

Högrekvensteknik 2023 (EEM021), LP 2, 7.5 hp

KURS PM

Syfte

Kursen avser att ge en bra 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)

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 effekttransport 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

Transmissionsledningar

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

Vågledare och kaviteter

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

Optisk fiberkommunikation

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

Mikrovågselektronik

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

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 spröstantenn med olika strömprofiler och från homogen och binomialgrupper.
- 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:**
Denis Meledin (denis.meledin @ chalmers.se), GARD, Rum: MC2-A628, Tel: 772 1842.

- **Övningsledare:**

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

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

- **Föreläsare:**

Christian Fager (christian.fager @ chalmers.se), MEL, Rum MC2-B630 Tel: 772 5047

Magnus Karlsson (magnus.karlsson @ chalmers.se), Fotonik, Rum MC2-C430 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. Labben innehåller 2 delar. Första handlar om mätningar av impedanser med slotted transmissionsledningen. I andra delen ska studenter göra transient (tisdömän) mätningar.
2. Laboration 2 heter "Pulse propagation in optical fibres". Labblokalen är i MC2-huset plan 4. I labbet kommer ni att studera hur dispersion påverkar pulsdynamiken och också observera olinjära optiska fenomen med hög pulseffekt.
3. Laboration 3 heter "En studie av två vanliga mikrovågs-komponenter". Labblokalen är i MC2-husets plan 5. Labben handlar om praktisk kunskap om hur transistorer och förstärkare fungerar vid mikrovågsfrekvenser och hur man kan mäta dem, särskilt med hjälp av en nätverksanalysator. Studenterna ska bygga och karakterisera en mikrovåg förstärkare.

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.

Förändringar sedan förra tillfället

Baserat på protokoll från kursnämndsmötet följande förändringar har gjorts sedan förra kurstillfället:

- optiska fiber föreläsningarna kommer i traditional form (i stallet för flipp-class);
- tidsuplägg för tenta förlängdes till 5 timmar;
- tidsuplägg för dugga förlängdes till 3 timmar för att matcha tentamens tidsvillkor;
- eventuellt tentakrock för studenter från Teknisk Fysik (TIF101 kursen) togs bort.

Examination

- Ordinarie tentamenstillfälle är 2024-01-13 (fm) i Johanneberg campus. 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 båda gästföreläsningar 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

Veckodag	Startdatum	Starttid	Sluttid	Lärare	Ämne	Typ
v.44						
Måndag	2023-10-30	08:00	09:45	Denis	Introduktion/repetition El-fält	Föreläsning
Måndag	2023-10-30	10:00	11:45	Denis	Transmissionsledningar 1	Föreläsning
Onsdag	2023-11-01	10:00	11:45	Denis	Transmissionsledningar 1	Räkneövningar
Onsdag	2023-11-01	13:15	15:00	Denis	Transmissionsledningar 2	Föreläsning
Onsdag	2023-11-01	15:15	17:00	Denis	Transmissionsledningar 2	Räkneövningar
v.45						
Måndag	2023-11-06	08:00	09:45	Denis	Transmissionsledningar 3	Föreläsning
Måndag	2023-11-06	10:00	11:45	Denis	Transmissionsledningar 3 (del A)	Räkneövning
Onsdag	2023-11-08	10:00	11:45	Denis	Transmissionsledningar 3 (del B)	Räkneövning
Onsdag	2023-11-08	13:15	15:00	Denis	Transmissionsledningar 4	Föreläsning
Onsdag	2023-11-08	15:15	17:00	Denis	Transmissionsledningar 4	Räkneövningar
v.46						
Måndag	2023-11-13	08:00	09:45	Denis	Vågledare 1	Föreläsning
Måndag	2023-11-13	10:00	11:45	Denis	Vågledare 1	Räkneövningar
Onsdag	2023-11-15	10:00	11:45	Denis	Vågledare 2	Föreläsning
Onsdag	2023-11-15	13:15	15:00	Denis	Vågledare 2	Räkneövningar
Onsdag	2023-11-15	15:15	17:00	Denis	Vågledare 3	Föreläsning
v.47						
Måndag	2023-11-20	08:00	09:45	Vincent	Vågledare 3	Räkneövningar
Måndag	2023-11-20	10:00	11:45	Magnus	Optiska fiber 1	Föreläsning
Onsdag	2023-11-22	10:00	11:45	Magnus	Optiska fiber 2	Föreläsning
Onsdag	2023-11-22	13:15	15:00	Christian	Mikrovåg 1	Föreläsning
Onsdag	2023-11-22	15:15	17:00		RESERV /FRÅGESTUND	RESERV /FRÅGESTUND

v.48						
Måndag	2023-11-27	08:30	11:30		DUGGA	DUGGA
Onsdag	2023-11-29	10:00	11:45	Christian	Mikrovåg 2	Föreläsning
Onsdag	2023-11-29	13:15	15:00	Christian	Mikrovåg 3	Föreläsning
Onsdag	2023-11-29	15:15	17:00	R&S	GF 1	Gästföreläsning
v.49						
Måndag	2023-12-04	08:00	09:45	Denis	Antenner 1	Föreläsning
Måndag	2023-12-04	10:00	11:45	Vincent	Antenner 1	Räkneövningar
Onsdag	2023-12-06	10:00	11:45	Denis	Antenner 2	Föreläsning
Onsdag	2023-12-06	13:15	15:00	Vincent	Antenner 2	Räkneövningar
Onsdag	2023-12-06	15:15	17:00		RESERV	RESERV
v.50						
Måndag	2023-12-11	08:00	09:45	Denis	Antenner 3	Föreläsning
Måndag	2023-12-11	10:00	11:45	Vincemt	Antenner 3	Räkneövningar
Onsdag	2023-12-13	10:00	11:45		RESERV	RESERV
Onsdag	2023-12-13	13:15	17:00	SAAB	GF 2	Radar gästföreläsning& rundvandring

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.

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 (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.

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.