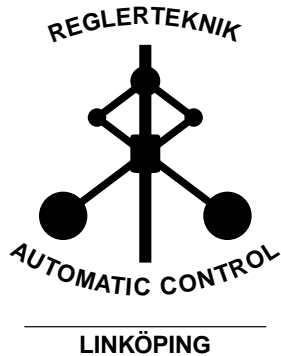


Laboration i Industriella styrsystem (TSIU04, TSIU06)

Processdator

Denna version: 5 januari 2018



Namn: _____

Personnr: _____

Datum: _____

Godknd: _____

Innehåll

1 Syfte och organisation	4
1.1 Laborationens syfte och mål	4
1.2 Organisation	5
2 Utrustning och programvara	6
2.1 Laborationsutrustning	6
2.2 Programvara	6
2.3 Implementering av program i PLC	7
2.3.1 Programskelett och variabler	7
2.3.2 Handhavande	9
2.4 Utveckling av det grafiska gränssnittet	10
2.5 Några tips till InTouch	12
3 Laborationsuppgifter	13
3.1 Krav på PID-implementeringen	14
3.2 Krav på det grafiska gränssnittet	14
3.3 Krav på regulatortrimning	16
3.4 Projektarbete (endast TSIU06)	17
4 Förberedelseuppgifter	18
4.1 Skalning	18
4.2 Stegkodsprogrammering	20
4.3 Trimning av PID-regulatorn	21
A Symboler i processchema	22

Kapitel 1

Syfte och organisation

1.1 Laborationens syfte och mål

Syftet med denna laboration är att ge en introduktion till följande moment:

- Att använda och anpassa en PID-regulator implementerad i en PLC för att styra en labbprocess.
- Att skapa ett grafiskt användargränssnitt med vilket en operatör kan kommunicera med både PID-regulatorn och den styrda processen.
- Att bestämma och testa lämpliga värden på koefficienterna i en PID-regulator utgående från processparametrar bestämda via experiment.
- Att lära sig att använda ett nytt verktyg genom att självständigt hitta nödvändig information.

Målen för laborationen, d v s vad som krävs för att laborationen ska bli godkänd, framgår av uppgiftsformuleringen i avsnitt 3.

Denna laboration är starkt kopplad till den nästkommande laborationen i kursen, där ni ska arbeta vidare på resultatet från laboration ett.

1.2 Organisation

Förberedelse

Laborationen kräver omfattande förberedelser enligt följande:

- Studera den teori och de metoder som ligger till grund för det som ska göras i denna laboration. Främst gäller det avsnitten om trimning av PID-regulatorer (Kapitel 2) samt stegkodsprogrammering (ladderprogrammering, Appendix A) i kurskompendiet.
- Gör förberedelseuppgifterna till laborationen. Dessa återfinns i avsnitt 4.
- Förberedelseuppgifterna ska redovisas och bli godkända vid ett Helpdesk-tillfälle, vilket hålls några dagar före labbtillfället. Information om tid och plats för dessa tillfällen ges via kursens hemsida. Till detta Helpdesk-tillfälle ska alltså alla förberedelseuppgifter vara gjorda.

Genomförande

Genomförandet av laborationen i kurslabbet sker på följande sätt:

- Laborationen inleds med ett schemalagt och handlett laborationspass om fyra timmar. Vid detta ges en inledande introduktion till laborationsutrustningen och de program som ska användas.
- Om de fyra timmarna vid det inledande laborationspasset inte räcker för att genomföra laborationen kan man boka ytterligare tid med hjälp av de bokningslistor som finns vid labplatsen. Notera dock att man inte får boka mer än fyra timmar åt gången.
- Utöver det inledande labbpasset kan vid behov hjälp fås av handledarna efter överenskommelse.

Redovisning

- Laborationen redovisas för laborationsassistenten muntligt och med genomgång av programmen. **OBS:** Laboration 1 måste vara godkänd innan laboration 2 får påbörjas.
- För TSIU06 ska laborationen även redovisas i form av en rapport.

Kapitel 2

Utrustning och programvara

2.1 Laborationsutrustning

Laborationsutrustningen består av tre huvudkomponenter, vilka framgår av bilden på framsidan av labb-PM.

- En labbprocess bestående av två vattentankar (inklusive nivågivare) och en pump.
- En standard stationär PC.
- En PLC (programmable logic controller) av typen SLC 5/03 CPU. PLC:n sitter monterad på väggen och är kopplad till pump och nivågivare i vattentankarna.

