

Laboration 3 – Dynamiska System och Reglerteknik

PID-reglering fortsättning – 2 timmar

Syfte

Laborationen är en fördjupning av den laboration som Ni tidigare gjort. I denna laboration ska vi fördjupa oss i hur man tar fram en matematisk modell (överföringsfunktion) för en reglerteknisk process med stegvarsanalys samt hur man utgående från denna modell kan rita Bodediagram och dimensionera regulatorer.

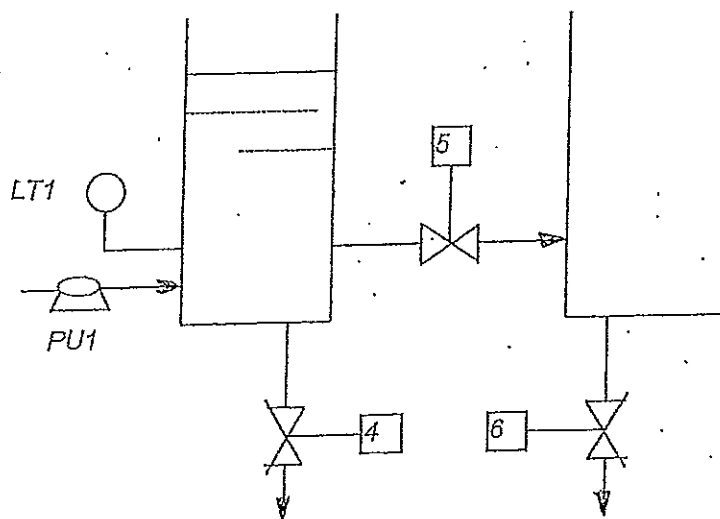
Innan du gör denna laboration så är det bra att titta tillbaka på föregående laboration så att du kommer ihåg de viktigaste lärdomarna från denna.

OBS ! Innan laborationen skall detta häfte vara noggrant genomläst.

Samtidigt skall relaterade avsnitt i kursboken ha lästs igenom.

Introduktion:

Processen som ska regleras är samma dubbeltank som i introduktionslaborationen. Ha gärna med ditt tidigare labb-PM även till denna laboration. **Använd 1,5 sekunders dödtid på processinterfacet genom hela laborationen.**



1 Statisk karakteristik

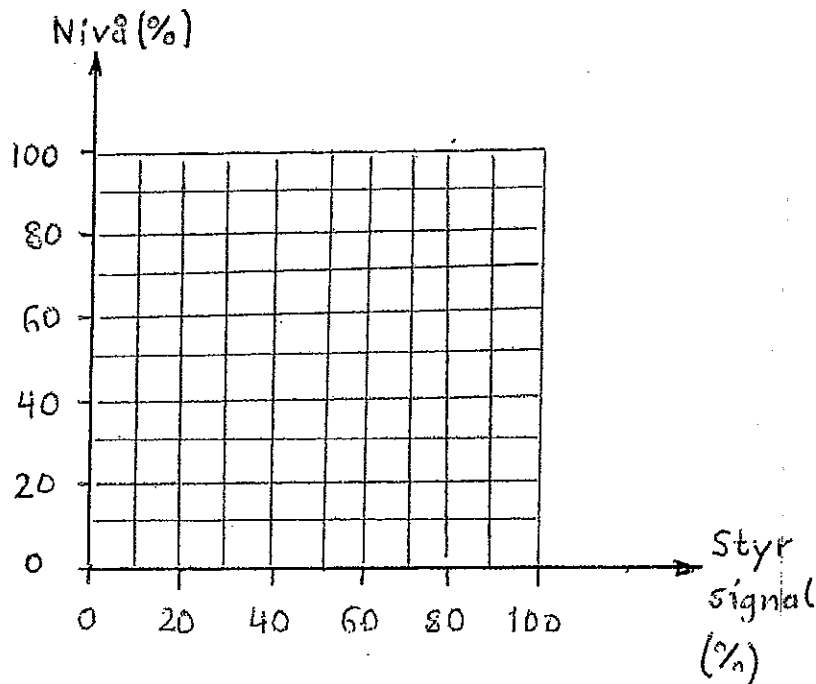
Vi ska mäta upp processens statiska karakteristik. Regulatorn ska alltså vara inställd på manuellt läge. Låt ventil 4 vara öppen, men ventil 5 stängd. Bestäm ungefär vilken insignal (styrsignal) som krävs stationärt för att hålla nivån på 20%, 40%, 60% och 80% av full tank. (avläses på styrsignalindikatorn på PID-panelen)

20%..... 40%..... 60%..... 80%.....

Förklara varför det krävs en större styrsignal stationärt för att hålla en högre nivå

.....

