

Elektro- och systemteknik

/Electrical Engineering/

Forskarutbildningsämnet Elektro- och systemteknik omfattar följande ämnesområden:

- **Elektro- och systemteknik med inriktning mot datorseende** /Electrical Engineering with specialization in Computer Vision / SCB kod: 10207/
- **Elektro- och systemteknik med inriktning mot datorteknik** /Electrical Engineering with specialization in Computer Engineering / SCB kod: 10206/
- **Elektro- och systemteknik med inriktning mot elektroniska kretsar och system** /Electrical Engineering with specialization in Integrated Circuits and Systems / SCB kod: 20299 /
- **Elektro- och systemteknik med inriktning mot fordonssystem** /Electrical Engineering with specialization in Vehicular Systems / SCB kod: 21199 /
- **Elektro- och systemteknik med inriktning mot informationskodning** /Electrical Engineering with specialization in Information Coding / SCB kod: 20204 /
- **Elektro- och systemteknik med inriktning mot kommunikationselektronik** /Electrical Engineering with specialization in Communication Electronics / SCB kod: 20299 /
- **Elektro- och systemteknik med inriktning mot kommunikationssystem** /Electrical Engineering with specialization in Communication Systems / SCB kod: 20203/
- **Elektro- och systemteknik med inriktning mot reglerteknik** /Electrical Engineering with specialization in Automatic Control / SCB kod: 20202 /

Ämnesbeskrivning

Elektro- och systemteknik omfattar ett brett spektrum av analys-, modellerings-, och konstruktionsmetoder inom reglersystem, elektronik, telekommunikation och datorseende. Ämnet har en stark förankring i matematik och matematisk modellering av fysikaliska system, och fokus på analys och konstruktion av system i praktiska och industrirelevanta tillämpningar. Ämnet är tvärvetenskapligt till sin natur då analys och konstruktion av komplexa system kräver kunskap från flera olika delområden. Ämnet angränsar också mot andra discipliner, särskilt inom datavetenskap, då konstruktion av komplexa system innefattar partitionering och integration av hårdvara och mjukvara. Forskarutbildningen inom elektro- och systemteknik syftar till att utbilda tekniska licentiater och doktorer med förmåga att förstå och utveckla metodiker inom detta fält.

Behörighet och urval

Den grundläggande behörigheten samt allmänna principer för urval anges i fakultetens *Studiehandbok för utbildning på forskarnivå*.

Särskild behörighet

Behörig att antas till utbildning på forskarnivå i Elektro- och systemteknik är den som avlagt civilingenjörsexamen på program med anknytning till ämnesområdet, eller som har avlagt annan examen på avancerad nivå med motsvarande teknikvetenskaplig omfattning och fördjupning.

Examen

Utbildning på forskarnivå i Elektro- och systemteknik leder till en doktorexamen eller licentiatexamen. Den senare kan också utgöra en etapp i utbildningen. Licentiatexamen omfattar 120 högskolepoäng varav kurser motsvarar studier om 45-60 högskolepoäng och avhandlingsarbetet motsvarar studier om 60-75 högskolepoäng. Doktorexamen omfattar 240 högskolepoäng varav kurser motsvarar studier om 90-120 högskolepoäng och avhandlingsarbetet motsvarar studier om 120-150 högskolepoäng. Antalet kurspoäng specificeras vid upprättandet av doktorandens individuella studieplan.

Utbildningens mål och genomförande

Gemensamma mål och syften med utbildning på forskarnivå anges i inledningen av fakultetens *Studiehandbok för utbildning på forskarnivå* samt i högskoleförordningens examensordning (återgiven i bilaga till *Studiehandboken*).

Utbildning på forskarnivå i Elektro- och systemteknik ger doktoranden förutsättningar att uppfylla samtliga examensmål. Utbildningen består av forsknings- och avhandlingsarbete, kurser, deltagande i seminarier, medverkan vid nationella och internationella konferenser och samverkan med industrin.

