

Institutt for fysikk

Eksamensoppgave i TFY4190 Instrumentering

Faglig kontakt under eksamen: Steinar Raaen

Tlf.: 482 96 758

Eksamensdato: 21. mai 2015

Eksamenstid (fra-til): 9:00 – 13:00

Hjelpemiddelkode/Tillatte hjelpemidler:

Alternativ C, Godkjent lommekalkulator

K. Rottmann: Mathematical formulas (eller tilsvarende)

Engelsk ordbok

Målform/språk: Bokmål

Antall sider: 5

Kontrollert av:

Dato

Sign

Merk! Studenter finner sensur i Studentweb. Har du spørsmål om din sensur må du kontakte instituttet ditt. Eksamenskontoret vil ikke kunne svare på slike spørsmål.

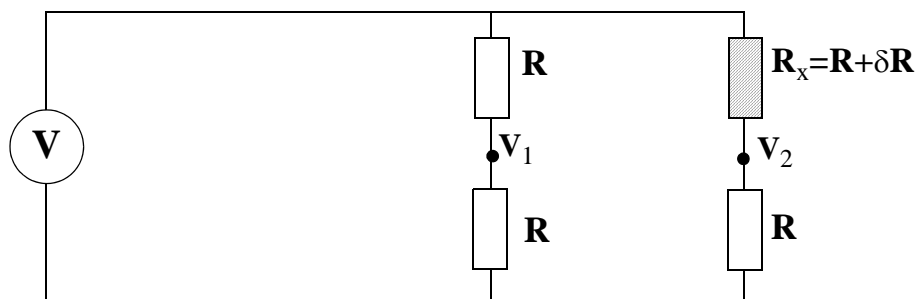
Oppgave 1

- Benytt 2-komplement metoden til å foreta binær subtraksjon av 73_{10} fra 44_{10} .
- Konverter desimalt 203.43 til binært format.
- Et "single-precision" binært tall er representert hexadesimalt ved A13C8000. Den mest signifikante bit gir fortegnet, de neste 8 bit gir eksponenten, mens de neste 23 bit gir fraksjonen. Eksponenten er uten fortegn og en bias på 127 benyttes. Hva er den desimale verdien av tallet?

Oppgave 2

- En 12bit AD omformer har spenningsområde fra -10 til 10 V. Hvor stor er oppløsningen? Utgangsspenningen er gitt ved 2-komplement binær format. Hvor stor er den analoge inngangsspenningen når utgangen er 0011 1001 0100? Hvor mange signifikante siffer bør benyttes i svaret?
- Et signal har frekvensområde fra 20 til 10000 Hz. Anta at det skal gjøres en digital sampling av signalet. Hvordan bør signalet samples for å unngå aliasing?

Oppgave 3

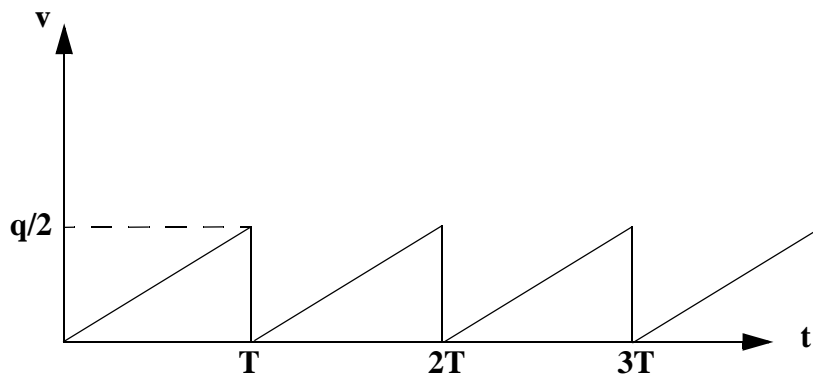


Figuren over viser en brokoplingskrets med motstander med verdier R og $R + \delta R$ og en spenningskilde som gir spenning V .

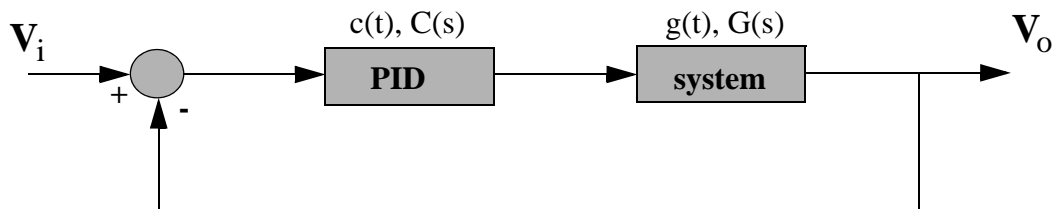
- Hva blir spenningen mellom punkter merket V_1 og V_2 til laveste tilnærming?
- Hvilken funksjon har kretsen?