Rita upp hur den statiska karakteristiken för processen ser ut (se kapitel 3 i Modern Reglerteknik). Hur stor är den statiska förstärkningen ($K = \Delta h / \Delta u$) i mitten av det lineära området? (Den statiska förstärkningen är lutningen på kurvan i detta område)



Beskriv skillnaden mellan *statisk karakteristik* och *stegsvarskurva*?

.....

2 Stegvarsanalys

Denna uppgift kräver att du kan registrera stegsvaret hos processen med hjälp av en skrivare eller genom att du kopplar ett datorbaserat loggprogram via AD- och DA-omvandlare till processen. Se sista sidan i detta häfte hur man gör detta.

Börja med att mäta upp stegsvaret för processen. Gör så här:

- Ställ regulatören i läge MANUELL. Låt ventil 4 vara helt öppen och ventil 5 helt stängd när du gör detta försök.
- Ställ in styrsignalen så att nivån stationärt ligger på ca 30% av full tank.
(Lämplig styrsignal för detta kan du avläsa i den statiska karakteristiken)
- Öka styrsignalen stegformat till det värde som enligt den statiska karakteristiken ger nivån 70% av full tank. Gör samtidigt en registrering av stegsvaret med hjälp av ansluten skrivare eller anslutet loggprogram.

Med hjälp av stegsvaret kan man försöka bestämma en matematisk modell (överföringsfunktion) som stämmer någorlunda med det uppmätta stegsvaret. Det finns flera överföringsfunktioner som har ett stegsvar som stämmer approximativt med det som processen har. (Se gärna avsnittet om stegvarsidentifiering i läroboken där det finns formler och diagram för processer med dödtid och en eller flera tidskonstanter.)

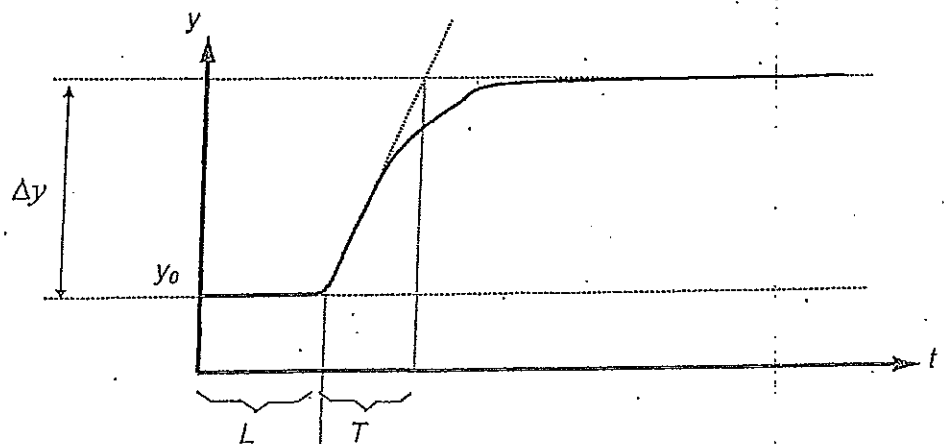
I det aktuella fallet ska vi approximera processen som en process med dödtid och en tidskonstant enligt figuren nedan. Bestäm alltså K , L och T enligt figuren nedan. Vilken blir din överföringsfunktion?

$G(s) =$

.....

Kommentar: Den approximativa dödtid som du mäter upp enligt nedanstående figur blir sannolikt någon sekund längre än den dödtid som är inställd i processinterfacet, genom den samlade inverkan av flera små fördröjningar i givare, rör och styrdon.

$$G = \frac{K \cdot e^{-Ls}}{1 + Ts}$$



3 Bodediagram

Rita Bodediagram för den överföringsfunktion som du fått fram.

Ur Bodediagrammet kan du bestämma självsvängningsfrekvensen ω_n och därefter periodtiden T_0 för självsvängningar. Du kan också teoretiskt bestämma den kritiska förstärkningen K_0 (den maximala förstärkningen innan systemet blir instabilt vid P-reglering). Bodediagrammet kan antingen ritas för hand på papper eller med hjälp av Matlab Control Toolbox på datorskärmen. Rådgör med laborationshandledaren vilken metod som ska användas i denna laboration.

Vilket värde fick du på kritiska förstärkningen och periodtiden?

$T_0 = \dots\dots\dots$ $K_0 = \dots\dots\dots$

4 Experimentell kontroll

Vi ska nu kontrollera om ovanstående teoretiska värden på T_0 och K_0 stämmer någorlunda i praktiken. Koppla därför in en regulator med enbart P-verkan till processen. Starta med en låg förstärkning i regulatorn, t ex $F = 1,5$. Öka därefter förstärkningen successivt till dess systemet kommer i självsvängning. (Se gärna instruktionerna för detta i laboration 1). Vilka experimentella värden får du på den kritiska förstärkningen K_0 och periodtiden T_0 ?

