



## ELEKTRONIK, SYSTEM OCH SIGNALER

ETI240

### Electronics, Systems and Signals

**Antal poäng:** 24. **Betygskala:** TH. **Kursansvarig:** Universitetsadjunkt Bertil Larsson, Elektrovetenskap. **Prestationsbedömning:** Slutbetyg beräknas som heltalsdelen av medelvärdet av betygen från delkurserna Analog elektronik, Komponentfysik, Digital signalbehandling, Elektromagnetisk fältteori, Elenergiteknik och Analysuppgiften. Delbetygen är angivna med en decimal. **Hemsida:** <http://www.es.lth.se/ugradcourses/eti240/kurs.html>. **Övrigt:** Kursen och ingående delkurser får endast läsas eller tenteras av dem som påbörjat kursen senast läsåret 2002/03.

#### Mål

##### *Kunskapsmål*

Efter genomgången kurs ska studenten:

- ha tillägnat sig en helhetssyn på elektronik och elektriska system,
- kunna redogöra på detaljnivå för funktionsblockens uppbyggnad,
- kunna använda metoder och modeller för att analysera elektronik, elektriska system och elektriska signaler.

##### *Färdighetsmål*

Efter genomgången kurs ska studenten:

- ha goda färdigheter i att analysera elektronik och elektriska system samt kunskap i konstruktion av enklare kretsar och system,
- kunna gå i steg från system ned på komponentnivå. Studenten skall också ha förmåga att gå från komponentnivå till ett elektriskt system. Vidare ska studenten ha förmågan att utnyttja kunskaper från flera av kurserna i Elektronik, system och signaler då komplexa problem löses eller analyseras,
- ha förmåga att använda teoriuppbyggnad på verkligheten och att matematiskt formulera elektrotekniska modeller samt att se kopplingen mellan modell och verklighet. I formuleringen ingår att kunna göra relevanta approximationer och att utnyttja ämnesspecifika definitioner och samband,
- kunna mäta elektriska signaler och storheter samt kunna tolka dessa,
- ha mött simuleringsverktyg och kunna visualisera ett problem eller en lösning genom grafer, figurer och blockscheman.

##### *Attitydmål*

Efter genomgången kurs ska studenten:

- ha fått ett självförtroende och en insikt att stora delar av elektrotekniken behärskas,
- ha fått en sådan överblick att fördjupning kan väljas,
- ha fått medvetenhet om miljö- och produktionsaspekter för elektronik,
- ha mött en ingenjörsmässig metodik som används vid konstruktion av elektriska system.

### Innehåll

#### *Pedagogisk ide (Övergripande mål för Elektronik, system och signaler)*

Inom Elektronik, system och signaler har flera ämnen sammanfogats till en kurskedja för att framhäva att ämnena inte är separata enheter utan har en gemensam bas.

Elektrotekniska system kan inte analyseras och konstrueras med hjälp av kunskaper från ett enskilt akademiskt ämne utan kräver en mängd kunskaper på såväl översikt som detaljnivå. Kopplingen mellan systemaspekter och ämnesspecifika kunskaper genomsyrar därför Elektronik, system och signaler. Det är därför viktigt att detaljerna i respektive område inte skymmer helheten men samtidigt måste stor vikt läggas vid specifika kunskaper inom varje delkurs. Under en rad moment kommer därför studenten att tränas i att relatera detaljkunskaper till helheten och i att se och förstå detaljer i system samt hur detaljkunskaper används för att bygga system.

Det är även viktigt att *studenten* känner att kurserna utgör en enhet och att kurserna i de olika fackområdena kopplas samman. Detta är nödvändigt för att stimulera  *kreativ* lösning av ämnesöverskridande problem. För att understödja detta har ett antal nya pedagogiska moment införts i kursen. Dessa beskrivs nedan.

