

Högrekvensteknik 2019, lp 2

Syfte

Kursen avser att ge en nödvändig grund för förståelse och beskrivning av högrekventa elektromagnetiska fenomen och exemplifiera dessa inom områden som mikrovågsteknik, optisk fiberkommunikation, mikrovågselektronik och laserteknik. Det övergripande målet med kursen är att eleverna ska lära sig använda Maxwells teori för att lösa elektromagnetiska problem med nära anknytning till tillämpningar och forskning. Man får en utökad teoretisk grund som man senare kan specialisera i de olika masterprogrammen.

Lärandemål (efter fullgjord kurs ska studenten kunna)

- Skriva olika typer av transmissionsledningar och deras karakteristiska storheter, förstå vågutbredning i transmissionsledningar, och kunna använda smithdiagrammet för att lösa transmissionsledningsproblem.
- Beskriva elektromagnetiska fält i vågledare och kaviteter och använda dessa för att beräkna effektransport och förluster.
- Förstå byggblocken i optiska fiberkommunikationssystem, samt de begränsningar som finns med avseende på dispersion och dämpning i sådana system.
- Få en övergripande förståelse för mikrovågskomponenter (speciellt högrekvenstransistorer) och olika praktiska tillämpningar av mikrovågsteknik.
- Härleda strålning från en given strömprofil, kunna definiera och använda karakteristiska egenskaper hos en antenn, samt förstå och kunna använda radarekvationen.

Innehåll

1. Transmissionsledningar

- Karakteristiska egenskaper.
- Vågutbredning.
- Transienter.
- Smithdiagrammet.
- Anpassningsproblem (både analytiskt och med smithdiagram).

2. Vågledare och kaviteter

- Egenskaper hos TEM-, TE- och TM-moder.
- Beskrivning av elektromagnetiska fält i rektangulära, cirkulära och dielektriska vågledare.
- Effektransport och förluster i en vågledare.
- Elektromagnetiska fält i resonanta kaviteter.
- Lagrad energi, förluster, kavitets Q-faktor och resonansfrekvens.

3. Optisk fiberkommunikation

- Systemkomponenter: Sändare, fibrer, förstärkare, mottagare.
- Fibertransmission: dispersiv pulsbreddning och intersymbolinterferens, dämpning, förstärkning, brus, signalbrusförhållande, bitfelssannolikhet.

4. Mikrovågselektronik

- Repetition av två-portbegreppet för transistorer.
- Spridningsparametrar för två-portar.
- Mikrovågskomponenter, speciellt högrekvenstransistorer.
- Konstruktion av mikrovågförstärkare m.h.a. smithdiagrammet.
- Mikrovågsmätningar.

5. Antenner

- Strålning (elektromagnetiska fält) från en given strömprofil.
- Egenskaper hos en antenn: direktivitet, riktningsförstärkning, huvudlob, lobbredd, effektförstärkning, strålningsresistans, effektiv area och antennens verkningsgrad.
- Strålning från en sprötantenn med olika strömprofiler och från homogen och binomialgrupper.
- Fasstyrning.
- Radarekvationen och Friis ekvation.

Kurslitteratur

- Kursbok: David K Cheng: "Field and Wave Electromagnetics", 2014
- Kompendium med kompletterande material som laddas ner från kurshemsidan.

Lärare

- **Kursansvarig och föreläsare:**

Vincent Desmaris (vincent.desmaris @ chalmers.se), GARD, Rum: MC2-A617, Tel: 772 1846.

- **Övningsledare:**

Denis Meledin (denis.meledin @ chalmers.se), GARD, Rum: MC2-A628, Tel: 772 1842

- **Föreläsare och labansvarig:**

Omid habibpour (omid.habibpour @ chalmers.se), MEL, Rum MC2- B609, Tel: 772 1737

- **Föreläsare:**

Magnus Karlsson (magnus.karlsson @ chalmers.se), Fotonik, Tel: 772 1590

Laborationer

Lab-PM till laborationerna kommer att finnas att hämta på hemsidan. I laborationerna ingår hemuppgifter som ska vara gjorda innan laborationstillfället. Bokning av labbtider sker via kurshemsidan.

1. Laboration 1 heter: "Smithdiagrammet och TDR". Labblokalen är i MC2-husets plan 5.
2. Laboration 2 heter "En studie av två vanliga mikrovågs-komponenter". Labblokalen är i MC2-husets plan 5
3. Laboration 3 heter "Pulse propagation in optical fibres". Labblokalen är i MC2-huset plan 4.

Om ni har frågor om labbens innehåll eller hemuppgifterna, eller vill ha andra labbtider än de som finns att tillgå, kontakta i första hand de olika labbansvariga och i andra hand Omid Habibpour.

Förändringar sedan förra tillfället

- Inkludera fullständiga lösningar till de övningsuppgifter som studenterna får som rekommenderade uppgifter för självstudier
- Föreläsningen om Smithdiagrammets körs enligt "flipped class" konceptet.