Utbildningen ger doktoranden bred kunskap och förståelse inom Elektro- och systemteknik genom att doktoranden deltar i breddningskurser inom ISY och andra institutioner, speciellt ITN, MAI, IDA, IFM och IEI, och läser doktorandkurser inom respektive ämnesområde.

Doktoranden förvärvar djup kunskap och förståelse inom Elektro- och systemteknik och i synnerhet inom sin forskningsinriktning genom att aktivt delta i några av fördjupningskurserna inom ämnesområdet, utföra självständigt arbete inom ett eller flera forskningsprojekt, delta i diskussioner vid seminarier och konferenser och delta i samarbete med industrin.

Doktoranden utvecklar förtrogenhet med vetenskaplig metodik genom egen forskning, som kan omfatta teoretiska beräkningar eller laboratorieexperiment liksom samverkan med industrin, och genom att genomgå en obligatorisk kurs i forskningsmetodik.

Doktorander i Elektro- och systemteknik förvärvar färdigheter och förmågor genom att

- självständigt planera och genomföra både teoretiskt och experimentellt forskningsarbete
- i respektive ämnesområdes seminarieserie regelbundet redovisa hittills uppnådda resultat och planeringen för det fortsatta avhandlingsarbetet
- delta i några av de stora internationella konferenserna inom respektive ämnesområde
- utnyttja internationella konferenser för att presentera sin egen forskning och därigenom träna sin förmåga att uppträda inför kollegor från olika forskningsfält och kritiskt granska både sin egen forskning och de andra deltagarnas forskningsarbete

Värderingsförmågor och förhållningssätt utvecklas i Elektro- och systemteknik genom att doktoranderna dels genomgår kurser i forskningsetik och dels konfronteras med praktiska problem inom forsknings- och industrisamarbeten. Doktoranderna inom Elektro- och systemteknik visar intellektuell självständighet genom att författa en monografi- eller sammanläggningsavhandling.

Avhandling

Avhandlingen omfattar som regel ett aktuellt ämne inom respektive ämnesområde och resultaten som ingår i avhandlingen ska normalt ha publicerats i välrenommerade internationella tidskrifter och/eller konferenser. Avhandlingen kan vara en monografi- eller sammanläggningsavhandling.

Individuell studieplan

För varje doktorand ska en individuell studieplan upprättas. Den närmare planeringen av kurser och andra moment görs i samråd med handledarna och dokumenteras i den individuella studieplanen (se *Studiehandbok för utbildning på forskarnivå*, avsnitt 5.3). Studieplanen upprättas senast en månad efter antagningen och revideras minst en gång per år.

Handledning

Allmänna bestämmelser för handledning finns i *Studiehandbok för utbildning på forskarnivå*, Kap. 4, och i *Policy för handledning inom forskarutbildning vid LiTH*.

Kurser

Den närmare planeringen av kurser och andra moment görs i samråd med handledarna och dokumenteras i den individuella studieplanen (se *Studiehandbok för utbildning på forskarnivå*, avsnitt 5.3).

Kursinnehållet väljs efter de forskarstuderandes ämnesområde. De kurser som ges inom de olika ämnesområdena kan variera från ett år till ett annat för att kunna tillgodose aktuell forskningsverksamhet. Kurser kan läsas individuellt eller i grupp. I det senare fallet anordnas ofta lärarledda seminarier. Som regel ges en eller två sådana seminarier per läsår och ämnesområde.

Utöver kurser inom ämnet och ämnesområdet rekommenderas grundläggande kurser från andra och angränsande områden, såsom engelska, matematik och datavetenskap, där så är lämpligt.

Av kurspoängen kan en mindre del avsättas till kurser av icke-teknisk karaktär, såsom forskningsetik och metodik, pedagogik, artikelskrivande, presentationsteknik och engelska.

Kursdelen kan innefatta projektarbete, seminariekurser och industriprojekt.

