

Systemkonstruktion Z3

(Kurs nr: SSY-046)

Tentamen 23 oktober 2008 – em 14:00-18:00

Tid: 4 timmar. Lokal: "Väg och vatten"-salar.

Lärare: Nikolce Murgovski, 772 4800

Tentamenssalarna besöks efter ca 1 timme och efter ca 3 timmar.

Tentamen omfattar 50 poäng, där betyg tre fordrar 20 poäng, betyg fyra 30 poäng och betyg fem 40 poäng.

Tillåtna hjälpmedel:

- Matematiska och fysikaliska tabeller, t ex Beta och Physics handbook.
- Typgodkänd kalkylator.

Lösningarna anslås efter tentamen på avdelningens anslagstavla samt på kursens hemsida.

Tentamensresultat anslås senast den 7 november på avdelningens anslagstavla.

Granskning av rättning sker den 10 november kl 12:30-13:00 på avdelningen.

Lycka till!

Institutionen för signaler och system
Chalmers tekniska högskola



Uppgift 1 (4p)

Vad är Livscykelanalys? Ange dess fyra steg.

Uppgift 2 (3p)

- Vad är FPGA? Beskriv med några ord. (1p)
- Vad är PLC? Beskriv med några ord. (1p)
- Vad är DSP? Beskriv med några ord. (1p)

Uppgift 3 (4p)

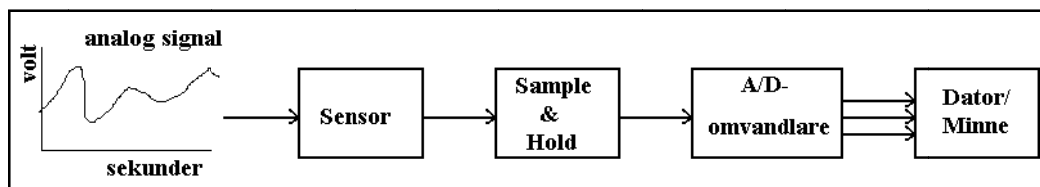
I vilken ordning kommer följande moment vid Principkonstruktion:

- Vikta kriterierna, Funktionsanalys, Val av lovande lösningar, Produktutkast, Utvärdering, Lösningssökning? (2p)
- Vilka ytterligare moment förekommer vid Principkonstruktion, och i vilken ordning kommer de m a p momenten i a)? (2p)

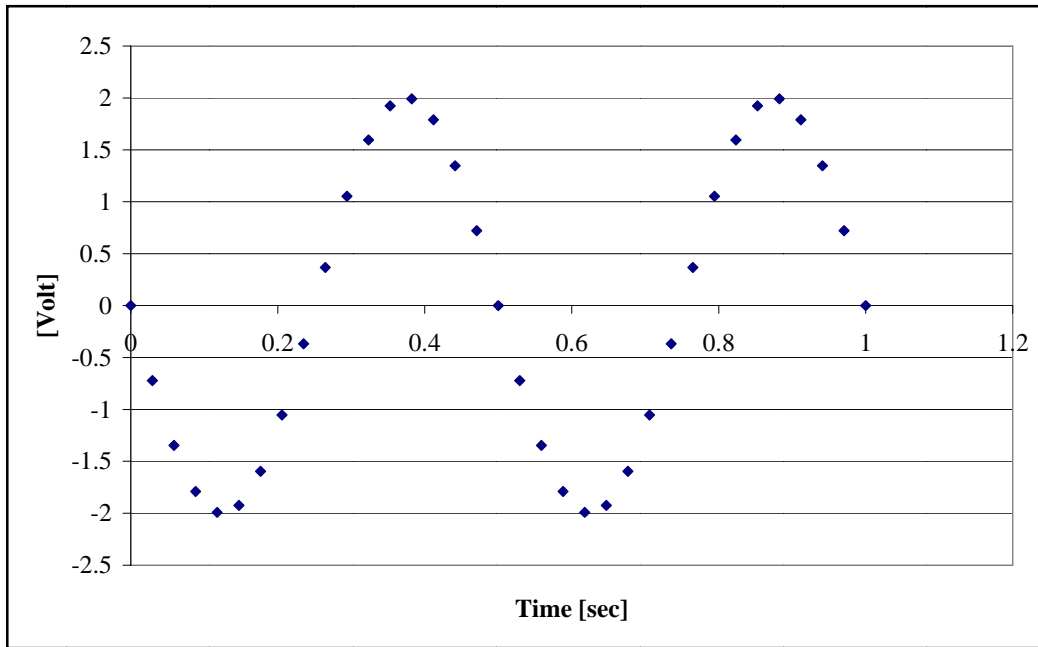
Uppgift 4 (6p)

