

LABORATION 2

i

Reglerteknik för D2/E2/Mek2

Målsättning: Bekanta sig med olika processer.
Identifiera processer med stegsvansanalys.
Prova olika tumregelmetoder för inställning av PID-regulator.

Laborationen består av 5 olika moment.

OBSERVERA: alla uppgifter redovisas. Notera vilken labuppställning ni använder. Använd samma vid laboration 4.

Tid: 4 timmar

Starta matlab.

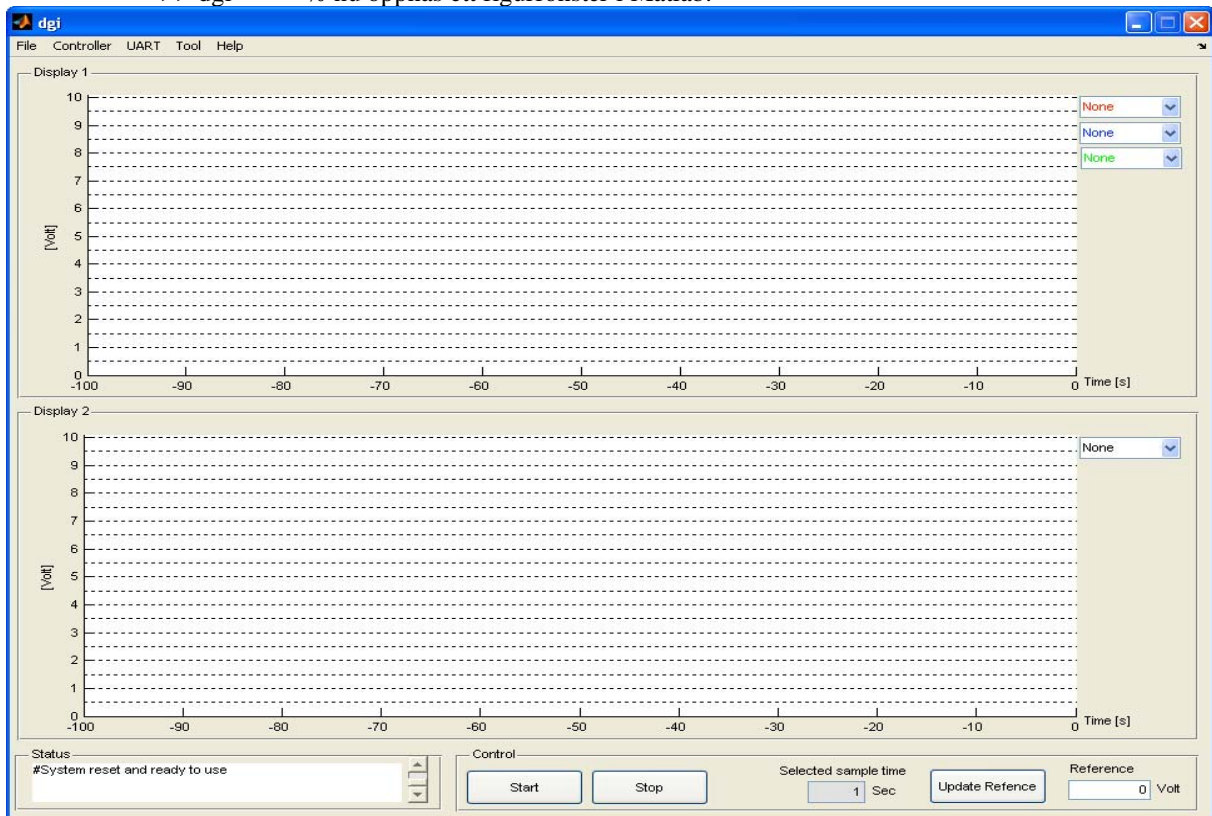
Identifiering av process: vattentank.

För att kunna göra uppgifterna 1 till 5 måste ett antal matlabfiler laddas ner.

Dessa hämtas ifrån kursens hemsida. De ligger i en zip-fil kallad för gui_ver_2.zip. Packa upp filerna och lägg dessa i en lämplig katalog. För att matlab skall kunna hitta dessa måste katalogen väljas längst upp i matlab command window under Current directory.

