



# LUND UNIVERSITY

## Master's Theses in Automatic Control 1975-1976 (Examensarbeten 75/76)

Wittenmark, Björn

1976

*Document Version:*

Publisher's PDF, also known as Version of record

[Link to publication](#)

*Citation for published version (APA):*

Wittenmark, B. (Ed.) (1976). *Master's Theses in Automatic Control 1975-1976 (Examensarbeten 75/76)*. (Reports TFRT-4207). 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 75/76  
(EXAMENSARBETEN 75/76)

B. WITTENMARK

Inst. för Reglerteknik  
Lunds Tekniska Högskola  
November 1976

MASTER THESES IN AUTOMATIC CONTROL 75/76  
(EXAMENSARBETEN 75/76)

B. Wittenmark

ABSTRACT

Abstracts of master theses (examensarbeten) made at the Department of Automatic Control, Lund, during the academic year 1975/1976 are collected in this report. During this year 23 theses were made by 31 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 1975/1976 (Report 7610) which summarizes the activities at the Department.

TABLE OF CONTENTS

Page

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

## 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 1975/1976. During this time 23 theses were finished by 31 students.

The major part of the theses is made within the framework of the research program at the Department. But some of the theses are made for instance as feasibility studies or made in cooperation 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 1975-1976. Report 7610, 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.

## 2. LIST OF THESES.

- RE-161 Funqvist, J: En jämförelse mellan olika metoder att införa integrerande återkopplingar i flervariabla system (A comparison of different methods to introduce integrating feedback in multivariable systems), September 1975.
- RE-162 Herbertsson C-G, Lundin B: Identifiering av människans överföringsoperator (Identification of the human transfer function), September 1975.
- RE-163 Börjesson B, Martinsson L-O: Styrning av övervakning i transformatorstationer (Supervisor equipment in high tension regulating transformer stations) September 1975.
- RE-164 Hansson H, Larsson I: Programmeringsarbete på Intel 3000 (Programming of an Intel 3000), October 1975.
- RE-165 Bolanowski W: Farmakokinetik och farmakodynamik för acetazolamid (Pharmacokinetics and pharmacodynamics for acetazolamide), October 1975.
- RE-166 Jonsson M: Datorbelastning (Investigation of the working load of a computer), October 1975.
- RE-167 Engel J: Undersökning av regulatorer för normal acceleration hos ett flygplan (Investigation of controllers for normal acceleration of an airplane), November 1975.
- RE-168 Holmberg N, Svensson J A: Återkopplingsreducering i reglersystem för kokarrektor (Feedback reduction in control systems for a nuclear reactor), November 1975.
- RE-169 Gren A: Nivåreglering av ångpanna i turbintanker (Level control of a boiler in a turbine tanker), December 1975.

- RE-170 Jansson B: Dimensionering av nödstyrsystem i tippad för ett instabilt grundflygplan (Synthesis of an emergency pitch control system for an unstable air-plane), December 1975.
- RE-171 Lübeck S: Observability of Power Systems (in English), December 1975.
- RE-172 Wolgast P, Miszczuk J: Programmeringshjälpmedel för Intel 4040 (Programming aids for Intel 4040), January 1976.
- RE-173 Hedlund P-A: Optimal inställning av regulatorer (Optimal tuning of regulators), March 1976.
- RE-174 Göransson B, Runermark C-G: Dynamiska modeller för samt simulering och temperaturreglering av överhettarsystem på en turbintanker (Models, simulations and temperature control of the superheater system on a turbine tanker), March 1976.
- RE-175 Hansson A: Konstruktion av en enkel flygplanssimulator (Construction of a simple air-plane simulator), April 1976.
- RE-176 Eliasson B: Dimensionering av digitalregulator för reglering av utloppsarean till en turbojetmotor (Synthesis of a digital regulator for control of the outlet area of a turbo-fan engine), May 1976.
- RE-177 Aspernäs J-E: Medium Level Programming Languages for Micro Processors (in English), May 1976.
- RE-178 Ternrud H, Grgic L: Reglermodell för ubåträddningsfarkost (A control model for a submarine rescue vehicle), June 1976.