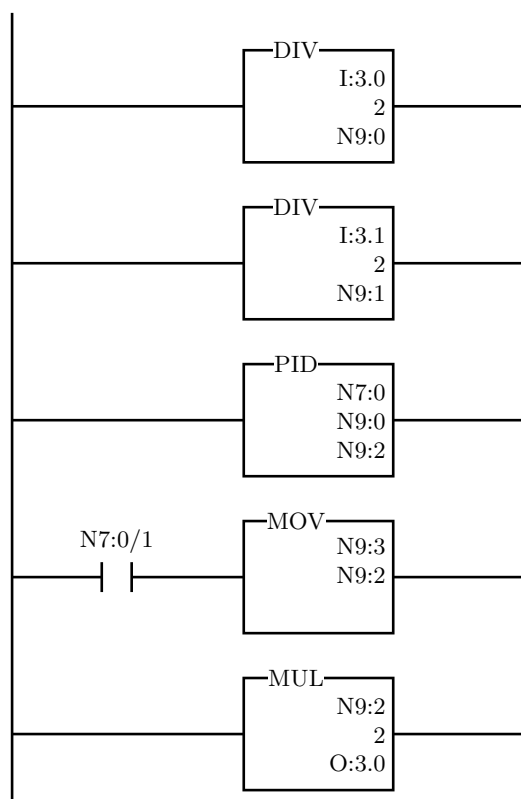
2.2 Programvara

Datorn använder sig av några olika program för att dels kommunicera med PLC:n samt för att skapa det grafiska gränssnittet för användaren. Inställningarna som krävs i dessa program kommer laborationsbhandledaren att hjälpa till med. Dessa finns även i en lathund som ni hittar i bokningspärmerna vid datorn och på kursens hemsida. Vi kommer nu att i följande ordning behandla den utrustningen som ni har till förfogande: först kommer PLC:n diskuteras samt hur denna kommunicerar med datorn. Vidare kommer vi även diskutera programmet InTouch, där ni ska utveckla det grafiska gränssnittet.

2.3 Implementering av program i PLC

2.3.1 Programskelett och variabler

All programmering i denna laboration kommer att göras grafiskt genom så kallade stegkodsprogram eller *ladder-diagram*. Dessa består av *rungs* (rader) som kan inledas med ett antal villkor (ex: logiska villkor, jämförelser) och sedan en operation (ex: förflyttning, addition, multiplikation). Laborationsuppgiften utgår från ett programskelett vilket visas i Figur 2.1.



Figur 2.1. Stegkodsprogram för PID-reglering av den övre tanken. Programmet exekveras sekventiellt uppifrån och ned.

Kärnan i programmet är en PID-regulator (i N7) som används för att styra processen. Hjälpvariablerna (N9:0, N9:1 och N9:2) används för att skala givarnas signaler samt signalen till pumpen. Detta görs för att anpassa regulatorn så den fungerar bra till tanken som ska styras. För att utveckla stegkodsprogrammet som sedan ska köras i PLC:n kommer programmet RSLogix att

användas. RSLogix kan hittas via sökning i startmenyn på datorn vid labbplatsen.

I tabell 2.1 definieras de variabler och flaggor som används. I den första kolumnen anges namnet på respektive register eller bit som används. Exempelvis anger N9:2 namnet på ett register (minnesplats) med sexton bitar där varje bit kan vara noll eller ett, och där placeras den styrsignal som PID-regulatorn beräknar. Den första biten, s k teckenbit, anger om det är ett positivt eller negativt tal. För logiska villkor, t ex av/på, används enskilda bitar i vissa register, och t ex anger N9:5/1 den bit som används för att slå av/på skyddet mot att det rinner över i tankarna. Hela registret N7 används i den inbyggda regulatorn, i N7:0 finns grundinställningar för regulatorn och i N7:2 ska börvärdet skrivas in, jämför med tabell 2.1. **Om ni av misstag har ändrat inställningarna i N7:0 måste ni återställa dessa, se pärmen vid labplatsen.**

Tabell 2.1. Minnesanvändning i PLC:n. Datatyper refererar till InTouchs inbyggda datatyper och faktor beskriver skalningen för respektive register. Skalfaktorerna som anges i tabellen har valts för att reducera problem orsakade av att PLC:n använder heltalsberäkningar. I laboration 2 används andra faktorer.

Item	Förklaring	Datotyp	Faktor
I:3.0	Mätsignal från övre tank	—	1
I:3.1	Mätsignal från undre tank	—	1
O:3.0	Utsignal till pump	—	1
N9:0	Nivå övre tank	I/O Real	1/2
N9:1	Nivå undre tank	I/O Real	1/2
N9:2	Utsignal till pump	I/O Real	1/2
N9:3	Manuell pumpstyrka	I/O Real	1/2
N9:4	Nivå i den tank som ska regleras	I/O Real	1/2
N9:5/0	Bit som styr vilken tank som regleras	I/O Discrete	—
N9:5/1	Bit som styr överflynnadsskyddet	I/O Discrete	—
N7:0	PID-block (i själva verket hela N7)	—	—
N7:0/1	Inaktiverings-bit, "AM"	I/O Discrete	—
N7:0/4	Bit som styr skalning av K och T_i (ska vara satt till ett)	I/O Discrete	—
N7:2	Börvärde (jämförs med N9:4)	I/O Real	1/2
N7:3	K , förstärkning	I/O Real	100
N7:4	T_I , integreringstid i minuter	I/O Real	100(min ⁻¹)
N7:5	T_D , deriveringstid i minuter	I/O Real	100(min ⁻¹)

