



# LUND UNIVERSITY

## Master's Theses in Automatic Control 1976-1977 (Examensarbeten 76/77)

Holst, Jan

1978

*Document Version:*

Publisher's PDF, also known as Version of record

[Link to publication](#)

*Citation for published version (APA):*

Holst, J. (Ed.) (1978). *Master's Theses in Automatic Control 1976-1977 (Examensarbeten 76/77)*. (Reports TFRT-4208). 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 76/77  
(EXAMENSARBETEN 76/77)

JAN HOLST

Department of Automatic Control  
Lund Institute of Technology  
February 1978

MASTER THESES IN AUTOMATIC CONTROL 76/77  
(EXAMENSARBETEN 76/77)

J. Holst

Dokumentutgivare  
Lund Institute of Technology  
Handläggare Dept of Automatic Control  
Jan Holst  
Författare  
Jan Holst

Dokumentnamn  
REPORT  
Utgivningsdatum  
Feb 1978

Dokumentbeteckning  
LUTFD2/(TRT-6008)/1-28/(1978)  
Ärendebeteckning  
06T6

10T4

Dokumenttitel och undertitel

18T0  
Master Theses in Automatic Control 76/77  
(Examensarbeten 76/77)

Referat (sammandrag)

26T0  
Abstracts of master theses (examensarbeten) made at the Department of Automatic Control, Lund, during the academic year 1976/1977 are collected in this report. During this year 13 theses were made by 15 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 1976/1977, which summarized the activities at the Department.

Referat skrivet av

Author

Förslag till ytterligare nyckelord

44T0

Klassifikationssystem och -klass(er)

50T0

Indextermer (ange källa)

52T0

Omfång  
28 pages

Övriga bibliografiska uppgifter  
56T2

Språk  
English/Swedish

Sekretessuppgifter  
60T0

ISSN  
60T4

ISBN  
60T6

Dokumentet kan erhållas från  
Department of Automatic Control  
Lund Institute of Technology  
Box 725, S-220 07 Lund 7, Sweden

Mottagarens uppgifter  
62T4

Pris  
66T0

DOKUMENTATABLAD enligt SIS 62 10 12

SIS-  
DB 1

Blankett LU 11:25 1976-07

TABLE OF CONTENTS	<u>Page</u>
1. Introduction	4
2. List of Theses	6
3. Subject List	8
4. Abstracts	9

## 1. INTRODUCTION

The education for civilingenjörsexamen (master degree) is completed with an independent work, a master thesis (examensarbete). It should test that the student is able to attack and solve large problems. The work is assumed to take three months of full time work. It may be 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 1976/1977. During this time 13 theses were finished by 15 students.

The major part of the theses is made within the framework of the research programme at the Department. But some of the theses are made for instance as feasibility studies or made in co-operation with the industry or other departments. 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 1976 - 1977. TFRT-4009, Department of Automatic Control, Lund Institute of Technology, Lund, Sweden.

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 adviser is given within brackets. In several cases, two or more advisers 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 adviser. The theses are available at the University Library in Lund and at the Department Library.

## 2. LIST OF THESES

- TFRT-5184 Lindqvist, A.: En studie av processdatorsystem för pappersindustrin (A Study of a Process Computer System for the Paper Industry), September 1976.
- TFRT-5185 Lenells, M.: Approximation av en oändligtdimensionell regulator för ett linjärkvadratisk problem (Approximation of an Infinite-dimensional Regulator for a Linear-Quadratic Problem), September 1976.
- TFRT-5186 Sjöberg, P.-O.: Mikrodatorsystem med INTEL 8080 för reglerapplikationer (A Micro Computer System based on INTEL 8080 for Control Applications), October 1976.
- TFRT-5187 Nilsson, A.-B. and L. Nivhede: Interaktiva analysprogram (Programs for Interactive Model Analysis), October 1976.
- TFRT-5188 Månsson, C.-H.: Datorstyrd svetsautomat (Computer Control of an Automatic Welding Machine), November 1976.
- TFRT-5189 Oscarsson, G. and S. Wensheim: Nivå- och flödesreglering på laboratorieprocess (Level and Flow Control on a Laboratory Process), November 1976.
- TFRT-5190 Gustafsson, G.: Jämförelse av olika dynamiska modeller för sedimenteringen i biologisk vattenrening (Comparison of Different Dynamical Models of Secondary Sedimentation in Biological Wastewater Treatment), January 1977.



