

Institutt for fysikk

Eksamensoppgave i TFY4190 Instrumentering

Faglig kontakt under eksamen: Steinar Raaen

Tlf.: 482 96 758

Eksamensdato: 3. juni 2013

Eksamenstid (fra-til): 9:00 – 13:00

Hjelpemiddelkode/Tillatte hjelpemidler:

Alternativ C, Godkjent lommekalkulator

K. Rottmann: Mathematical formulas (eller tilsvarende)

Engelsk ordbok

Annen informasjon: Vedlegg - Laplace transforms

Målform/språk: Bokmål

Antall sider: 5

Antall sider vedlegg: 1

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.

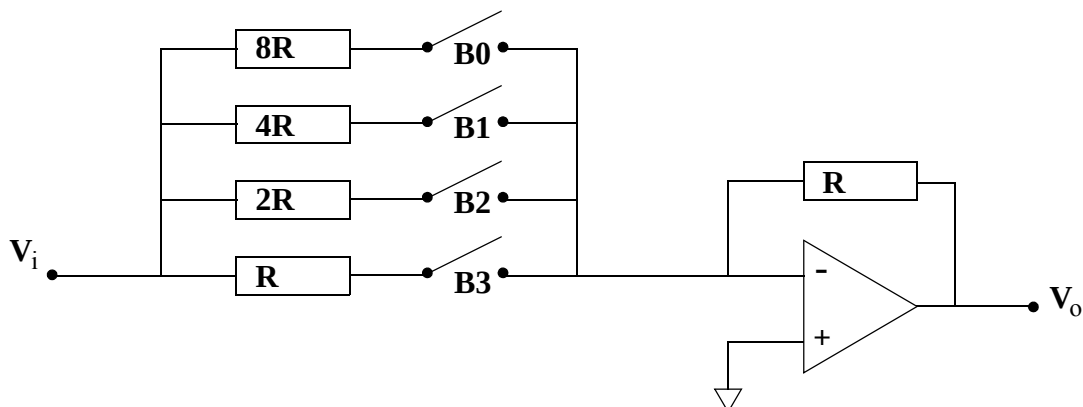
Oppgave 1

- Finne den binære 2-komplement representasjonen av de desimale tallene -7 og -27. Uttrykk svaret i et 6 bit ord.
- Konverter desimalt 23.18 til binært format.
- Et “single-precision” binært tall er representert hexadesimalt ved B81A0000. 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

- Anta at Y_n er sann verdi og M_n er målt verdi av en størrelse. Bruk dette til å definere begrepene nøyaktighet og presisjon.
- Forklar kort hva stokastiske og systematiske feil er.

Oppgave 3



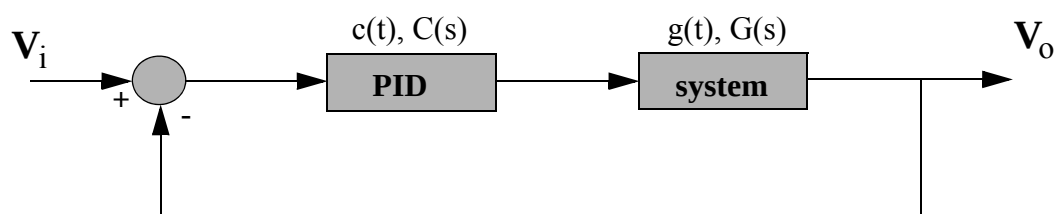
Figuren over viser en krets med en operasjonsforsterker og motstander med verdier R , $2R$, $4R$ og $8R$. I tillegg finnes fire brytere $B0$, $B1$, $B2$ og $B3$. Inngangsspenningen er V_i og utgangsspenningen er V_o .

- Hvilken funksjon har kretsen?
- Hvilken verdi får transferfunksjonen V_o/V_i når bryterne $B0$ og $B3$ er lukket ($B2$ og $B1$ åpen)? Hvordan kan dette uttrykkes binært?