Notera att regulatorns inaktiveringsbit, N7:0/1, även används för att aktivera ma-

nuell pumpstyrning när regulatoren inte är aktiv, se fjärde steget i stegkodsprogrammet. Om N7:0/4 är ettsatt är skalfaktorn 100 på N7:3 och N7:4 annars är den 10. Se vidare i labpärmen för andra inställningar.

En del av laborationen går ut på att komplettera stegkodsprogrammet med ytterligare funktionalitet. Laborationsuppgiften beskrivs i avsnitt 3 med tillhörande förberedelseuppgifter i avsnitt 4.

2.3.2 Handhavande

Här följer några råd och tips kring utvecklingen, överföringen och exekveringen av programmet. Ännu utförligare hjälp och tips finns i dokumentet vid labplatsen och på kurshemsidan.

- För att kunna föra över programmet från datorn till PLC:n måste PLC:n stå i läget REM (remote) eller PROG (programmable).
- Överföringen av programmet till PLC:n görs via **Comm-Download** där man följer instruktionerna.
- Programmet kan testas genom att vrida nyckeln på PLC:n från REM (remote) till RUN
- Det går även att i läget REM styra PLC:n direkt från RSLogix genom **Comm**-menyn. Här kan ni välja mellan PROG, RUN och liknande.
- Glöm inte att slå på pumpen.
- Om ni har skrivit över inställningarna i N7:0, se till att återställa dessa genom att följa instruktionerna i pärmen.

För inställningar och vanliga fel som uppkommer i PLC-programmeringen, se lathunden som finns i bokningspärmarna samt på kurshemsidan. Här nämner vi endast några tips som är särskilt viktiga:

- Kod ska endast ändras i Offline-läge. (Om man ändrar kod i Online-läge riskerar man att ändringar förloras.)
- Om *FLT*-indikatorn på PLC:n blinkar beror troligtvis detta antingen på att *loop update* är nollsatt, eller att kommunikationsinställningarna är fel (se lathund).
- När RSLogix är *Online* är det möjligt att följa alla variabler i programmet och interagera med det. Med det senare menas möjlighet att

ändra parametrarna i PID-blocket samt justera eventuella villkorsbitar (högerklicka på dem och välj *Toggle bit*).

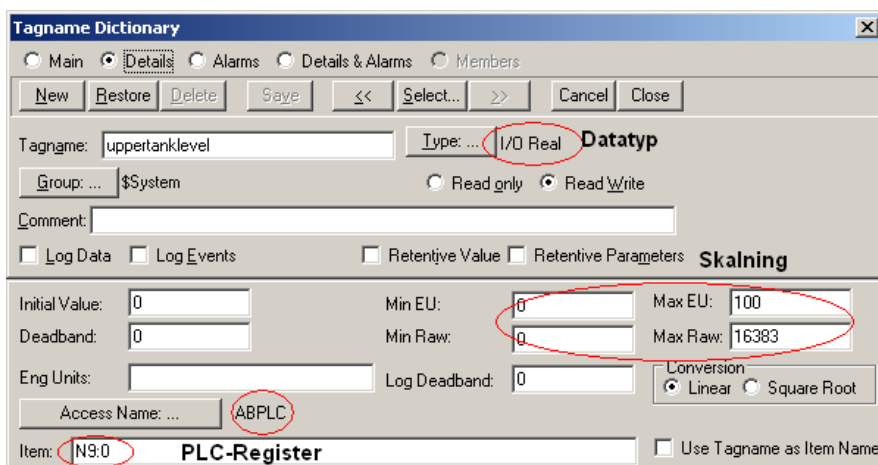
- Ta för vana att spara undan allt material på EDU-servern för att undvika problem med program som hänger sig.

2.4 Utveckling av det grafiska gränssnittet

Huvuduppgiften i laborationen görs i programmet *WindowMaker* som är en del av programpaketet *InTouch*. *WindowMaker* startas via sökning i startmenyn. Programmet som används för att visa användargränssnittet ni utvecklar i *WindowMaker* heter *WindowViewer* och startas genom att klicka på *Runtime* högst uppe till höger i *WindowMaker*. För att växla tillbaka från *WindowViewer* till *WindowMaker* klickar man på *Development*, längst upp till höger.