- Genomgående exempel ☒ tanken är att ett antal applikationer skall fungera som gemensamma exempel under hela kurskedjan för att knyta samman delämnena. Applikationerna skall vidare visa studenterna var den aktuella kunskapen används i en verklig situation. Applikationerna kan antingen vara gemensamma för alla delämnena eller för en mindre mängd. Det är naturligt att det exempel som använts i grundkursen fungerar som en applikation.
- "Russin" (d.v.s. delar av angränsande kurser i kurskedjan) - syftet med russinen är att visa kopplingen mellan delämnena. De syftar till att hjälpa studenterna att se helheten och komma ihåg tidigare moment, samtidigt som de kan utnyttjas för att förbereda nya moment. Russinen kan vara en demonstration, föreläsning, övning, laboration, studiebesök, o.s.v. Russinen kan följas upp av tentamensfrågor och laborationsmoment för att ge innehållet mera tyngd och för att motverka glömska eller ge möjlighet till förberedande kunskap.
- Analysuppgift - för att ytterligare knyta samman kurserna skall en analysuppgift ingå som utförs i grupp och avslutas med en skriftlig och en muntlig rapport. Det finns flera fördelar med detta projekt a) vi kan erbjuda studenterna en kreativ uppgift tidigt i utbildningen, b) studenterna tränas i skriftlig och muntlig kommunikationsteknik c) studenterna tränas i självständigt systemtänkande, d) det finns möjlighet för fördjupning i något ämne. Analysuppgiften delas ut i början av Elektronik, system och signaler och i rapporten skall det synas att projektdeltagarna tagit hänsyn till kunskap de inhämtat i de olika kurserna samt kunnat knyta samman denna kunskap till en helhet.

I varje delämne i Elektronik, system och signaler finns samtidigt en kärna som består av grundläggande definitioner, metoder och samband. Kärnan är så fundamental att den är en förutsättning för den fortsatta utbildningen. Den är också något arbetslivet förutsätter att en civilingenjör från E skall kunna. Ett mål är därför att E-studenten behärskar denna kärna mycket väl då studenten lämnar Elektronik, system och signaler.

Laborationer ingår som ett naturligt moment i Elektronik, system och signaler. Syftet är

dels att experimentellt visa på fundamentala moment i utbildningen och dels att studenten ska tränas i självständigt experimentellt arbete. Graden av självständighet kommer successivt att ökas och avslutningsvis kommer även laborativa moment att examineras.

#### Litteratur

Se under respektive delkurs.

---

## Elektronik, system och signaler / Analog elektronik 0101

**Antal poäng:** 4. **Betygskala:** UG. **Kursansvarig:** Universitetsadjunkt Bertil Larsson, Bertil.Larsson@es.lth.se. **Rekommenderade förkunskaper:** ETI195/ETI196 Elektronik. **Prestationsbedömning:** Laborationer, inlämningsuppgifter och skriftlig tentamen 5 tim. Slutbetyg erhålls då tentamen, laborationer och inlämningsuppgifter är godkända. **Övrigt:** Delkursen har givits för sista gången och kan tenteras endast av dem som påbörjat ETI240 senast läsåret 2002/03. Delkursen ersätts av ESS020.

#### Mål

Förstärkare används inom många områden inom elektroniken t ex i mobiltelefoner, signalkonditionering i mätsammanhang inom industri och medicin samt i dator och mediabranschen. Kursen ger en systematisk metod att med minimalt arbete konstruera en optimal förstärkare utifrån en given specifikation.

Relation till andra kurser: Kursen berör återkoppling som används i bland annat reglerteknik, radiokurser och IC-konstruktion. Strukturerad konstruktion kan användas i alla sammanhang t.ex. för stora system, i programmering etc. Kursen behandlar även transistorer som utförlig även behandlas i Komponentfysiken och senare används i fortsättningskurser inom radio- och IC-konstruktionskurserna.

#### *Kunskapsmål*

Efter genomgången kurs ska studenten:

- ha fått förståelse för återkopplingsteori och fördelarna med återkopplade förstärkare.
- vara väl förtrogen med vilka typer av transistorsteg som kan användas samt deras egenskaper och därmed vara kapabel att bedöma vilka steg en flerstegsrealisering skall innehålla.
- känna till metoder för frekvenskompensering och bandbredds uppskattning samt att kunna värdera olika kompensationsmetoders effektivitet i det speciella fallet.

#### *Färdighetsmål*

Efter genomgången kurs ska studenten:

- utifrån givna kriterier på insignal och utsignal kunna konstruera en optimal, linjär, brusfattig förstärkare genom att realisera idealiserade förstärkare med ett eller flera transistorsteg.
- ha tillägnat sig god färdighet i analys i frekvens- och tidsplanet.