- TFRT-5191 Jansson, T.: Simuleringar på Sinterverk -75 vid Norrbottens Järnverk AB, Luleå (Simulations of Sintering Plant -75, Norrbottens Järnverk AB, Luleå), February 1977.
- TFRT-5192 Holender, W.: Kalmanfilter för kvantiserad utsignal (Kalman Filtering of a Process with Quantified Output Signal), March 1977.
- TFRT-5193 Wiktorsson, G.: Implementering av extremalsökande algoritm på mikrodator (Implementation of an Extremal Searching Algorithm on a Micro Computer), March 1977.
- TFRT-5194 Mannerfeldt, C.F.: Undersökning av några duala regulatorer (Investigation of Some Dual Regulators), February 1977.
- TFRT-5195 Bergman, M.: Tågstyrning (Train Control), April 1977.
- TFRT-5196 Axler, E.: Simulering av produktionssystem (Simulation of a Production System), May 1977.

## 3. SUBJECT LIST

<u>Subject</u>	<u>Thesis</u>
Adaptive and Dual Systems	5194
Computer Systems	5184, 5186, 5193
Digital Control	5186, 5188, 5195
Filtering	5192
Infinite Dimensional Systems	5185
Modelling	5189, 5190, 5191, 5196
Optimal Control	5185
Software for Computers	5187
Synthesis	5188, 5196

#### 4. ABSTRACTS

TFRT-5184 September 1976

Lindqvist, A.

(B. Wittenmark)

##### En studie av processdatorsystem för pappersindustrin

Till pappersindustrin finns idag ett flertal leverantörer av processdatorsystem för avancerad styrning av pappersmaskiner. En studie har gjorts över två i marknaden förekommande kommersiella företag nämligen AccuRay och Measurex. Dessa dominerar stort inom pappersindustrin ifråga om antalet installationer, driftserfarenhet och utveckling.

AccuRay levererar ett system som går under benämningen 1180-S, samt ett icke datorbaserat styrsystem - 1180/10. Emellertid kan det senare konverteras till 1180-S. Measurex levererar två system benämnda 1000 och 2000. System 2000 är en vidareutveckling av 1000-systemet och har idag nästan helt ersatt det på marknaden.

AccuRay's och Measurex's processdatorsystem är likvärdiga i det avseendet att de prestanda- och kostnadsmässigt ligger varandra nära. Skillnaden hänföres främst till mätram och mätgivare, den del som är viktigast i ett datorstyrt system.

Denna studie ger en mera allmän översikt och bygger på företagens egna informations- och datablad. Ett val av system ford- rar en mera ingående analys av vissa delar än vad tiden här med- givit.

##### A Study of a Process Computer System for the Paper Industry

The paper industry has a number of deliverers of computer control systems for advanced paper machine control. A study has been made of two companies, which are predominant in the market, namely AccuRay and Measurex.

AccuRay offers a system called 1180-S, and a control system without computer - 1180/10. It is, however, possible to convert the latter to 1180-S. Measurex offers two systems called 1000 and 2000. The system 2000 is a development of the 1000-system, and has nowadays replaced it in the market.

The computer systems offered by AccuRay and Measurex are equal concerning efficiency and cost. They are, however, different concerning the most important part in a computer system, namely the scanner and the sensors.

This study is a survey based on pamphlets published by the companies mentioned. When choosing a computer control system, it is necessary to make a more detailed analysis than was possible in this report.

TFRT-5185 September 1976

Lenells, M.