Uppgift 1: Bestämning av processmodell för det öppna systemet, $d v s$ motorstyrning+pump+tank+nivågivare (ingen återkoppling av mätsignal). Låt endast en ventil vara öppen. Steg till pump skall vara ca: 0.1 Volt(jämviktsläge ungefär 0.3-0.6m). Det betyder att vi måste ha en grundspänning ut till pumpen för att åstadkomma jämvikt denna varierar dock mellan olika tankar. Denna grundspänning som krävs ligger troligtvis mellan 0.2 Volt och 1.2 Volt. I vårt fall har vi valt 0.5 Volt.
När ni nu lägger på ett steg ovanpå denna grundspänning kommer nivån sakta börjar stiga i tanken ifrån sitt jämviktsläge. Jämviktsläge betyder helt enkelt att nivån ligger stabilt stilla, $d v s$ lika mycket vatten pumpas i som flyter ut.
Tiden att mäta upp ett stegsvar skiljer sig från tank till tank lite grann. Men räkna med cirka 300-400 sekunder.
Ur stegsvaret gör ni en bestämning av processen, $d v s$ i vårt fall en första ordningens modell.
Notera vid vilken höjd respektive hur många ventiler som är öppna och stängda. Kort sagt arbetspunkten måste hela tiden vara definierad när vi pratar om bestämning av en överföringsfunktion. Notera även vilket nummer tanken har !

För att etablera kontakt med kortet på bordet skrivs:
`>> dgi % nu öppnas ett figurfönster i Matlab.`



**Längst nere i det vänstra hörnet i figurfönstret skall det då stå :
System reset and ready to use**

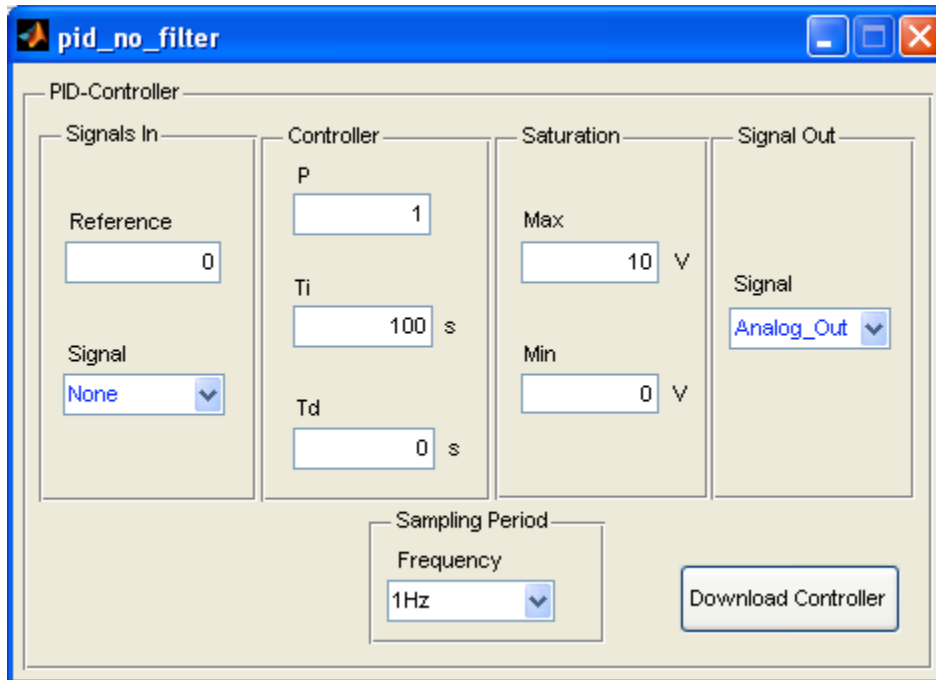
Om det står: # Bad command

Ge kommandot "dgi" en gång till eller eventuellt släck ner figurfönster och försök på nytt.

Nu är det dags att välja en lämplig styrsignal att skicka ut till pumpen. Syftet med detta är att försöka få en jämviktsnivå att infinna sig i vattentanken, d v s att lika mycket vatten rinner ut som pumpas i av pumpen. Lämplig nivå i vattentanken är ca: 0.4 – 0.5 meter. Det bör svara mot ungefär 0.3 – 0.5 Volt till pumpen.

Gå in under Controller -> Download PID-No-Filter-Controller To Target

Nu öppnar sig ett nytt figurfönster **pid_no_filter**.



