelse af modeller, ækvivalenter, parametre og data på elforsyningssystemer og elektriske installationer, under såvel statiske som dynamiske forhold, med henblik på dimensionering og projektering				X		X					
Udføre beregninger ved anvendelse af modeller,				X		X	X	X			

ækvivalenter, parametre og data på elektriske maskiner og effektelektronik, under såvel statiske som dynamiske forhold med henblik på valg under hensyntagen til givne krav og specifikationer											
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
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		
Udvide initiativ, vedholdenhed, selvstændighed og ansvarlighed	X	X	X	X					X	X	X
<b>KOMPETENCER TIL AT KUNNE</b>	T-SDS (1. sem.)	E-EMSI1 (2. sem.)	E-EAR1 (3. sem.)	E-ELSY (4. sem.)	E-IFVT (4. sem.)	E-HOAN (4./5. sem.)	E-EMA (5. sem.)	E-EFN (5. sem.)	F-EIT (5. sem.)	E-IPD (6. sem.)	E-AFP (7. sem.)
Definere, specificere, strukturere, analysere og afgrænse komplekse problemstillinger i såvel klassiske som udviklingsorienterede stærkstrømstekniske sammenhænge			X	X			X	X	X	X	X
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
Selvstændigt tilegne sig, bearbejde og forvalte viden, som	X	X	X	X					X	X	X

dels er nødvendig for et projekts gennemførelse, og dels sikrer en livslang læring og ajourføring inden for de relevante ingeniørfaglige kompetencer												
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--



### §3 Uddannelsens fagsøjler

De kompetencer, som en diplomingeniøren i stærkstrømsteknologi erhverver, opbygges ved, at den studerende arbejder med emner fra fem fagsøjler. Der er en progression inden for alle emner, der leder hen imod den samlede viden samt de endelige færdigheder og kompetencer. Denne progression er skitseret i nedenstående skema.

De fem fagsøjler er:

- Grundlæggende elektroteknik.
- Elforsyning.
- Elkonvertering.
- Automation.
- Personlige og Læringsmæssige kompetencer samt Ingeniørfagets videnskabsteori.

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.

Grundlæggende elektroteknik indeholder følgende emner:

- Elektrofysik.
- Kredsløbsteori.
- Elektronik.
- Matematik.
- Fysik.
- Effektelektronik.
- Reguleringsteknik.
- Digitalteknik.
- Programmering.

Elforsyning indeholder følgende emner:

- Dimensionering og drift af elektriske anlæg.
- Lavspændings-installationer.
- Forsyningssikkerhed og kortslutningssikkerhed.
- Overstrømbeskyttelse.
- HVDC-anlæg.
- Overspændingsbeskyttelse

Elkonvertering indeholder følgende emner:

- Produktion af elektrisk effekt.
- Metoder og komponenter til konvertering mellem elektrisk og mekanisk effekt.
- Metoder og komponenter til konvertering mellem forskellige frekvenser og spændinger.
- Personssikkerhed og førstehjælp.

Automation indeholder følgende emner:

- Modellering og simulering af dynamiske systemer.
- Måleværdiopsamling.
- Måleværdibehandling.
- Programmering.
- Reguleringsteknik.

Personlige og Læringsmæssige kompetencer samt Ingeniørfagets videnskabsteori:

- Engagement, initiativ, ansvar og etik.
- Perspektivere egen læring.
- Analyse og vurdering af data.
- Formidling af resultater.
- Arbejdsformer som fordrer refleksion,
- Samarbejde og selvstændighed.
- Videnskabsteori.

Det faglige indhold og de faglige emner indgår i semesterbeskrivelserne og kursusbeskrivelserne som det fremgår af det følgende skema, der angiver sammenhæng og progression mellem de enkelte semestre. For 1. til 3. semester er de enkelte fagelementer i semesterkurserne for hhv. E-SDS, E-EMS1 og E-EAR1 angivet. Hvorvidt fagsøjlernes højde opnås på 6. og 7. semester, vil afhænge af den valgte praktikvirksomhed og det valgte emne i afgangsprojektet.

