



KTH Datavetenskap  
och kommunikation

# DT1130 Spektrala transformeringar

## Kurs-PM

### 1 Introduktion

Mycket av den mediateknologi som vi omger oss med dagligen existerar tack vare de senaste decenniernas snabba elektronikutveckling, som gjort det möjligt att utföra olika typer av avancerad signalbehandling i realtid - inte bara i datorer, men även inbyggt i konsumentprodukter. Exempel på detta är olika kompressions- och överföringsstandarder för ljud, bilder och video - JPEG, MPEG, MP3, GSM. Andra områden av mediateknologin där signalbehandling spelar en viktig roll är inom talteknologi (vid igenkänning och syntes av tal), musikteknologi (ljudsyntes och ljudbearbetning), samt inom bildbehandling.

### 2 Kursmål

Efter genomgången kurs ska deltagarna kunna

- analysera ljudsignaler med hjälp av spektrum/spektrogram och redogöra för samband mellan spektrum, analysfönsterlängd och upplösning i tid- och frekvensdomän.
- förklara och beräkna konsekvenserna av sampling och kvantisering av analoga signaler.
- beskriva signaler matematiskt i termer av komplexa svängningar/fasvektorer, samt utnyttja fourierserier för att dela upp periodiska signaler.
- analysera enkla linjära system, samt beräkna olika egenskaper hos dessa såsom filterekvation, överföringsfunktion, pol- och nollställeskonfigurationer, amplitudsvär och impulssvar (samt för tvåpolsresonatorer även centrumfrekvens och bandbredd), och relatera dessa till varandra.
- redogöra för och tillämpa faltning av signaler i en och två dimensioner.
- redogöra för funktion och användningsområde hos den diskreta fouriertransformen, och numeriskt beräkna denna, samt redogöra för FFT-algoritmens princip och dess beräkningsegenskaper.
- redogöra för grundläggande principer och algoritmer vid filtrering och spektralbaserad komprimering av bilder.
- implementera filtrering och spektral behandling av verkliga signaler (ljud/bilder) med hjälp av Matlab.
- behärska Matlab för allmänna beräkningar och visualisering, och speciellt filtrering och spektral behandling av ljud och bilder.

## 2.1 Kursinnehåll

Svängningar och komplexa fasvektorer. Tidsdiskreta signaler, kvantisering och sampling. Linjära system, digitala filter med och utan återkoppling. Impulssvar och stegsvar. Överföringsfunktion och amplitudsvar. Faltning. Z-transformen. Periodiska signaler och fourier-serier. Diskret fouriertransform, FFT. Spektrum och spektrogram. Fönstring. Källa- filter-modeller. Formanter och grundton. Filtrering, faltning och transformer i två dimensioner. Diskret kosinustransform. Spektralbaserad bildkomprimering.

## 3 Elektronisk kursinformation och administration

Kursadministration och information kring kursen sköts i möjligaste mån elektroniskt via hemsida och diverse andra system.

### 3.1 Kurshemsida på KTH Social

All information om kursen finns samlad på kurshemsidan: <https://www.kth.se/social/course/DT1130>. Här finns länkar till kursmaterial, extentor, demonstrationer, föreläsningsslides, samt löpande kursinformation. Det går även bra att ställa frågor om labbar, räkneuppgifter eller allmänt om kursen. Lärarna försöker svara så fort de kan.

Även anmälan för redovisning av laborationer görs här.

### 3.2 RAPP

Kursen använder RAPP för rapportering av delresultat, såsom hemuppgifter, enstaka labbar etc. Man kan lätt kontrollera sin status genom att logga in på

<https://rapp.csc.kth.se/rapp/>

### 3.3 Anmälan till tentamen

Enligt KTH's tentamensregler råder obligatorisk föransmälan till tentamen. Man anmäler sig till tentan via "Mina Sidor" på [kth.se](http://www.kth.se) senast en vecka före tentamen.

### 3.4 Kursutvärderingsenkät

Efter tentamen kommer alla ombedas att fylla i en kursutvärderingsenkät på webben. Länk till denna kommer att postas på kurshemsidan samt även meddelas i samband med tentan.

## 4 Aktiviteter

Aktiviteterna i kursen består av föreläsningar, övningar, laborationer, en programmeringsuppgift samt tentamen. De betygsgrundande momenten är laborationer, programmeringsuppgift och tentamen.

## 5 Föreläsningar

Åtta föreläsningstillfällen (å 2 x 45 min.) syftar till att ge de teoretiska grundkunskaperna. Föreläsningarna ges av kursansvarig om inte annat anges. Se separat schema på kurshemsidan för föreläsningssinnehåll.

## 6 Räkneövningar med hemtal

Sex räkneövningar (2 x 45 min.) ska ge praktisk träning och handledning i problemlösning. Inför räkneövning 2-6 kommer ett hemtal att delas ut, som studenten ska lösa egenhändigt efter bästa förmåga. Övningen inleds sedan med att lösningarna samlas in och delas ut till andra studenter, som får i uppgift att rätta och poängsätta enligt en rättningsmall. *Fyra lösta hemtal ger en (1) bonuspoäng på tentan.*

## 7 Datorövning - Matlab

En förberedande övning i datorsal syftar till att ge en introduktion till Matlab, den miljö som kommer att användas i de självständiga laborationerna. Övningen är inte obligatorisk men rekommenderas starkt för de som inte är vana vid Matlab.