Det skelett som ni får består av en vattentank, ett börvärdesreglage, en knapp och en historisk trend. Vattentanken är skapad genom att rita en rektangel som fylls med en blå färg. Sedan dubbelklickar man på objektet och ställer in **Vertical** i kategorin **Percent Fill**. Vattennivån kommer nu att visas genom att rutan fylls av blå färg. Börvärdesreglaget som består av en slider, dessa (och mycket annat) återfinns i hjälpguiden (en lila trollkarlshatt i toppmenyn i *InTouch*). Dubbelklickar man på slidern kan man ställa in skalor och textetiketter.

Tanknivån och börvärdet ska nu kopplas samman med PLC:n, detta sker genom att man definerar en *tag* (*InTouchs* benämning på variabler) till varje objekt. En *tag* definieras enklast genom att ange önskat namn i objektets ruta, när man sedan trycker på *OK* frågar *InTouch* automatiskt om man vill definiera en ny tag. I den dialogruta som dyker upp behöver man sedan ställa in variabeltyp, registernamn och skalning. Dessa beror på vilket register som ni vill skriva till eller läsa från, se tabell 2.1. Datatyp anges under **Type**, registerhänvisningen under **Item** och skalningen genomförs under **Min/Max EU** och **Min/Max Raw**. Under **Access Name** ska ni alltid välja *ABPLC*. Man kan även få upp en lista över definierade tags genom att gå till *TagName Dictionary*.



Figur 2.2. Ett exempel på inställningarna till den tag som är kopplad till den övre vattentanken.

Ett exempel på inställningen till vattentanksindikatorn visas i figur 2.2. Där ser ni en korrekt skalning som kommer från att N7:2 har skalfaktor 1/2 vilket resulterar i ett intervall på [0, 16383]. Egentligen beror maxvärdet på tanken på vilken uppställning ni sitter vid (tanken är fylld vid ungefär 10000 – 15000, därför kommer ni att behöva ändra intervallet i ert program. Vidare är intervallet i ingenjörsenheter [0, 100] procent, registret är N9:0 och datatypen är I/O Real. Se tabell 2.1.

2.5 Några tips till InTouch

Här följer en lista på några tips och vanliga funktioner som förekommer i InTouch. Se även pärmen vid labbstationen.

- Använd inga svenska tecken eller specialtecken i *tagnames*. Välj även logiska namn som ni enkelt kommer ihåg. Ta för vana att definiera så få *tagnames* som möjligt. Definiera ej fler än ett *tagname* per register.
- Var noggrann med skalningen, dubbelkolla skalfaktorerna i tabell 2.1 och räkna ut vilka intervall som är lämpliga i ingenjörsenheter och skalade enheter.
- Om ni inte kan styra de olika parameterarna med hjälp av reglage eller liknande, beror detta antagligen på att man har definierat tagen fel. Dubbelkolla därför register och datatyp.
- *Command button* som ni hittar under *wizard* (den lila trollkarlshatten) kan användas för att skapa skript. Dessa kan exempelvis öppna / stänga fönster, nollställa variabler och sätta flaggor.
- För att ställa in olika parametrar kan man använda sig av redigerbara textfält, reglage och plus/minus-knappar.
- Om man dubbelklickar på ett *tagname* kommer man automatiskt in i *tagname dictionary*. Detta är ett smidigt sätt att kontrollera att man har gjort rätt.
- När man skriver ett skript finns det gott om hjälpmedel i samma fönster, detta i form av knappar för att hitta funktioner, *tagnames* och fönster. Klickar man i ett tomt *tagname*-fönster får man upp en lista över befintliga tags.
- Om man har problem med att öppna InTouch gränssnittet (eftersom programmet redan är öppet), ta bort lock-filen (.lok).

Kapitel 3

Laborationsuppgifter

Som nämndes i avsnitt 1 har laborationen tre huvudsyften:

- Att använda och anpassa en PID-regulator implementerad i en PLC för att styra en laborationsprocess.
- Att skapa ett grafiskt användargränssnitt med vilket en operatör kan kommunicera med både PID-regulator och den styrda processen.
- Att bestämma lämpliga värden på koefficienterna i en PID-regulator utgående från processparametrar bestämda via experiment.

Ett skelett till programmen i RSLogix och InTouch med korrekta inställningar hittar ni under på `\\site\edu\rt\lab\processdator`. Kopiera dessa filer till er hemmapp (på EDU-servern!).

Det ni nu ska göra i RSLogix är att komplettera det stegkodsprogrammet som visas i figur 2.1 nedan. Detta innefattar bland annat att ställa in lämpliga parametrar för PID-blocket. Detta kan ni göra genom att klicka på **Setup screen** och ställa in förstärkningen (ca 10), integreringstiden (ca 30 sekunder), deriveringstiden (0), börvärdet (exempelvis 5000) och tid mellan uppdateringar (loop update) som ska vara 0.01 sekunder (alltså 100 Hz). Tänk på att dessa ska skrivas in som råvärden, så att $K = 10$ [oskalat] = 1000 [råvärde].

