

Kapitel 9

Den uddannelsesspecifikke del af studieordningen for diplomingeniøruddannelsen til

STÆRKSTRØMSINGENIØR (EP) BACHELOR OF ELECTRICAL ENGINEERING

Studiestart september 2007

§1 JOBPROFILER

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

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

Inden for:

- Elfremskaffelse
- Elkonvertering
- Procesautomation

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

§2 UDDANNELSENS KOMPETENCEPROFIL

For at stærkstrømsingeniører kan bestride disse jobs skal de være i besiddelse af almene ingeniørfaglige kompetencer samt ingeniørrelevante personlige og læringsmæssige kompetencer. Uddannelsen skal derfor sikre at en stærkstrømsingeniør:

- Ud fra et bredt fagligt grundlag og et anvendelsesorienteret perspektiv kan vurdere og nyttiggøre tekniske og naturvidenskabelige forskningsresultater og viden.
- Med sin tekniske viden og formidlingsevne kan indgå i et konstruktivt og resultatorienteret samarbejde på flere niveauer ved løsning af multidisciplinære projekter i et globalt miljø.
- Kan vurdere deres løsninger ikke kun ud fra et teknisk perspektiv; men også fra et helhedsperspektiv, der omfatter økonomiske, miljømæssige og etiske overvejelser.

- Selvstændigt kan 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.

Dette gøres ved at:

- Den studerende arbejder med grundlæggende naturvidenskabelig faglighed og bliver stillet overfor projekter og opgaver, hvor stærkstrømsingeniørens fagligheder anvendes i stadig mere komplekse tekniske og samfundsmæssige sammenhænge.
- Anvende en aktiverende problembaseret samt projektorganiseret undervisnings-form.
- Den studerende udfører projekter i samarbejde med andre studerende.
- Den studerende præsenterer sit arbejde i skriftlig og mundtlig form.
- Gennemførelsen af studiet kræver initiativ, vedholdenhed, selvstændighed og ansvarlighed af den studerende.

Uddannelsen skal ydermere sikre at en stærkstrømsingeniør kan:

- Definere, specificere, strukturere og afgrænse komplekse stærkstrømstekniske problemstillinger.
- Analysere og forstå stærkstrømstekniske problemstillinger gennem modeldannelse og anvendelser af analogier.
- Kreativt opstille relevante alternative løsningsforslag der hver for sig opfylder de opstillede kvalitetskriterier. En specifik løsning vælges på grundlag af en validering omfattende modelberegninger og -simuleringer samt målinger på kritiske system-komponenter.
- Planlægge realiseringen af den valgte løsning gennem identifikation og beskrivelse af projektløsningen som en række veldefinerede og sammenhængende opgaver beskrevet i detaljerede tidsplaner og aktivitetsplaner.
- Formulere og gennemføre en systemtest på baggrund af en kravspecifikation, og på grundlag heraf afgøre om systemet opfylder de opstillede kvalitetskrav.
- Dokumentere og formidle projektets resultater, så disse kan reproduceres på grundlag af dokumentationen.

Dette gøres ved at:

- Studiet opbygges af tematiserede semestre hvor en faseopdelt projektarbejdsform konsekvent anvendes i semester- og afgangsprojekter.
- Der i undervisningen og projekter arbejdes med tværdisciplinære problemstillinger.
- Der er faglig integration og direkte sammenhæng mellem semesterprojekternes emner og de for semestrene målsatte faglige, personlige og læringsmæssige kompetencer.

For at stærkstrømsingeniører kan udfylde jobprofilen 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 basisdel der fokuserer på brede faglige elektrotekniske kompetencer, samt en specialiseringsdel der sikrer fordybelse i de oven-nævnte faglige kompetencer.

Uddannelsens indhold

Stærkstrømsingeniørens faglige, personlige og læringsmæssige kompetencer (FPL-kompetencer) opbygges gennem uddannelsens basisdel (1. og 2. semester) og specialiseringsdel (3. til 7. semester).

Uddannelsen sigter mod at give den studerende en helheds- og procesorienteret forståelse for problemløsning inden for ingeniørfaget. De tre typer kompetencer er derfor integreret i hele uddannelsen.

I basisdelen arbejder de studerende med et bredt fagligt elektroteknisk grundlag inden for emnerne: Modellering og simulering, analogteknik, digitalteknik, programmering, laboratorietechnik, måleteknik, personlige- og læringsmæssige kompetencer.

Der sigtes mod at kombinere relevante fag på tværs af traditionelle grundfag og anvendelsesfag, så de studerende lærer at arbejde med at analysere sammenhængende og komplekse problemstillinger.

Inden for alle faglige emner samt i arbejdet med personlige og læringskompetencer, er der en progression, som leder hen imod uddannelsens endelige kompetencer.

Semestrene afvikles som hele sammenhængende tematiserede semestre.

De enkelte semestres overordnede temaer er styrende for semesterprojekts faglige indhold samt hvilke faglige emner, der undervises i. Samtidig med de faglige emner arbejder de studerende med målsatte personlige og læringskompetencer, som en integreret del af semestrenes aktiviteter.

