

FÖRSLAG TILL PROGRAMNÄMND INFÖR ÅR 2012

NÄMND/NÄMNDER: EF, DM & IL

Förslagsställare (Namn, funktion, Inst/Enhet)

Erik G. Larsson, Professor, Kommunikationssystem, ISY

Lasse Alfredsson, Studierektor ISY/Telekommunikation

FÖRSLAGET GÄLLER:

a) EXISTERANDE KURS (Ange kurskod och kursnamn)

TSDT08 Signaler och System, del 1, 4 hp (åk. 3, HT2, block 3)

TSDT15 Signaler och System, del 1, 4 hp (åk. 3, VT2, block 3)

b) NY KURS (Ange kursnamn, årskurs, önskad läsperiod, schemablocksplacering. Bifoga utkast till kursplan.)

1) Signaler och System, 6 hp, åk. 3, HT2, block 3 (samma placering som TSDT08)

2) Signaler, information och kommunikation, 4 hp, åk. 3, VT1, block 3 (placering som TSDT15)

c) ÄNDRING I EXISTERANDE PROFIL/INRIKTNING (Ange Program och Profil/Inriktning. Bifoga beskrivning över vad förslaget går ut på.)

d) NY PROFIL/INRIKTNING (Ange Program och Profilnamn. Bifoga utkast till Profilbeskrivning.)

e) ÖVRIGT (Bifoga beskrivning över vad förslaget går ut på.)

Vi föreslår en reform av de två kurserna TSDT08 Signaler och System, del 1, och TSDT15

Signaler och System, del 2. Kursinnehållen konsolideras och kurserna ersätts med de två nya kurserna TSxxyy Signaler och System och TSzzww Signaler, information och kommunikation.

Notera: Om TSxxyy Signaler och System ersätter TSDT08 fr.o.m. HT2 2012, så kommer

TSzzww Signaler, information och kommunikation att ersätta TSDT15 först VT1 2013.

För fullständigt förslag, se efterföljande sidor.

PROGRAMNÄMNDENS BESKED:

Förslag på reform av kurspaketet i Signaler och System I&II (TSDT08+TSDT15)

Erik G. Larsson, Professor, ISY/Kommunikationssystem

10 mars 2011

Detta dokument föreslår en reform av kurspaketet *Signaler och System I&II* (TSDT08+TSDT15) för Y, Yi, D, Is, och MT. Förslaget går ut på att konsolidera innehållet i TSDT08+TSDT15 och ersätta dessa med två obligatoriska kurser som följer:

- **En ny kurs *Signaler och system (SigSys)*, 6hp.** Denna kurs kommer vara en konsoliderad version av de nuvarande kurserna i signaler och system, TSDT08+TSDT15. SigSys kommer i första hand att nyttja transformteori som primär kunskapsbas från matematiken. Utkast till kursplan återfinns i bilaga 1.
- **En ny kurs *Signaler, information och kommunikation (SIK)*, 4hp.** Denna kurs kommer introducera grundläggande begrepp som är relevanta för representation, lagring och överföring av signaler och information. SIK kommer använda grundläggande insikter från SigSys men även en del sannolikhetskalkyl. Utkast till kursplan återfinns i bilaga 2.

Motiven till den föreslagna förändringen är följande:

1. Studenter på Y, Yi, D, Is och MT saknar en obligatorisk kurs som ger en grundläggande förståelse för nyckelkoncept inom representation, behandling och kommunikation av information. Den föreslagna kursen SIK är tänkt att fylla detta behov. De koncept som SIK introducerar utgör basen för ett stort antal ingenjörsämnen såsom kommunikationssystem, bild-, ljud- och signalbehandling. Exempel på avancerade kurser som relaterar till den kunskapsbas som vi har tänkt att täcka i SIK återfinns i bilaga 3.
2. Det finns potential för konsolidering av det nuvarande kurspaketet i signaler och system (TSDT08+TSDT15). Uppdelningen av signaler och system som idag ges i två delar (TSDT08: kontinuerlig tid; TSDT15: diskret tid) är inte nödvändigtvis optimal då kurserna är mycket lika i sin struktur och mycket av teorin i kontinuerlig och i diskret tid är likartad. Att lära ut teorin för tidskontinuerliga och tidsdiskreta system parallellt är ett väl beprövat koncept och många böcker (inklusive den som för närvarande används i TSDT08+TSDT15) använder detta upplägg. En mer detaljerad analys av innehållet i nuvarande kurserna TSDT08+TSDT15 återfinns i bilaga 4.
3. Det finns specialiserade moment i TSDT08+TSDT15 (filterkonstruktion, speciellt, se bilaga 4 för detaljer) som vi bedömer inte ska ingå i obligatoriska kurser på programmen i fråga utan kan istället tas upp i fortsättningskurser.