Oppgave 4

- a) Hva er det dynamiske området (forholdet mellom største og minste verdi) for en 12 bit AD spenningsomformer? Uttrykk svaret i Decibel.
- b) Et støysignal v med periode T og amplitude $q/2$ som gitt av grafen under er overlagret et spenningsignal V . Hva er RMS verdien av støysignalet (kvantiseringsstøyen)?



Oppgave 5



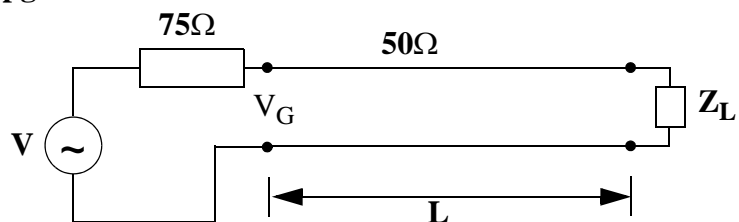
a)

Et system er styrt ved bruk av en PID-regulator som vist i figuren over. Gi uttrykk for transferfunksjonen til PID regulatoren og beskriv de ulike leddene. Finn den totale transferfunksjonen $V_o(s)/V_i(s)$ for det regulerede systemet.

b)

Bestem utgangssignalet $y(t)$ når et enhetssteg (i tidsrommet) kommer inn på et system med transfer-funksjon $F(s) = \frac{1}{s^2 + 1}$.

Oppgave 6



Et høyfrekvent spenningssignal med amplitude på 10V sendes fra en kilde inn på en transmisjonslinje med impedans 50Ω og lengde L som vist i figuren over. Kildeimpedansen er 75Ω . Ved enden av transmisjonslinjen er en last med impedans Z_L .

- Refleksjonskoeffisienten ved lasten $\Gamma_L = 0.3$. Hva er lastimpedansen Z_L ?
- Hva er refleksjonskoeffisienten Γ_G for det reflekterte signalet ved kilden?
- Hva blir VSWR (voltage standing wave ratio) ved lasten?

Vedlegg (Appendix): Laplace transforms

$Y(s)$	$y(t), t > 0$
$Y(s) = \int_0^{\infty} \exp(-st)y(t)dt$	$y(t)$
$Y(s)$	$y(t) = \frac{1}{j2\pi} \int_{c-j\omega}^{c+j\omega} \exp(st)Y(s)ds$
$sY(s) - y(0)$	$\frac{d}{dt}y(t)$
$s^2Y(s) - sy(0) - y'(0)$	$y''(t)$
$\frac{1}{s}Y(s)$	$\int_0^t y(\tau)d\tau$
$F(s)G(s)$	$\int_0^t f(t-\tau)g(\tau)d\tau, \text{ convolution}$
$\frac{1}{s}$	$u(t), \text{ unit step}$
$\frac{1}{s} \exp(-\alpha s)$	$u(t - \alpha)$
$\frac{1}{s + \alpha}$	$\exp(-\alpha t)$
$\frac{1}{(s + \alpha)^2}$	$t \exp(-\alpha t)$
$\frac{\alpha}{s^2 + \alpha^2}$	$\sin(\alpha t)$

Løsningsskisse - Eksamen 21. mai 2015

Oppg.1a

44-73 = 0101100 - 1001001 → 00101100 (add one 0 to left)
+10110111 (2-komp., one 0 to left added)
=1|1100011 → -0011101 = -29 (MSB=1 ⇒ negative number)

Oppg.1b

203.43:

heltallsdelen:

$$203/2 = 101 + 1/2$$

$$101/2 = 50 + 1/2$$

$$50/2 = 25 + 0$$

$$25/2 = 12 + 1/2$$

$$12/2 = 6 + 0$$

$$6/2 = 3 + 0$$

$$3/2 = 1 + 1/2$$

$$1/2 = 0 + 1/2$$

↑
11001011

fraksjonen

$$0.43 * 2 = 0.86 + 0$$

$$0.86 * 2 = 0.72 + 1$$

$$0.72 * 2 = 0.44 + 1$$

$$0.44 * 2 = 0.88 + 0$$

$$0.88 * 2 = 0.76 + 1$$

$$0.76 * 2 = 0.52 + 1$$

$$0.52 * 2 = 0.04 + 1$$

$$0.04 * 2 = 0.08 + 0$$

↓
01101110...