Progression i fagsøjlerne					
Semester/fagsøjle	Grundlæggende elektroteknik	Elforsyning	Elkonvertering	Automation	Personlige og Læringsmæssige kompetencer samt Ingeniørfagets videnskabsteori
7. semester		AFP	AFP	AFP	Afgangsprøve: AFP
6. semester		IPD	IPD	IPD	Ingeniørpraktik: IPD
5. semester	HOAN	FED*, HOAN	EFN, EMA, LABP*	TRAE*	F-EIT5, FED*
4. semester	ELSY	ELSY, ELVA*	ELSY	MSD*	ELSY, RB-IFVT
3. semester <b>E-EAR1</b>	KRE, EFY, REG; ELE3, PRO3	EFY, MAT3	KRE, EFY	REG, PRO3	PRO3
2. semester <b>E-EMS-1</b>	ELE2, DIG, DAK, PROG, PRO2	MAT2	MEK	DIG, DAK, PROG, MAT2, PRO2	PRO2
1. semester <b>T-SDS</b>	ELE1, PRO1	ELE1, MAT1, PRO1	FYS, MAT1, PRO1	FYS, MAT1	PRO1

AFP	Afgangsprøve	FED*	Fremtidens elforsyning i Danmark	MSD*	Modellering og simulering af dynamiske systemer
DAK	Datakonvertering	F-EIT5	Experts in teams	PRO1	1. semesterprøve
DIG	Digitalteknik	FYS	Fysik	PRO2	2. semesterprøve
ELVA*	El- og varmeproduktion	HOAN	Højspændingsanlæg	PRO3	3. semesterprøve
ELE	Elektroteknik hhv. 1, 2 og 3	IPD	Ingeniørpraktik	PROG	Programmering C++
EFN	Effektelektronik	KRE	Kredsløbsteknik	RB-IFVT	Ingeniørfagets videnskabsteori
EFY	Elektrofysik	LABP*	Laboratoriekursus P	REG	Reguleringsteknik
EMA	Elektriske maskiner	MAT	Matematik hhv. 1, 2 og 3	TRAE*	Transducere
ELSY	Elforsyningssystemer	MEK	Mekanik		

\* Angiver anbefalet valgfag

## §4 Uddannelsens semestertemaer

Semester	SEMESTERTEMAER
7.	<b>Afgangprojekt</b>
6.	<b>Ingeniørpraktik</b>
5.	<b>Experts In Teams samt Elkonvertering og Højspændingsanlæg</b>
4.	<b>Eldistribution</b>
3.	<b>Måling og generering af elektromagnetiske felter kombineret med analog signalbehandling</b>
2.	<b>Computerbaseret måling og styring af fysisk-mekanisk system</b>
1.	<b>Modellering, simulering, analogier og eksperimenter</b>

## §5 Uddannelsens moduler

Semester	STRUKTUR																																		
7.	Afgangsprojekt E-AFP1																																		
6.	E-IPD1 Ingeniørpraktik																																		
5.	Valgfag	Valgfag	Elektriske Maskiner E-EMA	Effektelektronik E-EFN	Experts In Teams F-EIT5										Højspændingsanlæg E-HOAN																				
4.	Valgfag	Elforsyningssystemer E-ELSY										RB-IFVT*																							
3.	Elektromagnetisme, Analog signalbehandling og Regulerings teknik E-EAR1																																		
2.	Elektromekanisk Systemdesign E-EMS1																																		
1.	Simulering af Dynamiske Systemer T-SDS																																		
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	31	32	33	34	35

\*RB-IFVT: Ingeniørfagets videnskabsteori

## §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.

### KOMPETENCEMÅL

#### Faglige kompetencer:

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 videnskabelig 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.
- anvende matematikken som et værktøj til at koble parametrene i tid og rum der frembringer systemets tilstandsligninger.
- anvende analogier mellem forskellige (elektrisk, mekanisk, termisk, akustisk...) 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, 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 kompetencer:** Engagement, initiativ, ansvar, etik og dannelse samt evne til at perspektivere egen læring.

Den studerende kan:

- udføre et projekt efter 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 kende 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 kompetencer:** 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 projektorgerede 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-SDS – Simulering af Dynamiske Systemer

Modulet er obligatorisk og udgør sammen med E-EMS1 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 indenfor 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 elektroteknik). 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**

1. semester undervises og evalueres som et modul: T-SDS.

