

Tentamen i TSBB32 Linjära system

Tid: 2022-06-03 kl. 14.00–18.00

Provkod: TEN1

Lokaler: U10 & U11

Lärare: Lasse Alfredsson, tel. 013-28 2645
Skrivsalen besöks två gånger:

- Ca 1–1.5 timme efter tentans start
- Ca 1–1.5 timme innan skrivtidens slut

Hjälpmedel:

- Miniräknare med tömt minne.
- "Formelsamling för Signaler & System", Lasse Alfredsson.

Bedömning:

- Varje korrekt svar ger antingen 2, 3 eller 4 poäng. För godkänd tentamen, dvs. **betyg 3**, krävs 12 poäng och för **betyg 5** krävs 22 poäng. Eventuella TRP-poäng adderas till dina skrivningspoäng.
Se sista sidan för närmare information om kompletteringsmöjlighet!
- Redovisa tydligt alla steg i dina lösningar, det är främst *lösningsgången* vi poängbedömer! **Bristande motivering medför poängavdrag.**

Rättning: Enligt regelverket ska tentor rättas och resultatrapporteras i Ladok inom *15 arbetsdagar* efter tentatillfället. Denna tenta, med bara flervalstuppgifter, kommer dock att rättas mycket snabbare än så.

Lösningförslag finns normalt tillgängligt på kursens tenta-webbsida *inom 5 arbetsdagar*: www.cvl.isy.liu.se/education/undergraduate/TSBB32

Uthämtning: Rättade tentor kan hämtas ut på **ISY:s expedition** från och med **2022-06-16**. Studenter som erbjuds att **komplettera** får i stället en *kopia* av sin skrivning. Expeditionen finns bredvid Café Java i B-huset – öppettider under terminstid: *måndag & torsdag kl. 12:30–13:15*. Frågor om uthämtning av tentor skickas till expeditionen på tentor@isy.liu.se.

Komplettering:

Information om möjligheten att komplettera till betyg 3 eller till betyg 5 står på sista sidan. Om du har möjlighet att komplettera, så ska du lämna en skriftlig komplettering till ISY:s expedition **senast 2022-09-01**.

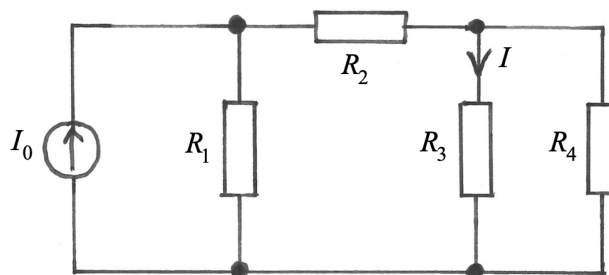
Du som har möjlighet att komplettera till betyg 3 bör göra det **i god tid innan sista anmälningssdag till omtentan den 18 augusti**, så du vet om du behöver gå upp på den eller ej.

Lycka till!

2(6)

1. Vilka systemegenskaper gäller för ett tidskontinuerligt energifritt system med insignal $x(t)$ och utsignal $y(t) = x(5t)$? (2 p)
- Det är linjärt och tidsinvariant.
 - Det är linjärt och tidsvariabelt.
 - Det är icke-linjärt och tidsinvariant.
 - Det är icke-linjärt och tidsvariabelt.

2. Hur stor är strömmen I genom resistansen R_3 i nedanstående elektriska krets, där $I_0 = 12 \text{ mA}$, $R_1 = 4 \Omega$, $R_2 = 1,25 \Omega$, $R_3 = 1 \Omega$ och $R_4 = 3 \Omega$? (2 p)



- $I = 2 \text{ mA}$
 - $I = 4 \text{ mA}$
 - $I = 6 \text{ mA}$
 - $I = 8 \text{ mA}$
3. Förhållandet mellan insignalen $x(t)$ och utsignalen $y(t)$ för ett visst LTI-system kan beskrivas med differentialekvationen

$$\frac{d^2y(t)}{dt^2} + 2\frac{dy(t)}{dt} + 4y(t) = 2\frac{dx(t)}{dt}$$

När insignalen $x(t) = \sqrt{3} \cdot u(t)$ släpps på systemet vid $t = 0$, så gäller begynnelsevillkoren $y(0^-) = 3$, $y'(0^-) = -3$.