En analog signal samplades under en sekund, med samplingsfrekvensen 34 Hz, enligt figur 1. De i minnet lagrade mätvärdena redovisas i figur 2 som funktion av mättidpunkten.

- Ge exempel på två olika analoga signaler, $f_1(t)$ och $f_2(t)$, där $t =$ tid [sekunder], som ger upphov till den samplade signal som visas i figur 2. (3p)
- Föreslå en förändring i mät- och samplingsuppställningen i figur 1, som skulle medföra att den mätta analoga signalen entydigt kan bestämmas. Den åtgärd som föreslås skall anges exakt, och specifikt, med numeriska värden. (3p)



Figur 1: Mät- och samplingsuppställningen. Samplingsfrekvensen är 34 Hz.

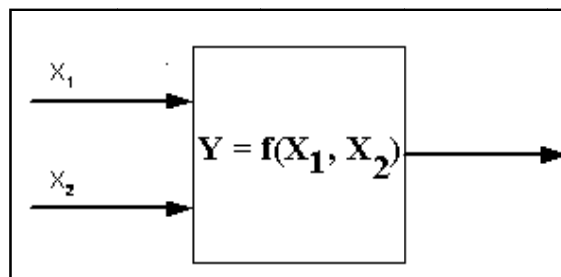


Figur 2. Den i minnet lagrade, samplade signalen som funktion av tid.

Uppgift 5 (4p)

Anta att du har två oberoende mätsystem som mäter storheten X . Mätssystem har oberoende systematiska fel μ_1 och oberoende normalfördelade slumpfel, dvs. $X_1 = X + \mu_1 + \epsilon_1$ där $\epsilon_1 \sim N(0, \sigma_1^2)$, och $X_2 = X + \mu_2 + \epsilon_2$, och $\epsilon_2 \sim N(0, \sigma_2^2)$ betecknar normalfördelning med kända medelvärden μ_i och kända standardavvikelsen σ_i . Ta fram ett uttryck för den affinekombination, Y , mellan X_1 och X_2 som ger minst medelkvadratavvikelse (RMS = root mean square) från det sanna värdet X .

Observera att $Y = aX_1 + bX_2$, där a och b betecknar affinekombination som erhålls vid mätning nummer j , och där väntevärdet $E\{Y\}$ tas med avseende på X .



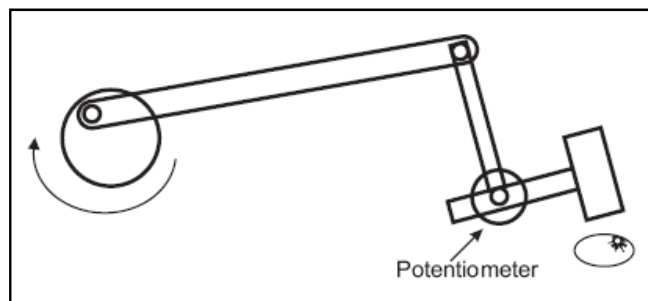
Figur 3: Beräkning av sammansatt mätvärde

Uppgift 6 (5p)