Meningen med vår stegvarsidentifiering är att ingen återkoppling skall användas, d v s ingen signal kopplas tillbaka och jämförs med referensvärdet. Vi vill bara identifiera själva processen. I vårt fall allt från motorstyrning + pump + vattentank + givare

Vad har vi i ovanstående fönster ?

Gör följande inställningar: Reference = 0 (spelar ingen roll vad vi skriver här – används inte)

P=1

Ti=100 (avstängd)

Td=0 (avstängd)

Sampling Frequency = 1Hz

Signal Out = Analog_Out

Därefter tryck på Download Controller !

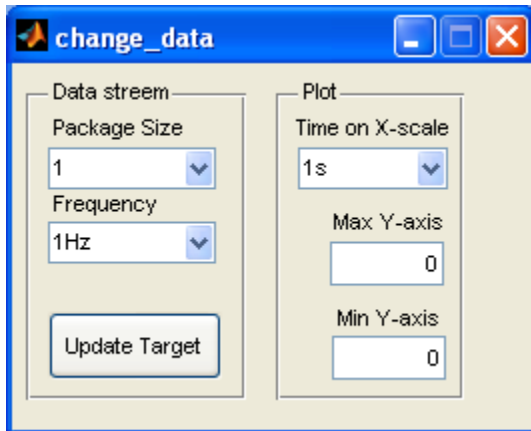
Släck fönstret !

Nu är dags att välja vilka variabler vi vill titta på i dgi-fönstret.

Välj för det övre fönstret Analog 0 (nivå i den vänstra tanken), övriga None .

För det nedre fönstret väljs: U-Value (styrsignal till pumpen)

Vi skall även välja plottfönstrets längd görs med: Tool -> Plotsize



Välj tid på x-axeln till 100 sek. Bekräfta genom Update Target !
Släck fönstret !

Nu återstår bara att välja börvärde. Välj 0.5 -> Update Reference -> Start

Om allt fungerar som det ska, så börjar pumpen att pumpa vatten och realtidsplottningen startas i ert dgi-fönster. Glöm inte att öppna en utloppsventil så att jämvikt kan nås.

När vi har fått jämvikt (kan ta ett par minuter), så lägger vi på ett steg till det börvärde som vi redan har. T ex ca: 0.1 Volt.

Har ni ett börvärde (referens) från början på 0.5 så skall vi öka denna till 0.6 istället. Tryck därfter på Update Reference eller Enter!

Nu bör pumpen öka sin pumphastighet och vattennivån sakta stiga i den vänstra tanken och så småningom en ny jämviksnivå infinna sig. Räkna med 200-300 sekunders väntan innan vi stoppar realtidskörningen.

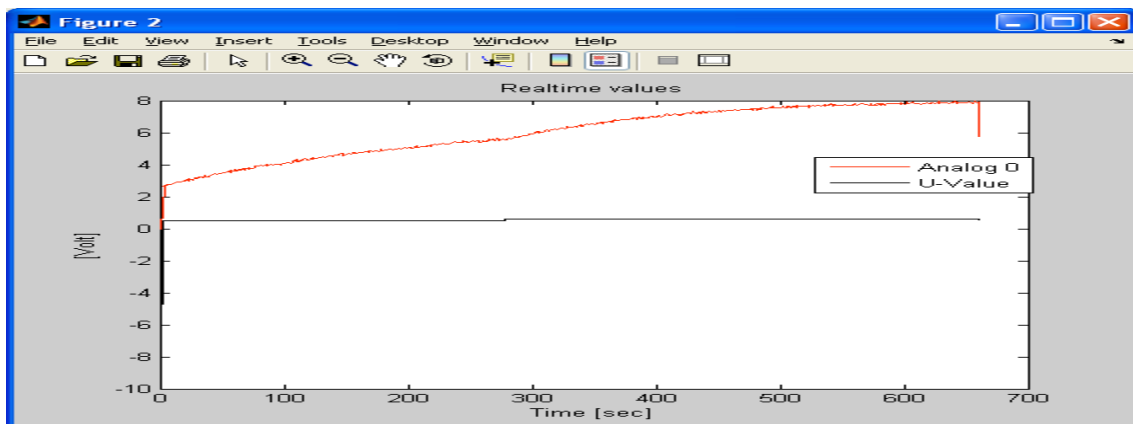
När vattennivån inte har förändrats på ett tag, så stoppar ni realtidskörningen med: Stop

Därefter gå in under **File -> Plot and Save Real Time Data**

Ännu ett nytt fönster **Figure 2** öppnas som innehåller er körning. Här kan ni lätt gå in zooma och göra mätningar i plottningen för att bestämma en överföringsfunktion.

