

Nynorsk / Bokmål / Engelsk

NORGES TEKNISK-
NATURVITENSKAPELIGE UNIVERSITET
INSTITUTT FOR FYSIKK

Steinar Raaen, tel. 482 96 758

Eksamen TFY4190 Instrumentering

Tirsdag 29. mai, 2012

Tid: 09.00-13.00

Tillatt ved eksamen / permitted at exam: Alternativ C / Alternative C
Godkjend lommekalkulator / Approved pocket calculator
K. Rottman: Mathematical formulas (or similar)
Engelsk ordbok/English dictionary

Vedlegg / Appendix:

- Laplace transforms

Oppgave 1 / Oppgave 1 / Problem 1**a)**

Finn den binære 2-komplement representasjonen av dei desimale tala -17 og -56. Uttrykk svaret i eit 8 bit ord.

Finn den binære 2-komplement representasjonen av de desimale tallene -17 og -56. Uttrykk svaret i et 8 bit ord.

Find the binary 2-complement representation of the decimal numbers -17 and -56. Express the answer in a 8 bit word.

b)

Subtrakt det binære talet 10101 frå 01011 ved å nytta 2-komplement metoden.

Subtrakt det binære tallet 10101 fra 01011 ved bruk av 2-komplement metoden.

Subtract the binary number 10101 from 01011 using the 2-complement method.

c)

Omform det desimale talet 576 til hexadesimalt format.

Konverter det desimale tallet 576 til hexadesimalt format.

Convert the decimal number 576 to hexadecimal format.

d)

Omform desimalt 13.25 til binært format.

Konverter desimalt 13.25 til binært format.

Convert decimal 13.25 to binary format.

Oppgave 2 / Oppgave 2 / Problem 2

Eit “single-precision” binært tal er representert hexadesimalt ved C51C0000. Den mest signifikante bit gjev fortegnet, dei neste 8 bit gjev eksponenten, mens dei neste 23 bit gjev fraksjonen. Eksponenten er uten fortegn og en bias på 127 nyttas.

Kva er den desimale verd av talet?

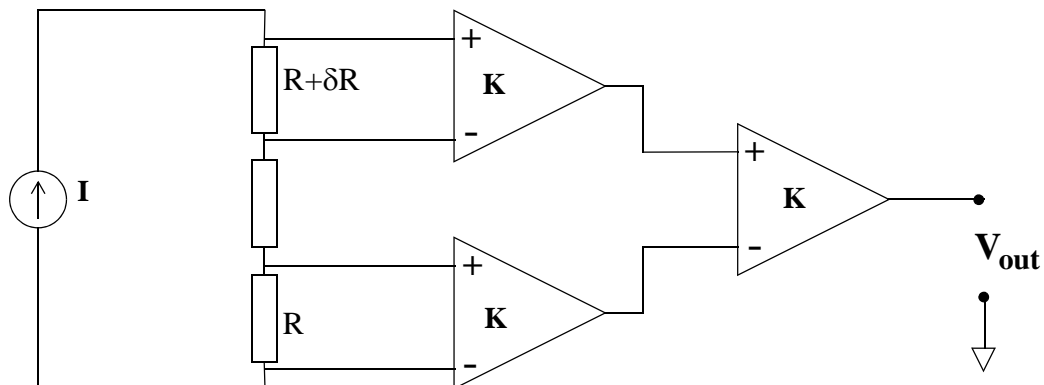
Et “single-precision” binært tall er representert hexadesimalt ved C51C0000. Den mest signifikante bit gir fortegnet, de neste 8 bit gir eksponenten, mens de neste 23 bit gir fraksjonen. Eksponenten er uten fortegn og en bias på 127 benyttes.

Hva er den desimale verdien av tallet?

A single-precision binary number is given in hexadecimal form by C51C0000. The most significant bit gives the sign, the next 8 bits give the exponent, and the fraction is given by the final 23 bits. The exponent is without sign and a bias of 127 is used.

What is the decimal value of the number?

Oppgave 3 / Oppgave 3 / Problem 3



Figuren over syner ein Anderson løkke. Alle tre operasjonsforsterkarane har forsterkning K . Finn eit uttrykk for V_{out} . Kva for ein fordel har dette oppsettet jamført med ein passiv brokoplingskrets?

Figuren over viser en Andersen løkke. Alle tre operasjonsforsterkerne har forsterkning K . Finn et uttrykk for V_{out} . Hvilken fordel har dette oppsettet sammenlignet med en passiv brokoplingskrets?

