

## Tentamen i TSDT18 Signaler & System för Y/Yi, MED & Mat

**Provkod:** TEN1

**Tid:** 2022-03-16 kl. 14.00–19.00

**Lokal:** TER1 & FE249

**Lärare:** Lasse Alfredsson, 013-282645.

Jag besöker tentasalen *en* gång under skrivtiden, efter ca halva skrivtiden.  
Utöver den tiden nås jag på telefon: 013-28 2645.

**Hjälpmedel:** Räknedosa med tömt minne samt följande tre (fyra) formelsamlingar:

1. "Formelsamling för Signaler & System", Lasse Alfredsson
2. "Formler & Tabeller", Sune Söderkvist,
3. MAI:s formelsamling i transformteori/fourieranalys, dvs.  
"Transformteori: sammanfattning, formler och lexikon" eller  
"Formelsamling för Fourieranalys".

**Bedömning:** Tentans uppgifter ger totalt 50 poäng.

Preliminära betygsgränser:	Betyg 3:	21 poäng
	Betyg 4:	31 poäng
	Betyg 5:	41 poäng

**OBS!**

- Redovisa tydligt alla steg i dina lösningar, det är främst *lösningsgången* vi poängbedömer!  
**Bristande motivering medför poängavdrag.**
- **Numeriska lösningar**, dvs. om signifikanta delar av uppgiften löses m.h.a. räknare, **accepteras ej.**

**Rättning:** Tentorna rättas och resultaten rapporteras normalt till ladok inom *15 arbetsdagar* efter tentatillfället. Natten efter ladokrapporteringen skickas ett automatiskt Ladok-utskick med tentamensresultat via e-post till alla kursregistrerade. Om inget oförutsett inträffar finns lösningsförslag tillgängligt under TSDT18:s tenta-webbsida [www.cvl.isy.liu.se/education/undergraduate/TSDT18/tentor](http://www.cvl.isy.liu.se/education/undergraduate/TSDT18/tentor) inom *5 arbetsdagar*.

**Uthämtning:** Rättade tentor kan hämtas ut på **ISY:s expedition** från och med **2022-04-11**. Expeditionen finns bredvid Café Java i B-huset – se öppettider och information om rutin för uthämtning av tentor i högerkolumnen på [www.isy.liu.se/edu](http://www.isy.liu.se/edu).

Eventuella **synpunkter på rättningen** skall formuleras *skriftligen* och skickas via e-post till examinatorn (Lasse.Alfredsson@liu.se) *inom en månad* från första uthämningsdatumet ovan.

Synpunkter om *uppenbara felbedömningar* kan dock lämnas senare.

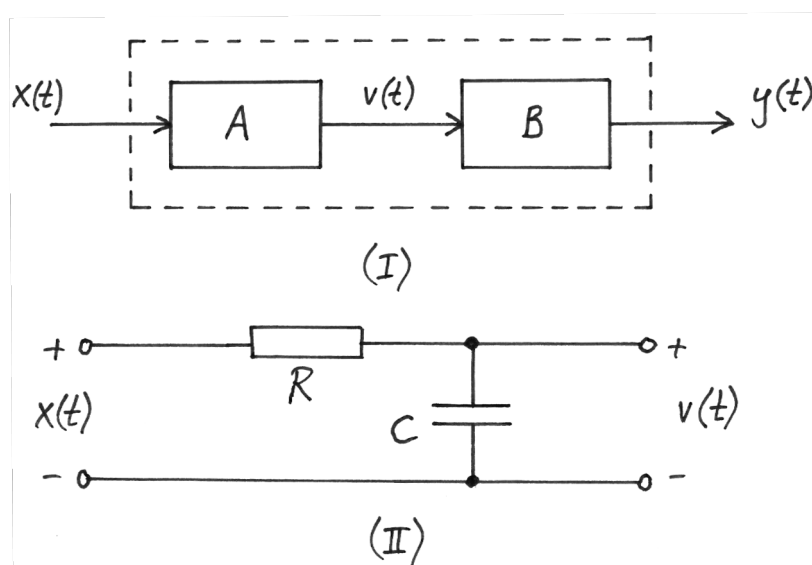
***Lycka till på tentan!***

1. Förhållandet mellan insignalen  $x(t)$  och utsignalen  $y(t)$  för visst energifritt tidskontinuerligt kausalt LTI-system kan beskrivas av differentialekvationen

$$\frac{d^2 y(t)}{dt^2} + 5 \frac{dy(t)}{dt} + 6y(t) = 5 \frac{dx(t)}{dt} + 13x(t)$$

- a) Beräkna systemets utsignal då insignalen är  $x(t) = 6 + \sqrt{104} \cdot \cos(2t)$ . (5 p)
- b) Beräkna systemets stegsvar  $g(t)$ . (3 p)