I kursdelen kan även ingå:

- Kurser inom grundutbildningen som ej ingått i den studerandes grundexamen
- Självständigt utvärderande litteraturstudiekurs med redovisning i rapportform
- Uppdragsforskning (skild från avhandlingsarbete)

Fakultetsgemensamma kurskrav

Vetenskapsteori, metodik och etik

Samtliga doktorander antagna från och med 1 januari 2010 ska för att få examen ha genomgått av fakulteten beslutade obligatoriska kurser i metodik och etik, eller bedömts ha motsvarande kompetens.

Pedagogisk utbildning

Alla doktorander som undervisar ska genomgå en grundläggande pedagogisk kurs. Minst 3 högskolepoäng från denna kurs ska ingå i utbildningen på forskarnivå och eventuella resterande poäng

ska räknas som institutionstjänstgöring (se *Studiehandbok för utbildning på forskarnivå*, avsnitt 5.5).

Ämnesgemensamma kurser

Nedanstående kurser är av mer allmän karaktär och av brett intresse inom forskarutbildningsämnet. Mer specialiserade kurser anges under respektive ämnesområde.

- Analog/digital systemkonstruktion
- Informationsteori
- Kommunikationsteori
- Konvex optimering
- Linjära system
- Matristeori
- Signalbehandling
- Signalteori
- Teknisk rapportskrivning

Tillgodoräkning

Tillgodoräknande av utbildningsmoment görs enligt *Studiehandbok för utbildning på forskarnivå*, avsnitt 5.6. Kurser som ligger till grund för den grundläggande eller den särskilda behörigheten för antagning till utbildning på forskarnivå får inte tillgodoräknas inom forskarutbildningen.

Ämnesområden

Elektro- och systemteknik med inriktning mot datorseende

Datorseende är en specialisering inom systemteknik och informationsbehandling där automatiserad bearbetning och analys av bilder studeras. Forskningen inom området syftar till att finna effektiva system och metoder för detta. Ämnesområdet har beröringspunkter med ett flertal tekniska ämnen såsom artificiell intelligens, maskininlärning, optimeringslära, signalteori, reglerteknik, statistik och datavetenskap. Viktiga beröringspunkter finns även med icketekniska ämnen såsom medicin, psykologi och biologi. De problem som studeras inom datorseende omfattar ofta en kombination av ett flertal av dessa delområden, vilket ger ämnet en interdisciplinär karaktär. Området möjliggör inriktning längs matematisk metodologi såväl som tillämpad teknik.

Områdesspecifika kurser

För totalt kurskrav se under rubriken Examen. Exempel på typiska kurser inom ämnesområdet:

- Seende robotsystem
- Visuell objektigenkänning
- Geometri för datorseende
- Avancerade metoder för signalbehandling
- Visuella särdrag och klustring
- Neuronnät och maskininlärning
- Biologiska seende system

Elektro- och systemteknik med inriktning mot datorteknik

Datorteknik omfattar konstruktion och användande av integrerade kretsar och system för behandling av data. Forskningen inom området syftar till utvecklandet av metoder för detta, från aritmetiska kretsar och arkitekturer till algoritmer och gränssnittet mellan hård- och mjukvara.

Områdesspecifika kurser

För totalt kurskrav se under rubriken Examen. Exempel på typiska kurser inom ämnesområdet:

- Avancerad datoraritmetik
- Avancerad datorarkitektur
- Distribuerade och parallella datorsystem
- Effekter av ändlig precision
- FPGA-konstruktion
- Heltaloptimering och kombinatorisk optimering
- Inbyggda system
- Kompilatorteknik
- Signalbehandling
- Systemkonstruktion
- VLSI-implementering

Kurser inom tillämpningsområden samt relaterade områden rekommenderas i den mån det anses lämpligt.

Elektro- och systemteknik med inriktning mot elektroniska kretsar och system

Elektroniska kretsar och system omfattar fysikaliska och tekniska aspekter på analys, konstruktion och tillverkning av sammansatta halvledarkomponenter, integrerade kretsar samt elektroniska system baserade på integrerade kretsar. Utbildningen på forskarnivå bygger vidare på de centrala delarna av civilingenjörsutbildningarna inom grundutbildningsprogrammen för datateknik och teknisk fysik och elektroteknik, samt masterprogrammen inom t.ex. elektronik och system-on-chip.

