

Tentamen i

- **TSDT18 Signaler & System för Y(i), MED & Mat** – **TEN1**
- **TSDT84 Signaler & System samt Transformer för D & I(i)** – **TEN3**

Tid: 2024-03-13 kl. 14.00–19.00

Lokaler: **TSDT18:** TER1, TER4 **TSDT84:** TER2, TER4

Lärare: Lasse Alfredsson 013-282645

Läraren besöker tentasalen *en gång*, efter ca. halva skrivtiden, och nås för övrigt på telefon.

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. Om inget oförutsett inträffar finns ett lösningsförslag tillgängligt under TSDT18:s tenta-webbsida isy.gitlab-pages.liu.se/cvl/courses/TSDT18/tentor inom *5 arbetsdagar*.

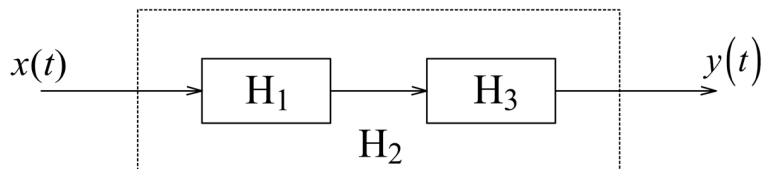
Uthämtning: Rättade tentor kan hämtas ut på **ISY:s expedition** från och med **2024-04-08**. Expeditionen finns bredvid f.d. Café Java i B-huset – *öppet måndagar och torsdagar kl. 12:30–13:15*.

Frågor om uthämtning av tentor skickas till tentor@isy.liu.se.

Eventuella synpunkter på rättningen skall formuleras *skriftligen* och lämnas via ISY:s expedition *inom en månad* från första uthämningsdatumet ovan.

Lycka till på tentan!

1. Ett icke-kausalt tidskontinuerligt LTI-system H_1 , med impulssvaret $h_1(t) = e^{at}u_0(-t)$, är givet. Vi vill nu konstruera ett tidskontinuerligt (externt) stabilt och kausalt LTI-system H_2 med impulssvaret $h_2(t) = e^{-at}u(t)$. Detta system består av en kaskadkoppling av system H_1 med ett annat tidskontinuerligt LTI-system H_3 , med impulssvar $h_3(t)$, enligt figuren nedan.

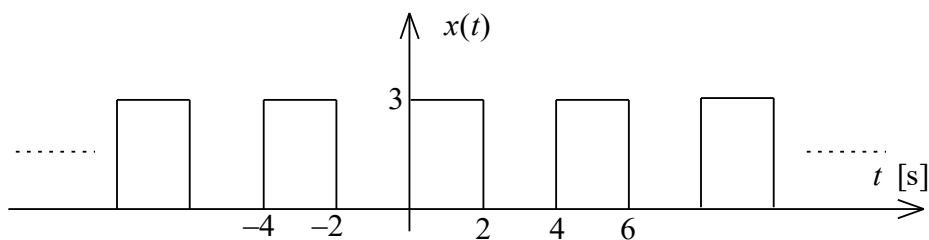


Rita det fullständiga pol-nollställediagrammet för $H_3(s)$ samt beräkna $h_3(t)$. (8 p)

2. Ett energifritt tidskontinuerligt LTI-system har frekvensfunktionen

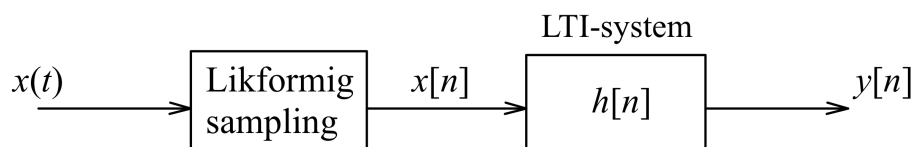
$$H(\omega) = e^{j2\omega} \operatorname{sinc}_N\left(\frac{\omega}{\pi}\right) = e^{j2\omega} \operatorname{sinc}(\omega).$$

