

Välkommen till TSDT84 Signaler & System samt Transformer!

Inledning

- **Examinator: Lasse Alfredsson.** **Föreläsare HT1: Mårten Wadenbäck**
 - Lasse.Alfredsson@liu.se Marten.Wadenback@liu.se
 - **Tjänsterum 2D:549** resp. **2D:527** mellan ing. B25 & B27, markplanet, D-korridoren
 - Universitetslektor resp. bitr. universitetslektor vid avdelningen **Datorseende** på ISY
 - Lasse disputerat inom diskret matematik / signalbehandling / **transformer** / VLSI
Mårten disputerat inom matematik och datorseende
- **Lektionsassistenter** – doktorander
 - D3a, I3 & Ii3: Karl Holmquist
 - D3b, I3 & Ii3: Abdo Eldesokey i HT1, Pavlo Melnyk i HT2.

• **ISY – Institutionen för Systemteknik, www.isy.liu.se Avdelningar:**

- **Datorseende** *Visuella (t.ex. robot-)system (autonoma farkoster), bildbehandling, maskininläring m.m.*
- **Datorteknik** *Design av processorarkitekturer och digital logik, integrerade kretsar (VLSI) m.m.*
- **Elektroniska kretsar och system** *Integrerade kretsar (VLSI) och deras tillämpningar i sammansatta system m.m.*
- **Fordonssystem** *Kontroll, diagnos och övervakning av olika säkerhets- och prestandafunktioner m.m. i fordon*
- **Informationskodning** *Datasäkerhet, kvantkryptografi, datorgrafik, datakompression, organisk elektronik m.m.*
- **Kommunikationssystem** *Digital och trådlös kommunikation – bl.a. MIMO & 5G-system, energieffektiv signalbehandling m.m.*
- **Reglerteknik** *Kontroll, robotik och autonoma system, sensorfusion, systemidentifiering m.m.*

Kurslitteratur

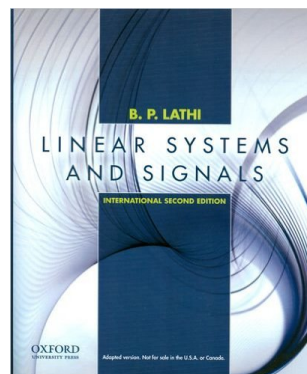
Se kurswebbsidan (TSDT18):

Det finns en bred flora av böcker som är lämpliga som kurslitteratur. Den här kursen följer innehållet i "**Linear Systems and Signals**" av **B. P. Lathi, 2:a upplagan från 2010**.

- Innehåller *teoridel & lektionsuppgifter*
- Finns även som **e-bok**, läs via biblioteket.

(Dock finns en del OCR-fel, t.ex. några minustecken saknas och "–t" har på något ställe blivit "–1".

Läs om detta i info om kurslitteraturen på kurswebbsidan!)



Exempel på *alternativa teoriböcker*:

- "**Signals and Systems, A Matlab Integrated Approach**" av Oktay Alkin, CRC Press 2014.
En *mycket* trevlig och lättläst bok, med många medföljande matlabfunktioner som stöd för inläringen.
 - Pris: Ungefär samma som Lathis bok – finns på Bokakademin.
 - Bokens webbsida: signalsandsystems.org
 - Finns även som e-bok!
- "**Från insignal till utsignal**", Sune Söderkvist, Tryckeriet Erik Larsson 2007.
Finns också på Bokakademin, men säljs bara i ett lite dyrare paket med tillhörande övningsbok och formelsamling.