3.1 Krav på PID-implementeringen

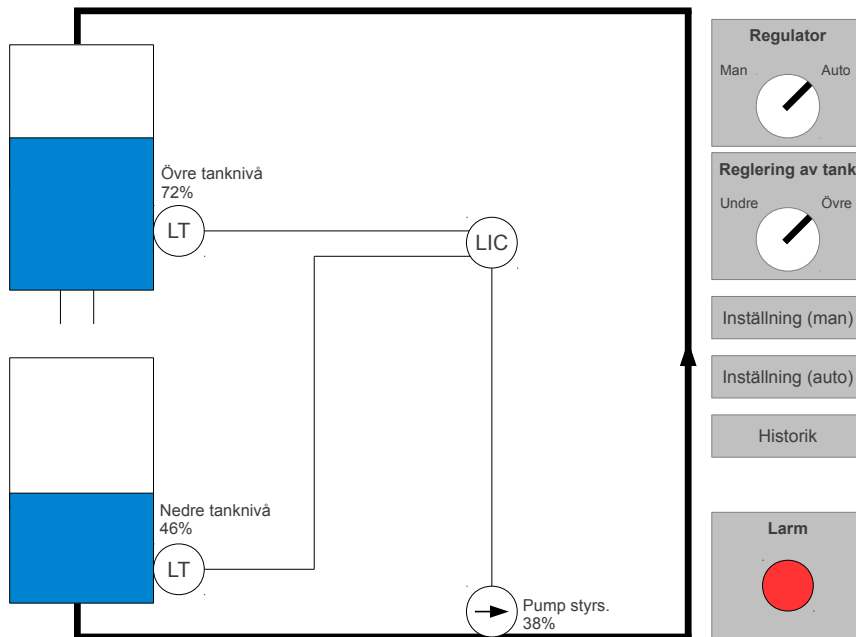
Utgående från det programskelett som visas i 2.1, ska PLC-programmet kompletteras så att följande funktioner erhålls:

1. Med hjälp av flaggan N9:5/0 ska man kunna välja vilken av tanknivåerna som ska regleras av PID-regulatorn, d v s man ska kunna styra om innehållet i register N9:0 eller register N9:1 ska behandlas som mätsignal i PID-blocket.
2. Om nivån i någon av tankarna överstiger ca 90% av maximal fyllnadsgrad, ska manuellt styrläge aktiveras och styrsignalen, N9:3, nollsättas. Detta *överfyllnadsskydd* ska kunna stängas av med hjälp av flaggan N9:5/1.

3.2 Krav på det grafiska gränssnittet

Ni får ett enkelt skelett att utgå ifrån med en vattentank, ett reglage, en knapp och en historisk trend. Ni ska sedan utveckla detta vidare. Nedan följer en specifikation på de funktioner och krav som måste uppfyllas/finnas med i det grafiska gränssnittet:

1. Gränssnittet ska vara väl utformat och intuitivt. En person med reglerbakgrund ska enkelt kunna lära sig använda gränssnittet på kort tid. Detta innebär att beskrivande texter ska finnas så att operatören kan förstå de olika symbolerna och knapparna.
2. Det grafiska gränssnittet ska utformas så att det liknar exemplet i figur 3.1. Följande funktioner ska finnas i huvudrutan:
 - Gränssnittet ska möjligaste mån ritas enligt reglerna för processcheman, se bilaga A.
 - Indikatorer som visar nivån i den övre och undre tanken, både grafiskt och numeriskt.
 - Omkopplare mellan manuell och automatisk styrning samt för att välja mellan att styra vattennivån i den övre eller undre tanken.
 - En (eller flera) knappar som öppnar inställningsfönster där man kan ställa in relevanta storheter för vardera läge (se nedan).
 - Möjlighet att ange börvärdet i den tank som styrs.



Figur 3.1. En skiss på hur ett gränssnitt kan utformas för processen som uppfyller de krav som ställs.

3. Dialogrutan för det automatiska läget ska innehålla möjlighet att styra: förstärkning, K , samt integreringstid, T_i och deriveringstid T_d . Den ska även innehålla en knapp för att stänga fönstret.
4. I dialogrutan för det manuella läget ska man kunna styra nivån manuellt genom att ställa ut en styrsignal direkt till pumpen. Även detta fönster ska innehålla en knapp för att stänga det.
5. Gränssnittet ska innehålla en realtidstrendskurva som visar de senaste **två minuterna**: vattennivå (i den tanken som styrs), börvärde, styrsignal till pumpen. Dessa storheter ska skalas mellan 0 och 100 (procent).
6. Den historiska kurvan ska kunna visa samma saker som realtidskurvan men under ett längre tidsintervall samt lagra data mellan körningar.
7. Överfyllnadsskyddet ska kunna styras genom en omkopplare.
8. Ett larm ska indikeras i programmet när nivån i minst en av tankarna överstiger 80% av maximal fyllnadsgrad.

