Tentamen i

TSKS09 Linjära System för I1 & Ii1 (TEN1)

Tid: 2016-10-28 kl. 8.00-12.00

Lokaler: U1, U2

Lärare: Klas Nordberg nås på 013-28 1634 under tentamen.
Jag besöker tentasalen efter ungefär halva skrivningstiden.

Hjälpmedel: Räknedosa samt kursens 3-sidiga formelblad.

Bedömning: Tentan består av 5 uppgifter och varje korrekt löst uppgift ger 5 poäng.
Betygsgränser: Minst 11 poäng för betyg 3, minst 16 poäng för betyg 4 samt minst 21 poäng för betyg 5.

Vid bedömningen av svaren ges stor vikt vid att du *tydligt* visar *vad* du gör, och *varför*. Om numeriska värden finns angivna på parametrar eller komponenter i en uppgift ska dessa sättas in i det slutliga svaret för att det ska ge full poäng.

OBS!
- Bristande motivering medför poängavdrag.
- Numeriska lösningar, dvs. om signifikanta delar av uppgiften löses m.h.a. räknare, accepteras inte.

Visning: Visning av tentor sker **2016-11-23 kl. 12.30-13.00** i konferensrummet **Filtret**, ingång B29, korridor D, se följande karta: **www.isy.liu.se/images/p2b25-29big.gif**

Eventuella **synpunkter** på rättningen skall formuleras **skriftligen** och lämnas till examinatorn under visningen. Efter visningen kan tentor även hämtas ut på ISY:s expedition. Rättningssynpunkter kan **senast en vecka** efter visningen även lämnas genom ISY:s expedition

Tentorna betygssätts normalt inom 10 *arbetsdagar* efter tentamenstillfället. Efter registrering av resultaten i Ladok sänds, inom ytterligare några dagar, ett automatiskt utskick med tentamensresultat via e-post till alla som är **registrerade** på kursen.

Om inget oförutsett inträffar finns lösningsförslag tillgängligt under kursens tenta-webbsida (**www.cvl.isy.liu.se/education/undergraduate/TSKS09/tentor**) *inom 5 arbetsdagar*.

Lycka till!

1. Nedan finns fem påståenden relaterade till innehållet i kursen. Ange för vart och ett av påståendena om det är **SANT** eller **FALSKT**! *Lämna ingen motivering.*
Korrekt svar på en delfråga ger +1 poäng, felaktigt svar ger –1 poäng, medan utelämnat svar ger 0 poäng. Totalt ger uppgiften aldrig mindre än 0 poäng.
Lämnas felaktig motivering till ett korrekt svar, så ges –1 poäng för den deluppgiften.

a) Alla *RLC*-kretsar, dvs. elektriska kretsar som bara innehåller resistanser, kapacitanser och induktanser, är kausala.

b) Ett LTI-system som har insignalen $x(t) = 2\cos(\omega t - \pi/3)$ kan inte ha en utsignal utsignalen $y(t) = 4\cos(2\omega t + \pi/5)$.

c) En överton svänger alltid med en heltalsmultipel av signalens grundfrekvens.

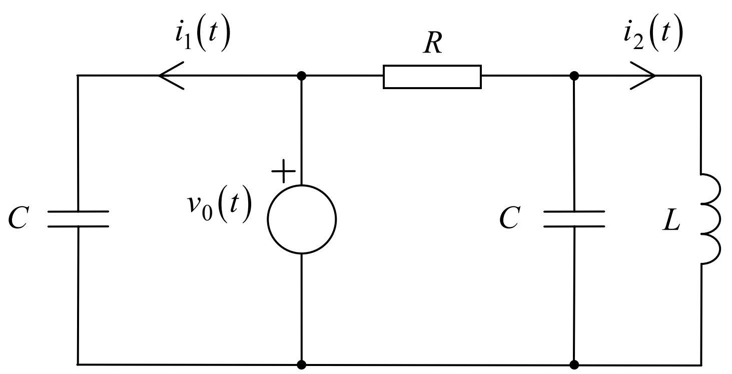
d) Ett LTI-system fasförskjuter en cosinussignal. Hur mycket fasen förskjuts beror på signalens frekvens.

e) Fourierseriekoefficienterna c_k för den reella signalen $x(t)$ uppfyller sambandet $c_{-k} = c_k^*$, där c_k^* betecknar komplexkonjugatet av c_k.

2. Det elektriska linjära nätet nedan kan betraktas som *två* olika LTI-system, båda med spänningskällan $v_0(t)$ som insignal. Om strömmen $i_1(t)$ betraktas som utsignal erhålls det ena LTI-systemet – och förhållandet mellan utsignalen och insignalen kan beskrivas med hjälp av en systembeskrivande differentialekvation.
Om istället strömmen $i_2(t)$ betraktas som utsignal erhålls ett annat LTI-system med en annan motsvarande systembeskrivande differentialekvation.

Bestäm de systembeskrivande ekvationerna för de två systemen samt ange de två systemens respektive ordning!