Om ni skriver "grid" i Matlabs Command Window så ges även ett rutnät i det senaste figurfönstret. Underlättar avläsning !

>> grid



Det figurfönster som ni fått fram innehåller vattennivå och styrsignalen i Volt.

Gör nu en stegsvarsidentifiering av det öppna systemet baserat på dessa plottningar.

Mitt stegsvar ovan finns mer med för att exemplifiera hur det ungefär kan tänkas se ut. Den

skall inte användas för att göra avläsningar på !

Notera arbetspunkt: Vilken tank som används ? Vilka ventiler är öppnade ? Hur hög är vattenpelaren ?

Uppgift 2: Bestämning av en process med två ventiler öppna för den vänstra tanken. Nytt stegsvar skall tas fram men i övrigt helt liknande som uppgift 2. Lämpligt börvärde förmodligen lite mer än ca: 0.5 Volt.
Givetvis kan det variera mellan de olika labuppställningarna. Ni får helt prova er fram men se till att den första jämvikten blir ungefär 0.3- 0.5 meter.
Bestäm på nytt en trolig överföringsfunktion.
Hur ser motsvarande differentialekvation ut som beskriver sambandet mellan pumpspänningen $u(t)$ och nivån i den vänstra tanken $y(t)$?
Notera arbetspunkt: Vilken tank som används ? Vilka ventiler är öppnade ? Hur hög är vattenpelaren ?

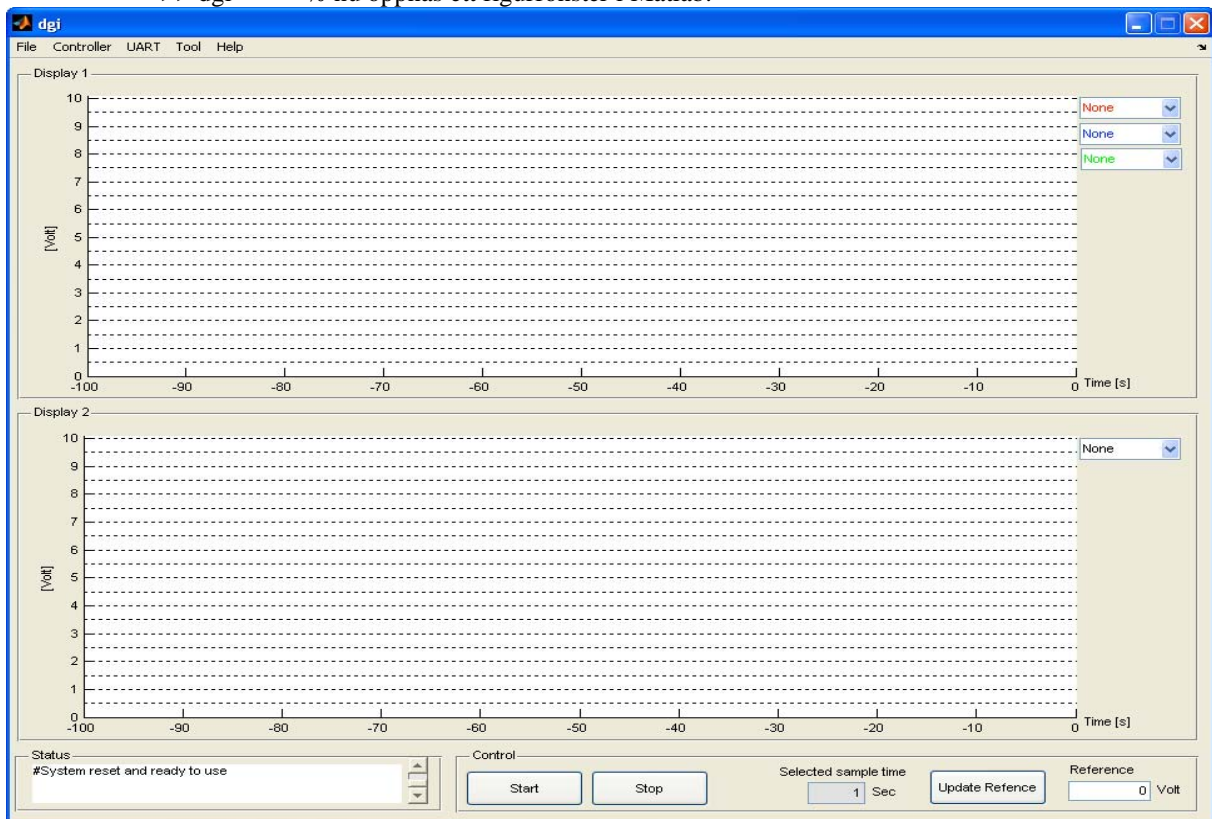
Uppgift 3: Bestämning av process med två stycken sammankopplade vattentankar. Nytt stegsvar skall tas fram men helt liknande som uppgift 2. Endast en utloppsventil öppen från den vänstra tanken. Öppna ventilen mellan tankarna. OBS notera att ni får inte låta vattennivån i den högra tanken gå i toppen då det saknas översvämningsskydd för denna.
Den enda skillnaden består i att vi skall titta på vattennivån i den högra tanken istället. Den kallas i dgi-fönstret där realtidsplottningen görs för Analog 1. Lämpligt börvärde ca: 0.5 Volt.
Givetvis kan det variera mellan de olika labuppställningarna. Ni får helt prova er fram men se till att den första jämvikten blir ungefär 0.3- 0.5 meter.
Bestäm på nytt en trolig överföringsfunktion från pumpspänning till nivån i den högra vattentanken !
Hur ser motsvarande differentialekvation ut som beskriver sambandet mellan pumpspänningen $u(t)$ och nivån i den högra tanken $y(t)$?
Notera arbetspunkt: Vilken tank som används ? Vilka ventiler är öppnade ? Hur hög är vattenpelaren ?