Innehållet i de nuvarande signaler-och-system kurserna TSDT08+TSDT15 (och innehållet i den nya kursen SigSys) utgör i stor utsträckning direkta tillämpningar av matematikkurserna i transformteori och Fourieranalys. Mot denna bakgrund, är det lämpligt att i samband med en implementering av det förslag som presenteras här även genomföra en översyn av innehållet i dessa matematikkurser. Specifikt bör det säkerställas att de färdigheter som studenterna besitter efter att ha läst matematikkurserna stämmer väl överens med de kunskaper studenterna förväntas ha när de påbörjar SigSys. En sammanfattning av de olika studentgruppernas bakgrund inom Fourier/transformteori återfinns i bilaga 5.

Vi vill understryka att de konkreta förslag på kursplaner som redovisas i bilagorna 1-2 är högst preliminära och kan behöva justeras. Till exempel, skulle momentet "sampling och rekonstruktion" kunna passa i SIK likväl som i SigSys.

Bilaga 1: Utkast på kursplan för nya kursen i Signaler och System (SigSys), C/G2 nivå, 6 hp

Mål: Kursen skall ge grundläggande kunskaper om analys och syntes av tidskontinuerliga och tidsdiskreta linjära system primärt genom användande av matematiska redskap från transformteorin. Studenter godkända på kursen förväntas kunna:

- Definiera och tolka systemegenskaper, såsom linjäritet, tidsinvarians, kausalitet och stabilitet, samt hantera konsekvenser av dessa i samband med problemlösning.
- Tolka och matematiskt hantera tids- och frekvensegenskaper för deterministiska tidskontinuerliga och tidsdiskreta signaler och linjära tidsinvarianta (LTI) system.
- Skissa Bodediagram för LTI system samt analysera hur detta influeras av läget på systemfunktionens poler och nollställen.
- Genomföra insignal-utsignal beräkningar för givna LTI system, både i tidsdomänen och meddelst lämplig transform.
- Modellera problem från tillämpningsområden (tex elektroteknik, mekanik) via LTI-system modeller och analysera dessa modeller både i tids-, frekvens- och transformdomänen.
- Redogöra för samplingsteomet och dess konsekvenser samt använda detta teorem i problemlösning och för att analysera och konstruera enkla samplade system som inkluderar antikvinsfilter, sampling, digital filtrering och rekonstruktion.
- Med adekvat terminologi, väl strukturerat och logiskt sammanhängande, redogöra för sambanden mellan olika begrepp i kursen såväl på svenska som på engelska.

Kursinnehåll:

- Allmänt om signaler och system.
- Systemegenskaper – speciellt linjäritet, tidsinvarians, kausalitet och stabilitet. Impuls- och stegsvar.
- Differentialekvationsbeskrivning av linjära system.
- Fouriertransformanalys av signaler och system. Frekvensspektrum, amplitud- och fasspektrum. Frekvensfunktion, amplitud- och faskarakteristik.
- Laplace- och z-transformanalys av signaler och system. Systemfunktion, pol-nollställediagram.
- Kaskadkoppling och återkoppling.
- Sampling och rekonstruktion – tidsegenskaper och spektralsamband. Poissons summationsformel, samplingsteomet och pulsamplitudmodulering. Viknings- och bandbegränsningseffekter. Församlingsfilter och rekonstruktionsfilter. Samplade system.

Förkunskaper: Gott handhavande av Fourierserier, samt Fourier-, Laplace-, och z-transformerna.

Examination: Tentamen (5 hp). Laboration (1 hp).

Möjlig litteratur: Då utbildningsplanerna för programmen föreskriver att “studenten skall på engelska kunna läsa texter inom det egna teknikområdet ...” väljes förslagsvis en bok på engelska. Det finns då ett stort utbud av kursböcker att tillgå, tex. Oppenheim&Willsky, *Signals and Systems* (Prentice-Hall), och en handfull böcker med liknande innehåll och struktur. Om en kursbok på svenska föredras, finns tex. Söderkvist, *Från Insignal till Utsignal* att tillgå (används idag för TSĐT08+TSĐT15).