#### *Attitydmål*

Efter genomgången kurs ska studenten:

- ha fått övergripande syn på återkopplingsteori tillämpad på analoga bygg block som transistorer och operationsförstärkare
- känna sig väl rustad att konstruera förstärkare med de metoder för syntes och analys av

analoga kretsar som ges i kursen.

### **Innehåll**

Översikt av ideala återkopplade förstärkare med nullorn som idealt förstärkande element. Analys av återkoppling av icke ideala förstärkande element t.ex. transistorer. Superposition- och asymptotic gain-modellerna för återkoppling samt känslighetsanalys. Bandbredds uppskattning, stabilitetskriterier och frekvenskompensering samt översiktligt om brus på såväl komponent som systemnivå. Inställning av vilopunkt.

### **Litteratur**

Verhoeven et.al.: Structured Electronic Design  
Larsson B: Övningar och lösningar  
Stenman, Larsson B: Laborationer

---

## Elektronik, system och signaler / Komponentfysik

0601

**Antal poäng:** 3. **Betygskala:** UG. **Kursansvarig:** Lars-Erik Wernersson.

**Rekommenderade förkunskaper:** ETI195/ETI196 Elektronik och grundläggande matematik. **Prestationsbedömning:** Skriftlig examination. **Övrigt:** Delkursen har givits för sista gången och kan tenteras endast av dem som påbörjat ETI240 senast läsåret 2002/03. Delkursen ersätts av ESS030.

### **Mål**

Utvecklingen av halvledarkomponenter leder till nya tillämpningar med högre prestanda i systemen. T.ex. ser vi allt snabbare datorer och dataöverföring. Genombrott i materialtekniken har vidare lett till nyckelkomponenter som laserdioder och höghastighetstransistorer som utnyttjas i DVD-spelare och vid satellitkommunikation.

### *Relation till andra kurser*

Olika typer av halvledarkomponenter är nyckelelement inom modern elektroteknik och god kännedom om komponenternas funktionalitet är nödvändig vid design av elektriska system. Kursen i komponentfysik behandlar de fysikaliska principerna för de vanligaste transistorerna inom analog och digital elektronik, den bipolära transistor och MOS-transistor. Vidare berörs pn-övergångens elektriska och optiska egenskaper, då denna utgör en central del i transistorerna och dessutom är en nyckelkomponent för fiberoptiska kommunikationssystem.

### *Kunskapsmål*

Efter genomgången kurs ska studenten:

- förstå funktionen hos den bipolära transistor och MOS-transistor,
- behärska kopplingen mellan komponentens prestanda och dess materialegenskaper,
- kunna pn-övergångens elektriska och optiska egenskaper.

### *Färdighetsmål*

Efter genomgången kurs ska studenten:

- kunna hantera modeller för att beskriva funktionaliteten i en transistor,
- ha erfarenhet av experimentellt arbete.

### *Attitydmål*

Efter genomgången kurs ska studenten:

- se kopplingen mellan modern elektronik och utvecklingen av halvledarmaterial,
- ha introducerats till miljöaspekter vid processning av halvledarkomponenter.

### Innehåll

Definition av halvledare och transport i halvledare via drift och diffusion. Elektriska komponenter såsom p-n övergången, bipolära transistorer och MOS-transistorer. Dessa behandlas m.a.p. potentialer, transportmekanismer, inbyggda kapacitanser och materialparametrar. Komponenters prestanda i termer av gränshänsor. Materialegenskaper i passiva komponenter t.ex. kondensatorer.

## Elektronik, system och signaler / Digital signalbehandling

0701

**Antal poäng:** 4. **Betygskala:** UG. **Kursansvarig:** Maria Hansson. **Rekommenderade förkunskaper:** ETI195/ETI196 Elektronik samt FMA035 Komplex och linjär analys. **Prestationsbedömning:** Examination sker i form av sluttentamen samt genom delprov under kursens gång. Slutbetyg erhålls då tentamen och laborationer är godkända. **Övrigt:** Delkursen har givits för sista gången och kan tenteras endast av dem som påbörjat ETI240 senast läsåret 2002/03. Delkursen ersätts av ESS040.