The figure above shows an Andersen loop. All three operational amplifiers have gain K . Find an expression for V_{out} . Which advantage has this circuit as compared to a passive bridge circuit?

Oppgave 4 / Oppgave 4 / Problem 4

Ein 16bit AD omformer har spenningsområde fra -10 til 10 V. Utgangsspenninga er gitt ved 2-komplement binær format.

Kor stor er oppløsninga? Kor mange signifikante desimalar bør nyttas?

Kor stor er den analoge inngangsspenninga når utgangen er 1110 1001 0011 1000?

Enn 16bit AD omformer har spenningsområde fra -10 til 10 V. Utgangsspenningen er gitt ved 2-komplement binær format.

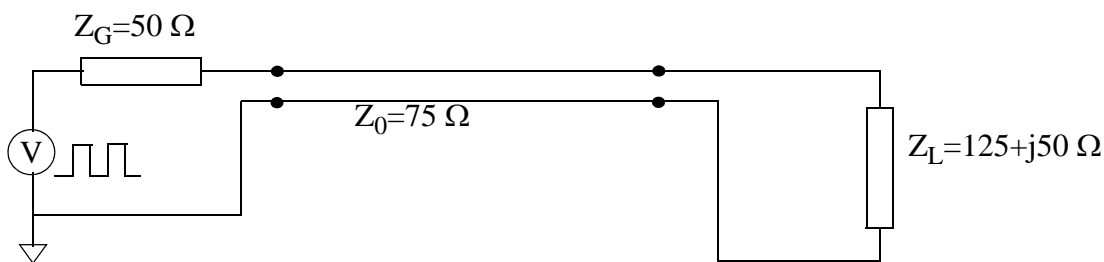
Hvor stor er oppløsningen? Hvor mange signifikante desimaler bør benyttes?

Hvor stor er den analoge inngangsspenningen når utgangen er 1110 1001 0011 1000?

A 16bit AD converter has voltage range from -10 to 10 V. The output voltage is given in 2-complement binary format.

What is the resolution? How many significant decimals should be used?

Find the analogue input voltage for binary output given by 1110 1001 0011 1000.

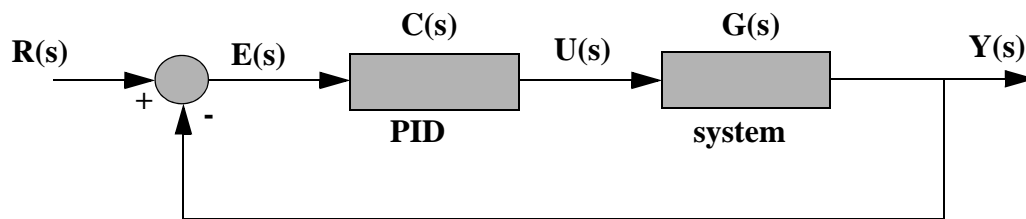
Oppgave 5 / Oppgave 5 / Problem 5

Eit hørfrekvent pulstog sendas frå ei kilde inn på ei transmisjonslinje som vist i figuren. Ved enden av transmisjonslinja er ein kompleks last som består av ein seriekopling av ein motstand og ein spole. Finn refleksjonskoeffisientane ved lasten og ved kilda. Gjev svara i amplitude og fasevinkel.

Et hørfrekvent pulstog sendes fra en kilde inn på en transmisjonslinje som vist i figuren. Ved enden av transmisjonslinjen er en kompleks last som består av en seriekopling av ein motstand og ein spole. Finn refleksjonskoeffisientene ved lasten og ved kilden. Gi svar i amplitude og fasevinkel

A high frequency pulse train enters a transmission line as shown in the figure. At the end of the transmission line is a complex load that consists of a serial coupling of a resistor and a solenoid. Find the reflection coefficients at the load and at the source. Give the answers in amplitude and phase angle.

Oppgave 6 / Oppgave 6 / Problem 6



a)

Figuren over viser eit system som er styrt ved bruk av ein PID-regulator. Finn den totale transferfunksjonen $T(s) = Y(s)/R(s)$ for det regulerde systemet. Gjev uttrykk for $c(t)$ og $C(s)$ og beskriv dei ulike ledda i uttrykka.

Figuren over viser et system som er styrt ved bruk av en PID-regulator. Finn den totale transferfunksjonen $T(s) = Y(s)/R(s)$ for det regulerde systemet. Gi uttrykk for $c(t)$ og $C(s)$ og beskriv de ulike leddene i uttrykkene.