(P. Hagander, L. Ljung)

Approximation av en oändligtdimensionell regulator för ett linjärkvadratisk problem

I denna rapport studeras problemet att finna den optimala styrningen av det linjära systemet

$$\left(\frac{d}{dt} + A\right)y = Bv + f \quad (*)$$

där  $\frac{d}{dt} + A$  är av parabolisk typ. Förlustfunktionen är kvadratisk i tillståndet  $y$  och insignalen  $v$ . Sluttiden är ändlig.

I rapporten visas att det för vissa typer av problem finns ändligt-dimensionella regulatorer som i en viss mening är nära den optimala regulatorn.

Den ändligt-dimensionella regulatorn kan fås på två sätt.

1. Approximation i början:

Den ändligt-dimensionella regulatorn är den optimala regulatorn till ett system, som är en ändligt-dimensionell approximation av (\*).

2. Approximation i slutet:

Här fås den ändligt-dimensionella regulatorn med hjälp av en approximativ lösning till en Riccati-ekvation av operator-typ.

I rapporten visas också att med en speciell typ av approximationer (Faedo-Galerkin) blir resultatet oberoende av om approximationen görs i slutet eller i början.

Prabhu-McCausland redovisar i en artikel i Automatica 8 (1972) en skillnad mellan approximation i början respektive slutet. Deras arbete kommenteras också.

Approximation of an Infinite-Dimensional Regulator for a Linear-Quadratic Problem

In this report the problem to find the optimal control of the linear system

$$\left(\frac{d}{dt} + A\right)y = Bv + f \quad (*)$$

is studied.  $\left(\frac{d}{dt} + A\right)$  is of a parabolic type. The cost function is quadratic in the state  $y$  and the input  $v$ . The final time is finite.

It is shown that for certain types of problems there are finite-dimensional controllers that are near the optimal controller in a certain way.

The finite-dimensional controller may be obtained in two ways.

1. Approximation at the beginning:

The finite-dimensional controller is the optimal controller to a system, which is a finite-dimensional approximation of the system (\*).

2. Approximation at the end:

Here the finite-dimensional controller is obtained by means of an approximative solution to an operator-type Riccati-equation.

It is also shown that with a special type of approximation (Faedo-Galerkin) the result does not depend on whether the approximation is made at the beginning or at the end.

Prabhu-McCausland report in an article in Automatica 8  
1972 about a difference between approximation made at the  
beginning and at the end respectively. Their result is also  
discussed.

TFRT-5186 October 1976

Sjöberg, P.-O.

(L. Andersson)

### Mikrodatorsystem med INTEL 8080 för reglerapplikationer

I detta examensarbete presenteras ett sätt på vilket en mikrodator kan byggas upp med utgångspunkt från INTELS CPU-krets 8080.

Förutsättningarna för utformningen har varit att skapa hårdvara passande för studier av implementeringen av olika styralgoritmer på mikrodator, speciellt självinställande regulatorer. Detta har uppnåtts med en "generell" design som även tillåter andra mikrodatorapplikationer.

För kommunikation med 8080-systemet används en mikrodator - INTEL 8008.

### A Micro Computer System based on INTEL 8080 for Control Applications

This report describes a possible solution for the use of the INTEL 8080 micro-processor in a micro computer system.

The basis for the design has been to create a hardware suitable for the studying of the implementations of different kinds of regulation algorithms on a micro computer, especially self-tuning regulators. This has been achieved by a "general purpose" design which also makes other micro computer applications possible. In order to communicate with the 8080-system a micro computer - INTEL 8008 - is used.



TFRT-5187 October 1976

Nilsson, A.-B.

(G. Olsson, T. Schönthal)

Nivhede, L.

### Interaktiva analysprogram

I detta examensarbete har ett antal kommandon konstruerats, vilka utgör en början till ett programpaket för systemanalys, MODPAC. De konstruerade kommandona kan utföra olika systemtransformationer, polplacering och modellrekonstruktion för enkelvariabla system samt Luenbergerobserverare. Vidare ingår ett kommando för editering av egenvärdesplacering. Varje kommando har konstruerats i två steg, ett för själva kommandostrukturen och ett för algoritmerna.