Det som tillkommer, utöver kursbok, är:

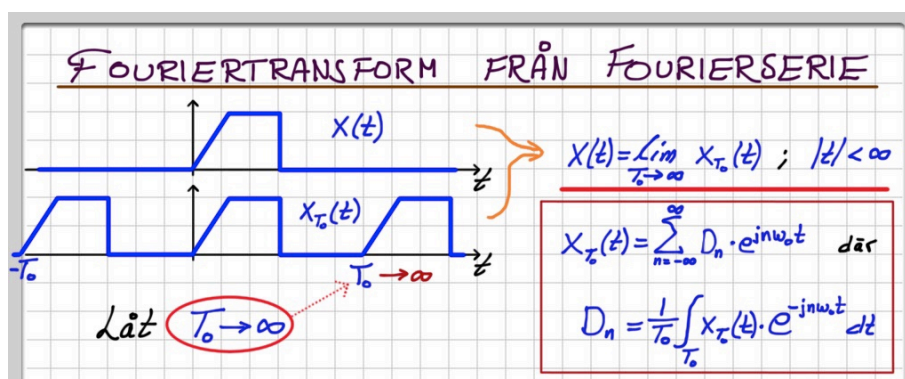
- En **kursspecifik formelsamling**, "**Formelsamling för Signaler & System**", ver. 2.0 från 2015, av Lasse Alfredsson. Köps på Bokakademin.
- **Examinatorns lösningar** till lektionsuppgifterna i **HT1** – se lektionswebbsidan.
 - I mån av tid, under hösten: Bättre och tydligare lösningar till uppgifterna i HT2 (i stället för bokförfattarens lösningsförslag)
- Ett **laborationshäfte** (HT2)

Kursupplägg HT1 – Transformteori

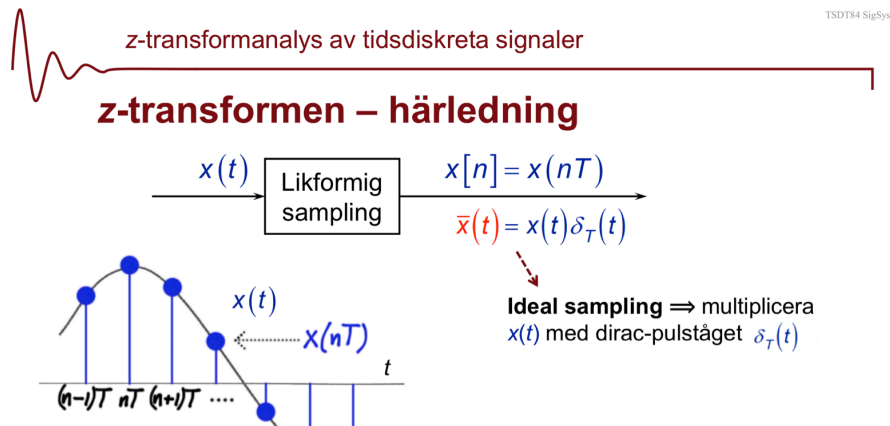
Föreläsningsform: Flippat klassrum

- Studenterna ser 2–3 **videoklipp** på 6–18 min/st **innan respektive föreläsning**:
 - Teorigenomgångar varvat med något förtydligande exempel.
 - Länk från föreläsningswebbsidan till videoklipperna på **YouTube**.
 - Konsekvens: Mer tid på föreläsningen för räkneexempel, knyta samman olika kursdelar m.m. – dvs. mer inläring under föreläsningarna!
- **OBS: Upplägget förutsätter att du verkligen ser videoklipperna** före varje föreläsning, annars kommer du inte att förstå vad som sker på föreläsningen!
 - Du som tycker att videogenomgångarna går för sakta kan antingen spela upp i högre hastighet eller läser motsvarande avsnitt i kursboken.

- **Videoexempel 1**, från föreläsning 2 (https://youtu.be/laM_yrD5tIQ):



- **Videoexempel 2**, från föreläsning 4 (<https://youtu.be/j0qNAGcBtWI>):



Kontrollskrivning i transformteori efter HT1

- KTR1 – Kontrollskrivning i transformteori (2 hp), betyg **U/G**
 - Syfte: Inlärningshjälp för dig!
 - Den som följer med i HT1 som "normalstudent" klarar kontrollskrivningen!
 - **Flervalsfrågor** – dina beräkningar lämnas som bilaga. Max 30 poäng:

0 – 9 p: U	10–14 p: U/K	15 – 30 p: Godkänd
-------------------	---------------------	---------------------------



Underkänd, men du får lämna skriftlig **komplettering** på dina egna lösningar (om du gjort mindre slarv-/tankefel).