3.3 Krav på regulatortrimning

Utöver det grafiska gränssnittet ska ni även trimma er PID-regulator för den övre och undre tanken. **Arbeta med ett börvärde på 50% fyllnadsgrad för den övre tanken och 40% för den nedre.** Gör sedan ett steg på ca 10% utifrån börvärdet. Med detta ska ni genomföra följande studier och besvara de tillhörande frågorna:

- Är det möjligt att nå börvärdet genom att manuellt justera pumpstyrkan endast en gång under steget?
- Är det möjligt att nå börvärdet genom att manuellt justera pumpstyrkan flera gånger under steget?
- **Identifiera** en lämplig P-regulator för den **övre** tanken.
 - Prova några olika värden (många mindre och något enstaka stort) på förstärkningen inom intervallet $[0, 200]$, vilket värde ger ett rimligt resultat? Motivera!
 - Vad händer vid för små/stora värden på K ?
 - Är det möjligt att styra den nedre tanken med en P-regulator?
 - Hur beror det stationära felet på K ?
- **Identifiera** en lämplig PI-regulator för den **övre** tanken.
 - Vad händer vid för små/stora värden på T_i ?
 - Välj ett bra värde på K som ni hittade och variera T_i inom intervallet $[1, 120]$ sekunder. Vilket värde på integreringstiden är bäst?
 - Välj regulatorparametrar genom λ -tuning. Testa olika val av λ .
- Utgå från inställningarna $K = 0.45$ och $T_i = 234$ för en PI-regulator till den **nedre** tanken. Variera T_d inom intervallet $[0, 20]$ sekunder och **bestäm en hyfsad deriveringstid** för att få en duglig PID-regulator. Vad händer vid för små/stora värden på T_d ?
- Varför är det svårare att reglera den nedre tanken än den övre?
- Vilka regulatorer (som ni har undersökt) kan bäst reglera nivån i den nedre/övre tanken och varför?

3.4 Projektarbete (endast TSIU06)

Projektet kommer att bestå av ett efterarbete till denna laboration. Den huvudsakliga uppgiften är att skriva en användarhandledning som ska rikta sig till en operatör utan förkunskaper om programmet och processen men med grundläggande kunskaper inom reglerteknik. Ni ska alltså förklara hur systemet är uppbyggt, hur det regleras och hur ni har utformat det grafiska gränssnittet. Manualen ska även förklara alla inställningar och hur dessa påverkar processen.

En viktig del i detta är att operatören ska kunna ställa in regulatorn på egen hand. För att operatören ska klara av denna uppgift måste ni beskriva hur de tre olika parameterna: förstärkning, integrerings- och deriveringstid påverkar stegsvaret. Ni ska alltså visa i figurer och förklara i ord, vad som händer när man har för stora och för små inställningar på vardera parameter. Detta ska ni göra för en P-, PI- och PID-regulator.

Slutresultatet förväntas således bli en rapport som innehåller följande delar:

- Sedvanlig formalia såsom: framsida, inledning, innehållsförteckning, etc.
- En beskrivning av tanksystemet; in- och utsignaler samt PID-regulatorn.
- En beskrivning av ert grafiska gränssnitt och vad det innehåller. Detta ska speciellt innefatta beskrivningar av:
 - Börvärdet,
 - Hur man växlar mellan manuell/automatisk styrning,
 - Förstärkning, deriverings- och integreringstid.
- Betydelsen av en PID-regulators olika delar.
- Hur man ställer in lämpliga värden på P, PI samt PID-regulator. Detta ska ni visa genom att visa på olika typer av stegsvar som kan uppkomma. Ni ska särskilt tänka på aspekterna: snabbhet (stigtid), översläng och stationärt fel.

Eftersom det är tänkt att denna rapport ska vara en manual för en operatör ska den vara utformad efter det syftet. Ni förväntas därför lägga till många skärmdumpar och mycket förklarande text. Gränssnittet ska också vara pedagogiskt och tydligt utformat. Det vill säga, alla knappar och reglage ska ha en lämplig beskrivande text och gränssnittet ska vara tydligt samt snyggt utformat. **Rapporten förväntas bli maximalt 8-10 sidor lång.**

Kapitel 4

Förberedelseuppgifter

Som angavs i avsnitt 1.2 kräver laborationen noggranna förberedelser, och man tjänar mycket tid under genomförandet av laborationen om dessa uppgifter är ordentligt genomarbetade. Innan ni försöker lösa dessa uppgifter är det viktigt att ni studerar materialet i detta labb-pm samt läser genom relevant material från föreläsningar, lektioner samt kurskompendiet.