- Vad är en differentialekvationsmodell? (1p)
- Till vilka syften kan en sådan modell användas? (2p)
- Ange ett eller flera sätt hur man kan ta fram en differentialekvationsmodell? (2p)

Uppgift 7 (4p)

Chalmeristen Charlie har byggt en nötknäckningsmaskin inför julen. Denna består av en motor till vilken kopplats en excenterkonstruktion enligt figur 4 nedan. För att ha full kontroll över hammarens läge har en potentiometer kopplats till hammarens infästningsaxel. Potentiometern matas med 5V. Vad Charlie dock inte tänkte på var att hammaraxeln bara vrider sig en del av varvet så han får bara mätsignal i intervallet 1,25V till 2,50V. Detta gör att noggrannheten på den PIC-processor han tänkt använda blir för dålig. Hjälps Truls att konstruera en operationsförstärkarkoppling som ger 0 till 5V vid aktuellt vridningsintervall.



Figur 4. Nötknäckningsmaskin

Uppgift 8 (20p)

Som nyutexaminerad ingenjör blir ditt första jobb att preliminärt specificera mät-, regler- och drivsystemen för en konkurrenprodukt till Segway, se figur 5 nedan.

En Segway är en enpersonstransportör, som fungerar så att om den stående föraren lutar sig framåt, drivs hjulen framåt så att det totala ekipagets tyngdpunkt förs rakt ovanför en tänkt linje som sammanbinder hjulnaven ("hjulaxeln"). Om föraren lutar sig bakåt, drivs hjulen bakåt på motsvarande sätt. Om föraren vrider den vertikala styrstången till vänster, så drivs höger hjul fortare än vänster hjul, så att ekipaget svänger till vänster, och vice versa om styrstången vrids till höger.

- Med ledning av figurerna nedan, skatta de storheter som behövs för beräkningarna nedan. *Tex skulle möjligen men ej nödvändigtvis* följande storheter bland *andra* kunna vara av intresse: hjulradie, hjulmassa, hjulens

- tröghetsmoment, förarens massa, fordonets massa, avståndet mellan det totala ekipagets tyngdpunkt och ”hjulaxeln”, *etc.* Glöm ej enheter. (3p)
- Specificera de kravspecifikationer m a p prestanda som behövs för beräkningarna nedan. *Tex* skulle *möjligen men ej nödvändigtvis* följande prestanda bland *andra* kunna vara av intresse: maximal hastighet framåt och bakåt, maximal vinkelhastighet vid sväng vänster eller höger, maximal avvikelse av ekipagets tyngdpunkt från vertikallinjen över ”hjulaxeln”, maximal vridvinkel av styrstäng, *etc.* Glöm ej enheter. (3p)
 - Ange vilka mätstorheter som bör mätas. Glöm ej enheter. Motivera. (2p)
 - Ange med vilka sensorer mätstorheterna lämpligen mätes, samt sensorernas karakteristika (upplösning, noggrannhet, *etc.*) Motivera. (3p)
 - Uppenbarligen måste de två hjulen kunna drivas oberoende av varandra, var och ett av sin motor. Föreslå specifikationer för lämplig tekniska data för likströmsmotor (se exempel på likströmsmotorspecifikationer i första kolumn i figur 6 – notera dock att endast *relevanta* specifikationer behöver anges) så att prestanda i punkt b) skall kunna uppfyllas. Motivera. (3p)
 - Föreslå enkla styrlagar för rörelse framåt/bakåt, och för svängning vänster/höger. Vad är insignalerna till respektive styrlag? Utsignal? (Stabilitetsanalys krävs inte.) (3p)
 - Ange samplingsfrekvens och ordlängd för en mikrodator i vilken styrlagarna i f) skall implementeras, så att prestanda i b) uppfylls. (3p)