Exempel – kontrollskrivningens flervalsfrågor

4. Diracimpulsen definierades under en fouriertransformföreläsning.

Vilket av nedstående samband, som involverar diracimpulsen, är *korrekt*?

(1 p)

a) $\delta(t) = \int_{-\infty}^t u(\tau) d\tau$

b) $\delta(t) = \lim_{\tau \rightarrow 0} (u(t-\tau) - u(t))$

c) $\delta(t) = \frac{du(t)}{dt}$

d) $u(t) = \frac{d\delta(t)}{dt}$

Exempel – kontrollskrivningens flervalsfrågor

8. Om $X(s)$ är den enkelsidiga laplacetransformen till $x(t)$, vilken enkelsidig laplacetransform

$Y(s)$ har i så fall signalen $y(t) = \frac{dx(t)}{dt}$?

(2 p)

a) $Y(s) = sX(s) - x(0^-)$

b) $Y(s) = sX(s) + x(0^-)$

c) $Y(s) = sX(s)$

d) $Y(s) = \frac{dX(s)}{ds}$

Exempel – kontrollskrivningens flervalsfrågor

12. Vilken av uttrycken nedan utgör inversa z -transformen till $X[z] = \frac{z^2 + 12z}{z^2 - z - 6}$, $|z| > 3$? (3 p)

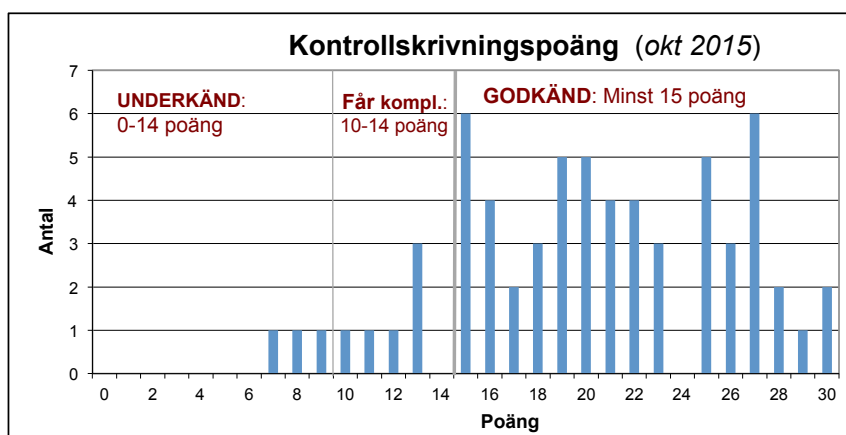
a) $x[n] = (3^{n+1} - (-2)^{n+1})u[n]$

b) $x[n] = (3^{n+1} + (-2)^{n+1})u[n]$

c) $x[n] = (3^{n+1} - 2^{n+1})u[n]$

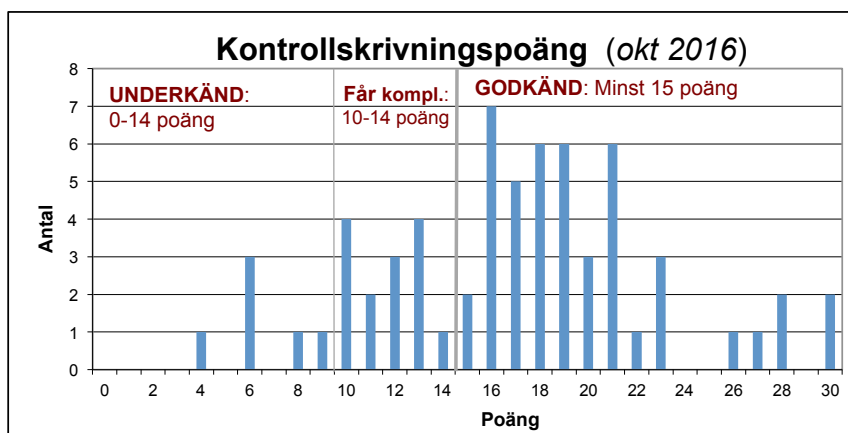
d) $x[n] = (3^{n+1} + 2^{n+1})u[n]$

Statistik 2015



Om-KTR, jan 2016: ≥ 15 p: 8/8 = 100% Godkända

Statistik 2016:



Om-KTR, jan 2017: ≥ 15 p: 14/15 = 93% Godkända

KURT – webbaserade kursutvärderingen:

2013:	3.41	
2014:	3.47	
2015:	3.71	(Gyllene Moroten-nominering av D-sektionen)
2016:	4.15	
2017:	4.71	
2018:	3,92	(Bara 12% fyllde i enkäten)

Kursutvärderingskommentarer

- "Tror faktiskt detta är den bästa kurslitteraturen vi haft"
- "Bra med videos i transformdelen, bra att mycket togs på whiteboard."

- *"Lägg lite mera fokus på grunderna, tror det hade bidragit till mycket bättre förståelse för senare och mer avancerade koncept."*
- *"Transformteoridelen av TSDT84 använde sig att videos inför föreläsningarna (och praktiskt som sammanfattningar inför kontrollskrivningen) och det hjälpte jättemycket att kunna upprepa vissa delar tills man förstod teorin."*