Oppgave 4

- a) En 12bit AD omformer har spenningsområde fra -2.5 til 2.5 V. Hvor stor er oppløsningen? Utgangsspenningen er gitt ved 2-komplement binær format. Hvor stor er den analoge inngangsspenningen når utgangen er 1110 1001 0011?
- b) Anta at det skal gjøres en digital sampling av et signal som har maksimal frekvens $f_{\max}$. Hvordan bør signalet samples for å unngå aliasing? (Hint: benytt Nyquist samplings teorem).

Oppgave 5



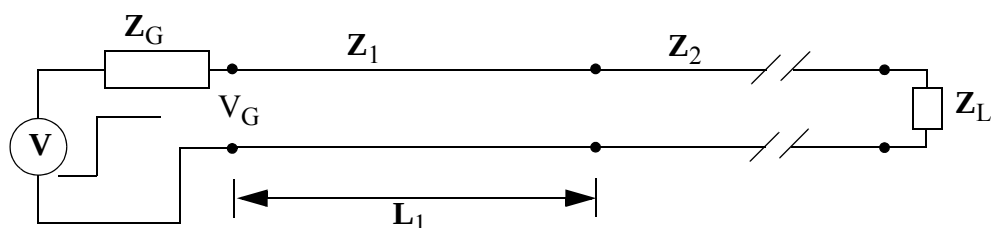
a)

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 regulerde systemet.

b)

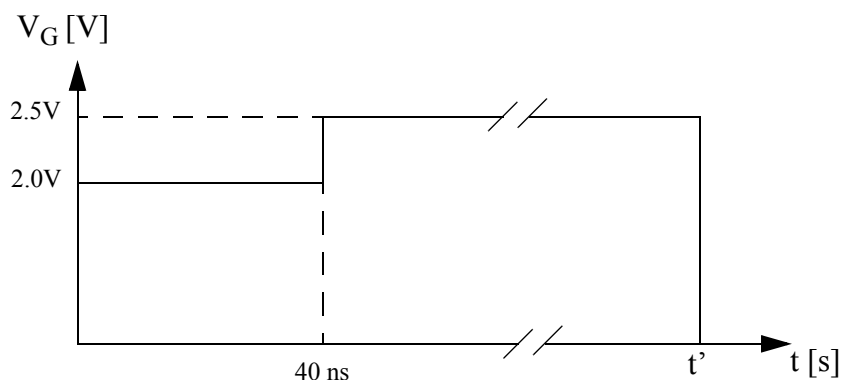
Bestem utgangssignalet $y(t)$ når et enhetssteg (i tidsrommet) kommer inn på et system med transferfunksjon $F(s) = \frac{4s}{(2s + 1)^2}$. Plott utgangssignalet $y(t)$. Hva blir maksimalverdien til $y(t)$?

Oppgave 6



Et spenningssteg på 4V sendes fra en kilde inn på en transmisjonslinje med reell impedans Z_1 og lengde L_1 som vist i figuren over. Denne transmisjonslinjen er så forbundet med en annen transmisjonslinje med reell impedans Z_2 . Ved enden av den andre transmisjonslinjen er en last med impedans Z_L .

I figuren under er vist hvordan spenningen etter kilden varierer med tiden.



- Impedansene $Z_G = 50 \Omega$ og $Z_1 = 50 \Omega$. Gi uttrykket for refleksjonskoeffisienten når signalet går fra transmisjonslinje 1 til transmisjonslinje 2. Hva er impedansen Z_2 til den andre transmisjonslinja?
- Hva er hastigheten til signalet i transmisjonslinje 1 når $L_1 = 5\text{m}$?
- Hva betyr det at signalet går til null etter tid t' ?

Vedlegg (Appendix): Laplace transforms

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

Løsningsskisse - Eksamen 3. juni 2013

Oppg.1a

$-7 = -111 \Rightarrow 2\text{-komp.} = 111001$ (neg. tall)

$-27 = -11011 \Rightarrow 2\text{-komp.} = 100101$ (neg. tall)

Oppg.1b

$23.18 : 23 \Rightarrow 10111,$

$0.18 * 2 = 0.36 \Rightarrow 0$

$0.36 * 2 = 0.72 \Rightarrow 0$

$0.72 * 2 = 1.44 \Rightarrow 1$

$0.44 * 2 = 0.88 \Rightarrow 0$

$0.88 * 2 = 1.76 \Rightarrow 1$

$0.76 * 2 = 1.52 \Rightarrow 1$

$0.52 * 2 = 1.04 \Rightarrow 1$

etc

23.18 (desimalt) = $10111.0010111....$ (binært)