Vilken är utsignalens zero-input-komponent $y_{zi}(t)$? (2 p)

- $y_{zi}(t) = 3e^{-t}\cos(\sqrt{3}t)u(t)$
 - $y_{zi}(t) = 3e^{-t}\sin(\sqrt{3}t)u(t)$
 - $y_{zi}(t) = 2e^{-t}\cos(\sqrt{3}t)u(t)$
 - $y_{zi}(t) = 2e^{-t}\sin(\sqrt{3}t)u(t)$
4. Ett idealt amplitudnormerat lågpasfilter med gränsvinkelfrekvens $\omega_p = 3 \text{ rad/sek}$ har en insignal $x(t) = \frac{4}{4t^2+1}$. Vilken energi E_y har filtrets utsignal $y(t)$? (2 p)
- $E_y \approx 0.95 \cdot 2\pi$
 - $E_y \approx 0.95 \cdot 4\pi$
 - $E_y \approx 0.86 \cdot 2\pi$
 - $E_y \approx 0.86 \cdot 4\pi$

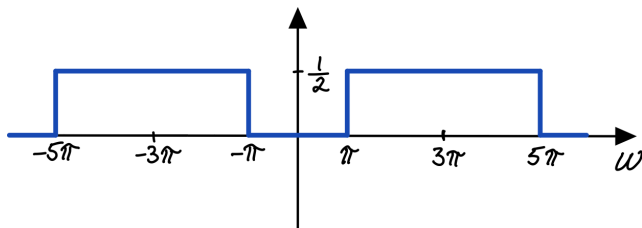
5. Meddelandesignalen $m(t) = 2 \cdot \text{sinc}_N(2t)$ amplitudmodulerar en bärvåg $c(t) = \sin(3\pi t)$, vilket resulterar i AM-signalen $s(t) = m(t) \cdot c(t)$.

Vilken av graferna nedan utgör AM-signalens frekvensspektrum $S(\omega)$?

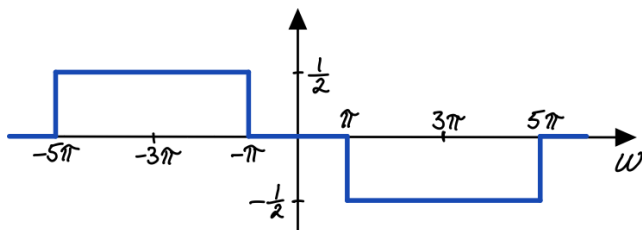
(Notera att det är $S(\omega)$ och inte $|S(\omega)|$ som är ritade, där två av spektrumen är reellvärda och två är komplexvärda.)

(3 p)

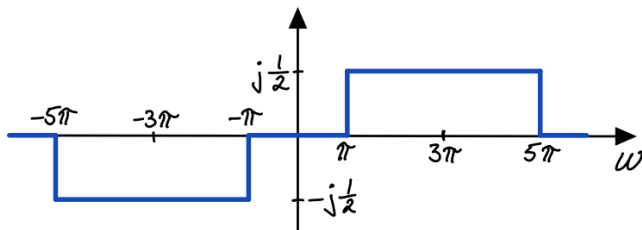
a)



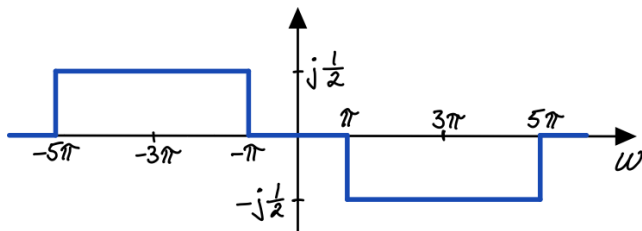
b)



c)



d)



