LUND UNIVERSITY

Master's Theses in Automatic Control 1974-1975 (Examensarbete 74/75)

Wittenmark, Björn

1975

Document Version:
Publisher's PDF, also known as Version of record

Link to publication

Citation for published version (APA):
Wittenmark, B. (Ed.) (1975). *Master's Theses in Automatic Control 1974-1975 (Examensarbete 74/75)*. (Reports TFRT-4206). Department of Automatic Control, Lund Institute of Technology (LTH).

Total number of authors:
1

General rights
Unless other specific re-use rights are stated the following general rights apply:
Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.
• Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
• You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
• You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal

Read more about Creative commons licenses: https://creativecommons.org/licenses/

Take down policy
If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

LUND UNIVERSITY

PO Box 117
221 00 Lund
+46 46-222 00 00

MASTER THESES IN AUTOMATIC CONTROL 74/75 (EXAMENSARBETE 74/75)

TFRT 6006

B. WITTENMARK

Report 7519 December 1975
Department of Automatic Control
Lund Institute of Technology

TILLHÖR REFERENSBIBLIOTEKET
UTLANAS EJ

MASTER THESES IN AUTOMATIC CONTROL 74/75 (EXAMENSARBETEN 74/75)

B. Wittenmark

ABSTRACT

Abstracts of master theses (examensarbeten) made at the Department of Automatic Control, Lund, during the academic year 1974/1975 are collected in this report. During this year 21 theses were made by 30 students. The report reflects some of the research done at the Department of Automatic Control and can be seen as a complement to Activity Report 1974/1975 (Report 7520) which summarizes the activities at the Department.

1. INTRODUCTION

The education for civilingenjörsexamen (master degree) is completed with an independent work. This master thesis (examensarbete) shall prove that the student has learned how to attack and solve larger problems. The work is assumed to take three months of full time work and the work is done by one or two students.

This report is a collection of abstracts of master theses made at the Department of Automatic Control in Lund during the academic year 1974/1975. During this time 21 theses were finished by 30 students.

The major part of the theses is made within the framework of the graduate research program at the Division. But some of the theses are made for instance as feasibility studies or made in cooperation with the industry or other divisions. The report can thus be seen as a supplement to the survey of the research activities at the Department of Automatic Control reported in:

Åström, K.J., Olsson, G: Activity Report 1974-1975. Report 7520, Department of Automatic Control, Lund Institute of Technology.

The main part of the master theses are written in Swedish with abstracts in English. Every thesis is presented in this report with the name of the author and with one abstract in Swedish and one in English. Also at each abstract the name of the responsible advisor is given within brackets. In several cases two or more advisors have been engaged with different kinds of work or ideas.

Further information concerning the results can be obtained from the Department of Automatic Control by contacting the responsible advisor. The theses are available at the Department library and may be bought at reproduction cost.

Every year a list of suitable subjects for master theses is published in Swedish. The list for 74/75 is given in Appendix.

TABLE OF CONTENTS

		Page
1.	Introduction	1
2.	List of Theses	2
3.	Subject List	5
4.	Abstracts	6

APPENDIX: Examensarbeten i reglerteknik HT-74.

2. LIST OF THESES

RE-140 Johannesson, H, and Wesström, J-O: Jämförelse mellan några rekursiva identifieringsmetoder (A comparison of different recursive identification methods). August 1974.

RE-141 Bengtsson, B, and Egardt, B: Ett interaktivt programpaket för simulering av självinställande regulatorer (An interactive program package for simulation of self-tuning regulators). August 1974.

RE-142 Elvgren, F, and Krantz, L: Identifiering av återkopplade system (Identification of feedback systems). August 1974.

RE-143 Persson, L: Konjugerade gradientmetoden för optimala styrproblem (Investigation of the conjugate gradient method for optimal control). July 1974.

RE-144 Persson, R: Straff-funktionsmetoder för numerisk lösning av optimala styrproblem (Penalty function methods for numerical solution of optimal control problems). July 1974.

RE-145 Bengtsson, L, and Paulsson, S-A: Dimensionering av operatörspanel (Construction of an operator console). August 1974.

RE-146 Larsson, R, and Schröder, G: Dynamiska modeller för primärsedimentering i reningsverk (Dynamic models of primary sedimentation in waste water plants). September 1974.

RE-147 Andersson, G: Modeller och regulatorer för en industriell gasturbin (Models and regulators for an industrial gas turbine). May 1974.

RE-148 Åkerberg, E: Dimensionering av servosystem - en tillståndsmetod (Compensation of a servo system using a state space approach). October 1974.

RE-149 Cromnow, T: Dead-beat styrning av en värmediffusions-process (Dead-beat control of a heat diffusion process). October 1974.

RE-150 Fridolf, O: Reglering av fryshus (Temperature control in a freezing room). November 1974.

RE-151 Frideen, L: Atlas Copco Central Regulator RD100. Electronics and Systems (in English). December 1974.

RE-152 Holmberg, P, and Larsson, J: Dynamiska modeller samt simulering och reglering av ångavluftarsystem på en turbintanker (Dynamic models, simulation and control of deaerator system on a turbine tanker). January 1975.

RE-153 Johansson, H A: Numerisk lösning av optimala styrproblem via generaliserade multiplikatorfunktioner (Numerical solution of optimal control problems using generalized multiplier functions). February 1975.