The figure above shows a system that is controlled by a PID controller. Find the combined transfer function $T(s) = Y(s)/R(s)$ for the total system. Give expressions for $c(t)$ and $C(s)$ and describe the various terms in the expressions.

b)

Finn tidsresponsen til utgangssignalet når eit einheitsstegssignal i tidsrommet kjem inn på eit system med transferfunksjon gjeve ved $Y(s) = \frac{1}{s^2 + 4}$. Kva blir maksimalverda til utgangssignalet?

Finn tidsresponsen til utgangssignalet når et einheitsstegssignal i tidsrommet kommer inn på et system med transferfunksjon gitt ved $Y(s) = \frac{1}{s^2 + 4}$. Hva blir maksimalverdien til utgangssignalet?

Find the time response for the output signal when a unit step signal in the time domain is incident on a system of transfer function given by $Y(s) = \frac{1}{s^2 + 4}$. What is the maximum value of the output signal?

Vedlegg (Appendix): Laplace transforms

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

Løsningsskisse - Eksamen 29.mai 2012**Oppg.1a**

17 = 01 0001 => 2-comp. = 1110 1111 (neg. number)

56 = 11 1000 => 2-comp. = 1100 1000 (neg. number)

Oppg.1b

01011 - 10101 => 001011 + 101011(2-comp) = 110110(2-comp) => neg 01010

11dec - 21dec = - 10 dec

Oppg.1c

576dec => 576:16 = 36+0/16 ; 36:16=2+4/16 ; 2:16=0+2/16 => 240hex

Oppg.1d

13.25dec to binary:

13:2=6 + 1/2 ; 6:2=3 + 0 ; 3:2=1 + 1/2 ; 1:2=0 + 1/2 ; => 1101

0.25*2= 0 + 0.5 ; 0.5*2= 1 + 0 ; => .01

Therefore we get 13.25dec=1101.01

Oppg.2

C51C0000(hex) = 1100 0101 0001 1100 0000 0000 0000 0000

MSB (most significant bit) shows the sign: 1 = negative number

Next 8 bits are the exponent: 10001010 = 138 (dec) - bias(127) = 11

Next 23 bits are the fraction: 001 1100 0011 0000 0000 0000 = .00111 = 1/8+1/16+1/32 = 0.219

Therefore: $-1.219 \cdot 2^{11} = -1.219 \cdot 2048 = -2496.5$

Oppg.3

$V_{out} = K[K_I(R+\delta R) - K_I R] = K^2 I \delta R$

The Anderson loop gives a very high CMRR (common mode rejection ratio)

Oppg.4

Resolution: $20V/(2^{16}-1) = 0.0003052 V$

Therefore not more than 4 significant decimals should be used.

1110 1001 0011 1000 (2-compl. binary) => negative number 001 0110 1100 1000 = -5832 (dec)

Analogue input is $-5832 \cdot 0.000305 V = -1.7799 V$

Oppg.5

$$\Gamma_{load} = \frac{Z_L - Z_0}{Z_L + Z_0} = \frac{125 + j50 - 75}{125 + j50 + 75} = \frac{1 + j}{4 + j} = \frac{(\sqrt{1+1})\angle\text{atan}(1)}{(\sqrt{4^2+1})\angle\text{atan}(\frac{1}{4})} = \left(\frac{1,41}{4,12}\right)\angle(45^\circ - 14^\circ) = 0,34\angle 31^\circ$$

$$\Gamma_{source} = \frac{Z_G - Z_0}{Z_G + Z_0} = \frac{50 - 75}{50 + 75} = \frac{-25}{125} = 0,2\angle 180^\circ$$

Oppg.6a

$$(R(s) - Y(s))C(s)G(s) = Y(s)$$

therefore

$$T(s) = \frac{Y(s)}{R(s)} = \frac{C(s)G(s)}{1 + C(s)G(s)}$$

and

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

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

terms: K_P proportional, K_I integral, K_D derivative control

Oppg.6b

Using the appendix we note

$$Y(s) = \frac{1}{s^2 + 4} = \frac{1}{2} \frac{2}{s^2 + 2^2} \rightarrow y(t) = \frac{1}{2} \sin(2t)$$

and

$$G(s) = \frac{1}{s} Y(s) \rightarrow g(t) = \int_0^t y(\tau) d\tau = -\frac{1}{4} \cos(2t) \Big|_0^t$$

which gives for the step response

$$g(t) = \frac{1}{4} [1 - \cos(2t)] \quad \text{and} \quad g_{max} = \frac{1}{2}$$