- *"Eftersom jag hade schemakrockar kunde jag inte medverka på alla föreläsningar och föreläsningsslidesen var lite svåra att tolka om man inte hade varit där under föreläsningen"*
- *"Jag gillade kontrollskrivningen och dess sett att välja 4 alternativ. Utan den skulle jag aldrig ha pluggat då och glömt allt."*
- *"Jag har den här kursen som släpkurs på grund av andra grejer som uppstod tidigare i utbildningen, men det är en av de trevligaste släpkurserna att ha för Lasse både kan och vill verkligen hjälpa till. Lasse ska ha beröm."*

Förändringar under 2017:

- Mer/tydligare motiverande inledning till linjära systemdelen i HT2 under det inledande seminarier.
- Ytterligare en föreläsning, från 5 till 6, för att få mer tid för genomgång av fourierserier & fouriertransform.
- Ett frågeseminarium har tillkommit inför kontrollskrivningen, efter studenters önskan (*samma typ av seminarier som de två i HT2*).

Förändringar 2018 & 2019:

- Om tid finns – egna lösningar till lektionsuppgifterna i HT2.
- Fortsatt kontinuerlig utveckling av material och pedagogisk framställning. ☺

HT2: Signaler & System

- **100% samläsning med TSDT18 Signaler & System** för Y3, Yi3, Med3, I3/li3-system
- **Transformteori är *nödvändig* förkunskap** inför Signaler & System-delen!
- **Två frågeseminarier**
- **TEN3:** Tentamen i Signaler & System (5 hp), betyg U, 3, 4, 5
- **LAB1:** Laborationer i Signaler & System, betyg U, G

Föreläsningsplanering HT2:

1. Inledning, Signaler & System
2. *forts. Inledning, Signaler & System*
Tidsdomänanalys av tidskontinuerliga system
3. *forts. Tidsdomänanalys av tidskontinuerliga system.*
4. **Fourierserieanalys** av tidskontinuerliga periodiska signaler
5. **Fouriertransformanalys** av tidskontinuerliga signaler
6. *forts: Fouriertransformanalys av tidskontinuerliga signaler & system*
7. Sampling & rekonstruktion
8. Rekonstruktion
Diskreta fouriertransformen (DFT)