203.43 (desimalt) = 11001011.01101110... (binært)

Oppg.1c

A13C8000 (hex) ⇒ 1|010 0001 0|011 1100 1000 0000 0000 0000

MSB (most significant bit) gir fortegnet: 1 = negative number

De neste 8 bits gir eksponenten: 01000010 = 66 (dec) - bias(127) = -61

De neste 23 bits gir fraksjonen: 0111101 = .0111101 = $1/4 + 1/8 + 1/16 + 1/32 + 1/128 = 0.4765625$

Dermed: $-1.477 * 2^{*-61} = -1.477 * 4.337 * 10^{-19} = -6.405 * 10^{-19}$

Oppg.2a

Oppløsning: $20V / (2^{12} - 1) = 0.00488V$

0011 1001 0100 (2-kompl. binært) ⇒ positivt tall = 916 (dec)

Analog inngang er $916 * 0.00488V = 4.470 V$. Bruk tre desimaler.

Oppg.2b

Nyquist: samplingsfrekvens $f_s > 2f_{\max}$. Benytt lavpassfilter med cut-off frekvens $f_s/2$ for å fjerne høyfrekvente komponenter. Dvs. $f_s = 20000\text{Hz}$ og lavpassfilter med $f_{\text{cutoff}} = 10000\text{Hz}$.

Oppg.3a

$$V_1 - V_2 = V \left(\frac{R}{2R} - \frac{R}{2R + \delta R} \right) = \frac{V}{2} \left[1 - \frac{1}{1 + \frac{\delta R}{2}} \right] \approx \frac{V}{2} \left[1 - \left(1 - \frac{\delta R}{2} \right) \right] = \frac{V}{4} \delta R$$

Oppg.3b

Kretsen fungerer som en målebro til å måle små endringer i R_x .

Oppg.4a

Dynamisk område for 12 bit AD spenningsomformer.

$V_{\max} = (2^{12} - 1)q$ og $V_{\min} = q$, hvor $q =$ oppløsningen

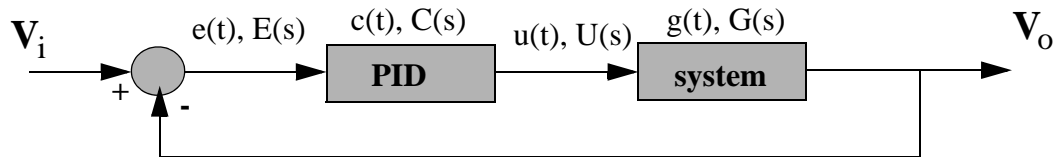
$D = 20 \log_{10}(2^{12} - 1) = 12 * 20 * 0.3 = 72\text{dB}$.

Oppg.4b

Kvantiseringsstøy.

$$v_{RMS} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T \left(\frac{q}{2T}t\right)^2 dt} = \sqrt{\frac{q^2}{12}} = \frac{q}{\sqrt{12}}$$

Oppg.5a



$$u(t) = K_P e(t) + K_I \int_0^t e(t) dt + K_D \frac{d}{dt} e(t)$$

$$U(s) = K_P E(s) + K_I \frac{E(s)}{s} + K_D s E(s) = C(s) E(s)$$

ledd: K_P proporsjonal, K_I integral, K_D derivativ kontroll

$$(V_i(s) - V_o(s)) C(s) G(s) = V_o(s)$$

therefore

$$\frac{V_o(s)}{V_i(s)} = \frac{C(s) G(s)}{1 + C(s) G(s)}$$

Oppg.5b

Ved bruk av appendiks fås

$$Y(s) = \frac{1}{s} F(s) = \frac{1}{s} \frac{1}{s^2 + 1} \rightarrow f(t) = \sin t \rightarrow y(t) = \int_0^t \sin t dt = -\cos t \Big|_0^t = 1 - \cos t$$

Oppg.6a

$$\Gamma_L = \frac{Z_L - 50}{Z_L + 50} = 0,3 \Rightarrow Z_L = \frac{1,3 \cdot 50}{0,7} = 92,86$$

Oppg.6b

$$\Gamma_G = \frac{75 - 50}{75 + 50} = 0,2$$

Oppg.6c

$$V_{SWR} = \frac{V_{max}}{V_{min}} = \frac{1 + |\Gamma_L|}{1 - |\Gamma_L|} = \frac{1 + 0,3}{1 - 0,3} = 1,857$$