4.1 Skalning

Skalning är ett viktigt begrepp som kommer att behöva användas under både laboration 1 och 2. Skalning behövs för att den PLC som används endast kan hantera heltal och för att undvika överspill. Förberedelseuppgifter:

- Antar att vi för en viss tillämpning använder regulatorkoefficienter i följande intervall: $K \in [0, 200]$, $T_i \in [0, 300]$ (sek) samt $T_d \in [0, 120]$ (sek). Vilka intervall motsvarar detta för motsvarande skalade värden i PLC:n. Se tabell 4.1 nedan.
- Vilka värden kan innehållet i registren 0:3.0, N9:2 samt N7:2 anta? Se tabell 4.1 nedan.

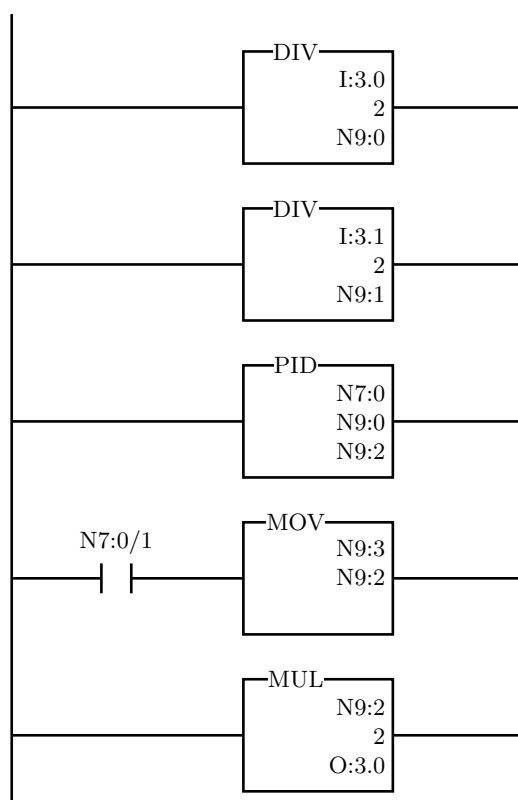
Tabell 4.1. Minnesanvändning i PLC:n. Datatyper refererar till InTouchs inbyggda datatyper och faktor beskriver skalningen för respektive register. Skalfaktorerna som anges i tabellen har valts för att reducera problem orsakade av att PLC:n använder heltalsberäkningar. I laboration 2 används andra faktorer.

Item	Förklaring	Datotyp	Faktor
I:3.0	Mätsignal från övre tank	—	1
I:3.1	Mätsignal från undre tank	—	1
O:3.0	Utsignal till pump	—	1
N9:0	Nivå övre tank	I/O Real	1/2
N9:1	Nivå undre tank	I/O Real	1/2
N9:2	Utsignal till pump	I/O Real	1/2
N9:3	Manuell pumpstyrka	I/O Real	1/2
N9:4	Nivå i den tank som ska regleras	I/O Real	1/2
N9:5/0	Bit som styr vilken tank som regleras	I/O Discrete	—
N9:5/1	Bit som styr överfyllnadsskyddet	I/O Discrete	—
N7:0	PID-block (i själva verket hela N7)	—	—
N7:0/1	Inaktiverings-bit, "AM"	I/O Discrete	—
N7:0/4	Bit som styr skalning av K och T_i (ska vara satt till ett)	I/O Discrete	—
N7:2	Börvärde (jämförs med N9:4)	I/O Real	1/2
N7:3	K , förstärkning	I/O Real	100
N7:4	T_I , integreringstid i minuter	I/O Real	$100(\text{min}^{-1})$
N7:5	T_D , deriveringstid i minuter	I/O Real	$100(\text{min}^{-1})$

4.2 Stegkodsprogrammering

En användbar metod är att först i ord (så kallad *pseudokod*¹) skriva ned vad man vill att programmet ska göra och sedan översätta dem till det grafiska programmeringsspråk som RSLogix använder. Exempel på detta kan ni hämta från Appendix A i kurskompendiet, lektionsuppgifterna och labb-pm. Förberedelseuppgifter:

- Studera stegkodsprogrammet i figur 4.1, skriv om det till pseudokod och skriv ned vad som händer på varje rad.



Figur 4.1. Stegkodsprogram för PID-reglering av den övre tanken. Programmet exekveras sekventiellt uppifrån och ned.