RE-154 Aspernäs, B, and Foisack, P: Simulering av styrsystem för tankfartyg (Simulation of control systems for tankers). March 1975.

RE-155 Bramsmark, G, and Bäckström, P: A nonlinear dynamical model and control of the feed water system on a turbine tanker (in English). April 1975.

RE-156 Jeppsson, O: En självinställande regulator för satsprocesser (A self-tuning regulator for batch processes). June 1975.

RE-157 Nordström, C: Simulering av märk- och brännportal (Simulation of a marking and welding machine). June 1975.

RE-158 Söderquist, B: TSX-tidsdelat operativsystem för PDP-15 (TSX - Poor man's timesharing). June 1975.

RE-159 Abramowicz, H, and Stymne, K-J: Duala regulatorer (Dual adaptive regulators). June 1975.

RE-160 Björck, A: Interaktiv programmering vid flera användare (Interactive programming for several users). April 1975.

3. SUBJECT LIST

Adaptive systems	141, 156, 159
Analysis and synthesis	148, 149, 150, 151, 154, 157
Identification	140, 142
Model building	
Gas turbine	147
Steam systems	152, 155
Waste water plant	146
Optimal control	143, 144, 153
Software for digital computers	145, 158, 160

4. ABSTRACTS

Abstracts for RE-140 - 145 were reported in

Wittenmark, B: Master theses in Automatic Control 73/74, Report 7426, Department of Automatic Control, Lund Institute of Technology.

RE-146 September 1974 (G. Olsson)
Larsson, Roland
Schröder, Göran

Dynamiska modeller för primärsedimentering i reningsverk.

I examensarbetet har uppställts en rumsberoende och tidsberoende matematisk modell för en primärsedimenteringsprocess i ett (biologiskt) reningsverk, i form av en uppsättning kopplade olinjära differentialekvationer.

Arbetet har inneburit litteraturstudier, uppställande av matematiska modeller, samt framtagning av ett programpaket för simulering av primärsedimenteringsförloppet.

Ett antal simuleringar har gjorts, med olika variationer i inkommande vätskeflöde och inkommande suspenderade ämneskoncentrationen, för att undersöka systemets dynamiska beteende.

Några enkla regleringar har gjorts genom att variera slamborttagningsintervallet, vilka gav vissa positiva resultat. Bristen på mätdata är mycket stor, därför är modellen endast i vissa delar verifierad mot verkliga förhållanden. Fler och bättre mätdata från primärsedimenteringsprocessen behövs för att utveckla bättre processmodeller och bättre regleralgoritmer.

Dynamic models of primary sedimentation in waste water plants.

This report describes a mathematical model for a primary sedimentation process of a (biological) waste water treatment plant.

The space and time dependent dynamics are described by coupled non-linear ordinary differential equations. The model illustrates the dynamic behaviour of suspended solids in a primary sedimentation basin, as a function of space and time.

The work has included literature studies of waste water treatment, developing of a mathematical model as well as a computer programming for simulation of the differential equations.

A number of simulations have been performed with different variations of influent flow rate and suspended solids, in order to study and to verify the dynamics of the system. Some simple control schemes for sludge removal in order to control the output water quality have been tried out.

Due to lack of measurement data, it has only been possible to verify parts of the models to real data. More and better data from primary sedimentation processes are needed to evaluate better process models and control algorithms.

RE-147 May 1974 (S. Lindahl)
Andersson, Göran

Modeller och regulatorer för en industriell gasturbin.

En olinjär modell för en gasturbin (STAL GT-120b) har uppställts, under antagandet att verkningsgraden för turbomaskinerna är konstanta och att massflödena genom maskinerna kan representeras av området kring den statiska belastningslinjen.
En olinjär regulator för denna process har med elementär reglerteori och viss processinsyn konstruerats och utprovats. Simuleringar på datamaskin av det återkopplade systemet visar att regulatorn uppfyller de uppställda kraven.

För en annan gasturbin av samma typ (STAL GT-120c) har en noggrannare modell uppställts, som inte utnyttjar approximationerna av verkningsgraderna och massflödena utan istället interpolerar fram dessa variabler ur karakteristikor. Denna modell har kunnat jämföras med mätningar på en anläggning i Halmstad och visat sig stämma hyfsat både stationärt och dynamiskt.

Regulatorn som konstruerats för den första gasturbinen har även implementerats på denna modell. Det visar sig att samma regulator efter några parameterjusteringar fungerar lika bra på denna process.

Models and regulators for an industrial gas turbine.

A non-linear model for a gas turbine STAL GT-120b has been derived, under the assumption that efficiencies are constant and that mass flow rules can be approximated by analytic expressions around the equilibrium running line.
A non-linear controller for this process has with elementary control theory and knowledge in the dynamic behaviour of the process been constructed and tested. Simulations on computer show that the controller satisfied the requirements.

For another gas turbine of the same type STAL GT-120c a more accurate model has been constructed, which does not use the approximations of efficiencies and mass flows but instead interpolates these variables from characteristics. The model has been compared to measurements on a plant in Halmstad and is fairly accurate both in the dynamic behaviour and in steady state.