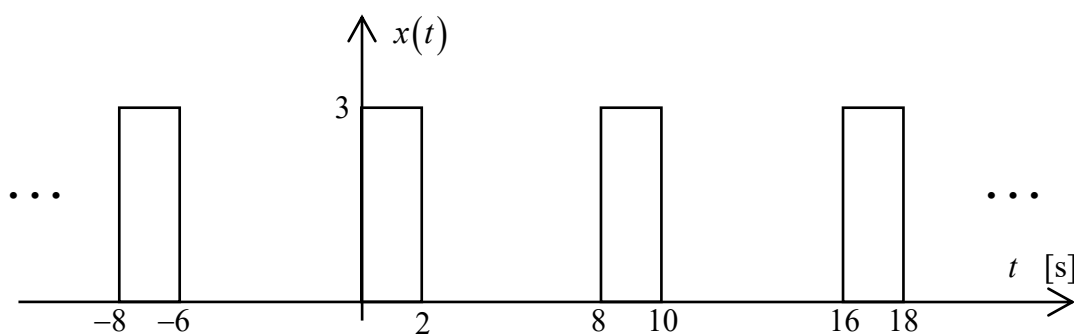
2. Figur (I) nedan visar ett tidskontinuerligt LTI-system, som består av en kaskadkoppling av de två tidskontinuerliga LTI-systemen A och B. System A utgörs av den elektriska kretsen i figur (II), där  $R = 1 \Omega$  och  $C = 0.5 \text{ F}$ .



System B, som har impulssvar  $h_B(t) = u(t-1) - u(t-4)$ , belastar inte system A (dvs. utsignalen  $v(t)$  från system A beror inte på system B).

- a) Beräkna impulssvaret  $h_A(t)$  för system A. (4 p)
- b) Beräkna impulssvaret  $h(t)$  för det *totala* kaskadkopplade systemet. (5 p)
- (Om du inte har löst uppgift a) så kan du använda  $h_A(t) = 4e^{-3t}u(t)$  vid beräkningen av  $h(t)$ .)

3. Ett tidskontinuerligt LTI-system med impulssvaret  $h(t) = t \cdot e^{-3t} u(t)$  har som insignal den periodiska signalen  $x(t)$ , som visas i figuren nedan.



Beräkna de komplexa fouriersseriekoefficienterna  $\hat{D}_n$  till den periodiska utsignalen  $y(t)$ .

(8 p)

4. Då ett energifritt tidsdiskret LTI-system matas med insignalen  $x[n] = (0.5^n + 1)u[n]$  erhålls utsignalen  $y[n] = 2\delta[n] - 1.5\delta[n-1]$ .
- Rita pol-nollställediagrammet för systemfunktionen  $H[z]$ . (4 p)
  - Vilken kausalitetsgenskap har systemet? (1 p)
  - Skissera systemets amplitudkaraktäristik  $|H[\Omega]|$ . (1 p)
  - Vilken typ av frekvensselektivt filter utgör systemet? (1 p)
  - Beräkna systemets impulssvar  $h[n]$ . (1 p)
5. Ett tidsdiskret LTI-system med insignal  $x[n]$  och utsignal  $y[n]$  har impulssvaret
- $$h[n] = \left( \left( \frac{1}{2} \right)^n + \left( -\frac{1}{2} \right)^n \right) u[n].$$
- Rita en realisering (ett signalflödesschema) för systemet. (5 p)
  - Vilken stabilitetsgenskap har systemet? (1 p)
  - Sinusformade insignaler kommer att amplitudskaleras av systemet. Vid vilken normerad vinkelfrekvens har systemet sin *minsta* amplitudskalning och hur stor är denna amplitudskalning? (2 p)

6. Nedan finns ett antal påståenden om tidsdiskreta LTI-system.

Ange och *motivera tydligt*, för varje påstående, om det är *sant* eller *falskt*.

a) Systemfunktionen till ett lågpasfilter kan inte ha ett nollställe i  $z = 1$ . (1 p)

b) För alla högpasfilter måste alla poler hos dess systemfunktion ha negativ realdel. (1 p)

c) Ett nollställe hos systemfunktionen i  $z = 0$  påverkar inte filtrets faskaraktäristik. (1 p)

d) Ett LTI-system med impulssvar  $h[n] = n(u[n+1] - u[n-1])$   
har stegsvaret  $g[n] = -\delta[n+1] - \delta[n]$ . (2 p)

e) Systemfunktionen till ett stabilt tidsdiskret LTI-system måste ha minst lika många poler som nollställena. (1 p)

f) Ett tidsdiskret LTI-system med impulssvar  $h[n] = \cos\left(\frac{\pi}{3}n\right)u[n]$   
är marginellt stabilt. (1 p)

g) Vid sampling av en tidskontinuerlig signal  $x(t)$  med bandbredd  $B$  Hz, så kan den samplade signalen rekonstrueras tillbaka till  $x(t)$  om samplingsfrekvensen  $f_s$  är minst dubbelt så stor som  $B$ . (1 p)

h) DFT:n till en tidsdiskret signal  $x[n]$ , som erhållits genom sampling av en tidskontinuerlig signal, har perioden  $N = \frac{f_0}{f_s}$ , där  $f_s$  är sampelfrekvensen och  $f_0$  är DFT:ns frekvensupplösning. (1 p)