### Mål

#### *Kunskapsmål*

Efter genomgången kurs ska studenten:

- ha fått kunskaper om digital signalbehandling och om signalers frekvensgenskaper och frekvensinnehåll,
- ha fått förståelse för samband mellan signalers egenskaper i tidsplanet och i frekvensplanet.

#### *Färdighetsmål*

Efter genomgången kurs ska studenten:

ha fått goda färdigheter i beskrivning av både signalers frekvensgenskaper och dess tidsgenskaper och hur dessa egenskaper hänger ihop.

#### *Attitydmål*

Efter genomgången kurs ska studenten:

- ha fått överblick över användningen av digital signalbehandling i moderna tillämpningar,
- ha ett ökat intresse för vidare studier i området.

### Innehåll

Kursen behandlar tidsdiskreta signaler och system. Verktyg som Fouriertransform, Diskret Fourier Transform (DFT) och Z-transform definieras. Begrepp som frekvens- och systemfunktion introduceras samt olika typer av enkla filter. Digital signalbehandling av analoga signaler via A/D- och D/A-omvandling presenteras samt olika strukturer för implementering av digitala filter. En rad tillämpningar, som t ex behandling av signaler från hjärtat och hjärnan (EKG och EEG), talsignaler och bilder tas upp på datorövningarna. I laborationerna studeras enkla filter och samband mellan amplitud- och faskfunktion och poler och nollställen; olika signaler filtreras med hjälp av en digital

signalprocessor (DSP). Vidare studeras Orthogonal Frequency Division Multiplex (OFDM) som används för datakommunikation i bredbandsnät. Matlab används som beräkningsverktyg i laborationerna.

#### Litteratur

Mitra, S K: Digital Signal Processing, A Computer Approach, andra upplagan, McGraw-Hill, 2001. ISBN 0-07-118175-X. (Litteratur läsåret 2002-03).

---

## Elektronik, system och signaler / Mätteknik

1001

**Antal poäng:** 3. **Betygskala:** UG. **Obligatorisk för:** E3. **Kursansvarig:** Universitetslektor Johan Nilsson. **Rekommenderade förkunskaper:** ETI195/ETI196 Elektronik.

**Prestationsbedömning:** Kontinuerlig examination i samband med laborationerna.

**Övrigt:** Delkursen ges för sista gången HT03. Den kan läsas och tenteras endast av dem som påbörjat ETI240 senast läsåret 2002/03. Delkursen kommer att ersättas av ESS070.

#### Mål

Delkursen ges av institutionen för elektrisk mätteknik. Mätteknik kommer in inom i princip alla verksamhetsområden för en civilingenjör. Det kan t ex röra sig om detaljerade studier av signaler från nervceller i hjärnan, detektering av ljus i optiska fiber eller övervakning av tillverkningen i en processindustri. Framtagning av nya mätmetoder och givare sker i en allt snabbare takt där utvecklingen inom inte minst mikrosystemteknikområdet spelar en stor roll.

#### *Relation till andra kurser inom elektrospåret*

Inom elektrotekniken innebär mätteknik detektering, registrering och tolkning av signaler för analys av elektriska system. I kursen Mätteknik utnyttjas byggblock som behandlas i de övriga delkurserna i elektrospåret för uppbyggnad av mätmetoder. Kursen ger en djupare förståelse för de mätmetoder som redan använts eller kommer att användas i övriga kurser.

#### *Kunskapsmål*

Efter genomgången kurs ska studenten:

- ha kunskap om olika mätmetoder och deras uppbyggnad för mätning av spänning, ström, impedans, tid, frekvens och frekvensspektra
- ha kunskap om begränsningar hos mätmetoder och inverkan av störningar för att undvika mätfel.

#### *Färdighetsmål*

Efter genomgången kurs ska studenten:

- kunna välja lämpligast mätmetod och instrument i en given mätuppgift samt utföra mätningar
- ha fått erfarenhet av experimentellt arbete

#### *Attitydmål*

Studenterna ska tränas i att kritiskt bedöma mätresultat för att minimera risken för mätfel och feltolkning.

#### Innehåll

Grundläggande mättekniska begrepp som belastning på mätobjekt, inverkan av

störningar, osäkerhet i mätningar och kalibrering. Analoga och digitala oscilloskop, multimetern, impedansmätning med brygg- och spänning/strömmetoder, tid- och frekvensmätning med universalräknare, mätning av frekvensspektra med spektrum- och FFT-analysator (FFT-Fast Fourier Transform). Uppbyggnad av mätsystem.