¹Alltså att med hjälp av ord skriva ned steg för steg vad man vill ska hända. Lägg sedan till register i nästa version av koden. Detta är ett vanligt sätt för att metodiskt strukturera upp kod och bryta ned ett problem i mindre delar.

- Komplettera pseudokoden med funktionen som beskrivs i avsnitt 3.1, d v s
 1. Med hjälp av flaggan N9:5/0 ska man kunna välja vilken av tanknivåerna som ska regleras av PID-regulatorn, d v s man ska kunna styra om innehållet i register N9:0 eller register N9:1 ska behandlas som mätsignal i PID-blocket.
 2. Om nivån i någon av tankarna överstiger ca 90% av maximal fyllnadsgrad, ska manuellt styrläge aktiveras och styrsignalen, N9:3, nollställas. Detta *överfyllnadsskydd* ska kunna stängas av med hjälp av flaggan N9:5/1.
- Konvertera pseudokoden tillbaka till stegkodsprogram som kan matas in direkt i RSLogix. Det ska alltså likna det som ni ser i figur 4.1 med några mindre förändringar samt några nya *rungs*.

4.3 Trimning av PID-regulatorn

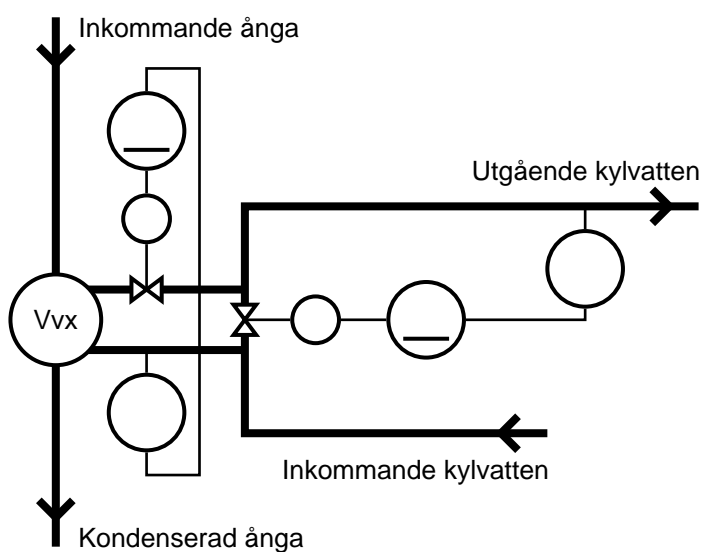
En del av laborationen är att trimma en PID-regulator, och ett viktigt steg för att kunna göra detta är att förstå regulatorns tre delar samt tillhörande parametrar. Förberedelseuppgifter:

- Läs igenom kapitel 3 i kurskompendiet om PID-regulatorns funktion och hur man ställer in PID-regulatorns koefficienter med λ -trimning.
- Vilken funktion har P, I och D-delen i en PID-regulator?
- Hur påverkas egenskaperna hos ett reglersystem av valen av parametrarna K (förstärkningen), T_i (integreringstiden) och T_d (deriveringstiden). Vad händer om man väljer ett väldigt stort respektive väldigt litet värde hos respektive parameter.
- Hur väljs parametrarna i en PID-regulator enligt metoden med λ -trimning? Vad behöver man veta om den process som ska styras?

Bilaga A

Symboler i processchema

Driftpersonal vill ha översiktliga scheman där olika komponenters placering och funktion framgår:



Figur A.1. Processchema

I figur A.1 ser vi hur ånga kondenseras i en värmeväxlare med hjälp av kylvatten. Detta kylvatten ska regleras med avseende på flöde och utgående det vattnets temperatur.

I ett processchema ritas processflöden med grov linje och instrumentledningar med fin linje. Stora cirklar markerar instrument och små cirklar ställdon. Det ena ställdonet ovan kan manövreras manuellt. Bokstävernas betydelse är standardiserad och de vanligaste finns i tabell A.1. Instrumentet med

	Som första bokstav	Som efterföljande
A		Larm
C		Reglerande
F	Flöde	
H	Manuell	
I		Indikerande
L	Nivå	
P	Tryck	
R	Radioaktiv	Registrerande
T	Temperatur	Omvandlare, givare
Y	Eget val; ska definieras	

Tabell A.1. Vanliga instrumentsymboler

ett tvärstreck betyder att instrumentet finns centralt placerat, vanligen i driftrummet från vilket anläggningen normalt körs.

Det utgående kylvattnets temperatur regleras genom att det kalla inkommande vattnet kan shuntas över direkt på utgående ledning. Detta görs med en ventil som får sin signal (ofta luft med visst tryck) från en temperaturregulator som är indikerande (TIC). På denna centralt placerade regulator ställs börvärdet in och jämförs med ärvärdet från temperaturgivaren (TT).

Därtill är symbolen för en pump aktuell i den här labben: 