6. Ett visst LTI-system kan beskrivas av differentialekvationen

$$\frac{d^2 y(t)}{dt^2} + 2 \frac{dy(t)}{dt} + 37y(t) = 2 \frac{dx(t)}{dt}$$

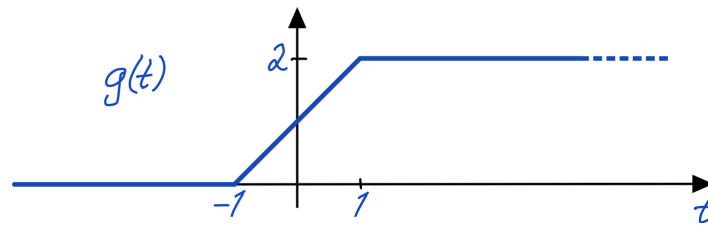
där $x(t)$ är systemets insignal och $y(t)$ är dess utsignal.

Filken typ av frekvensselektivt filter utgör detta system?

(3 p)

- | | |
|-------------------|--------------------|
| a) Lågpassfilter | b) Högpasfilter |
| c) Bandpassfilter | d) Bandspärrfilter |

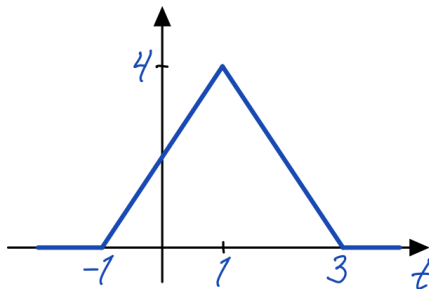
7. Ett energifritt LTI-system, med stegsvar $g(t)$ enligt nedan, har insignalen $x(t) = 2(u(t) - u(t - 2))$.



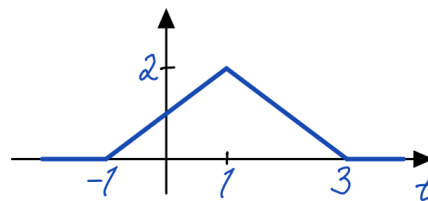
Vilken av signalerna nedan är systemets utsignal $y(t)$?

(3 p)

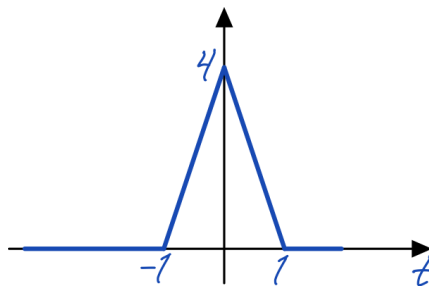
a)



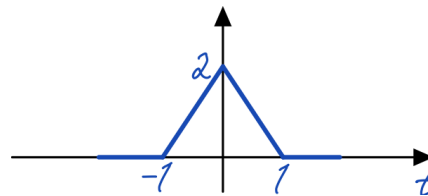
b)



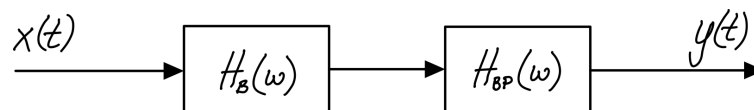
c)



d)



8. Ett amplitudnormerat butterworthfilter med frekvensfunktion $H_B(\omega)$ kaskadkopplas med ett idealt amplitudnormerat bandpassfilter med frekvensfunktion $H_{BP}(\omega)$ enligt figuren nedan.



Butterworthfiltret är av ordning $N = 1$ och har 3 dB-gränsvinkelfrekvens $\omega_{3dB} = \pi \cdot 10^3$ rad/sek. Bandpassfiltrets gränsvinkelfrekvenser är $\omega_{p1} = \pi \cdot 10^3$ rad/sek och $\omega_{p2} = 3\pi \cdot 10^3$ rad/sek. Insignalen till butterworthfiltret är $x(t) = 40 \cdot \text{sinc}_N(2 \cdot 10^3 t)$.