- RE-179 Nilsson A: Implementering av kvotregulator på mikrodator (Implementation of a quotient regulator on a micro computer), June 1976.
- RE-180 Rehnberg G: Ett praktiskt exempel med mikrodatorn Intellec 4-Mod 4 som regulator (A practical example when using Intellec 4 Mod 4 as a regulator), June 1976.
- RE-181 Flato J, Hodosi G: Dynamikstudier på ett ångkraftverk (Investigation of the dynamics of a steam power plant), June 1976.
- RE-182 Kiziroglu G: Implementation of a self-tuning regulator on a micro computer (in English), June 1976.
- RE-183 Sixtensson I: Extremalsökande algoritmer för mikrodator (Extremal seeking algorithms for a micro computer), June 1976.



## 3. SUBJECT LIST

<u>Subject</u>	<u>Thesis</u>
Adaptive systems	182
Biological, medical systems	162, 165
Computer systems	166
Digital control	176, 179, 180
Identification	162
Model building	169, 174, 178, 181
Optimal control	183
Power systems	163, 171
Simulation	175
Software for computers	164, 172, 177
Synthesis	161, 167, 168, 170, 173, 176, 178

## 4. ABSTRACTS

RE-161 September 1975

Funqvist, Jan

(G. Bengtsson)

En jämförelse mellan olika metoder att införa integrerande återkopplingar i flervariabla system.

Tre metoder att införa integratorer vid linjärkvadratisk optimering jämförs. För att jämföra metoderna har två system simulerats. Metoderna har i huvudsak jämförts med avseende på snabbhet, maximal amplitud och känslighet.

A comparison of different methods to introduce integrating feedback in multivariable systems.

Three different methods to introduce integrators in linear quadratic optimal control are compared. For comparison two different systems are simulated. The methods have been compared with respect to response time, overshoot and sensitivity.

RE-162 September 1975  
Herbertsson, Carl-Göran  
Lundin, Bengt

(B. Wittenmark)

### Identifiering av människans överföringsoperator.

Människans överföringsoperator har undersökts för varierande störningar. En litteraturstudie gjordes för att ge idéer inför experimenten.

I första försöksserien testades ett urval av dynamiker på två försökspersoner, och resultaten utvärderades med hjälp av dator.

I andra försöksserien testades sex olika försökspersoner på endast en dynamik, men i stället varierades störningarna mer. Variansen på styrningen och lågfrekvensförstärkningen gav oss en uppfattning om hur bra de olika försökspersonerna hade styrt systemet.

Vi fann att människan, tillsammans med dynamiken, i närheten av skärfrekvensen, styrde ungefär som en ren integrator. För ovana försökspersoner blev den icke-linjära delen av överföringsfunktionen stor, vilket medförde att denna var svårare att identifiera, vilket i sin tur gjorde att modellen blev osäkrare.

### Identification of the human transfer function.

The transfer function of the human has been investigated when exposed to different disturbances. A survey of the literature was performed in order to get ideas to relevant experiments.

In the first test a selection of dynamics were tested on two persons, and the results were worked out by the computer.

In the second test six persons were tested on only one dynamic, but instead the disturbances on the system had larger variations. The variance and the low frequency gain gave a comprehension how well the different persons had controlled the system.

We found that the human, together with the dynamic, near the cross over frequency, controlled approximately like a pure integrator. For persons not used to the system, the nonlinear part of the transfer function was large, which made the transfer function more difficult to identify.

RE-163 September 1975

Börjesson, Bengt

Martinsson, Lars-Olof

(B. Wittenmark)

### Styrning av övervakning i transformatorstationer.

Den primära uppgiften för transformatorstationer är att transformera spänningar och strömmar till önskade nivåer. Det finns också en hel del övervakningsutrustning i dessa stationer, som vidtar olika åtgärder då fel eller störningar upptäcks i kraftlinjesystemet.

Examensarbetet har gått ut på att finna olika sätt att realisera denna bevakningsutrustning med hjälp av modern elektronik.

Först beskrivs de olika övervakningsrutinerna, eller automatikerna, som kan förekomma i en transformatorstation. Därpå diskuteras användandet av programmerbara binära logiksystem. Exempel ges på marknadsförda system och hur man programmerar dessa med några övervakningsrutiner. Vidare beskrivs användandet av datorer genom att skriva övervakningsrutinerna i form av Fortran-program, som sedan skall exekvera i realtid. Exempel på en realtidsmonitor och program skrivna i Fortran presenteras.

### Supervisory control equipment in high tension regulation transformer stations.

In high tension regulating transformer stations there are, besides the regular transformers, a lot of supervisory control equipment, which start different control routines, when faults appear in the high tension system.

In this paper different ways have been investigated to accomplish this supervisory equipment, by taking advantage of modern electronics.