Områdesspecifika kurser

För totalt kurskrav se under rubriken Examen. Exempel på typiska kurser inom ämnesområdet:

- Avancerade elektroniska komponenter
- Konstruktion av högpresterande och energieffektiva digitala, analoga, och radio IC kretsar
- Konstruktion av dataomvandlare och blandade analoga/digitala kretsar
- Lågeffekt IC-konstruktion
- Energiåtervinning och självförsörjande elektroniska kretsar och system
- Sensorutläsningskretsar och system
- Avancerad radiokonstruktion

Elektro- och systemteknik med inriktning mot fordonssystem

Fordonssystem omfattar styrning, reglering, diagnos och övervakning av funktioner i fordon. Angreppssättet är systemtekniskt och omfattar bl.a. utnyttjande av fysikalisk beskrivning, simulering, sensorhantering och styrning, där många olika angreppssätt kan kombineras. Utveckling av sådana system kräver god kunskap från ett flertal områden så som regler- och styrteknik, mekanik, mätteknik, signalbehandling, termodynamik, fordonsdynamik, datalogi samt människa-maskin-interaktion. Centrala forskningsområden inom ämnet är metodutveckling och tillämpningar inom diagnos, modellering, fordonsframdrivning och beteende.

Områdesspecifika kurser

För totalt kurskrav se under rubriken Examen. Exempel på typiska kurser inom ämnesområdet:

- Modellering och reglering av efterbehandlingsystem
- Prognostik och preventivt underhåll
- Turboladdning av förbränningsmotorer
- Sensor- och mätteknik för motorer
- Motorhistoria
- Olinjära observatörer
- Tillämpad termodynamik
- Diagnos och övervakning av tekniska system
- Elektriska drivsystem
- Simulering av ordinära och differential-algebraiska ekvationer
- Numerisk optimal styrning
- Förbränningsmotorer
- Fordonsdynamik
- Statistisk slutledning
- Matrasteori

Elektro- och systemteknik med inriktning mot informationskodning

Informationskodning omfattar metoder för effektiv och säker representation och överföring av information. Ämnesområdet har sin grund i informationsteori men hämtar inspiration från områden som signalteori, kommunikationsteori, krypteringsteknik, kvantinformationsteori, kvantkommunikation och datorgrafik. Aktuella forskningsrubriker inom området är kvantinformatik, kommunikationssäkerhet, videokodning, samt heloptiska nät. Området karakteriseras av ett starkt internationellt samarbete med olika forskar- och industrigrupper. Som forskare inom området bör man vara beredd att tidigt medverka i sådant samarbete. Detta kan ske genom medverkan i internationellt sammansatta projekt eller i form av en kortare eller längre tids vistelse vid en utländsk forskargrupp.

Områdesspecifika kurser

För totalt kurskrav se under rubriken Examen. Exempel på typiska kurser inom ämnesområdet:

- Informationsteori
- Signalteori
- Kommunikationsteori
- Signalbehandling
- Kvantdatorer
- Kvantinformationsteori
- Kodningsteori
- Avancerad videokodning
- Datorseende
- Visuell perception
- Datorarkitektur
- VLSI-design

Elektro- och systemteknik med inriktning mot kommunikationselektronik

Kommunikationselektronik omfattar högfrekvenselektronik för kommunikation i såväl låg som hög datahastighet. Olika kommunikationstillämpningar ställer olika krav på teknologin bakom den. Exempelvis ingår trådlösa system för sensornätverk där höga krav ställs på energieffektivitet och robusthet. I ett annat fall kan utmaningen ligga i hög hastighet i dataöverföringen. Här ställs krav på system som kan hantera komplex modulerade signaler eller bredbandiga signaler. Gemensamt är att effektiviteten per överförd bit ska vara hög oavsett. Forskning och utveckling av högfrekvenselektronik i företrädesvis gigahertzområdet kräver designmetodik som tar hänsyn till vågegenskaper hos elektroniken. God fysikalisk kännedom om material och ingående komponenter är en viktig del. Analys av komponenter och system behöver beräkningsmodeller som inkluderar elektromagnetiska egenskaper.