### Programmes for Interactive Model Analysis

In the thesis work a number of interactive commands have been constructed. They make up the beginning of an interactive model analysis programme package MODPAC. The commands are made to perform different types of system transformations in single systems. There are commands for pole placement, state reconstruction and Luenberger observers. There is also a command to edit the location of eigenvalues by means of a display. Each command has been constructed in two stages, one for the command structure itself and one for the algorithms.

TFRT-5188 November 1976

Månsson, C.-H.

(J. Wieslander)

### Datorstyrd svetsautomat

Examensarbetet består av mjukvarudelen av styrsystemet till en kurvlinjestyrd automatsvets i tre dimensioner. Styrsystemets kärna är ett mikrodatorsystem med en INTEL 8080 som centralenhet.

Programmeringen har gjorts i mellannivåspråket HILP 80. Programmen är uppdelade i tre huvuddelar, två inlärningsdelar och en "användningsdel". I den ena inlärningsdelen lär man in den kurva man senare skall svetsa. I den andra sker inläring av svetshastighet och övriga svetsparametrar. Den egentliga svetsningen av detaljer sker i "användningsdelen".

### Computer Control of an Automatic Welding Machine

This report presents the software of a control unit to a curvi-linear controlled automatic welding machine. The core of the control unit is a micro computer system with an INTEL 8080 as the central processor unit.

The programming is made in the middle level language HILP 80. The programmes are divided into three principal parts, two learning parts and one performing part. In the first learning part the programme learns the curve to be welded. In the other one the welding velocity and other welding parameters are learned. The actual welding will take place in the performing part.

TFRT-5189 November 1976

Oscarsson, G.

(B. Wittenmark)

Wensheim, S.

### Nivå- och flödesreglering på laboratorieprocess

Detta examensarbete syftar till att modellera och reglera ett system, populärt kallat Plask & Pysen, bestående av tre tankar, pumpar, ventiler, nivågivare och flödesmätare. Med hjälp av modellen utfördes nivåreglering och flödesreglering, samt ett försök som belyser användandet av framkoppling. Reglering av nivån i tank 1 och 2 samt flödesregleringen genomfördes med hjälp av konventionella PI(D)-regulatorer. För reglering av nivån i tank 3 utnyttjades tillståndsåterkoppling.

### Level and Flow Control on a Laboratory Process

In this report the modelling and control of a laboratory process is discussed. The process consists of three tanks, pumps, valves, and level and flow measuring equipment. Both level and flow were controlled. An experiment including feed-forward was also performed. The levels in tanks 1 and 2 as well as the flow were controlled with conventional PI(D)-regulators. In the control of the level in tank 3 state feedback was used.

TFRT-5190 January 1977

Gustafsson, G.

(G. Olsson)

Jämförelse av olika dynamiska modeller för sedimenteringen  
i biologisk vattenrening

Olika modeller för sedimenteringen i en aktiv-slamprocess presenteras. Dynamiken hos de olika sedimenteringsmodellerna undersöks och diskuteras. Sedimenteringens inverkan på de biologiska aktiviteterna i luftningsbassängen undersöks. Dessutom prövas två enkla styrlagar på systemet vid olika typer av störningar.

Comparison of Different Dynamical Models of Secondary  
Sedimentation in Biological Wastewater Treatment

Different models of the solids-liquid separation in an activated sludge system are presented. The influence from the solids-liquid separator on the biological activities in the aeration tank is examined. The dynamics of the different separator models are discussed. Two simple control strategies for sludge removal have been tried out.

TFRT-5191 February 1977

Jansson, T.

(B. Wittenmark, B. Sundberg)

Simuleringar på Sinterverk -75 vid Norrbottens Järnverk AB,  
Luleå

Detta examensarbete består av modellbygge och simulering på det sinterverk, Sinterverk -75, som finns vid Norrbottens Järnverk AB, Luleå (NJA).

Genom simulering undersöks systemets känslighet och uppförande för olika typer av störningar, momentant och under längre tid.