- a) Beräkna systemets utsignal $y(t)$ då dess insignal är $x(t) = e^{-t}u(t)$. (7 p)
- b) Vilken kausalitetsgenskap har systemet? *Motivera!* (1 p)
- c) Vilken (extern) stabilitetsgenskap har systemet? *Motivera!* (1 p)
3. Ett tidskontinuerligt butterworthfilter av LP-typ, av ordning 3 och med 3 dB-gränsvinkel-frekvens $\omega_p = 4$ rad/s, matas med den periodiska insignalen $x(t)$ enligt nedan. Som utsignal från filtret erhålls då en periodisk utsignal $y(t)$, med komplexa fourierseriekoefficienter \hat{D}_n .



Beräkna utsignalens dubbelsidiga amplitudspektrum $|\hat{D}_n|$. (8 p)

4. Den tidskontinuerliga signalen $x(t) = \Delta\left(\frac{t}{2}\right)$ samplas idealt med sampelfrekvensen $f_s = 2$ Hz. Samplingen resulterar i den tidsdiskreta signalen $x[n]$, som i sin tur är insignal till ett tidsdiskret energifritt LTI-system med impulssvar $h[n] = \frac{1}{2} \text{sinc}_N\left(\frac{n}{2}\right) = \frac{1}{2} \text{sinc}\left(\frac{n\pi}{2}\right)$. LTI-systemets utsignal är $y[n]$. Det totala sammankopplade systemet framgår av följande figur:



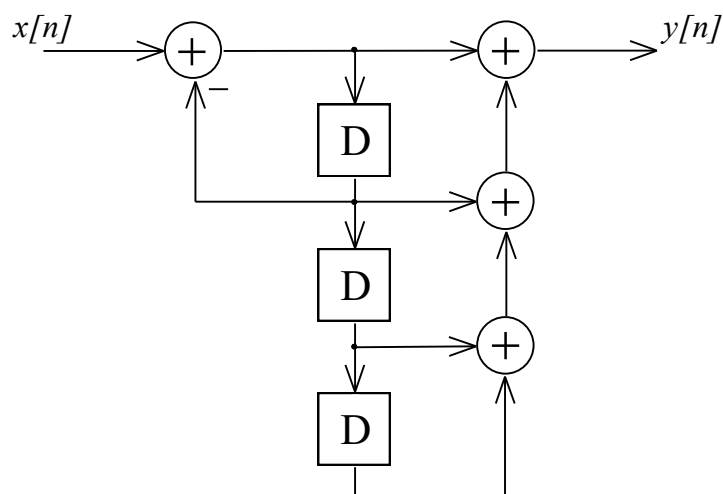
Rita utsignalens amplitudspektrum $|Y[\Omega]|$. (8 p)

Tips 1: $\Delta(t)$ är definierad längst ned på sidan 2 i kursens formelsamling.

Tips 2: Använd *inte* Poissons summationsformel för att erhålla $X[\Omega]$ – det blir för krångligt. Sampla själv i stället.

5. Då ett tidsdiskret LTI-system matas med insignalen $x[n] = (0.5^n + 1)u[n]$ erhålles utsignalen $y[n] = 2\delta[n] - 1.5\delta[n-1]$.
- a) Beräkna systemfunktionen $H[z]$, inklusive dess konvergensområde, samt rita systemfunktionens fullständiga pol-nollställediagram. (5 p)
- b) Skissera amplitudkaraktäristiken $|H[\Omega]|$ utgående från pol-nollställevektorer (dvs. *inte* utgående från det analytiska uttrycket för $H[\Omega]$), samt ange vilken typ av frekvensselektivt filter utgör systemet. *Motivera tydligt!* (4 p)

6. Nedan visas signalflödesschemat för ett visst tidsdiskret LTI-system, med fyra summatorer och tre fördröjningsselement.



- a) Beräkna systemets systemfunktion $H[z]$. (5 p)
- b) Beräkna systemets utsignal $y[n]$ då dess insignal är den stationära signalen $x[n] = \cos\left(\frac{\pi}{3}n\right)$. (3 p)