Uppgift 4:

I matlabs command window skrivs nu enligt nedanstående:

För att etablera kontakt med kortet på bordet skrivs:

```
>> dgi % nu öppnas ett figurfönster i Matlab.
```



Längst nere i det vänstra hörnet i figurfönstret skall det då stå :
System reset and ready to use

Om det står: # Bad command

Ge kommandot "dgi" en gång till eller eventuellt släck ner figurfönster och försök på nytt.

Vi skall nu försöka ställa in en regulatorinställning från de stegsvarexperiment vi gjorde tidigare. Där gjorde ni 3 stycken stegsvar för 3 olika processer.

Fall I: entanksprocess med en ventil öppen. Vid ca: 0.4- 0.5 meters höjd.

Fall II: entanksprocess med två ventiler öppna. Vid ca: 0.4- 0.5 meters höjd.

Fall III: tvåntanksprocess med en ventil öppen. Vid ca: 0.4- 0.5 meters höjd.

Eftersom när vi identifierade processen användes det mätinsamlingskort och denna bygger på att vi samplar(tar stickprov med jämna mellanrum av nivån), så sker en fördröjning på ca: 1 sampel (samplingsperioden kan variera- ni använde 1 sek) från det att vi skickade ut ett steg tills något inträffar med vattennivån i tanken. Vi antar att vi "åtminstone har en död tid L på ca 1 sek för de processer som ni identifierade i laboration 3.

Räkna nu fram en PI- och PID-regulator för respektive fall I, II och III. Använd Ziegler-Nichols tabell (stegsvarmetod) samt Chien, Hrones & Reswicks tabell (stegsvarmetod).

Testa era regulatorinställningar genom att göra börvärdesändringar.

Ziegler-Nichols tabell för stegsvansmetod

	K	Ti [sek]	Td[sek]
P-regulator	$T / K_p * L$	-	-
PI-regulator	$0.9 * T / K_p * L$	$3 * L$	-
PID-regulator	$1.2 * T / K_p * L$	$2 * L$	$L / 2$