First of all the different control routines, which can appear in transformer stations, are described. Thereafter an application with a programmable binary logic system is discussed. We

present a system which is available on the market and how to program it with some control routines. We also present how to make use of a regular computer by writing control routines in Fortran. These programs are then executed in real-time. A real-time monitor is described and programs written in Fortran are presented.

RE-164 October 1975

Hansson, Hans

Larsson, Ingvar

(L. Andersson)

### Programmeringsarbete på Intel 3000.

Bristen på hjälpmedel för programutveckling är det största problemet med mikrodatorer, oberoende av hårdvarurealiseringen.

Den kors-assembler som framtagits, med en PDP 11 som värddator och KMV-version 2 som måldator, kommer att vara till stor hjälp när man skriver program eftersom man med en macro-assembler höjer språknivån avsevärt.

Monitorn användes vid inläsning av den objektremsa som erhålls vid assembleringen, samt för att testa ut program.

Ett optimal utnyttjande av hårdvaran i INTEL 3000 resulterar i en instruktionsuppsättning liknande den som framtagits för KMV-version 2. Det vore därför önskvärt att kretstillverkaren tog fram en "standardinstruktionslista". Denna kan sedan användaren utvidga med nästan obegränsat kraftfulla instruktioner genom egen mikroprogrammering.

### Programming of an Intel 3000.

The main part of this work consists of the developing of software support. The lack of such support is the main problem with micro computers, independent of the hardware configuration. The cross assembler developed, having a PDP 11 as host computer and KMV-version 2 as target computer, will be a great help when writing assembler programs, since the macro assembler raises the language to a higher level.

The monitor is used to load the memory with the binary object code from the paper tapes as they are received from the assembler. The monitor is also used to test the program.

An optimal use of the INTEL 3000 hardware results in an instruction list rather similar to the one developed for KMV-version 2. Due to this fact it would be a great help to all users if the manufacturer would supply a "standard instruction list". It would then be easy for the user to expand the list with powerful special instructions for his own purpose.



RE-165 October 1975

Bolanowski, Wladyslaw

(P. Hagander)

Farmakokinetik och farmakodynamik för acetazolamid.

Detta arbete innefattar beskrivning och undersökning av modellen för distribution av acetazolamid i kroppen. Farmakokinetik och farmakodynamik för acetazolamid betraktas i anknytning till behandling av glaucoma. Element i modellen studeras bl.a. genom att simulera systemet på UNIVAC 1108 med användning av simulationsprogrammet SIMNON.

Såväl en linjär som en olinjär modell studeras.

Med hjälp av här presenterade SIMNON program kan dosen för individuell terapi bestämmas och det terapeutiska indexet för biverkningar kan studeras.

Pharmacokinetics and pharmacodynamics for acetazolamide.

This work contains a description and analysis of the model for distribution of acetazolamide in the body. Pharmacokinetics and pharmacodynamics are considered in connection to treatment of glaucoma. One of the ways in which the model is examined is with simulation of the system on UNIVAC 1108 using the interactive simulation program SIMNON.

A linear as well as a nonlinear model is examined.

Using SIMNON programs which are listed in the report it is possible to determine the dose for individual therapy and the therapeutic index for side effects can be studied.

RE-166 October 1975

Jonsson, Mats

(B. Wittenmark)

### Datorbelastning.

Då realtidssystem tenderar bli alltmer komplexa med mer svåröverskådliga arbetsuppgifter, ökar behovet att objektivt mäta belastningen på systemet.

Detta examensarbete försöker ge ett antal olika definitionsgrunder för begreppet belastning. Därefter beskrives ett antal lösningsförslag för mätning enligt de olika definitionerna.

Slutligen redovisas ett komplett "programpaket" för mätning enligt ett av dessa lösningsförslag. Paketet som är anpassat till MODCOMP, MAX III mäter CPU-belastningen utan åtskillnad av olika funktioner. Programmen är skrivna i FORTRAN och hur anpassning till andra datorer än MODCOMP skall ske beskrives även.

### Investigation of the working load of a computer.

As real time systems have a tendency to grow more and more the need to measure the load of the computer increases.

This work tries to give some different grounds for a definition of "computer load" and thereafter describes suggestions to measure the load based on these definitions.

Finally, a complete set of programs for measuring according to one of these suggestions is presented. The set of programs is written for MODCOMP, MAX III and measures the total CPU-load without separation of different functions. The programs are written in FORTRAN. How to coordinate them with other systems than MODCOMP is also described.