Examination

- Ordinarie tentamenstillfälle är 2020-01-13 fm i J-salarna. Tentamen består av räkneuppgifter och teori på totalt 60 poäng.
- En frivillig dugga kommer att hållas under läsvecka 5. Duggan består av uppgifter på totalt 30 poäng. Duggans resultat jämförs med summan av motsvarandeuppgifter på ordinarie tentan och högsta summan gäller.
- Tillåtna hjälpmedel vid tentamen: BETA, Physics Handbook, formelsamling i elektromagnetisk fältteori, valfri kalkylator, egna anteckningar i formelsamlingen, dock inte lösningar på uppgifter.
- För godkänt på kursen som helhet krävs:
 - Godkänt deltagande i de tre laborationer.
 - Närvaro under eventuella gästföreläsningar i eller från industrin.
 - Godkänt inlämning av labbrapporten för laboration om optiska fibrer.
 - Godkänt på tentamen, d.v.s. minst 24p samt **minst 30% av antalet möjliga poäng för varje kursdel.**

Slutbetyget bestäms huvudsakligen av betyget på tentamen. De som har gjort duggan kommer att kunna ersätta resultatet på vissa uppgifter (motsvarande 27p) med duggans resultat, och detta förfarande kan naturligtvis höja betyget. Betygsgränserna är 24 p för 3, 36 p för 4 och 48 p för 5. Bonuspoäng från tidigare år kan ej tillgodoräknas på tentamen.

Schema

Dag	tid	Lärare	Ämne	typ av undervisning	Rum
04/Nov	08-10	Vincent	Introduktion/repetition El-fäkt	Föreläsning	Kollektorn
04/Nov	10-12	Vincent	Transmissionsledning	Föreläsning	Kollektorn
06/Nov	10-12	Denis	Transmissionsledning	räkneövningar	EL41
06/Nov	13-15	Vincent	Transmissionsledning	Föreläsning	ML3
06/Nov	15-17	Denis	Transmissionsledning	räkneövningar	ML3
11/Nov	08-10	Denis	Transmissionsledning (flipped-class)	Föreläsning	Kollektorn
11/Nov	10-12	Denis	Transmissionsledning	räkneövningar	Kollektorn
13/Nov	10-12	Denis	Transmissionsledning	räkneövningar	Kollektorn
13/Nov	13-15	Vincent	Transmissionsledning	Föreläsning	EL43
13/Nov	15-17	Denis	Transmissionsledning	räkneövningar	EL43
18/Nov	08-10	Vincent	Vågledare	föreläsning	Kollektorn
18/Nov	10-12	Denis	Vågledare	räkneövningar	Kollektorn
20/Nov	10-12	Vincent	Vågledare	föreläsning	Kollektorn
20/Nov	13-15	Denis	Vågledare	räkneövningar	Kollektorn
25/Nov	08-10	Vincent	Vågledare	föreläsning	EL41
25/Nov	10-12	Denis	Vågledare	räkneövningar	EL41
27/Nov	10-12	Omid	Mikrovåg 1	föreläsning	Kollektorn
27/Nov	13-15	Omid	Mikrovåg 2	föreläsning	Kollektorn
27/Nov	15-17		Reserv		Kollektorn
02/Dec	8:30-11:30			DUGGA	
04/Dec	10-12	Omid	Mikrovåg 3	föreläsning	Kollektorn
04/Dec	13-15	Magnus	Optiska fiber	Föreläsning	kollektorn
09/Dec	8-10				
09/Dec	10-12	Magnus	Optiska fiber	Föreläsning	kollektorn
11/Dec	10-12	Vincent	Antenner	föreläsning	Kollektorn
11/Dec	13-15	Vincent	Antenner	föreläsning	Kollektorn
11/Dec	15-17	Rohde&Schwarz	Mikrovågsmätningar	Gästföreläsning	kollektorn
16/Dec	8-10	Denis	Antenner	räkneövningar	EL41
16/Dec	10-12	Denis	Antenner	räkneövningar	EL41
18/Dec	10-12		reserv		EL41
18/Dec	13-17	SAAB	Radar	Gästföreläsning	SAAB

Inlärningsmetodik

Alla elever är individer med olika inlärningsstilar, så inlärningsmetodiken är tänkt att bara följa vissa riktlinjer, så att kursens struktur tydliggörs. De olika planerade aktiviteterna i kursen kan överlappa, och alla elever får ägna sig åt just de delarna som de har mest nytta av. Riktlinjerna för kursen är följande:

1. Lärare-elevkontakt för inspiration, överblick och för exempel på lösningsmetoder och tänkesätt
1. (föreläsningar, övningar och laborationer)
2. Läsning av kursboken för faktakunskaper, exempel och överblick (boken)
3. Diskussion mellan elever för djupare förståelse och identifikation av de problem som man behöver hjälp med och lösning av exempel för att tillägna sig 'hantverket' och för att vinna tilltro till sin egen förmåga

Det är viktigt att inte glömma den tredje punkten på listan!!

Rekommenderade räkneuppgifter

För att öka elevens förutsättningar att följa kursen, behöver man starta i god tid, läsa kursmaterialet och räkna de rekommenderade uppgifterna. De rekommenderade uppgifterna finns angivna på schemat som delas ut på första föreläsningen och finns dessutom på hemsidan.

Instuderingsfrågor (review questions)

Det finns många fördelar med att förbereda sig inför föreläsningar: man hänger med bättre på vad som går igenom på föreläsningen, och har lättare att ställa frågor, man kommer igång i tid etc. Ett bra sätt att göra det är att INNAN föreläsningen ta reda på vad vi ska gå igenom (via hemsidan), läsa materialet i boken och svara på de instuderingsfrågor som tillhör materialet.

Frivilliga testfrågor skall vara tillgängliga on-line på pingpong efter varje föreläsning. Dessa frågor är till för att studenterna ska kunna få direkt feedback på om budskapet under föreläsningarna har nått fram och på så vis underlätta inläringen. Frågorna och svaren är endast till för självutvärdering av studenten och är ej betygsgrundande.

Illustrationer

Det finns några länkar till applets och demos på hemsidan. Dessa är bra för att få en bild över fenomenen vi studerar (t.ex. vågutbredning på transmissionsledningar eller i vågledare).