#### Litteratur

Carlsson, Johansson: Modern elektronisk mätteknik. Liber. Labkompendium.

---

## Elektronik, system och signaler / Elenergiteknik

1101

**Antal poäng:** 3. **Betygskala:** UG. **Obligatorisk för:** E3. **Kursansvarig:** Mats Alakula, Mats.Alakula@iea.lth.se. **Rekommenderade förkunskaper:** ETI195/ETI196 Elektronik. **Prestationsbedömning:** Inlämningsuppgifter + alternativt skriftliga deltentamina eller sluttentamen. **Övrigt:** Delkursen ges för sista gången HT03. Den kan läsas och tenteras endast av dem som påbörjat ETI240 senast läsåret 2002/03. Delkursen kommer att ersättas av ESS060.

#### Mål

##### *Relation till andra kurser*

Kursen har tydliga kopplingar till Elektromagnetisk fältteori vad gäller elektriska maskiners funktionsprincip, till Elektrisk mätteknik vad gäller mätning av både elektriska och icke elektriska storheter samt till Analog elektronik vad gäller system för styrning och elektrisk effektomvandling.

##### *Kunskapsmål*

Efter genomgången kurs ska du:

- ha allmänna kunskaper i energianvändning generellt, elektriska energislag speciellt.
- ha goda allmänna kunskaper om principer och metoder för generering, överföring och användning av elektrisk energi.
- ha god kunskap i modellering och analys av ett antal olika elektriska energisystems dynamiska egenskaper.
- ha inledande kunskaper om återkoppling och reglering av elektriska energisystems dynamik och energibalans.

##### *Färdighetsmål*

Efter genomgången kurs ska du:

- kunna tillämpa en helhetssyn på elektrisk energianvändning i samhället.
- ha utvecklat färdighet i att bedöma storleksordningar vad gäller olika former av energianvändning.
- kunna applicera modellbyggnad och analys på industriella elektrotekniska problem.

##### *Attitydmål*

Efter genomgången kurs ska du:

- vara väl informerad om ämnet och ha en positivt nyanserad inställning till ämnet
- vara inspirerad till fortsatta studier inom ämnet

#### Innehåll

- Historisk överblick över mänsklighetens energianvändning och dess geografiska

fördelning. Ved-, vind-, vatten-, kol-, olja-, kärn-, sol- och bränslecellsenergi diskuteras med avseende på tillgång, förnyelsebarhet, miljöpåverkan och framtidsutsikter. Övning i att bedöma energianvändning för olika ändamål till omfattning och miljöpåverkan.

- Teknik och system för generering av elektrisk energi från en rad energislag. Teknik och system för överföring av elektrisk energi [ac (1-fas & 3-fas), dc, luftledning, kabel, transformator, microgrids]. Funktion och egenskaper hos olika former av energianvändare [motorer, värme, ljus, transporter, kraftelektronik].
- Beskrivning, modellering och analys av några karaktäristiska exempel på elektriska energiomvandlingssystem [Step-up-converter, likströmsmaskin med tröghetsmoment, nät med energilager...]
- Spänningsreglering av solcellsgenerator (step-up-converter), varvtalsreglering av likströmsmaskin, laststyrning i kraftsystem.

#### Litteratur

Alaküla M, Gertmar L, Samuelsson O: Elenergiteknik (KFS AB, 2002).

---

## Elektronik, system och signaler / Elektromagnetisk fältteori för E 1201

**Antal poäng:** 6. **Betygskala:** UG. **Obligatorisk för:** E3. **Kursansvarig:** Universitetslektor Richard Lundin. **Rekommenderade förkunskaper:** FMA410/420/430 Matematik, grundkurser i analys och linjär algebra. **Prestationsbedömning:** Godkänd kontrollskrivning fordras. Skriftlig tentamen. **Övrigt:** Delkursen ges för sista gången HT03. Den kan läsas och tenteras endast av dem som påbörjat ETI240 senast läsåret 2002/03. Delkursen kommer att ersättas av ESS050.