Sammenhængen mellem semesterets fagligheder fremgår af kursusbeskrivelsen for T-SDS.

I modulet indgår et semesterprojektet, 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.

### KOMPETENCEMÅL

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 påvirke og evt. styre et fysisk system.

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

#### Faglige kompetencer:

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.

**Personlige kompetencer:** 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 kompetencer:** 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, hvor der skal udvises en høj grad af selvstændighed og initiativ.
- anvende en hensigtsmæssig studiestrategi: Er kan benytte forskellige tilgange til at erhverve sig viden.
- bedømme andres arbejde (peer-assessment).

## SEMESTERINDHOLD

E-EMS1 – Elektromekanisk Systemdesign (30 ECTS)

Modulet E-EMS1 er obligatorisk og udgør sammen med T-SDS førsteårsprøven.

## SAMMENHÆNG

2. semester undervises og evalueres som et modul: E-EMS1.

Sammenhængen mellem semesterets fagligheder fremgår af kursusbeskrivelsen for E-EMS1.

I modulet 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

Måling og generering af elektromagnetiske felter kombineret med analog signalbehandling

### 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 de respektive systemers opførsel.

På 2. semester har den studerende 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 elektroingeniøren er at gøre fysiske parametre i vores omgivelser tilgængelige for elektronisk databehandling ved at transformere fysiske parametre til elektriske signaler ved hjælp af sensorer, der består af transducer- og signalkonditioneringselementer. På grundlag af viden om de fysiske parameters dynamik skal den studerende kunne specificere, designe og realisere transducer- og signalkonditioneringselementer således, at et elektrisk signal indeholder den til formålet nødvendige og tilstrækkelige information om den fysiske parameter.

### KOMPETENCEMÅL

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

- Design af transducer- og signalkonditioneringselementer ud fra analytisk opstillede overføringsfunktioner, som er udledt på baggrund af fysiske og elektriske modeller.
- Validering af designet gennem simulering, der giver en grafisk repræsentation af elementernes overføringsfunktioner.
- Realisering af sensoren og karakterisering ved målinger. Herunder validering i forhold til kravspecifikationerne.

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

### Faglige kompetencer:

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 elektrofysiske love, samt sammenligne beregninger, simuleringer og målingerne.
- på baggrund af parameterbeskrivelse af analoge komponenter, forklare og anvende modeller for og simulere forstærkerkredsløb ud fra specifikke krav til signalforstærkning, samt sammenligne beregninger, simuleringer og målinger.
- Forklare og anvende modeller for og simulere filterkredsløb bestående af analoge komponenter, ud fra specifikke krav til et analogt signals udseende, form og nøjagtighed, samt sammenligne beregninger, simuleringer og målinger.
- kombinere analoge komponenter til elektriske kredsløb, der omdanner og efterbehandler filtrerede analoge signaler til ønskede output.

- anvende de i reguleringsteknisk henseende almindelige matematiske og grafiske metoder til analyse af lineære og kontinuere reguleringssystemer.

**Personlige kompetencer:** 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 kompetencer:** Refleksion, samarbejde, selvstændighed og assessment.

Den studerende kan:

- anvende den problemorienterede og projektorgerede 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

E-EAR1 – Elektromagnetisme, Analog signalbehandling og Reguleringsteknik (30 ECTS)

Modulet E-EAR1 er obligatorisk.

## SAMMENHÆNG

3. semester undervises og evalueres som et modul: E-EAR1.

Sammenhængen mellem semesterets fagligheder fremgår af kursusbeskrivelsen for E-EAR1.

3. semester undervises og evalueres som et modul. I modulet 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

Eldistribution

### VÆRDIARGUMENTATION

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

Et væsentligt arbejdsområde for stærkstrømsingeniøren er elektriske forsyningsystemer: Elforsyningsystemer omfattende elproduktion, eltransmission, eldistribution og elektriske installationer.