The controller constructed for the first gas turbine has been implemented on this model too. The same controller works after a few parameter adjustments as good as before on this process.

RE-148 October 1974 (G. Bengtsson)
Åkerberg, Ebbe

Dimensionering av servosystem - en tillståndsmetod.

En metod att dimensionera servosystem har studerats. Metoden utnyttjar linjärkvadratisk optimeringsteori och styrlagsapproximation och avser att utgöra ett alternativ till klassiska frekvensmetoder. Dynamiska kompensatorer motsvarande fasavancerande och fasretarderande kompensering i klassisk syntes används. En fördel med metoden är att den är direkt applicerbar på flervariabla system. Metoden har applicerats på fyra olika system varav tre har en insignal och utsignal och ett är flervariabelt.

Compensation of a servo system using a state space approach.

A method to design servo systems has been studied. The method uses linear quadratic control theory and control approximation and is meant to be an alternative to classical frequency methods. Dynamic compensators corresponding to lead and lag compensators in classical design are used. An advantage of the method is that it is directly applicable to multivariable systems. The design method has been applied to four systems, three single-input single-output systems and one multivariable system.

RE-149 October 1974 (B. Leden)
Cromnow, Torsten

Dead-beat styrning av en värmediffusionsprocess.

Processen är en försöksuppställning i institutionens laboratorium och består av en kopparstav. Insignalerna till processen är ändtemperaturerna, och utsignalerna från processen är temperaturen i sju ekvidistanta punkter på staven. Processen beskrivs väl av den en-dimensionella värmeledningsekvationen.

Styrlagar har konstruerats vilka ändrar stavens profil från en godtycklig initialprofil till en stationär profil, d.v.s. stavens temperatur varierar lineärt med lägeskoordinaten. Antalet mätbara utsignaler varieras från ett experiment till ett annat och processens tillstånd rekonstrueras m.h.a. Kalman-filter, baserade på tillgänglig information. Den rekonstruerade tillståndsvektorn överföres till regulatorn och en lineär återkoppling från de rekonstruerade tillståndsvariablerna bildas.

Det visar sig att kännedom om stavens ändtemperaturer är tillräckligt för att erhålla mycket tillfredsställande profilreglering och att ytterligare information, erhållen genom mätning av temperaturen i några punkter längs staven, endast obetydligt ökar regulatorns prestanda. Detta resultat är uppmuntrande då det i en praktisk situation ofta endast är möjligt att mäta ändtemperaturerna i en värmeprocess.

Dead-beat control of a heat diffusion process.

The process is a pilot plant in the laboratory and consists of a long copper rod. The inputs of the process are the end temperatures of the rod and the outputs are the temperatures in seven equidistant points on the rod. The process is very accurately modelled by a one-dimensional heat equation.

Control strategies have been constructed which take the profile of the rod, from an arbitrary initial profile, to a stationary profile, i.e. the temperature of the profile varies linearly with the space-coordinate. The number of measured process outputs are varied from one experiment to another and the state of the process is reconstructed using Kalman filters, based on the available information. The reconstructed state vector is fed into the controller and a linear feedback from the reconstructed state vector is formed.

It turns out that knowledge of the end temperatures of the rod is enough to obtain very satisfactory profile control and that additional information, obtained by measuring the temperature in some points along the rod, only increases the performance of the controller slightly. This result is encouraging because, in a practical situation, it is often possible only to measure the boundary temperatures of a heat process.

RE-150 November 1974 (L. Ljung)
Fridolf, Olle

Reglering av fryshus.

En enkel matematisk modell har ställts upp för värmeväxlingen i ett frysrum. Härvid har innehållet i rummet betraktats, som en varm och en kall massa. Ekvationer för konvektion och strålning mellan dessa massor, rumsluften och kylrören har satts upp utifrån fysikaliska data. Värmeledningen i varorna, som beskrivs av partiella differentialekvationer har approximerats med vanliga differentialekvationer. Antalet tillstånd är sex.

Vid Frigoscandias anläggningar i Helsingborg har jämförande mätningar utförts. Därvid mättes bl.a. temperaturerna i en varm och en kall vara, samt temperaturen i rummet. En jämförelse mellan mätresultat och simulering av den matematiska modellen visar, att man redan med en enkel modell någorlunda väl kan beskriva förloppet i rummet. Detta gäller främst de långsamma moderna, som representerar varorna.

Temperature control in a freezing room.

A simple mathematical model has been made for the heat exchange in a freezing chamber. The contents of the room have been regarded as a warm and a cold mass. Equations for convection and radiation between these masses, the room air and the cooling pipes have been made from physical data. The heat transference in the articles, which is described by partial differential equations, has been approximated with ordinary differential equations. The number of states is six.

Comparative measurements have been carried out at Frigoscandia's establishments in Helsingborg. Then among others the temperatures in a warm and a cold articles and the temperature in the room were measured. A comparison between measurement results and simulation

of the mathematical model shows that the course in the room can be rather well described with only a simple model. This foremost applies to the slow time constant which represents the articles.

RE-151 December 1974 (B. Wittenmark)
Frideen, Leif

Atlas Copco's centralregulator RD100

Syftet med rapporten är att ge en elektrisk beskrivning av Atlas Copco's regulator RD100.