RE-167 November 1975

Engel, John

(B. Wittenmark)

Undersökning av regulatorer för normalaccelerationen hos ett flygplan.

Detta examensarbete handlar om styrning av normalaccelerationen hos ett flygplan.

Systemet är av icke minimum fas typ och för ett sådant system är man ofta tvungen att kompromissa mellan kraven på snabbhet och låg amplitud på den negativa överslängen.

Den använda flygplansmodellen är ett andra ordningens lineärt system, och systemparametrarna varierar med olika flygfall.

Först undersöktes ett regulatorsystem med två återkopplingar och en regel utarbetades för hur återkopplingsparametrarna ska väljas allteftersom flygfallen ändrar sig. Sedan tillfogades ytterligare två återkopplingar och på så sätt kunde polerna placeras godtyckligt.

Investigation of controllers for normal acceleration of an air-plane.

This work treats the control of the normal acceleration of an air-plane.

The system is of non minimum phase type and for such a system there often must be a compromise between the requirements on short rise time and the amplitude of the negative overshoot.

The air-plane is represented by a second order linear system, and the system parameters vary with different flight conditions.

First a control system with two feedback loops is investigated and a rule is worked out on how to choose the feedback parameters as the flight conditions vary. Next another two feedback loops are added so that the poles of the system could be placed arbitrarily.

RE-168 November 1975

Holmberg, Nils

Svensson, Jan Anders

(R. Espefält, Atomenergi,

L. Pernebo)

Återkopplingsreducering i reglersystem för kokarreaktor.

Med utgångspunkt från ett system med given tillståndsåterkoppling beräknas en ny återkoppling enbart från systemets utsignaler. Vid beräkningarna har huvudsakligen använts en polplansanalysmetod samt en förfining medels optimering av en förlustfunktion. Vinsten med att endast återkoppla från systemets utsignaler är en avsevärt förenklad återkopplingsloop. Då tillståndsvektorn ej är direkt mätbar, måste man i annat fall göra en tillståndsestimering.

Feedback reduction in control systems for a nuclear reactor.

A feedback control from the outputs of the system, a boiling water reactor is computed. As a starting point a given state feedback control is used. A method for analysis of the pole configuration and an optimization of a performance function have been used to find the feedback control. The advantage of using only an output feedback is, that you get an easier feedback loop. When the whole state is not observed, it has to be reconstructed if state feedback is used.

RE-169 December 1975

Gren, Anders

(G. Olsson)

Nivåreglering av ångpanna i turbintanker.

Vid nivåreglering av marina ångpannor kan rullningen till sjöss orsaka problem. Dornivån får en sinusstörning, som i sin tur orsakar en störning av matarvattenventilen. Denna störning kan fortplanta sig via matarvattenpumpen till andra ångförbrukare. Även andra storheter i pannan påverkas av rullningen. Det visar sig att stabilitetsproblem kan uppstå om störningarna elimineras på fel sätt. Detta arbete visar hur man med hjälp av en framkoppling av ångflödet kan minska störningseffekterna och samtidigt få en förbättrad reglering vid belastningsändringar.

Level control of a boiler in a turbine tanker.

When controlling the drum water level of marine boilers the rolling of the ship may cause problem. The drum water level gets a sinusoidal disturbance, which disturb the feedwater control valve. This disturbance may proceed through the feedwater pump to other steam consumers. The rolling influates other boiler parameters too. It will be shown that stability problems may appear if the disturbances are eliminated wrongly. This work will show how a feedforward signal from the steam flow can decrease the roll effects and yet improve the control of the level at load changes.

RE-170 December 1975  
Jansson, Bertil

(P.O. Elgcrona, SAAB,  
B. Wittenmark)

Dimensionering av nödstyrsystem i tippled för ett instabilt grundflygplan.

Föreliggande examensarbete behandlar nödstyrsystemet för tippkanal för ett flygplan med reducerad statisk stabilitet. En lineariserad modell har framtagits för olika flygfall. Med en förenklad flygplansmodell har fallet undersökts då systemet återkopplas enkelt med de tre olika givarna rategyro ( $q$ ), anfallsvinkelgivare ( $\alpha$ ) och accelerometer ( $n_z$ ). Detta gav att med konstant  $\alpha$ -återkoppling fick systemet önskvärda egenskaper.