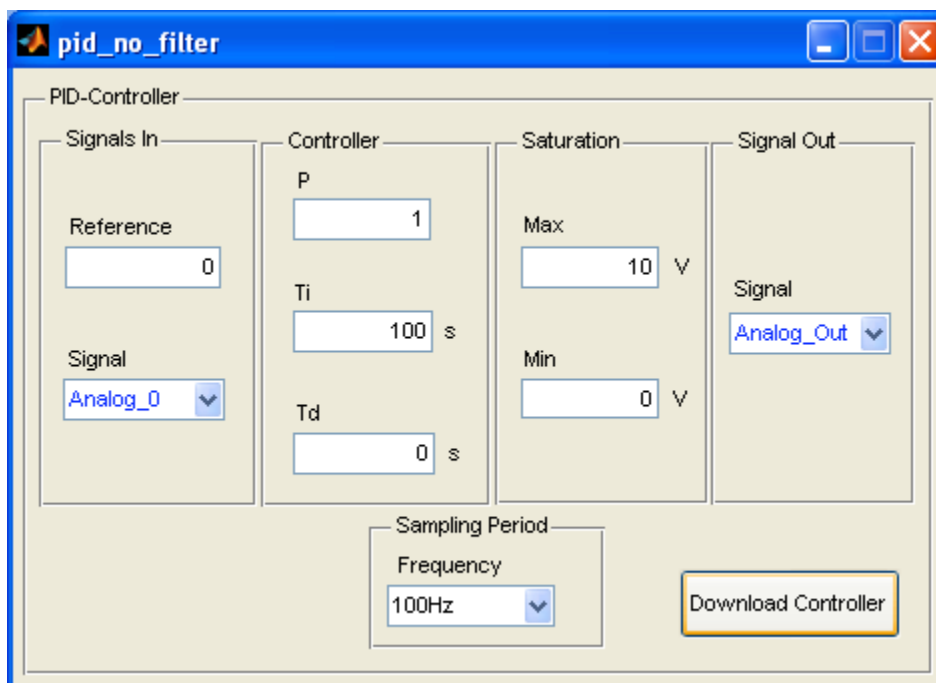
Chien, Hrones & Reswicks tabell för stegsvansmetod

	K	Ti [sek]	Td[sek]
P-regulator	$0.3/a$	-	-
PI-regulator	$0.35/a$	$1.2 * T$	-
PID-regulator	$0.6/a$	T	$0.5 * L$

När ni har räknat fram en regulator.

Gå in under Controller -> Download PID-No-Filter-Controller To Target

Nu öppnar sig ett nytt figurfönster **pid_no_filter**.



Välj vilken signal som återkopplas. Vi använder Analog_0 (vattennivån i vänstra tanken)

Denna jämförs med referensvärdet(sätts inte här !).

Vad har vi i ovanstående fönster ?

Gör följande inställningar: Reference = 0 (spelar ingen roll vad vi skriver här – används inte)

P= framräknad av er

Ti= framräknad av er (om Ti=100 är den avstängd)

Td= framräknad av er (om Td= 0 är den avstängd)

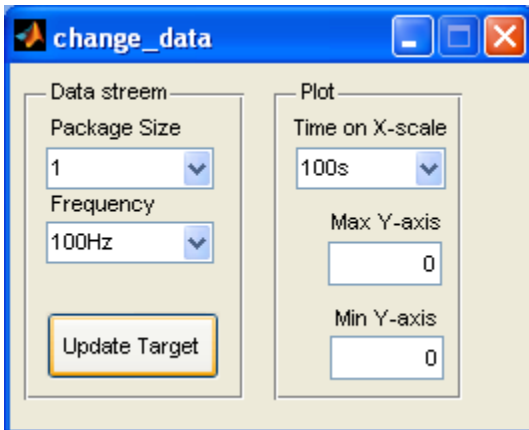
Sampling Frequency = 10Hz

Signal Out = Analog_Out

Därefter tryck på Download Controller !
Släck fönstret !

Nu är dags att välja vilka variabler vi vill titta på i dgi-fönstret.
Välj för det övre fönstret Analog 0 (nivån i den vänstra tanken) och Reference .
För det nedre fönstret väljs: U-Value (styrsignal till pumpen)