Rapporten är skriven så att den kan läsas antingen man bara vill ha en orientering eller en grundlig redogörelse av hur regulatorn arbetar.

De tre första kapitlen behandlar systemet och dess delar. Det fjärde kapitlet innehåller en detaljbeskrivning av de olika kretsarna i RD100. Det femte kapitlet innehåller kretsschema och komponentlistor.

Atlas Copco central regulator RD100 Electronics and Systems.

The aim of this report is to provide an extensive description of regulator RD100, and its subsystems, from an electrical point of view.

The report is written in a step-like manner in order to suit various kinds of readers, from those who only need a basic knowledge about the regulator, to those who will be eventually redesigning the whole regulator or parts thereof, to make it meet future demands. In an attempt to achieve this goal the report is written in chapters, which are more or less independent of each other. By necessity, such a treatment will be somewhat repetitive, but hopefully the repetitions will serve more as useful reminders than as boring parts to the reader.

The first three chapters deal generally with the system and its parts and the fourth one describes the various circuits of RD100 more extensively. The fifth chapter, completing the report, consists of electrical diagrams and component lists of the RD100.

RE-152 January 1975 (G. Olsson)
Holmberg, Per
Larsson, Jan

Dynamiska modeller samt simulering och reglering av ångavluftar-system på en turbintanker.

Bakgrunden till examensarbetet är att det i avluftaren i turbin-tankfartyg förekommit trycksvängningar i vissa driftsfall. Upp-giften är att bygga upp en matematisk modell för avluftaren med exhaust system, simulera modellen på processdator och reglera den med avseende på trycket.

Dynamiska modeller har först byggts upp för ventiler, regulatorer och ångrör. Därefter har en första ordningens olinjär differenti-alekvation för trycket i avluftaren tagits fram. Modellen har an-passats till det verkliga systemet.

Reglering av systemet med avseende på trycket i avluftaren har gjorts genom simulering. En ändrad regulatorinställning har be-stämts och simulering av olika lastfall har visat att systemet då är stabilt i alla de undersökta fallen. Inverkan av olika for-mer av störningar på systemet har undersökts och inga tendenser till självsvängningar har hittats. Ändringar av ventilegenskaper såsom ställtider och ventilkarakteristiker, har gjorts. Systemet visar sig vara förhållandevis okänsligt för dessa ändringar.

Dynamic models, simulation and control of de-aerator system on a turbine tanker.

During certain operating conditions pressure oscillations can oc-cur in the de-aerator of turbine tankers. The goal of this work has been to understand these dynamics and to improve the control functions. A mathematical model of the de-aerator with exhaust system has been built up. The system has been simulated on pro-cess computer and regulated with regard to the pressure.

At first dynamical models of valves, regulators and steam pipes were derived. Then a first order non-linear differential equation for the pressure was derived. This apparently was in good agreement with the real system.

Regulation of the system has been simulated. A tuning of the regulators was done, and simulation of different operating conditions showed that the system is stable in all the examined cases. The effect of different forms of disturbances on the system was examined, and no tendencies to self oscillations were found. Valve properties, such as adjusting time and valve characteristics, have been altered; The system turned out to be fairly unsensitive to changes in these parameters.

RE-153 February 1975 (K. Mårtensson)
Johansson, Hans (T. Glad)

Numerisk lösning av optimala styrproblem via generaliserade multiplikatorfunktioner.

I detta examensarbete presenteras ett datorprogram IMF1 för numerisk lösning av optimala styrproblem. Programmet är baserat på en generalisering av multiplikator-funktionsbegreppet till oändligt-dimensionella problem.

Programmet är skrivet i FORTRAN och för att köra olika exempel på dator behöver endast en subrutin USER ändras. Programmet har testats på problem av varierande svårighetsgrad och jämförelser har gjorts med andra lösningsmetoder.

Numerical solution of optimal control problems used generalized multiplier functions.

In this paper a computer program IMF1 for numerical solution of optimal control problems is presented.

The method is based on a generalizing of the multiplier function idea into infinite dimensional problems.

The program is written in FORTRAN and to compute different examples only a change of a subroutine USER is needed.

The program has been tested on problems of varying degree of difficulty and it has been compared to other solution methods.

RE-154 March 1975 (C. Källström)
Aspernäs, Bertil
Foisack, Per

Simulering av styrsystem för tankfartyg.

Syftet med denna undersökning var, dels att genom simuleringar jämföra förmågan att med små roderrörelser hålla ett fartyg på önskad kurs med en adaptiv regulator och en PID-regulator, dels att göra en simulator med vars hjälp man kan få en uppfattning om möjligheten att styra manuellt genom olika trånga passager. Ett antal standardprov vid fartygsleveranser simulerades även. Dess prov kunde sedan i viss utsträckning jämföras med registreringar av verkliga standardprov.

Den olinjära matematiska modell för fartyget som användes vid simuleringarna beskriver rörelsen i horisontalplanet. Parametervärdena i modellen är estimerade för en 255 000 dwt tankbåt. Stokastiska störningar för att beskriva inverkan från vind och vågor på fartyget infördes också.