## 8 Laborationer

För godkänt på kursen krävs *två* godkända laborationer. Alla laborationer sker i grupper om två, gruppindelning görs av kursledningen i samband med matlabövningen. I tid redovisade laborationer ger bonuspoäng på tentan, se nedan. Labpek och övrigt material till laborationerna hämtas från kurshemsidan.

Varje grupp ska välja *två* av nedanstående laborationer att utföra:

**Vokalsyntes** - Bygg ett enkelt filter (tvåpolsresonator) och syntetisera vokalliknande ljud

**DTMF-detektor** - Bygg en detektor för DTMF-signaler (tonvalssignaler i telenätet).

**JPEG-kodning** - Bygg en bildkodare/avkodare efter samma princip som används i JPEG-kompression.

**Filtrering av bilder** - Bygg några enkla 2D-filter och jämför funktion och prestanda.

### 8.1 Extralabbar och betygshöjarbonuspoäng

Det är fullt tillåtet att göra fler än en av de valfria laborationerna. Vi har beslutat att premiera detta genom att ge en speciell *betygshöjarbonuspoäng* på tentan för varje extra lab man gör. Det är bonuspoäng som kan användas för att uppnå högre betyg på tentan, dock ej för att nå gränsen för godkänt. Gör man alltså två extra labbar erhåller man två betygshöjarbonuspoäng, vilket motsvarar ungefär ett betygssteg på A-F-skalan.

Notera dock att de bonuspoäng man får för de två obligatoriska labbarna och för hemtalen alltså räknas in i tentasumman även beträffande gränsen för godkänt.

*Exempel:*

Typiska betygsgränser på tentan är E:9 p, D: 11.5 p, C: 14 p, B: 16 p, A: 18 p

Kalle har tentaresultat 5, 3 bonuspoäng, 2 betygshöjarbonuspoäng, 5+3 -> betyg F

Stina har tentaresultat 9, 3 bonuspoäng, 2 betygshöjarbonuspoäng 9+3+2 -> betyg C

### 8.2 Konsultation och redovisning av självständiga laborationer

Vid ett antal tillfällen kommer assistenter att finnas på plats i datorsal. Dessa tider kan utnyttjas för konsultationer om man har frågor relaterade till labbarna, samt för redovisningar. Redovisning sker i grupper om två till tre labgrupper åt gången, och tid för redovisning bör bokas in i förväg. Labgrupperna redovisar i tur och ordning sina laborationer genom att berätta för de andra

närvarande laboranterna och assistenten hur man gått tillväga, och visa grafer, kod, bilder och ljudexempel.

## 9 Programmeringsuppgift

Denna uppgift utföres i grupp om två och redovisas vid ett seminarium genom en muntlig presentation i slutet av kursen. Uppgiften väljs fritt ur den problembuffé som finns tillgänglig på kurshemsidan. Egna förslag på programmeringsuppgift kan också godtas efter diskussion med kursledningen.

## 10 Tentamen

Den skriftliga tentamen innehåller fem uppgifter, där varje uppgift kan ge 4 poäng, dvs. maximalt 20 poäng (+ 3 bonuspoäng, se nedan). Tillåtna hjälpmedel är formelblad (bifogas med tentan) samt räknare. Omtenta sker i juni-perioden.

## 11 Bonuspoäng

Genom att utföra hemtal och redovisa sina laborationer i tid finns möjlighet till totalt 3 bonuspoäng på tentan enligt följande:

- 4 av 5 hemtal räknade till respektive övninstillfälle: 1 p
- två laborationer redovisade (före tentan): 1 p
- programmeringsuppgift redovisad (före tentan): 1 p

Bonuspoängen är giltig t.o.m. första omtentan.

## 12 Komplettering

Den som hamnar under men tillräckligt nära gränsen för godkänt på tentan ges möjlighet att komplettera. Kursledaren avgör gränsen för komplettering liksom hur och när kompletteringsuppgifter ska redovisas. Komplettering kan endast göras för att uppnå godkänt, ej högre betyg.

## 13 Kurslitteratur

- Julius O. Smith III: Introduction to Digital Filters.  
**Online:** <https://ccrma.stanford.edu/~jos/filters>
- Julius O. Smith III: Mathematics of the Discrete Fourier Transform  
**Online:** <https://ccrma.stanford.edu/~jos/dft>
- Stephen W Smith: The Scientist and Engineer's Guide to Digital Signal Processing.  
**Online:** <http://www.dspguide.com>
- Kursbunt innehållande Enflo et al: Övningsmaterial i Spektrala Transformer (säljes på CSC studerandeexpedition)
- Matlab-kompendium (säljes på CSC studerandeexpedition)

## 14 Kursfordringar

För godkänt på kurs DT1130 krävs

- Godkänd laborationskurs (3 hp) (inkluderar programmeringsuppgift) redovisad enligt ovan. Ger betyg P/F.
- Godkänd tentamen (4,5 hp). Ger betyg A-F.

## 15 Lärare

**Jonas Beskow** - kursansvarig och föreläsare [beskow@kth.se](mailto:beskow@kth.se) ank. 8965

**Kalin Stefanov** - övningsassistent [kalins@kth.se](mailto:kalins@kth.se) ank. 9269

**Daniel Neiberg** - lab- och övningsassistent [neiberg@speech.kth.se](mailto:neiberg@speech.kth.se) ank. 7567