

EKSAMEN I: TE 559 Signaler og Systemer

VARIGHET: 09.00-14.00

TILLATTE HJELPEMIDLER: Kalkulator

OPPGAVESETTET BESTÅR AV 4 SIDER

MERKNADER: Faglig kontakt under eksamen er Trygve Randen

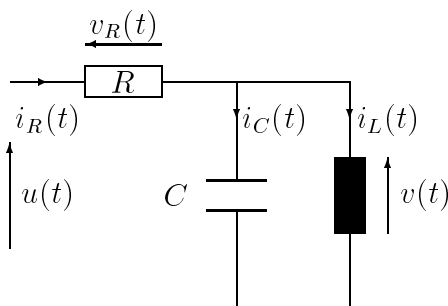
Husk: Alle svar skal begrunnes.

Oppgave 1 (15%)

- a) Forklar kort hva vi legger i begrepet aliasing, og hvordan det oppstår.
- b) Samplingsraten for DAT (digitale kassettbånd) er 48kHz, mens samplingsraten for CD er 44kHz. En rett frem metode for å omforme musikk fra DAT til CD saplingsraten er å fore signalet gjennom en digital til analog omformer ved 48kHz og deretter gjennom en analog til digital omformer ved 44kHz. Forklar hvorfor dette kan gi problemer ved aliasing selv om det ikke er aliasing i det opprinnelige DAT signalet.
- c) Forklar hvordan man kan unngå aliasing i denne problemstillingen.
- d) Kan det oppstå tilsvarende problemer dersom vi ønsker å gå motsatt vei, d.v.s fra CD til DAT?

Oppgave 2 (40%)

Gitt systemet



Inngangen til systemet er spenningen $u(t)$ og utgangen er spenningen $v(t)$. Inngangsspenningen $u(t)$ er null helt frem til tidspunkt $t = 0$. Strømmene inni systemet (initialbetingelsene) er null på tidspunkt $t = 0$.

Strømmen gjennom en kondensator med kapasitans C er $i_C(t) = C \frac{dv_C(t)}{dt}$, hvor $v_C(t)$ er spenningen over kondensatoren, og at spenningen over en spole med induktans L er $v_L(t) = L \frac{di_L(t)}{dt}$, hvor $i_L(t)$ er strømmen gjennom kondensatoren. På grunn av spenningslikevekt er spenningen over C lik spenningen over L , samt $u(t) = v_R(t) + v(t)$. For å få likevekt i strøm gjennom kretsen, gjelder videre $i_u(t) = i_C(t) + i_L(t)$. Ohms lov, $u = R \cdot i$, gjelder selvfølgelig også. Systemer med negative verdier for R , C og L er ikke tenkelig.

- a) Vis at systemets overføringsfunksjon (transferfunksjon) er

$$H(s) = \frac{Ls}{RCLs^2 + Ls + R}$$

- b) Diskuter systemets stabilitetsbetingelser i forhold til verdiene til R , C og L , d.v.s. finn eventuelle relasjoner mellom verdiene til motstand, kondensator og spole som gir stabilitet.
- c) Systemet består utelukkende av passive komponenter. Er det rimelig at et system med passive komponenter kan være ustabil?
- d) Finn systemets frekvensrespons.
- e) La $R = 5k\Omega$, $C = 4 \cdot 10^{-6}F$ og $L = 3 \cdot 10^{-3}H$ og finn et uttrykk for systemets amplitude- (magnitude-) respons.

- f) Skisser systemets amplituderrespons for frekvenser opp til 20kHz. PS! Det kan være lurt å være noe ekstra nøye med skissen omkring frekvensen $\omega = \sqrt{\frac{5}{6}} \cdot 10^4$.
- g) Et menneske med god hørsel regnes normalt sett å kunne høre frekvenser i området 20Hz til 20kHz. Beskriv kort hvordan dette systemet vil påvirke det hørbare frekvensområdet.
- h) Vi eksiterer systemet med et enhessteg,

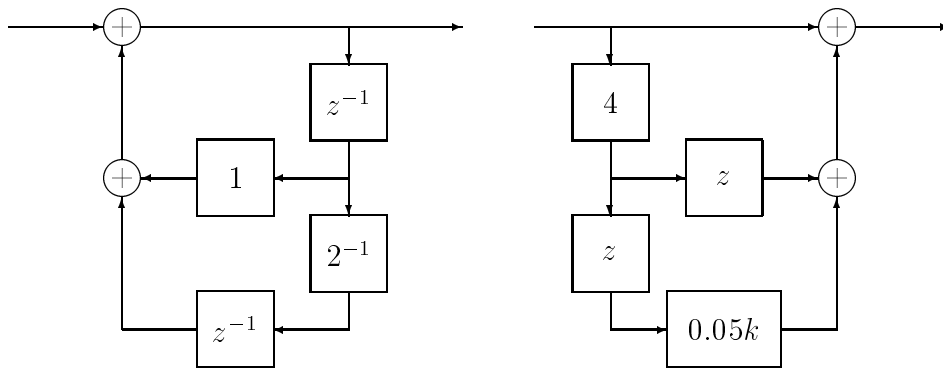
$$u(t) = \begin{cases} 1, & t \geq 0 \\ 0, & t < 0. \end{cases}$$

Finn den Laplace-transformerte, $U(s)$, av inngangssignalet, $u(t)$.

- i) Finn et lukket form uttrykk for utgangssignalet $y(t)$ ved hjelp av Laplace- og invers Laplace-transform. Husk at et kompleks utgangssignal er ufy-sisk, man har ikke komplekse spenningsnivåer.

Oppgave 3 (35%)

Vi har gitt systemene



der z^{-1} er enhetsforsinkelsen og k er den diskrete tidsvariabelen.

- a) Finn differanseligningene til systemene.
- b) Uttrykk systemene i z -domenet, d.v.s. finn de z -transformerte ligningene svarende til differanseligningene.
- c) Undersøk om systemene er lineære.

- d) Undersøk om systemene er tidsinvariante.
- e) Undersøk om systemene er kausale.
- f) Undersøk om systemene har endelig impulsrespons (enhetspulsrespons).
- g) Undersøk om systemene er stabile.

Hint: noen av analysene av det første systemet utføres mye lettere i z -domenet.

Oppgave 4 (10%)

- a) Hva er den felles grunnidéen bak alle teknikkene vi har for frekvensanalyse (Fourier-transformasjon, Fourier-rekke, diskret-tid Fourier-transformasjon, diskret-tid Fourier-rekke, diskret Fourier-transformasjon)?
- b) Diskret Fourier-transformasjon (DFT) og diskret Fourier-rekkeutvikling (DTFS) er to frekvensanalyseteknikker som ligner mye på hverandre. Hva er forskjellen på teknikkene? Til tross for sine likheter, er teknikkene utviklet fra forskjellige utgangspunkt. Hva er forskjellen på utgangspunktet for DFT og DTFS?