Bilaga 2: Utkast till kursplan, Signaler, Information och Kommunikation (SIK), C/G2, 4 hp

Mål: Kursen ska ge grundläggande förståelse för nyckelkoncept inom representation, överföring och lagring av signaler och information. Detta åstadkommes genom att använda enkla men ändå relevanta matematiska modeller för att modellera och förstå verkliga system. Studenter godkända på kursen förväntas kunna:

- Förstå och analysera enkla stokastiska modeller för representation av information
- Beskriva de fundamentala gränserna för kompression och överföring av signaler och information, genomföra enklare beräkningar som relaterar till dessa, samt förstå hur dessa kopplar till fysikaliska verkligheten
- Beskriva och uppvisa ingenjörsmässig förståelse för grundprinciperna för de tekniker för informationslagring och överföring som används i praktiken
- Uppvisa ingenjörsmässig försåelse för de fundamentala gränserna för kommunikation över opålitliga kanaler (tex radio) och genomföra enklare beräkningar som relaterar till dessa
- Med adekvat terminologi, väl strukturerat och logiskt sammanhängande, redogöra för sambanden mellan olika begrepp i kursen såväl på svenska som på engelska.

Kursinnehåll: Grundläggande statistisk inferens. Fundamentala gränser för överföring och lagring av information, entropi, kanalkapacitet. Introduktion till tekniker för kompression samt felskydd av information. Grundprinciper för transmission över opålitliga kanaler (tex radio) och motåtgärder (diversitetstekniker). Grunderna i signallering över fysiska kanaler (modulation/detektion). Informationsöverföring i ett systemperspektiv. Orientering om kontemporära problem inom industri- och forskningsvärlden.

Förkunskaper: SigSys, sannolikhetslära, en grundkurs i analys och linjär algebra.

Examination: Tentamen (3.5 hp). Inlämningsuppgift (0.5 hp).

Möjlig litteratur: Det finns ett antal böcker på lämplig nivå som behandlar kommunikationssystem, digital kommunikation, trådlös kommunikation och informationsteori. Ett möjligt val för denna kurs är MacKay, *Information Theory, Inference and Learning Algorithms* (Cambridge Univ. Press) som huvudbok. Denna täcker en stor del av det planerade kursinnehållet och de delar som inte täcks av denna bok skulle då använda egenskrivet material eller eventuellt utdrag ur andra böcker.

Bilaga 3: Exempel på A-nivå kurser vars vetenskapliga bas relaterar nära till SIK

TSDT14	Signalteori
TSDT16	Felrättande koder
TSDT74	Radiokommunikation
TSKS01	Digital kommunikation
TSKS03	Trådlösa system
TSKS04	Digital kommunikation, fortsättningskurs
TSKS05	Kommunikationssystem, CDIO
TSBB06	Multidimensionell signalanalys
TSBB08	Digital bildbehandling, grundkurs
TSBB11	Bilder och grafik, CDIO
TSBB14	Signal- och bildbehandling
TSBK02	Bild- och ljudkodning
TSBK06	Bild- och ljudkodning
TSBK08	Datakompression
TSBK35	Kompression av ljud och bild
TSRT14	Sensorfusion
TSRT78	Digital signalbehandling

Bilaga 4: Analys av nuvarande kurspaket Signaler och System I&II (TSDT08+TSDT15):

Både TSDT08 och TSDT15 är obligatoriska för Y, Yi, D, Is och läses i årskurs 3. Kurserna förväntas bli obligatoriska även för MT(?).

Studiehandboken anger följande kursinnehåll, vilket vi analyserat via nedanstående färgkodning:

Signaler och system I, 4 hp (TSDT08)

Allmänt om signaler och system. Distributioner.
Systemegenskaper – speciellt linjäritet, tidsinvarians, kausalitet och stabilitet.
Differentialekvationsbeskrivning av linjära system.
Impulssvar och stegsvar. Faltning.

Fourierserieutveckling av periodiska signaler.

Fouriertransformanalys av signaler och system. Frekvensspektrum, amplitud- och fasspektrum. Frekvensfunktion, amplitud- och faskaraktäristik. Amplitudmodulering med tillämpningar – speciellt inom telekommunikation.

Laplace-transformanalys av signaler och system. Systemfunktion, Pol-nollställediagram. Kaskadkoppling och återkoppling.