Områdesspecifika kurser

För totalt kurskrav se under rubriken Examen. Exempel på typiska kurser inom ämnesområdet:

- Antennteorier och teknik
- Radiofrekvenselektronik
- RF-systemutveckling
- Mikrovågsteknik
- Trådlösa sensornätverk
- Mikrodatorsystem/inbyggda system
- Digital kommunikationselektronik
- Analog/digital systemkonstruktion
- Elektromagnetisk kompatibilitet och mönsterkortdesign

Kurser inom relaterade områden, såsom elektroniska kretsar och system, kommunikationssystem, samt informationskodning, rekommenderas i den mån det anses lämpligt.

Elektro- och systemteknik med inriktning mot kommunikationssystem

Kommunikationssystem omfattar alla tekniska och metodologiska aspekter av kommunikationsnät, speciellt kommunikation över trådlösa länkar och nätverk, samt implementeringsaspekter av den teknik som används i sådana länkar och nät.

Områdesspecifika kurser

För totalt kurskrav se under rubriken Examen. Exempel på typiska kurser inom ämnesområdet:

- Kommunikationsteori
- Trådlös kommunikation
- MIMO-teknik
- Detektion och estimeringsteori
- Statistisk signalbehandling
- Kommunikationsnät
- Informations- och kodningsteori
- Effektiva algoritmer och implementeringsaspekter

Kurser inom relaterade områden, såsom reglerteknik, elektronik, datorteknik, bildkodning, bildbehandling, antennteknik, matematisk statistik eller tillämpad matematik, rekommenderas i den mån det anses lämpligt.

Elektro- och systemteknik med inriktning mot reglerteknik

Det reglertekniska grundproblemet är att i närvaro av störningar styra ett system för att uppnå ett givet syfte, med hänsyn till delvis okända systemegenskaper och begränsningar av till exempel teknisk och ekonomisk natur. Förutom på tekniska system kan metoderna i princip tillämpas på till exempel ekonomiska och biologiska system. I sina tillämpningar gränsar ämnesområdet mot flertalet tekniska ämnen men också mot exempelvis produktionsekonomi. Ämnesområdet i sig är dock inte knuten till någon viss tillämpning utan ger en allmän metodik för att studera och analysera dynamiska system. Den teoretiska delen har starka kopplingar till matematik, matematisk statistik, optimeringslära och datalogi. Forskningen rör modellering och systemidentifiering, analys och syntes av reglersystem samt signalbehandling för olinjära dynamiska system med tillämpningar inom reglerteknik.

Områdesspecifika kurser

För totalt kurskrav se under rubriken Examen.

Följande grundkurser inom ämnesområdet ges som regel vartannat år:

- Linjära system
- Systemidentifiering
- Olinjär reglering
- Robust flervariabelreglering

Syftet med dessa kurser är att ge en bred och solid bas inom Reglerteknik. För doktorexamen ska tre av dessa kurser fullföljas och för licentiatexamen ska två av dessa kurser fullföljas.

Exempel på typiska valfria kurser inom ämnesområdet:

- Linjär estimering
- Signalbehandling
- Adaptiv filtrering och feldetektering
- Hybrida system
- Adaptiv reglering
- Modellbygge
- Optimal styrning
- Praktiska reglerproblem
- Konvex optimering
- Målföljning
- Modellering och reglering av industrirobotar

Doktorander i Reglerteknik uppmuntras även att bredda sin kompetens genom att läsa doktorandkurser vid till exempel Matematiska institutionen och Institutionen för datavetenskap.

Övergångsbestämmelser

Ändringar i den allmänna studieplanen gäller inte de doktorander som redan antagits i ett ämne. Byte till den nya studieplanen kan dock ske om både huvudhandledare och doktorand är överens. Detta skall i så fall dokumenteras i den individuella studieplanen.