Vidare undersöks olika systemparametrar och deras inverkan på systemet. Den totala modellen är uppbyggd av nio delsystem, nämligen fem materialfickor, tre vågar och en PI-regulator. Dessutom ingår sju tidsfördröjningar i systemet.

Simuleringarna har utförts på en PDP-15 med hjälp av ett simuleringspaket, SIMNON, som har utvecklats vid Institutionen för Reglerteknik.

Simulations of Sintering Plant -75, Norrbottens Järnverk AB,  
Luleå

This report presents model construction and simulation of the sintering plant, Sintering Plant -75, at the Norrbotten Järnverk AB, (NJA).

Through simulation the sensitivity of the system against different kinds of disturbances, momentary and during a long time is investigated. Different system parameters and their influence on the system have been investigated.

The total model is built up by nine subsystems, namely five material bins, three weighers and one PI-regulator. Moreover, there are seven time delays in the system.

The simulation is done using a special programme system, SIMNON, which is developed at the Department of Automatic Control. The simulations have been carried out on a PDP-15.

TFRT-5192 March 1977

Holender, W.

(G. Olsson)

### Kalmanfilter för kvantiserad utsignal

En i praktiken väsentlig situation analyseras, nämligen:  
Hur man kan skatta tillståndsp parametrarna då utsignalen  
är kvantiserad (registrerad endast i vissa bestämda nivåer).

Problemlösningen begränsas till tidsdiskreta linjära system  
med skalär utsignal. Lösningen visar sig vara en generali-  
sering av Kalmanfilter (en klass av skattningar). Lösningen  
utvärderas genom simuleringar av andra ordningens stokastiska  
system. Förbättringar för ökad noggrannhet av skattningarna  
föreslås.

### Kalman Filtering of a Process with Quantified Output Signal

The problem to estimate the states of a system when the out-  
put signal is quantitized (recorded only on certain determined  
levels) is considered. The solution of the problem is limited  
to time discrete linear systems with scalar outputs.

The solution turns out to be a generalization of a Kalman filter  
(a class of estimations). It is evaluated for stochastic systems  
of second order. Improvements for increased accuracy of system  
state estimates are proposed.

TFRT-5193 March 1977

Wiktorsson, G.

(B. Wittenmark)

### Implementering av extremalsökande algoritm på mikrodator

Ändamålet med detta examensarbete är att implementera och testa Fletcher-Reeves extremalsökande algoritm på mikrodatorn INTEL 8080. Algoritmen har förut testats på minidatorn PDP-15 i ett föregående examensarbete. Minnesbehovet är 120 byte dataminne och 2.5 K byte programminne. Algoritmen har här testats på en internt genererad funktion: "Rosenbrock's curved valley". Vissa försök har även gjorts på en yttre funktion uppkopplad på analogmaskin. Programmeringsspråket HILP har använts med en PDP-15 som värddator.

### Implementation of an Extremal Searching Algorithm on a Micro Computer

The main purpose of this master thesis is to implement and test on a micro computer INTEL 8080 Fletcher-Reeves' method for finding the extremum value of a function. The programme has been tested on a mini-computer PDP-15 in a preceding master thesis. Memory required is 120 bytes data memory and 2.5 K bytes programme memory. The method has been tested here on an internally generated function: "Rosenbrock's curved valley". Some tests have been done on an outer function generated by an analog computer. The high-level programming language HILP has been used with a PDP-15 as a host computer.



TFRT-5194 February 1977

Mannerfeldt, C.F.

(J. Sternby)

### Undersökning av några duala regulatorer

I detta examensarbete har undersökts några duala adaptiva regulatorers egenskaper vid styrning av stokastiska system. Systemen har varit av 1:a och 2:a ordningen och de har simulerats på dator.

Under examensarbetets gång presenterades ett förslag till en ny dual adaptiv regulator, vilken visade sig ha relativt attraktiva egenskaper i förhållande till sin enkelhet.