#### Mål

Elektricitetslära är ett annat namn på elektromagnetisk fältteori. Elektricitetslära är teorin för de elektromagnetiska naturfenomenen. Denna teori är grundläggande för all teknik och all vetenskap som har samband med elektriska, magnetiska eller elektromagnetiska fält. Som exempel på produkter som bygger på kunskaper i ellära kan nämnas kopianator, magnetkamera och mobiltelefon.

#### *Relation till andra kurser*

Elektromagnetisk fältteori är grundläggande för elektrotekniska tillämpningar såsom exempelvis elektronik, mätteknik och elenergiteknik. Hur elektriska komponenter fungerar och realiserar har betydelse för elektroniken. Hur laddning alstrar och påverkas av fält är ett exempel på ellärens betydelse i mättekniken. Hur ström induceras och hur magnetisk kraftverkan uppstår har stor betydelse i elenergitekniken.

#### *Kunskapsmål*

Efter genomgången kurs ska teknologen:

- erhållit grundläggande kunskaper i vektoranalys,
- erhållit grundläggande kunskaper elektromagnetisk fältteori.

#### *Färdighetsmål*

Efter genomgången kurs ska teknologen:

- tränat upp en god förmåga att utföra beräkningar på givna problem.



### *Attitydmål*

Efter genomgången kurs ska teknologen:

- lärt känna de begrepp, modeller och metoder som kommer till användning inom elektrotekniska tillämpningar,
- insett styrkan hos och möjligheterna med ett matematiskt modellbygge av den typ som elläran utgör.

### **Innehåll**

Kursinnehållet är vektoranalys, elstatik, magnetostatik, induktion och allmänt tidsberoende. Exempel på sådant som behandlas i kursen är divergens, rotation, elektriska fält i vakuum och material, kondensatorer, ledarsystem, spegling, Biot-Savarts lag, energi, kraft, induktans, induktionslagen, Maxwells fältekvationer, plana vågor och antenner.

### **Litteratur**

Popovic, Z: Introductory Electromagnetics (Läro- och fördjupningsbok). En sammanfattning av kursstoffet i form av föreläsninganteckningar kommer att tillhandahållas i samband med att kursen går.

Lundin, R: Exempelsamling, Elektromagnetisk fältteori, del 1 och 2, LTH.

---

## Elektronik, system och signaler / Analysuppgift

1301

**Antal poäng:** 1. **Betygskala:** UG. **Obligatorisk för:** E3. **Kursansvarig:** Monica Almqvist. **Rekommenderade förkunskaper:** ETI195/ETI196 Elektronik. **Prestationsbedömning:** Aktivt deltagande, skriftlig rapport samt muntlig redovisning. Slutbetyg erhålls när handledarmöten, tidsrapporter, skriftlig rapport samt muntlig redovisning genomförts och godkänts. **Övrigt:** Delkursen ges för sista gången HT03. Den kan läsas och tenteras endast av dem som påbörjat ETI240 senast läsåret 2002/03. Delkursen kommer att ersättas av ESS080.

### **Mål**

#### *Kunskapsmål*

Efter genomförd analysuppgift ska studenten:

- ha en helhetssyn på elektroteknik, ingående delområden och deras inbördes relation.
- ha en djup förståelse för en specifik applikation

#### *Färdighetsmål*

Efter genomförd analysuppgift ska studenten:

- ha god färdighet i att söka, sammanställa och värdera information.
- ha fått träning i skriftlig och muntlig redovisning.

#### *Attitydmål*

Efter genomförd analysuppgift ska studenten:

- ha självförtroende i att analysera ett elektroniskt system (en apparat) ur flera olika elektrotekniska aspekter.

### **Innehåll**

Denna kurs sträcker sig tidsmässigt hela åk 2 och halva åk 3. Dess främsta syfte är att knyta samman de olika delkurserna i Elektronik, system och signaler genom att ge

teknologerna i uppgift att analysera en specifik applikation, t. ex. pacemakern eller mobiltelefonen. Uppgiften utförs i fyrmannagrupper som handleds av lärare från delkurserna: Analog elektronik, Komponentfysik, Digital signalbehandling, Elektromagnetisk fältteori, Mätteknik och Elenergiteknik. Ett handledarmöte ordnas varje läsperiod. Dessa är obligatoriska.

### **Litteratur**

Persson G, Olsson G, Alaküla M: Teknisk rapportskrivning.