Den adaptiva regulatorn estimerar parametrar enligt minsta-kvadrat-metoden och gör en styrlag som minimerar variansen av kursfelet. Denna styrlag visade sig medföra att kursavvikelsen blev mindre men roderrörelserna större, än om en väl injusterad PID-styrlag användes under samma förhållanden. Den adaptiva regulatorn har den stora fördelen framför PID-regulatorn att inga parametrar manuellt behöver injusteras för olika farter, lastförhållanden och vädertyper. En lämplig injustering av parametrarna i en PID-regulator har under vissa förhållanden på verkliga fartyg visat sig vara svår att utföra. En tänkbar vidareutveckling av den i detta examensarbete testade adaptiva regulatorn vore att även straffa roderrörelserna vid beräkningen av styringreppen.

Simulation of control systems for tankers.

The main purpose of this investigation was to compare, by simulations, the ability of an adaptive regulator and a PID-regulator to keep a ship on desired course with small rudder deflections. Manual steering in confined waters of the simulated ship was also performed. Recordings of delivery tests from real ships were compared to simulations.

The non-linear mathematical model of the ship, which was used in the simulations, describes the motion in the horizontal plane. The values of the model parameters are estimated for a 255 000 dwt tanker. Stochastic disturbances to describe the influence of wind and waves were also introduced in the ship model.

The adaptive regulator performs a least squares estimation of the parameters in a controller which minimizes the variance of the course error. This regulator gave smaller course errors but larger rudder deviations than a well tuned PID-regulator. The large advantage of the adaptive regulator compared to the PID-regulator is that no manual tuning of parameters for different speeds, loading conditions and weather types is necessary. The manual tuning of the parameters of a PID-regulator has sometimes proved to be difficult to perform on real ships. A conceivable development of the adaptive regulator, which is tested in this report, is to consider the rudder deviations too, when the control is computed.

RE-155 April 1975 (B. Wittenmark)
Bramsmark, Göran
Bäckström, Peter

En olinjär modell och reglering av matarvattensystemet på en turbintanker.

I denna rapport presenteras en olinjär matematisk modell av matarvattensystemet på en turbintanker på 250 000 ton dödvikt i Kockums 540-serie (Esso Dalriada). Modellen bygger i stort sett på kända ekvationer för strömningsmaskiner. Några ekvationer fås genom att approximera tillverkarens kurvor. De viktigaste dynamiska ekvationerna omfattar acceleration av vattenmassor.

Modellen gäller för såväl uppstart som för normalt drifttillstånd.

För höglast är modellen med gott resultat jämförd med mätningar.

Genom simulering på dator har parametrarna till en PID-regulator bestämts. Regulatorn är försedd med "börvärdesjustering", vilket innebär att börvärdet minskas (ökas) om utsignalen tenderar att bli för stor (liten). Detta medför att regulatorn integrerar långsammare vid uppstart och vid stora stegstörningar och därmed undvikes stor översläng.

Ytterligare två regulatorer har framtagits: En kaskadregulator och en vanlig PID-regulator kombinerad med en regulator som reglerar ökningen av pumputloppstrycket. Dessa senare regulatorer är emellertid inte optimerade.

A nonlinear dynamical model and control of the feed water system on a turbine tanker.

In this report we present a nonlinear mathematical model of the feed water system onboard a 250 000 ton dwt turbine tanker in the Kockum Hull 540 serie (Esso Dalriada). Well-known relations from the theory of fluid mechanics give the main part of the model. A few equations are approximations of the manufacturer's data curves. The most important dynamical equations embrace acceleration of the water masses in the piping.

The model is relevant both for starting up and normal working range operation.

The model is compared with measurements for high load level with good result.

The parameters of a PID-regulator are derived by computer simulation of the model. The regulator is furnished with "setpoint adjustment" which means that the setpoint decreases (increases) if the regulator output tends to be high (small). Accordingly the integral action of the regulator is moderated when starting up and at big step disturbances. Hence big overshoots are avoided.

Two more regulators are designed: A cascade regulator and an ordinary PID-regulator combined with a regulator which controls the pump outlet pressure increase. However, these latter regulators are not optimized.

RE-156 June 1975 (B. Wittenmark)
Jeppsson, Ola

En självinställande regulator för satsprocesser.

Ett antal satsprocesser, som ligger parallellt, påverkas av en gemensam störning. Denna beskrives av en ARMA-modell.

Varje process har två parametrar. Processerna har två insignaler och en utsignal. Variansen hos den gemensamma utsignalen skall vara så liten som möjligt. Den ena insignalen är given, och den andra användes som styrsignal. Då processernas och störningens parametrar ändrar sig med tiden, behövs en reelltids identifieringsmetod. Den utvidgade minsta kvadratmetoden användes. Baserad på de uppskattade parametrarna har processen styrts med en minimalvariansregulator. Simuleringar har visat, att en god styrning kan erhållas.

A self-tuning regulator for batch processes.

A number of parallel batch processes are disturbed by a noise signal. The noise signal is assumed to be an ARMA-process.

Every process has two parameters. The processes have two inputs and one output. The variance of the output is to be minimized. The first input is known and used as a feedforward signal, the second is used as control signal.

When the processes and noise parameters vary in time, an identification method is needed. The extended least square method is used. Based on the estimated parameters a minimum variance regulator is determined. Simulations have shown, that it is possible to obtain a good control.

RE-157 June 1975 (J. Wieslander)
Nordström, Christer

Simulering av märk- och brännportal.