### KOMPETENCEMÅL

Den studerende kan:

- Planlægge og dimensionere lednings- og stationsanlæg under hensyntagen til driftsegenskaber for høj- og lavspændingskomponenter under normale driftsforhold.
- Planlægge og dimensionere lednings- og stationsanlæg under hensyntagen til driftsegenskaber for høj- og lavspændingskomponenter under fejl- og koblingssituationer i kombination med karakteristika og egenskaber for beskyttelsesudstyr til sikring af den termiske kortslutningssikkerhed.
- Foretage computerbaserede beregninger på praktiske problemstillinger inden for semesteret, baseret på de ovenstående faglige kompetencer.
- Fortage konkret projektering af højspændingsanlæg og elektriske installationer, samt selv tilegne sig den yderligere teoretiske og praktiske viden der er nødvendig for at gennemføre projektet(erne).
- Redegøre for de vigtigste ingeniørfaglige videnskabsteoretiske begreber, herunder etiske problemstillinger, og hvorledes disse bør iagttages i forbindelse med ingeniørarbejde.
- Forstå og anvende grundlæggende teorier, metoder og praksis inden for det selvvalgte valgfrie kursus.

### Personlige kompetencer:

Den studerende kan:

- anvende situationsbestemt projektprocesmodel.

### Læringsmæssige kompetencer:

Den studerende kan:

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

## **SEMESTERINDHOLD**

E-ELSY: Elforsyningssystemer (17 ECTS)

RB-IFVT: Ingeniørfagets videnskabsteori (3 ECTS)

E-ELSY og RB-IFVT er obligatoriske.

Derudover indgår der i semestret valgfag svarende til 5 ECTS.

## **SAMMENHÆNG**

I modulet E-ELSY indgår et semesterprojekt, som har et omfang af 10 ECTS point og udføres i grupper af 6 studerende. I semesterprojektet arbejdes der med semesterets faglige kompetencer inden for spændingsfald og tabsberegninger, anlægs- og lavspændingsdimensionering, kortslutningsberegninger og relæbeskyttelse, hvor der blandt andet skal anvendes netberegningsprogrammer. 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.

## §10 Semesterbeskrivelse – 5. semester

### SEMESTERTEMA

Expert In Teams samt elkonvertering og højspændingsanlæg

### VÆRDIARGUMENTATION

På dette semester udbygges den studerendes viden, færdigheder og kompetence inden for højspændingsanlæg, som er et vigtigt arbejdsområde inden for elektriske forsyningssystemer.

Tværfagligt samarbejde er et centralt element i stærkstrømsingeniørens kompetenceprofil. Det at kunne arbejde i dybden inden for specielle stærkstrømstekniske fagområder er en anden af stærkstrømsingeniørens kompetencer. Begge disse kompetencer udbygges gennem det tværfaglige samarbejde med studerende fra andre uddannelser. Samtidig tydeliggøres relevansen af de forskellige fagligheder i uddannelsens obligatoriske del, samtidig med at specielle interesser kan tilgodeses gennem valg af valgfrie fag og anvendelse af disse fagområder i projektarbejdet.

### KOMPETENCEMÅL

Den studerende kan:

- Samarbejde med studerende fra andre uddannelser om en kompleks og tværfaglig problemstilling
- Forklare de grundlæggende metoder og beskrive de apparater, der anvendes til elektromekanisk konvertering af elektrisk effekt, og redegøre for de karakteristiske egenskaber og de væsentligste parametre som er dimensionerende for elektriske maskiner
- Forklare virkemåden af dc/dc konvertere, power factor kontrollere, switchede forstærkere og invertere (motordrives), analysere både kendte og nye konverteretopologier og vurdere deres fordele og ulemper, og dimensionere, opbygge og teste et switch mode kredsløb
- Planlægge og dimensionere lednings- og stationsanlæg under hensyntagen til driftsegenskaber for høj- og lavspændingskomponenter under normale driftsforhold.
- Planlægge og dimensionere lednings- og stationsanlæg under hensyntagen til driftsegenskaber for høj- og lavspændingskomponenter under fejl- og koblingssituationer i kombination med karakteristika og egenskaber for beskyttelsesudstyr til sikring af den termiske kortslutningssikkerhed.
- Forstå og anvende grundlæggende teorier, metoder og praksis inden for det selvvalgte valgfrie kursus.