Vilket är värdet på $|Y(\omega_0)|$, utsignalens amplitudspektrum vid $\omega_0 = 2\pi \cdot 10^3$ rad/sek?

(4 p)

a) $|Y(\omega_0)| = \frac{1}{20\sqrt{2}}$

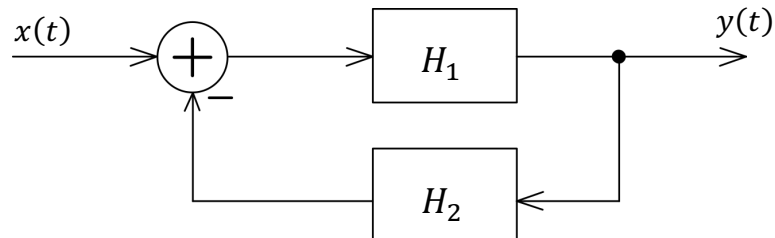
b) $|Y(\omega_0)| = \frac{1}{50\sqrt{2}}$

c) $|Y(\omega_0)| = \frac{1}{20\sqrt{5}}$

d) $|Y(\omega_0)| = \frac{1}{50\sqrt{5}}$

9. Ett instabilt LTI-system H_1 återkopplas negativt med det kausala LTI-systemet H_2 , enligt figuren nedan.

System H_1 har systemfunktionen $H_1(s) = \frac{1}{s-1}$ och system H_2 har systemfunktionen $H_2(s) = \frac{K}{s^2+2s}$, där K är en reellvärd konstant. Det totala återkopplade systemet, med insignal $x(t)$ och utsignal $y(t)$, har systemfunktionen $H_{\text{tot}}(s)$.



I tabellen nedan finns fyra olika kombinationer av stabilitetsegenskaper för det totala återkopplade systemet, för valet $K = -3$ respektive $K = 2$.
(*Det blir i praktiken två olika system*).

Vilket av alternativen är korrekt?

(4 p)

	a)	b)	c)	d)
$K = -3$	Stabilt	Instabilt	Stabilt	Instabilt
$K = 2$	Stabilt	Stabilt	Instabilt	Instabilt

OBS: Riv bort detta blad och lägg det som din första sida när du lämnar in!

- Markera ditt svar (a, b, c eller d) i tabellen nedan med ett tydligt **X** för varje fråga.
- **X**-markera även, i raden "Löst uppgift", de uppgifter du lämnat lösningar till.

OBS: Du kan bara få poäng för uppgifter som du lämnar lösningar/motiveringar till!

Fråga	1	2	3	4	5	6	7	8	9
a)									
b)									
c)									
d)									
Löst uppgift									
Poäng	2	2	2	2	3	3	3	4	4
Erhållna poäng									

Kompletteringsinformation:

- Vid den första rättningen beaktas bara dina svar i tabellen ovan. Om du blir underkänd, men där skrivningspoängen + TRP-poäng är **8–11 poäng**, så har du möjlighet att lämna **kompletterande skriftliga synpunkter** på dina egna lösningar.
- Även du som får en total poäng i intervallet **18–21 poäng** har möjlighet att komplettera för att eventuellt nå gränsen 22 poäng för betyg 5.
- Kompletteringen innebär att *du själv*, för de uppgifter där du angett fel svar, behöver ta reda på *var* i lösningarna du gjort fel. Om du anser att du egentligen har nödvändiga kunskaper och färdigheter för att lösa ett visst problem men gjort **mindre slarvfel eller tankefel** i din lösning, vilket lett till ett felaktigt svar, så behöver du **skriftligen argumentera tydligt för detta** baserat på de lösningar du lämnat in.
(Du lämnar alltså ingen ny lösning på någon uppgift när du kompletterar)

Vid en komplettering är det möjligt att **få några eller alla av en uppgifts totala antal poäng**, så se därför till att du **motiverar dina lösningar noga**, så dina kunskaper och färdigheter framgår tydligt om det visar sig att du behöver/önskar komplettera.