OBS! I din lösning får du inte använda dig av komplexa impedanser.



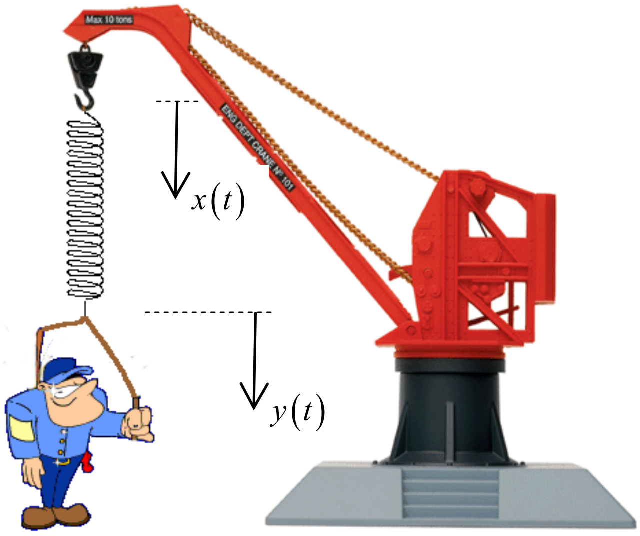
3. En viss periodisk signal $x(t)$ definieras som $x(t) = \begin{cases} e^{0.4t}; & 0 \le t < 5 \\ x(t+5); & \text{för alla } t \end{cases}$,

dvs. den kan uttryckas som $x(t) = e^{0.4t}$ i intervallet $0 \le t < 5$ och har periodtid $T_0 = 5$ sek.

a) Beräkna de analytiska uttrycken för signalens amplitudspektrum $|c_k|$ och fasspektrum $\arg c_k$, där c_k är de komplexa fourierseriekoefficienterna till $x(t)$. (3 p)

b) Rita signalens dubbelsidiga amplitudspektrum som funktion av frekvensen f för $-6 \le k \le 6$. (2 p)

4. Figuren visar en examinator med massan $m = 80$ kg som hänger i en fjäder med fjäderkonstanten $k = 790$ N/m. Examinatorn antas vara ideal, dvs. punktformad (massan påverkar fjädern enbart i vertikalled) och även fjädern är ideal (den har ingen massa och är odämpad). Fjädern och examinatorn kan sättas i svängning med hjälp av den kran som fjäderns övre del är fäst i.



Initialt är hela systemet i vila. Utgående från detta jämviktsläge skall examinatorn hissas upp och ned genom att sätta krankroken i vertikal svängning. Krokens avvikelse från sitt utgångsläge betecknas $x(t)$ och examinatorns avvikelse från sitt jämviktsläge betecknas $y(t)$. Positiv avvikelse är nedåt i båda fallen (se figuren). Med hjälp av enkla fysikaliska lagar kan man visa att sambandet mellan $y(t)$ och $x(t)$ beskrivs av differentialekvationen

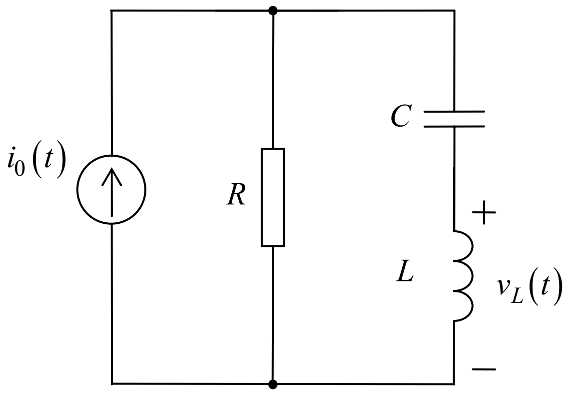
$$m \cdot \frac{d^2 y(t)}{dt^2} + k \cdot y(t) = k \cdot x(t).$$

a) Denna modell av den svängande kroken och den svängande examinatorn utgör ett LTI-system. Bestäm systemets frekvensfunktion $H(\omega)$. (2 p)

b) Rita LTI-systemets amplitudkaraktäristik $|H(\omega)|$. (1 p)

c) Antag att krankroken svänger så att $x(t)$ är sinusformad. Vilken periodtid T bör $x(t)$ *inte* ha? *Motivera tydligt dina tankegångar, de samband du använder och varför T är en olämplig periodtid!* (2 p)

5. Nedanstående figur visar ett elektriskt filter, där strömkällan $i_0(t)$ är insignal och spänningen $v_L(t)$ över induktansen är utsignal.



$R = 1.5\ \Omega$
$L = 0.1$ H
$C = 0.1$ F

a) Beräkna, med hjälp av $j\omega$-metoden, filtrets frekvensfunktion $H(\omega)$. (3 p)

b) Skissa amplitudkarakteristiken för filtret (1 p)

c) Givet det $H(\omega)$ som du kommit fram till i a), vad blir den systembeskrivande differentialekvationen för detta system? (1 p)