Vi skall även välja plottfönstrets längd görs med: Tool -> Plotsize

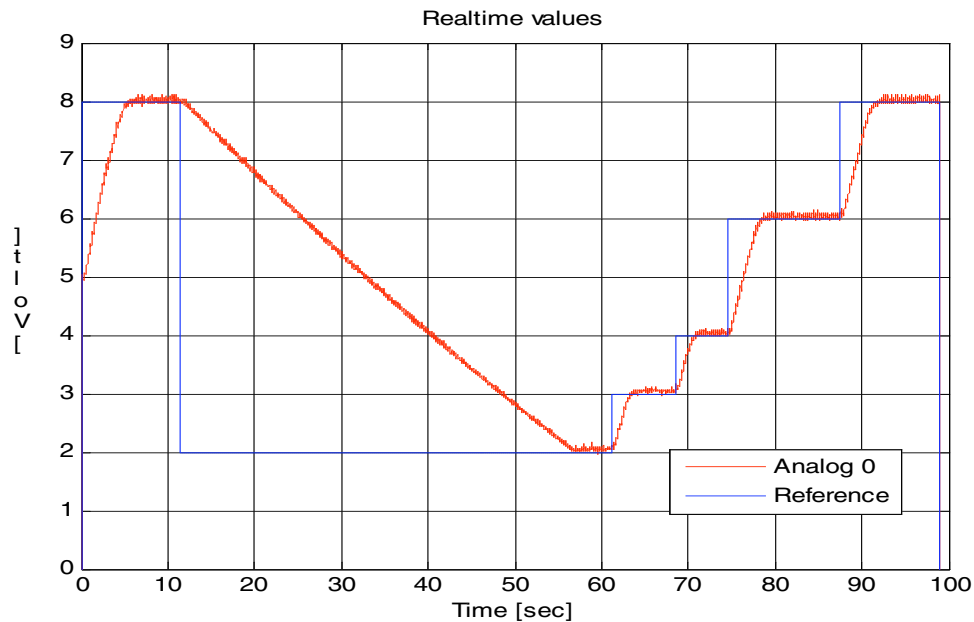


Välj tid på x-axeln till 100 sek och samplingsfrekvens 10 Hz. Bekräfta genom Update Target !
Släck fönstret !

Nu återstår bara att välja börvärde. Välj 0.5 -> Update Reference -> Start I dgi-fönstret.

Om allt fungerar som det ska, så börjar pumpen att pumpa vatten och realtidsplottningen startas i ert dgi-fönster. Glöm inte att öppna en utloppsventil så att vi behöver reglera.

Nu kan vi testa vår regulator genom att skriva in nya börvärden(Reference). Hur fungerar er regulator ?
Gör några börvärdessteg för att se hur er regulator beter sig !



Uppgift 5: (Entanksprocess): inställning av PID-regulator m h a Ziegler-Nichols självsvängningsmetod.

Tag fram förslag för en PI och PID-regulator.

Därefter skall den testas.

Det första att göra innan vi börjar experimentet:

- ∞ Använd endast den vänstra tanken, stäng kranen mellan tankarna.
- ∞ Öppna en av utloppsventilerna från den vänstra vattentanken. Låt de andra vara stängda.
- ∞ Se till att koppla bort tidskonstanten för motorstyrningen 2 sek . Denna finns på sidan.

Ställ in ett K-värde. Koppla bort $T_i=Off$ och $T_d=Off$, d v s använd enbart en P-regulator.

Öppna ytterligare en ventil (stegstörning) för att se hur regulatorn fungerar. Om systemet är stabilt , stäng ena ventilen och välj ett nytt högre K-värde och upprepa genom att lägga på en ny störning.

Detta upprepas fram till den punkt där reglersystemet nått och jämnt börjar att självsvänga.

Notera det K-värde som ni då har K_o och mät periodtiden T_o för självsvängningen. Notera även vattennivån i tanken.

Om det skulle vara så att er tank inte börjar självsvänga för maximal förstärkning, så kan ni välja att lägga till en motortidskonstant på 2 sekunder. Det slöar ner pumpens hastighet något.

Räkna fram lämpliga parameterinställningar för en PI- respektive en PID-regulator m h a Ziegler-Nichols tabell (självsvängningsmetod).

	K	T_i [sek]	T_d [sek]
P-regulator	$0.5 * K_o$	-	-
PI-regulator	$0.45 * K_o$	$0.85 * T_o$	-
PID-regulator	$0.6 * K_o$	$0.5 * T_o$	$0.125 * T_o$

Test av tumregel: PI-regulator

Testa nu er PI-regulator för samma tankprocess som ni fick att självsvänga. Ställ in parametervärden enligt enligt tabell ovan eller så nära som möjligt. Ha ungefär samma vattennivå i tanken som vid självsvängningsexperimentet.

Testa regulatorn, d v s låt systemet (vattennivån) finna jämvikt med någon ventil öppen först.

Lägg på en stegstörning, d v s öppna en ventil. Iaktta vad som händer :

Kvarstående fel, insvängningstid och eventuella oscillationer.