### SEMESTERINDHOLD

F-EIT5 – Experts in Teams (10 ECTS)

E-EMA – Elektriske maskiner (5 ECTS)

E-EFN – Effektelektronik (5 ECTS)

E-HOAN – Højspændingsanlæg (5 ECTS)

F-EIT5, E-EMA, E-EFN og E-HOAN er obligatoriske.

Derudover indgår der i semestret valgfag svarende til 10 ECTS.

### SAMMENHÆNG

5. semester består af 4 obligatoriske moduler (E-EMA, E-EFN, E-HOAN og F-EIT5) samt 2 valgfrie moduler. Modulet Experts in Teams (F-EIT5) afvikles i samarbejde med de øvrige

ingeniøruddannelser og indeholder blandt andet et projekt der udføres i grupper af 6 studerende. Projektgruppen sammensættes af koordinatoren for Experts in Teams.

### **UDLANDSOPHOLD**

Det er muligt at afvikle 5. semester på et udenlandsk universitet, forudsat at kurserne godkendes i Studienævnet.



## §11 Semesterbeskrivelse – 6. semester

### SEMESTERTEMA:

Ingeniørpraktik

### VÆRDIARGUMENTATION

Praktikken er med til at karakterisere diplomingeniøruddannelsen som professionsrettet og praksisnær. Den udgør derfor en central del af uddannelsens indhold.

I semestret fokuseres på praktisk anvendelse af de under studiet erhvervede kompetencer, en udvidelse af den studerendes virksomhedsforståelse og på at skabe sammenhæng mellem teori, praksis og erfaring.

De studerendes kompetencer udvikles ved at deltage i virksomhedens projekter og derved træne den indlærte teori og projektarbejdsform. Der opbygges personlige netværk som kan bruges ved udarbejdelse af afgangsprøve og jobsøgning.

### KOMPETENCEMÅL:

At uddybe den studerendes virksomhedsforståelse, udvikle den studerendes kreativitet, selvstændighed og samarbejdsevner og give den studerende flere af følgende kompetencer:

- Erfaring med at transformere uddannelsens teoretiske kerneområder til praktisk gennemførlige projekter.
- Erfaring i at tilegne sig ny viden i forbindelse med gennemførelsen af projekter.
- Forståelse af en virksomheds organisatoriske, økonomiske, sociale og arbejdsmæssige forhold.
- Indsigt i en virksomheds sociale og administrative miljø, herunder kommunikationen og samarbejdet mellem medarbejdere på flere niveauer samt regler og administrative rutiner.
- Erfaring med fremlæggelse af arbejdsresultater i såvel mundtlig som skriftlig form i forskellige fora bestående af modtagere med forskelligt arbejde, uddannelse og baggrund.

### SEMESTERINDHOLD

E-IPD1 – Ingeniørpraktik (30 ECTS)

Modulet er obligatorisk.

## §12 Semesterbeskrivelse – 7. semester

### SEMESTERTEMA

Afgangsprojekt

### VÆRDIARGUMENTATION

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

### 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.
- Planlægge, realisere og styre tekniske og teknologiske anlæg og herunder være i stand til at inddrage relevante samfundsmæssige, økonomiske, miljø- og arbejdsmiljømæssige konsekvenser i løsningen af tekniske problemer.
- Forholde sig kritisk reflekterende til erfaringer fra ingeniørpraktikken
- Sammenligne og perspektivere de opnåede resultater med den ved defineringen og projektafgrænsningen udarbejdede problemformulering
- I skrift og tale formidle projektarbejdet til en foruddefineret målgruppe

### SEMESTERINDHOLD

E-AFP1 – Afgangsprojekt (30 ECTS).

## §13 Ikrafttræden

1. Godkendt af Studienævnet for Uddannelserne ved Det Tekniske Fakultet og uddannelsesdirektøren på vegne af dekanen for Det Tekniske Fakultet d. 29. april 2014 (Version 1.0).
2. Ændringer godkendt af Studienævnet for Uddannelserne ved Det Tekniske Fakultet og uddannelsesdirektøren på vegne af dekanen for Det Tekniske Fakultet d. 23. juni 2014 (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. 20. maj 2016 (Version 1.1).