Vid simuleringarna med de olika regulatorerna visades att vinsten med att använda en avancerad regulator, som t.ex. tvåstegsminimeringen, är större vid svårstyrda system än vid lättstyrda system. Vid styrning av de senare kan med fördel enklare regulatorer användas, men man är då i de flesta fall tvungen att optimera en regulatorkonstant för att få god styrning. Det sistnämnda förfarandet slipper man ifrån i den tvåstegsminimering som ingick i den utförda undersökningen.

### Investigation of Some Dual Regulators

In this report some properties of dual, adaptive regulators when controlling stochastic systems have been investigated. The systems were of 1st and 2nd order, and were simulated on a computer.

During the course of the work, a new dual, adaptive controller, which showed rather good performance, was also presented.

The results from the simulations with several different controllers showed that there is more to be gained by using a sophisticated regulator, e.g. the two-step regulator, when controlling a difficult rather than an easy system. When the system is easy to control, a simple regulator may be used advantageously, but it is then often necessary to optimize some parameter to get good performance. This parameter tuning is not necessary when the two-step regulator is used.

TFRT-5195 April 1977

Bergman, M.

(B. Wittenmark)

### Tågstyrning

I syfte att demonstrera logisk styrning på en modelljärnväg har en anläggning byggts där styrningen sker med hjälp av en PDP 8/S minidator.

Tågen styrs genom att vissa, från varandra isolerade, sektioner strömsättes samt att ett antal växlar kan styras.

Styrningen kan också ske manuellt från en panel.

Ett program har skrivits för enbart strömsättningen. När detta används styrs växlarna manuellt. Ett annat program har skrivits för både strömsättning och växelstyrning. Man kan härigenom jämföra resultatet mellan manuell och datorstyrd växling.

Programmen är skrivna i PLC-8 som är ett programpaket som implementerar en "Programmable Logic Controller" på PDP 8/S.

### Train Control

In order to demonstrate logic control on a model railway, a construction that is controlled by a PDP 8/S mini computer has been built.

By energizing some, isolated from each other, track sections and by switching some turnouts, the trains can be controlled.

There is also a possibility of manual control from a panel.

One programme has been written for the energizing of the track sections only and one programme has been written for both the energizing and the control of the turnouts. With these programmes the results between manual and computerized control of the turnouts can be compared.

The programmes are written in PLC-8 which is a programme package that implements a "Programmable Logic Controller" on PDP 8/S.

TFRT-5196 May 1977

Axler, E.

(G. Olsson)

### Simulering av produktionssystem

Målsättningen med detta examensarbete har varit att få fram lämpliga metoder och program för att kunna simulera olika produktionssystem, främst flödesorienterade. Detta är ett relativt outforskat område varför avsevärd tid har ägnats åt att få fram grunder. Problemet har angripits med två olika metoder. Först skrevs ett simuleringsprogram där alla beslut fanns matematiskt definierade i programmet. Antalet beslutsvarianter blev stort vilket ledde till krångliga styrlagar. Resultaten blev svårtolkade och användaren kände inte att det var han som styrde systemet. Den andra metoden innebär att allt styrande överläts åt programanvändaren. När en operatör skall flyttas ges en rapport ur vars data användaren skall fatta beslut. Metoderna har olika användningsområden. Den första är mest lämplig till att testa ut olika styrlagar medan den andra ger användaren känsla för systemets dynamik.

### Simulation of a Production System

The purpose of this report has been to find suitable methods and programmes for simulation of particularly production flow systems. Only few methods of this subject have been developed, and therefore considerable time has been used to find basic facts. The problem has been attacked with two different methods. The first one is a simulation programme which has all decision rules mathematically defined in the programme. The number of decisions increased considerably and this resulted in troublesome rules in the control of the system. It was difficult to understand the result and the user did not feel that he controlled the system. The other programme leaves all the decision rules

to the user. When a worker shall be moved, the programme writes a report of actual values, From this information the user makes his decision. The two programmes are used in different situations. The first one is suitable for testing different control algorithms for a production system. The second one gives the user a better feeling of the system dynamics.