$T_0 = \dots\dots\dots$ $K_0 = \dots\dots\dots$

Fick du några avvikelser jämfört med dina teoretiska värden? Hur kan dessa avvikelser i så fall förklaras?

.....

.....

Kommentar: Avvikelser på upp till 20% är inte ovanliga eftersom överföringsfunktionen är ganska approximativt bestämd och eftersom den typ av överföringsfunktion vi anpassat inte stämmer helt med verkligheten. En liten förändring av dödtiden leder dessutom till en ganska stor förändring av både T_0 och K_0 .

5 Dimensionering av regulator

Som slutuppgift ska vi dimensionera och testa en PI-regulator eller en PID-regulator till processen. Här får Du använda valfri metod beroende på hur mycket tid du har till ditt förfogande och efter eget intresse. Någon av de metoder som skulle kunna testas är följande:

- 1) Ziegler-Nichols metod (sid 197 i läroboken).
- 2) Åström-Hägglunds parameterval (sid 197 längst ned).
- 3) Lambdametoden (sid 202-204).
- 4) Teoretisk dimensionering av PI-regulator med Bodediagram (sid 211, välj 45 graders fasmarginal)

Testa hur bra regulatorn fungerar genom att göra börvärdesändringar och störningar. Testa också om den fortfarande fungerar bra ifall du ändrar dödtiden på processinterfacet.

Kommentar.....

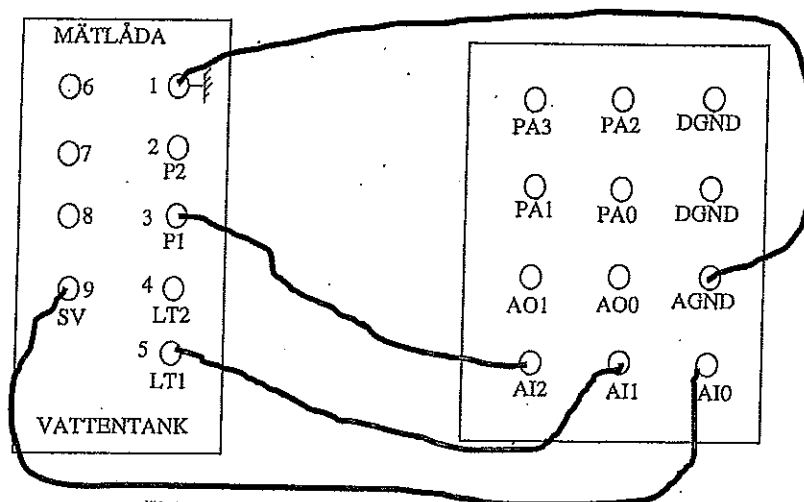
.....

Registrering av signaler på datorn

Börvärdet, styrsignalen (till PU1) och utsignalen (från LT1) kan registreras i realtid på datorns bildskärm med hjälp av programmet **Simulink Desktop Real-Time** och **Simulink**. För att du ska kunna registrera dessa signaler måste du först koppla ihop nivåprocessen till datorns AD-omvandlarkort enligt nedanstående figur.

Signaler från
tänkprocess

Signaler till A/D-
omvandlarkort



När du gjort klar kopplingen startar du mätprogrammet på datorn enligt följande:

1. Slå på datorn (Datorn är under bänken och startar med liten knapp högst upp på fronten). Uppstarten kan ta några minuter.
2. Logga in på eget konto. Starta därefter Matlab på datorn med kommandot:
Start>All Programs>Matlab2015a
3. Efter att Matlab startat upp öppnar du mätprogrammet. Programmet finns i dokumentarkivet på kursens hemsida på pingpong (kurskod LEU236). Hemsidan nås som vanligt via Chalmers Studentportal. Programmet startar direkt genom att dubbelklicka på programnamnet nedan i dokumentarkivet:
tanken_matning_R2015a_Simulink_Realttime_desktop.slx
4. Om du gjort rätt öppnas två nya fönster. I det mindre fönstret kan du ge kommandon för att starta och stoppa registreringen av signaler på skärmen. Du startar med menykommandot **Simulation>Run** alternativt med knappen  och stannar med knappen . I det större fönstret kan du följa börvärdet, utsignalen och styrsignalen i realtid under en körning. Följande gäller:
 - Utsignalen (tanknivån) är violett
 - Styrsignalen (spänningen till pumpen) är ljusgrön
 - Börvärdet är gult.

Registreringen pågår under 500 sekunder och stannar därefter. Det går dock att stoppa manuellt, pausa och starta om när som helst under en körning.