Det framtagna programsystemet syftar till simulering av en märk- och brännmaskin. Systemet innehåller förutom simuleringen även feltester och möjligheter för utloggning av ingående variabler. Resultatet av simuleringen ritas upp på en grafisk bildskärmsterminal, för vilken generella rutiner har utvecklats.

Simulation of a marking and welding machine.

The program system simulates a marking and welding machine. Beside the simulation the system contains error checks and logging facilities. The result of the simulation is drawn on a graphic terminal, for which general routines have been developed.

RE-158 June 1975 (J. Wieslander)
Söderquist, Bengt

TSX - Tidsdelat operativsystem för PDP-15.

Föreliggande examensarbete är en del av ett försök att åstadkomma ett Time-Share System, kallat TSX, med operativsystemet RSX-15 som bas. I ett tidigare examensarbete har gjorts dels ett program, som tjänstgör som en "Växel" mellan monitorn och olika teletypes, d.v.s. det köar upp läs- och skrivoperationer i en kö för varje teletype och dels ett program som ser till att den aktuella terminalens program finns inne i kärnminnet.

Vad som återstod för att erhålla ett TSX-system, där alla terminaler är likvärdiga och ej stör varandra, var bl.a. ett programpaket, som ger varje användare en egen identitet, åtkomlig för monitorn närhelst den behöver den. Det är detta, som varit målet för det här examensarbetet.

TSX - Poor man's time-sharing.

This work is a part of an attempt to make a Time-Share System, called TSX, based on RSX-15. In an earlier work a program has been made, that serves as a "switchboard" between the monitor and the teletypes, i.e. it queues up read- and write-operations in one queue for each teletype. Another program loads the program of the current terminal into core.

In order to obtain a TSX-system, where all terminals are equal and without interference from each other, a packet of programs, that gives each user a unique identity, accessible to the monitor at all times, is needed. This has been the object of this work.

RE-159 June 1975 (J. Sternby)
Abramowicz, Henrik
Stymne, Karl-Johan

Duala regulatorer.

Arbetet syftade till att jämföra tre olika regulatorers förmåga att styra några system med okända parametrar och en insignal och en utsignal. De tre regulatorerna var en minimalvariansregulator, den självinställande regulatorn, STURE, och en aktiv suboptimalt dual regulator.

Inga simuleringar med minimalvariansregulatorn redovisas eftersom det visade sig att den fungerar ungefär som STURE på system med konstanta parametrar, men fungerar inte alls på system med tidsvariabla parametrar.

För system med konstanta parametrar gav STURE och den aktiva suboptimala regulatorn nästan identiska förluster i stationaritet (≈ förlusten med minimalvariansregulator och kända parametrar), men STURE tycks konvergera snabbare.

Även för system med tidsvariabla parametrar gav de båda regulatorerna ungefär samma resultat, utom då b-förstärkningen skiftade tecken. För sådana system gav STURE ett instabilt slutet system, medan den aktiva suboptimala regulatorn klarade regleringen.

Resultaten tyder alltså på att det endast är om förstärkningen kan byta tecken som det lönar sig att välja en mer komplicerad regulator än STURE.

Dual adaptive regulators.

The task has been to compare the ability of three different regulators to control some single-input single-output systems with unknown parameters. The regulators were a minimal variance regulator, the self-tuning regulator, STURE, and an active suboptimally dual regulator.

No simulations with the minimal variance regulator are shown since it turned out that it performs as STURE on systems with constant parameters and it does not work at all on systems with time-varying parameters.

On systems with constant parameters STURE and the active suboptimal regulator gave almost identical losses in stationarity (≈ the loss with a minimal variance regulator for known parameters), but it seems as if STURE converges faster.

These two regulators gave approximately the same loss also on systems with time-varying parameters except when the b-gain could change sign. In these cases the system became unstable when controlled by STURE, while the active suboptimal regulator managed to control the systems.

The results seem to indicate that it is only if the gain may change sign that it pays to use a more complex regulator than STURE.

RE-160 April 1975 (J. Wieslander)
Björck, Allan

Interaktiv programmering vid flera användare.

Målet med examensarbetet var att göra RSX time-sharingvänligt. För att uppnå detta har vissa modifieringar och tillägg gjorts:

Ett nytt systemdirektiv - SHARE - som förklarar att ett program är klart att placeras på skivminnet - att swappas.

Tre nya programtillstånd - status sju, åtta och nio - vilka talar om huruvida ett program är klart att swappas, håller på att swappas eller är swappat.

Programmen TS.... och TSLOAD. TS.... är ett kommunikationsprogram mellan systemet och terminalerna. Det ser till att program swappas om det är nödvändigt. TSLOAD laddar in swappade program och återställer vissa register.

Interactive programming for several users.

The purpose of this thesis was to make certain changes in the real time monitor RSX to make time-sharing possible. The following features were added:

A new system directive - SHARE - which declares a task ready to be swapped.

Three new program status - status seven, eight and nine. They indicate whether the task is ready to be swapped, it is being swapped and it has been swapped respectively.

The program TS.... and TSLOAD. TS.... is a link between the system and the users. If necessary it can make programs being swapped. TSLOAD loads swapped programs into core and restores certain registers.