Syntes av tidskontinuerliga passiva frekvensselektiva filter – speciellt butterworth- och chebyshev I-filter.

Signaler och system II, 4 hp (TSDT15)

Allmänt om tidsdiskreta signaler och system.
Systemegenskaper – speciellt linjäritet, tidsinvarians, kausalitet och stabilitet.

Differensekvationsbeskrivning av linjära system.
Impulssvar och stegsvar. Faltning.

Fouriertransformanalys av signaler och system.
Frekvensspektrum, amplitud- och fasspektrum.
Frekvensfunktion, amplitud- och faskaraktäristik. Diskreta fouriertransformen.

z-transformanalys av signaler och system.
Systemfunktion. Pol-nollställediagram. Kaskadkoppling och återkoppling.

Sampling och rekonstruktion – tidsegenskaper och spektralsamband. Poissons summationsformel, samplingsteoremet och pulsamplitudmodulering. Viknings- och bandbegränsningseffekter. Församlingsfilter och rekonstruktionsfilter.

Syntes av tidsdiskreta frekvensselektiva filter: FIR-filter med hjälp av fönstermetoden och IIR-filter med impulsinvariant eller bilinjär transformation.

Grönt: Detta är kärnmoment som kvarstår efter implementering av förslaget.

Gult: Material med potential för konsolidering, dvs tydligt överlapp mellan TSDT08 och TSDT15, eller överlapp med innehållet i de obligatoriska matematikkurserna (se bilaga 5).

Rött: Specialiserat material som åtminstone delvis utgår, enligt framfört förslag. Det som utgår kan tas upp i specialiserade fortsättningskurser i analoga och/eller tidsdiskreta filter.

Bilaga 5: Y, Yi, D, och Is - studenternas förkunskaper i matematik

Innan kurspaketet i signaler och system så läser studenter på Y, Yi, D, och Is följande obligatoriska matematikkurser (kursinnehåll enligt studiehandboken):

Fourieranalys (TATA26), obligatorisk för Y: Fourierserier. Ortogonalitet. Bessels olikhet. Fullständighet. Konvergensbegrepp och -sats. Räkneregler. Faltningformler. Parsevals formel. Fouriertransform. Inversionsformeln. Distributioner, speciellt diracdistributionen och dess derivator, samt transform av dessa. Laplacetransform. Konvergensområde. Inversionsformeln. Tillämpningar inom teknik och naturvetenskap.

Komplex analys (TATA45), obligatorisk för Y & Yi: Komplexa tal. Begreppet analytisk funktion. Elementära funktioner. Komplexa kurvintegraler. Cauchys integralsats och -formel. Taylor- och Laurent-serier. Residykalkyl. Argumentprincipen. Möbius-avbildningar.

Transformteori (TATA50), obligatorisk för D: Potensserier. Fourierserier på komplex och trigonometrisk form. Amplitud- och fasspektrum. Parsevals formel. Fouriertransform. Impuls- och stegfunktioner. Plancherels formel. Laplacetransform. Faltning. System av differentialekvationer. Enkelsidig z-transform. Differensekvationer.

Transformteori (TATA57), obligatorisk för Yi och Is: I denna kurs studerar vi några viktiga linjära transformationer, med hjälp av vilka linjära problem (differential-, integral-differensekvationer) kan översättas till mer hanterbara algebraiska problem, vilkas lösningar sedan översättas tillbaka till lösningar till de ursprungliga problemen. Följande studeras: Fourierserier, som översätter periodiska funktioner till funktionsserier. Dessa serier används för att analysera periodiska förlopp. Här är konvergensproblemet för funktionsserier viktigt, och vi tar upp likformig och punktvis konvergens samt konvergens i medel för Fourierserier. Bessels olikhet och Parsevals sats är nyckelresultat. Fouriertransformer: dessa transformer används för analys av icke-periodiska förlopp. Inversionsformeln för Fouriertransformer är central och verktygen omfattar även räkneregler, faltningformeln och Plancherels sats. Laplacetransformen: översätter funktioner av en reell variabel till funktioner definierade i det komplexa planet, och används för att lösa bl a begynnelsevärdesproblem. Verkyten omfattar räkneregler, faltningformeln samt begynnelse- och slutvärdessatsen. Z-transformen: översätter funktioner på de naturliga talen till potensserier, och används för att lösa differensekvationer. Verkyten omfattar räkneregler och faltningformeln.