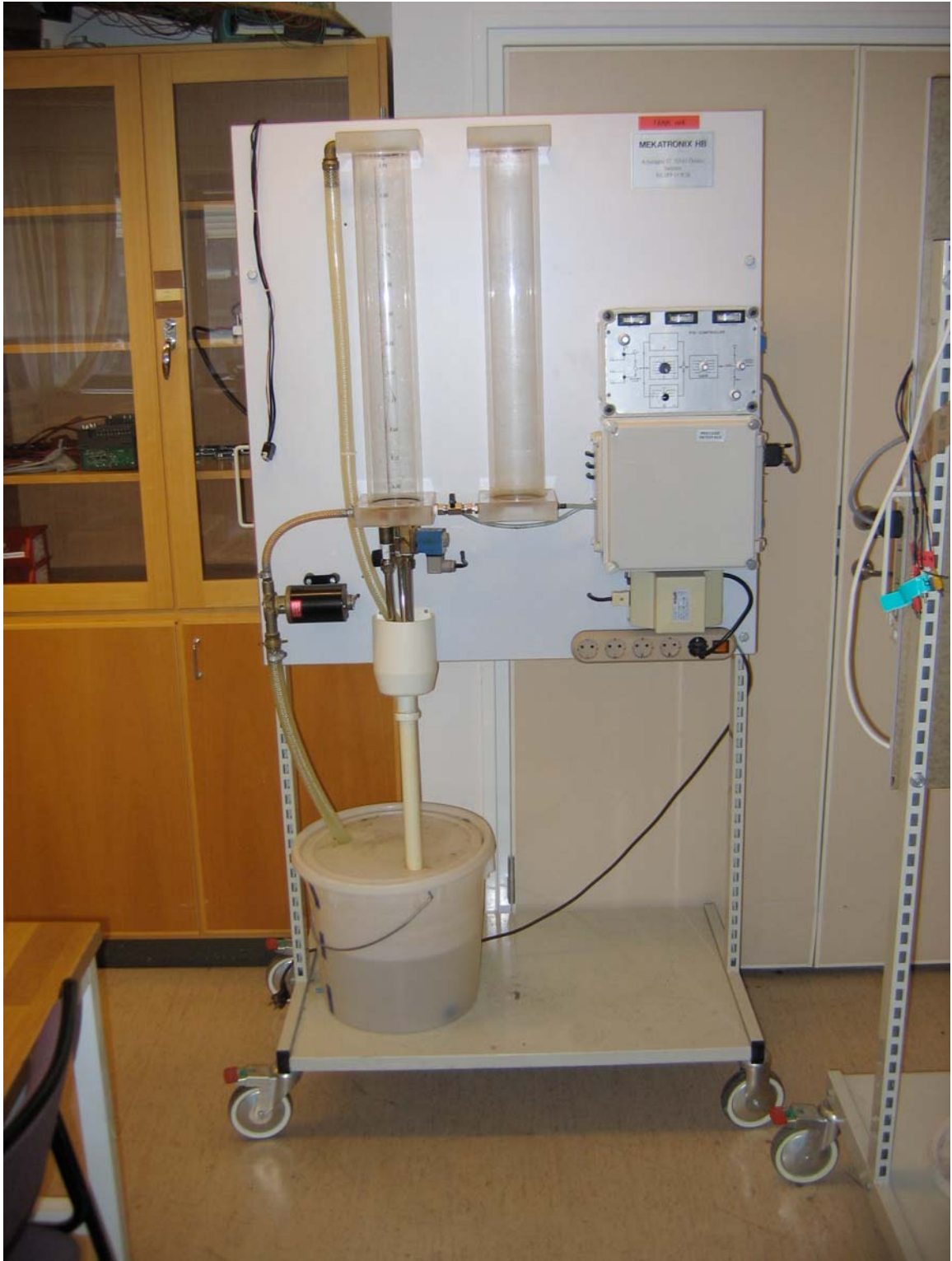
Test av tumregel: PID-regulator

Testa nu er PID-regulator för samma tankprocess som ni fick att självsvänga. Ställ in parametervärden enligt enligt tabell ovan eller så nära som möjligt. Ha ungefär samma vattennivå i tanken som vid självsvängningsexperimentet.

Testa regulatorn, d v s låt systemet (vattennivån) finna jämvikt med någon ventil öppen först.

Lägg på en stegstörning, d v s öppna en ventil. Iaktta vad som händer :

Kvarstående fel, insvängningstid och eventuella oscillationer.



Figur 2: Vattentank