EXAMENSARBETEN REGLERTEKNIK

HÖSTTERMINEN 1974

I denna skrift ges några förslag på examensarbeten i reglerteknik. Arbetena presenteras i ett antal avsnitt, vars rubriker definierar examensarbetenas allmänna innehåll. I varje avsnitt ges några konkreta förslag till examensarbete. Listan över examensarbeten förändras ständigt, så om listan nu ej innehåller något arbete, som intresserar, kan det dyka upp nya förslag längre fram. Den som är intresserad, är välkommen till institutionen för närmare diskussion. Första kontakt bör tagas med univ lektor Björn Wittenmark.

Många av de angivna examensarbetena kräver kunskap i FORTRAN-programmering.

Förutom de arbeten, som presenteras här, brukar även vissa större företag, t ex ASEA och SAAB, varje år ge ut listor med examensarbeten. I dessa finnes ofta många arbeten inom ämnet reglerteknik.

Det är önskvärt, att teknolog, som utför examensarbeten i reglerteknik, deltager i undervisningen i någon av fortsättningskurserna. Då dessa kurser ligger på vårterminen i fyran, kan det ur studietidssynpunkt vara fördelaktigt att påbörja examensarbete innan fortsättningskursen är avslutad.

För varje examensarbete finns en ansvarig handledare.
Preliminär handledare finns angivna vid varje förslag.

LA Leif Andersson

TG Torkel Glad

IG Ivar Gustavsson

PH Per Hagander

JH Jan Holst

LJ Lars Jensen

BL Bo Leden

GO Gustaf Olsson

BW Björn Wittenmark

1. MODELLBYGGE, IDENTIFIERING

Vid tillämpning av reglerteknik på styrning av industriella processer är det mycket väsentligt att ha tillgång till effektiva metoder för att bestämma matematiska modeller. Ofta är det opraktiskt, om ej omöjligt, att erhålla sådana modeller direkt ur de grundläggande fysikaliska lagarna. Man är då hänvisad till att bestämma de matematiska modellerna genom mätning på processen.

Processidentifiering är en systematisk metod att utifrån mätningar bestämma de differentialekvationer eller den överföringsfunktion, som beskriver processen. Detta är ett av institutionens aktuella forskningsområden.

1.1 Modell för bommen (IG)

"Bommen" är en demonstrationsprocess vid institutionen. För att göra bra reglering behövs en bättre modell för processen. Arbetet syftar till att dels göra experiment och att dels göra en modell på basis av mätningarna.

1.2 Identifiering av människans överföringsfunktion vid följestyrning (BW)

Människan är en bra regulator. Examensarbetet syftar till att undersöka vilken "regulator" som man använder i olika situationer.

1.3 Undersökning av en trestegs GLS metod (BW)

En identifieringsmetod som är föreslagen i litteraturen skall närmare undersökas med avseende på snabbhet, noggrannhet, konvergens etc.

2. ANALYS OCH SYNTES

Inom detta avsnitt finns examensarbeten av teoretisk såväl som praktisk natur. All väsentlig teori, som presenteras i allmänna kursen i reglerteknik, är så utformad, att den lätt kan automatiseras. Allt arbete, som fordras för analys och syntes, kan utföras med hjälp av en dator.
Vi har sedan lång tid tillbaka på institutionen delvis med hjälp av examensarbeten arbetat med att skriva lämpliga subrutiner. Typexempel är transformation av koordinatsystem i tillståndsrum, beräkning av stegsvar, impulssvar, simulering, syntes av system med given överföringsfunktion, rekonstruktion av tillståndsvariabler m m.

2.1 Reglering av enkelpendeln (BW, LA)

En inverterad pendel skall byggas. Pendeln skall balanseras i upprätt läge. Arbetet avser uppbyggnad och dimensionering av en regulator, som gör återkoppling från samtliga tillstånd. Dessutom skall undersökas om kalibreringsfel hos givare kan elimineras genom att rekonstruera felet och ta med det i regulatorn.

2.2 Konstruktion av PID-regulator (LA)

En analog PID-regulator skall konstrueras för att kunna användas på institutionens små analogimaskiner.

2.3 Experimentell undersökning av dynamiska system (LA)

Arbetet består i att konstruera en tillsatsanordning till institutionens hydraulservo så att man kan studera det dynamiska sambandet mellan förskjutning och kraft.

2.4 Datorstyrning av entalpiväxlare och befuktare (LJ)

Entalpiväxlaren kan växla värmeinnehåll mellan två

luftströmmar. Verkningsgraden kan varieras med hjälp av varvtalet. Entalpiväxlaren och befuktaren skall betraktas som ett flervariabelt system som skall styras med hjälp av en dator.

2.5 Otto Smith regulatorn (BW)

Detta är en typ av regulatorer för system med tidsfördröjningar. Regulatorn skall undersökas teoretiskt och experimentellt.

2.6 Reglering av ångluftarsystem på en 350 000 ton turbintanker (GO)

En modell skall göras för ångluftarsystemet. Modellen skall sedan användas för att undersöka olika möjligheter för reglering.

2.7 Processreglering av valsverk (BW)

Genom litteraturstudier och simulering skall olika modeller och reglerstrategier för valsverk undersökas.