9. **Laplacestransformanalys** av tidskontinuerliga system
10. *forts. Laplacestransformanalys av tidskontinuerliga system*
11. *forts. Laplacestransformanalys av tidskontinuerliga system*
Tidsdomänenanalys av tidsdiskreta signaler och system:"
12. *forts. Tidsdomänenanalys av tidsdiskreta signaler och system*
13. **z-transformanalys** av tidsdiskreta system
14. **Fourieranalys** av tidsdiskreta signaler och system

Kurser i åk 3 med mer/mindre behov av transformkunskaper

Termin 5

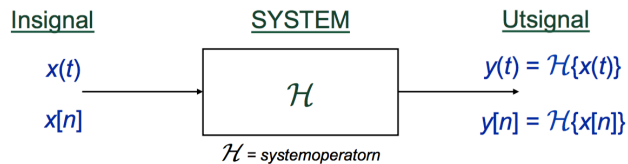
- TSdT84 Signaler & System samt Transformer

Termin 6

- TSRT12 Reglerteknik (*för D*)
- TSKS10 Signaler, information och kommunikation

Många andra kurser, speciellt på ISY men även andra institutioner, använder också transformers som "matematiska verktyg"!

Signaler & System – kort introduktion



- Ett **SYSTEM** = en **matematisk modell** av ett fysikaliskt system, alltså en **algoritm**, som för olika **insignaler x** genererar olika **utsignaler y** .
- En **SIGNAL** = en informationsbärande matematisk **funktion** som **representerar** en (ofta mätbar) fysikalisk storhet.
- Signalerna är här oftast **deterministiska**, **endimensionella**, **periodiska** eller **icke-periodiska**, **tidskontinuerliga** eller **tidsdiskreta**.

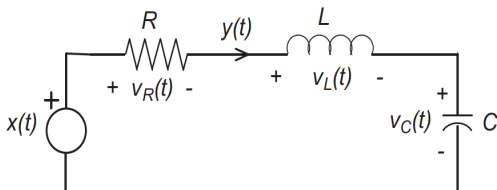
Copyright © Lasse Alfredsson, LNU

Differentialekvation - Signaler & System

Lasse Alfredsson

Ex. Elektrisk krets.

Spänningskällan = insignal.
Strömmen = utsignal:



$$v_R(t) = R \cdot y(t) \quad (1) \quad v_L(t) = L \cdot \frac{dy(t)}{dt} \quad (2)$$

$$y(t) = C \cdot \frac{dv_C(t)}{dt} \quad (3) \quad v_C(t) = x(t) - v_R(t) - v_L(t) \quad (4)$$

(1) & (2) i (4). Därefter (4) i (3) \Rightarrow

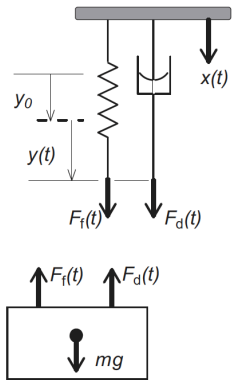
$$y(t) = C \cdot \frac{dv_C(t)}{dt} = C \cdot \frac{dx(t)}{dt} - RC \cdot \frac{dy(t)}{dt} - LC \cdot \frac{dy^2(t)}{dt^2}$$

dvs.
$$LC \frac{dy^2(t)}{dt^2} + RC \frac{dy(t)}{dt} + y(t) = C \frac{dx(t)}{dt}$$

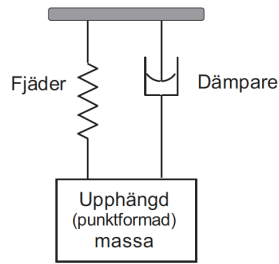
Differentialekvation -
Signaler & System

Ex. Mekaniskt system:

Erlägg och sätt ut krafter!