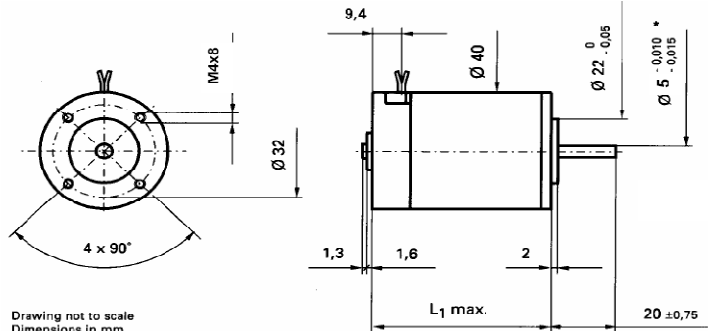
Notera att ett flertal av ovanstående deluppgifter a) – g) kan lösas oberoende av lösningarna av de andra deluppgifterna. Värdena i figur 6 är ej nödvändigtvis relevanta.



Figur 5: En Segway, vy från sidan och uppifrån.

SB40 DC servomotor

SB40 DC servo motor



Drawing not to scale
Dimensions in mm

DC motorer med servo-egenskaper. Keramiska magneter. Finns med kullager, andra lindningar, olika axelutförande och med encoder.

DC motor with servo performance. Ceramic magnets. Available with ballbearings, other windings, different shaft configurations and with encoder.

Tekniska data Specification		SB4045	SB4060	SB4078	SB4085
Typ av magnet <i>Magnet type</i>		Keramisk / Ceramic			
Nominell effekt <i>Rated power</i>	W	10,4	23,6	29,1	33,2
Nominellt moment <i>Rated torque</i>	mNm	17	43	67	81
Nominellt varvtal <i>Rated speed</i>	rpm	5 850	5 250	4 150	4 500
Startmoment <i>Stall torque</i>	mNm	100	300	440	560
Tomgångsvarvtal <i>No load speed</i>	rpm	7 000	6 200	4 900	5 300
Lutning varvskonstant <i>Speed regulation constant</i>	rpm/mNm	68	22	11	10
Tröghetsmoment rotor <i>Rotor inertia</i>	gcm ²	18,8	41,7	72	84,7
Mekanisk tidskonstant <i>Mechanical time constant</i>	ms	14	9	9	9
Termisk tidskonstant <i>Thermal time constant</i>	min	7,2	11,4	13,5	13,8
Termisk resistans <i>Thermal resistance</i>	^{rotor-stator} ^{rotor-stator} ^{stator-omgivning} ^{stator-ambient} ° C/W	14,0	8,7	7,2	5,7
Vikt <i>Mass</i>	kg	0,2	0,29	0,39	0,44
Längd <i>Length</i>	mm	46,3	61	77,5	85,2

Nominell spänning <i>Rated voltage</i>	V	12	24	48	12	24	48	12	24	48	12	24	48
Moment konstant <i>Torque constant</i>	mNm/A	15,5	31,5	62	18,3	36,2	73	22,9	45,8	92,5	21,2	42,4	83,7
Mot EMK konstant <i>Back EMF constant</i>	V/krpm	1,6	3,3	6,5	1,9	3,8	7,6	2,4	4,8	9,7	2,2	4,4	8,8
Resistans <i>Resistance</i>	ohm	1,9	7,1	29,2	0,8	3	11,5	0,7	2,5	9,7	0,6	1,9	7
Induktans <i>Inductance</i>	mH	1,2	4,6	18,6	0,6	2,5	10	0,7	2,6	10,7	0,5	2	7,7
Tomgångsström <i>No load current</i>	A	0,32	0,16	0,08	0,33	0,16	0,08	0,33	0,16	0,08	0,36	0,18	0,09
Start ström <i>Stall current</i>	A	6,2	3,3	1,6	14,5	0,1	4,2	16,9	9,6	4,9	21,7	13	6,9

Figur 6: Exempel på likströmsmotorspecifikationer i