2.8 Processreglering av värmebehandlingsprocesser (BW, BL)

I stålindustrin har man förvärmning av metallen t ex innan valsning. Olika sätt att göra denna värmebehandling skall studeras och simuleras.

2.9 Processreglering av distillationskolonner (GO)

Man har tillgång till ganska många modeller för distillationskolonner. Arbetet avser simulering av modeller och undersökning av olika reglerstrategier.

3. OPTIMAL REGLERING

Genom att formulera syntesproblem som optimeringsproblem kan många av variationskalkylens kraftfulla resultat tillämpas för att dimensionera reglersystem. De väsentliga teoretiska problemen är i princip lösta, men mycket arbete återstår vad beträffar utvecklingen av numeriska algoritmer. Detta är också ett av institutionens aktuella forskningsområden. Ett programpaket för dimensionering av regulatorer och styrlagar för linjära system med kvadratiskt kriterium, både för diskreta och kontinuerliga system, har utvecklats. Dessa programpaket har tillämpats på några konkreta exempel. Erfarenhet från ytterligare tillämpningar är emellertid mycket väsentligt.

3.1 Optimal inställning av regulatorer (TG)

Vid manuell tuning av regulatoren gör man ett experiment, t ex stegsvar, och gör sedan förändringar av regulatorparametrarna för att förbättra systemets uppförande. Denna inställningsprocedur skall automatiseras med hjälp av en dator. Arbetet blir en blandning av programmering och experiment.

4. ESTIMERING OCH PREDIKTION

I många ekonomiska och reglertekniska applikationer vill man prediktera en signals värde vid en kommande tidpunkt. I litteraturen finns många olika prediktionsmetoder föreslagna för processer med okända parametrar. Några olika tidserier har undersökts med olika metoder. Detta ger oss en möjlighet att jämföra olika egenskaper hos metoderna. Undersökningen behöver kompletteras med fler metoder.

4.1 Adaptiv prediktion av tidserier (JH)

En metod som identifierar processen samtidigt som den predikterar den skall undersökas på olika tidserier.

5. REELLTIDSBERÄKNING. PROCESSDATORER

Some ett led i institutionens verksamhet, som är koncentrerad på processreglering, har vi en processdator. Avsikten är bl a att på denna implementera och testa utvecklade numeriska algoritmer på verkliga processer. Att göra beräkningar i reell tid och med ett mycket begränsat minnesutrymme till sitt förfogande ställer helt andra krav än då samma sak görs på en stor dator. Bland examensarbeten i direkt samband med processdatorer finnes:

5.1 Reelltidsidentifiering vid loggning (LJ)

Då man gör experiment vill man så tidigt som möjligt gärna veta om det är lyckat eller ej. En väg att undersöka detta är att göra en identifiering samtidigt som loggningen pågår. Arbetet avser att komplettera ett loggningsprogram med reelltidsidentifieringsprogram.

6. ADAPTIVA REGLERSYSTEM

Adaptiva reglersystem kan automatiskt anpassa regulators parametrar till en varierande systemdynamik. En speciell klass av adaptiva regulatorer som har utvecklats vid institutionen är de s k självinställande regulatorerna, som med framgång har använts på flera industriella processer. Inom detta område finns följande examensarbeten:

6.1 Självinställande regulator för satsprocesser (BW)

Vid satsprocesser med parallella produktionslinjer har man ett intressant reglerproblem. Dels ändrar sig de enskilda processerna med tiden och dels har man störningar i inkommande produkter.

Man vill därför göra en regulator som dels identifierar processen och dels störningarna. För identifiering av störningen kan man använda data från olika processenheter.

7. PROGRAMMERING, SIMULERING

För analys och syntes av reglersystem och för simulering behövs många basrutiner som kan sättas samman till större programpaket. Vid institutionen finns många av basrutinerna utvecklade, och flera programpaket har gjorts inom ramen för examensarbeten.

7.1 Utveckling av laboration i datorstödd dimensionering med klassiska syntesmetoder (BW)

Vid institutionen har vi ett programpaket för syntes av reglersystem. Detta paket skall användas som utgångspunkt för en laboration i datorstödd dimensionering.

8. MEDICINSKA, BIOLOGISKA, SOCIALA, EKONOMISKA SYSTEM

Reglerteknikens metoder börjar i allt större utsträckning att tillämpas även på icke tekniska system. Inom företagsekonomin har man således infört reglertekniska begrepp under rubriker såsom "management information system", "Management control system". Tillämpningar finnes även inom medicinska, sociala och biologiska system. Inom dessa fält har vi några examensarbeten, som består i att studera sådana system med reglertekniska metoder. Syftet är att undersöka hur icke endast kvalitativa utan även kvantitativa aspekter av reglertekniken kan överföras till dessa typer av system.

8.1 Farmakokinetik (PH)

Med hjälp av experiment vill man göra modeller som talar om hur mediciner sprids i kroppen. Arbetet avser analys och framtagning av "styrlagar" för läkemedelsdosering.

8.2 Analys av populationsdynamik i biologiska reningsverk (GO)

I en biologisk reningsanläggning förekommer ett stort antal arter av mikroorganismer. Examensarbetet består i att på dator simulera polulationens tillväxt och arternas växelverkan samt att studera vilka betingelser som bestämmer deras tillväxthastighet.