Lasse Alfredsson



y_0 = utdragslängd vid vila, dvs. jämviktsläge
 $y(t)$ = avvikelser från jämviktsläget
 $x(t)$ = lägesförändring av infästningspunkten
 k = fjäderkonstant
 c = dämpningskonstant
 v = hastighet i y-led
 a = acceleration i y-led

Totalt utdragen längd: $y_{tot}(t) = y_0 + y(t) - x(t)$
 Fjäderkraften $F_i(t) = k \cdot y_{tot}(t)$
 Dämpkraften $F_d(t) = c \cdot v(t) = c \cdot \frac{dy_{tot}(t)}{dt}$

För massan gäller:

Newtons 2:a lag (\sum krafter i y-led):

$$m \cdot g - F_i(t) - F_d(t) = m \cdot a = m \frac{dy^2(t)}{dt^2}$$

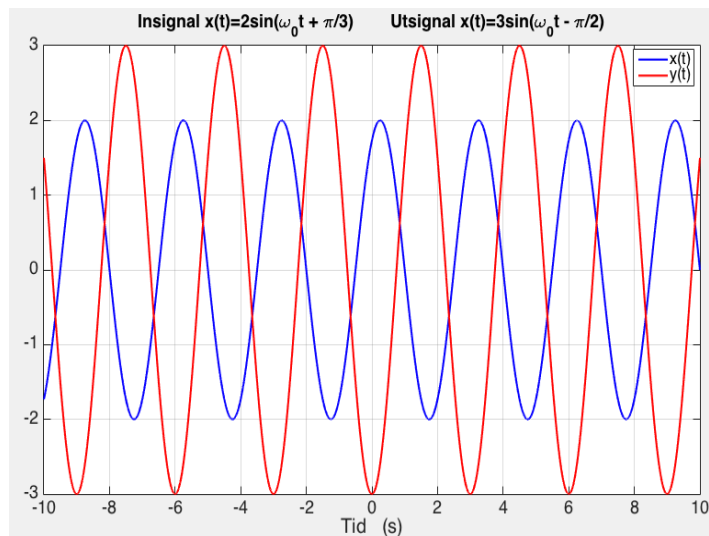
Vid vila är $x=0$, $y=0$, $y'=0$
 och $y''=0 \Rightarrow k \cdot y_0 = m \cdot g$

$$\dots \Rightarrow \frac{dy^2(t)}{dt^2} + \frac{c}{m} \cdot \frac{dy(t)}{dt} + \frac{k}{m} \cdot y(t) = \frac{c}{m} \cdot \frac{dx(t)}{dt} + \frac{k}{m} \cdot x(t)$$

Stabila linjära tidsinvarianta system

Även detta känner åtminstone
 D:are delvis igen från
TSTE24 Elektronik:

**Systemet amplitudskalar och
 färförskjuter stationära
 frekvenssignaler (cos/sin):**

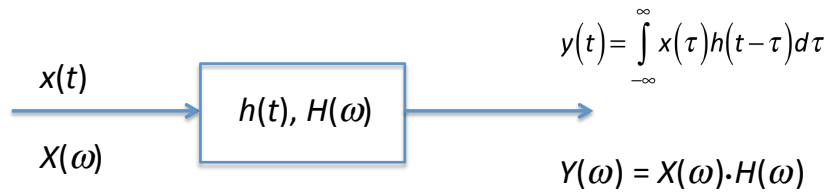


Stabila linjära tidsinvarianta system

Amplitudskalningen och fäsförskjutningen ges av systemets **frekvensfunktion**

$H(\omega) = \frac{Y(\omega)}{X(\omega)}$, där $H(\omega)$, $X(\omega)$ och $Y(\omega)$ är **fouriertransformer** och beskriver

systemets, insignalens respektive utsignalens **frekvensegenskaper**.



Det är ofta lättare att utföra beräkningar i **transformdomänen** än i **tidsdomänen**!