Oppg.1c

$B81A0000$ (hex) $\Rightarrow 1011\ 1000\ 0001\ 1010\ 0000\ 0000\ 0000\ 0000$

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

De neste 8 bits gir eksponenten: $01110000 = 112$ (dec) - bias(127) = -15

De neste 23 bits gir fraksjonen: $001\ 1010\ 0000\ 0000\ 0000\ 0000 = .0011010 = 1/8 + 1/16 + 1/64 = 0.2031$

Dermed: $-1.2031 * 2^{*-15} = -1.2031 * 3.052 * 10^{-5} = -3.672 * 10^{-5}$

Oppg.2a

Nøyaktighet $A_n = 1 - |Y_n - M_n| / |Y_n|$

Presisjon $P_n = 1 - |M_n - \langle M \rangle| / |\langle M \rangle|$, hvor $\langle M \rangle$ er middelverdien

Oppg.2b

Stokastiske feil - spredning av måledata omkring korrekt verdi.

Systematiske feil - middelverdien av målingene gir konstant avvik fra korrekt verdi.

Oppg.3a

Kretsen er en DAC.

Oppg.3b

B0 og B3 er lukket. B1 og B2 er åpen. $V_o/V_i = -(1/8 + 1) = -(1+8)/8 = -9/8$.

Binært er dette proporsjonalt med 1001 (binært 9).

Oppg.4a

Oppløsning: $5V / (2^{12} - 1) = 0.0012V$

1110 1001 0011 (2-kompl. binært) $\Rightarrow$ negativt tall 001 0110 1101 = -365 (dec)

Analog inngang er $-365 * 0.0012V = -0.438V$

Oppg.4b

Nyquist: samplingsfrekvens $f_s > 2f_{\max}$. Benytt lavpassfilter med cut-off frekvens $f_s/2$ for å fjerne høyfrekvente komponenter.

Oppg.5a

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

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

ledd: K_P proporsjonal, K_I integral, K_D derivativ kontroll

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

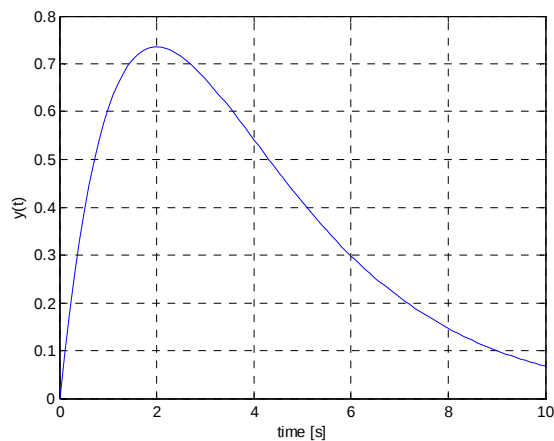
therefore

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

Oppg.5b

Ved bruk av appendiks fås

$$Y(s) = \frac{1}{s} F(s) = \frac{1}{s} \frac{4s}{(2s+1)^2} = \frac{1}{(s+0,5)^2} \rightarrow y(t) = t \exp\left(-\frac{t}{2}\right)$$



Maksimum ved $t = 2s$.

Oppg.6a

$$\Gamma = \frac{Z_2 - Z_1}{Z_2 + Z_1} = \frac{Z_2 - 50}{Z_2 + 50} = \frac{1}{4} \Rightarrow 3Z_2 = 250 \Rightarrow Z_2 = 83,3 \Omega$$

Oppg.6b

Signalet trenger tiden $t=40$ ns på å tilbakelegge strekningen $2L_1 = 10m$, som gir at $v=10m/40ns = 250km/s = 83\%$ av lyshastigheten.

Oppg.6c

Signalet vil gå mot null hvis den andre transmisjonslinja blir kortsluttet, dvs. refleksjonskoeffisient $\Gamma = -1$.