§3 KONSTITUERENDE FAGSØJLER

UDDANNELSENS FAGLIGE SØJLER og FAGLIGE KOMPETENCER				
Grundlæggende Elektroteknik	Elfremskaffelse	Elkonvertering	Procesautomation	Personlige og Læringsmæssige kompetencer (PL) samt Ingeniørfagets videnskabsteori (IFVT)
Elektrofysik. Kredsløbsteori. Elektronik. Matematik. Fysik. Effektelektronik. Reguleringsteknik. Digitalteknik. Programmering.	Forsyningssikkerhed og kortslutningssikkerhed. Dimensionering og drift af elektriske anlæg. Lavspændingsinstallationer. Overstrømsbeskyttelse. Højspændingskomponenter. Overspændingsbeskyttelse	Produktion af elektrisk effekt. Metoder og komponenter til konvertering mellem elektrisk og mekanisk effekt, samt mellem forskellige frekvenser og spændinger. Personsikkerhed og førstehjælp.	Modellering og simulering af dynamiske systemer. Måleværdiopsamling. Måleværdibehandling. Styring. Reguleringsteknik. Proces knowhow.	Engagement, initiativ, ansvar, etik, perspektivere egen læring. Analyse og vurdering af data. Formidling af arbejdsresultater. Arbejdsformer som fordrer refleksion, samarbejde og selvstændighed. Ingeniørfagets videnskabsteori

Det faglige indhold og de faglige emner vil fremgå af semesterbeskrivelserne og kursusbeskrivelserne.

§4 UDDANNELSENS SEMESTERTEMAER

Semester	SEMESTERTEMAER
7.	Afgangprojekt
6.	Ingeniørpraktik
5.	Elektriske maskiner samt Styring, Regulering og Overvågning (SRO) i Expert In Teams (EIT)
4.	Eldistribution
3.	Måling og generering af elektromagnetiske felter kombineret med analog signalbehandling.
2.	Computerbaseret måling og styring af fysisk-mekanisk system.
1.	Analogier samt modellering og simulering af simple dynamiske systemer.

§5 UDDANNELSENS MODULER

Semester	STRUKTUR																				
7.	E-AFP1 Afgangsprojekt																				
6.	E-IPD1 Ingeniørpraktik																				
5.	Valgfag	Valgfag	E-EMA Elektriske Maskiner				E-EFN Effekt-elektronik				Projekt Experts In Teams (EIT)										
4.	Valgfag	E-ESY1 Elforsyningssystemer Højspændingsanlæg, Elfremskaffelse og Computerbaserede netberegninger																E-IFVT*			
3.	E-EAR1 Elektromagnetisme, Analog signalbehandling og Reguleringsteknik Elektronik, Reguleringsteknik, Elektrofysik og Matematik																				
2.	E-EMS1 ElektroMekanisk Systemdesign Elektronik, digitalteknik og programmering																				
1.	E-SDS1 Simulering af Dynamiske Systemer Kredsløbsteknik, Fysik og Matematik																				
ECTS POINT	1																				1

*E-IFVT: Ingeniørfagets videnskabsteori

§6 SEMESTERBESKRIVELSE – 1. SEMESTER

SEMESTERTEMA

Analogier samt modellering og simulering af simple dynamiske systemer.

VÆRDIARGUMENTATION

Det er vigtigt, at de nye studerende hurtigt får indblik i det teoretiske grundlag for uddannelsens faglige kompetencer og møder denne faglighed samt dens praktisk anvendelse fra første dag på studiet.

Udgangspunktet for semesterets tema er derfor modeldannelse.

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

Den studerende kan:

- 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 (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.
- anvende en problembaseret læringsform i en projektor organiseret struktur.

SEMESTERINDHOLD

ANALOGIER SAMT MODELLERING OG SIMULERING AF SIMPLE DYNAMISKE SYSTEMER

PROJEKT

Semesterprojektet 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.

Faglige, Personlige og Læringsmæssige kompetencemål (FPL-mål).

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 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 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.

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 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 projektfasemodell, 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.

Modulet E-SDS1 er obligatorisk og udgør studieegnethedsprøven.

§7 MODULBESKRIVELSE – 1. SEMESTER

Modulbeskrivelsen, der knytter sig til diplomingeniøruddannelsen i Elektroteknik (stærkstrøm), og som er gældende på første semester for studerende optaget i september 2007, ligger i Fagbasen under udbud efterår 2007.

§8 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 derfor 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.

SEMESTERINDHOLD

COMPUTERBASERET MÅLING OG STYRING AF ET FYSISK-MEKANISK SYSTEM

PROJEKT

Semesterprojektet 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.

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 microprocessorbaserede 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 projektorgerede 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).

Modulet E-EMS1 er obligatorisk.

§9 MODULBESKRIVELSE – 2. SEMESTER

Modulbeskrivelsen, der knytter sig til diplomingeniøruddannelsen i Elektroteknik (stærkstrøm), og som er gældende på andet semester for studerende optaget i september 2007, ligger i Fagbasen under udbud forår 2008.

§10 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 derfor 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.

SEMESTERINDHOLD

MÅLING OG GENERERING AF ELEKTROMAGNETISKE FELTER KOMBINERET MED ANALOG SIGNALBEHANDLING

PROJEKT

Semesterprojektet 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.

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 målinger.
- 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).

Modulet E-EAR1 er obligatorisk.

§11 MODULBESKRIVELSE – 3. SEMESTER

Modulbeskrivelsen, der knytter sig til diplomingeniøruddannelsen i Elektroteknik (stærkstrøm), og som er gældende på tredje semester for studerende optaget i september 2007, ligger i Fagbasen under udbud efterår 2008.