I en mer fullständig modell har hänsyn även tagits till servon och givaredynamik. Dessa har ringa inverkan vid lägre fart medan vid högre fart framför allt servona försämrar stabiliteten. Med endast en givare och konstant återkoppling framkom det att  $q$ -återföring med kompensering var lämpligast.

Vid simulering vid FOSIM med denna återkoppling blev resultatet att piloten hade problem vid lägre fart att kontrollera planet vid turbulensstörning. En ökning av förstärkningen i återkopplingen medförde försämrad dämpning vid högre fart men gav totalt bättre förarbetyg och flygplanet ansågs fullt kontrollerbart.

Synthesis of an emergency pitch control system for an unstable air-plane.

This study deals with the emergency pitch control system for an aircraft with reduced static stability. A linearized model is used. The objective of the study was to find the minimum number of sensors necessary for a fixed gain system. Different flight conditions were simulated. A simplified aircraft model (which eliminates sensor and servo dynamics) was examined for various combinations of feedbacks: pitch rate ( $q$ ), load factor ( $n_z$ ), and angle of attack ( $\alpha$ ). A system using a single feedback, alpha ( $\alpha$ ),

with constant gain produced acceptable performance.

A more complete model which included dynamics of sensors and servos was also studied. It was found that the added dynamics have a negligible effect at low speed. At high speed, however, the addition of servo dynamics decreases the system stability. In this case, the system using a single feedback with constant gain which produced the best results was pitch rate ( $q$ ) feedback. Simulations at FOSIM with this system configuration and gains resulted in unsatisfactory handling qualities at low speed when gusts were included. Increasing the feedback gain reduced damping at higher speeds but resulted in better overall pilot ratings.

RE-171 December 1975  
Lübeck, Sven

(L. Johnsson, ASEA,  
B. Wittenmark)

### Observerbarhet i kraftsystem

Examensarbete består dels av en litteraturstudie av det allmänna observerbarhetsproblemet och dels av framtagningen av en algoritm för bestämning av observerbarhet i kraftsystem.

Litteraturundersökningen visade att mycket forskning återstår för det allmänna observerbarhetsproblemet. Det finns inga observerbarhetskriterier som enkelt och praktiskt kan tillämpas på icke-lineära deterministiska eller stokastiska problem.

Den framtagna algoritmen bestämmer observerbara delsystem i ett kraftsystem. Algoritmen grundar sig på en undersökning av kraftnätets topologi och mätinstrumentens placering.

### Observability in power systems.

This work consists firstly of a study of the general observability problem and secondly of a presentation of an algorithm for determination of observability in power systems.

The literature survey showed that the general observability problem still is a field where much research remains to be done. There are no criteria of observability that can be conveniently applied to non-linear deterministic or stochastic systems in practice.

The presented algorithm determines observable subsystems in a power system. The algorithm performs an investigation of network topology and measurement configuration.



RE-172 January 1976

Wolgast, Per

Miszczuk, Janusz

(L. Andersson)

Programmeringshjälpmedel för Intel 4040

Examensarbetet omfattar framtagning av programmeringshjälpmedel för Intel 4040 varvid PDP-15 har använts som värddator. En macrodefinitionsfil har skrivits så att man skall kunna använda PDP-15's assembler. En laddare har även gjorts.

Vidare har rutiner för multiplikation och division tagits fram och testats.

Programming aids for Intel 4040

Programming aids for Intel 4040 have been developed. The tools use PDP-15 as a host computer. A macro definition file has been written which makes it possible to use the PDP-15 assembler. A loader has also been developed. Finally subroutines for multiplication and division have been written and tested.

RE-173 March 1976

Hedlund, Per-Arne

(T. Glad)

### Optimal inställning av regulatorer

Vid manuell tuning av en regulator gör man ett experiment t.ex. stegsvar och gör sedan förändringar av regulatorparametrarna för att förbättra systemets uppförande. Uppgiften har varit att automatisera denna inställningsprocedur med hjälp av dator. Programutveckling och experiment har skett på processdatorn PDP-15 med reelltidssystemet RSX-15 Plus.

### Optimal tuning of regulators

At manual tuning of a regulator one makes an experiment, for example a step response and then one varies the regulator parameters in order to improve the performance of the system. The aim has been to make this adjusting procedure automatic. Program developments and experiments have been made at the processor PDP-15 with the real-time system RSX-15 Plus.

RE-174 March 1976

Göransson, Bertil  
Runermark, Claes-Göran

(P. Holmberg, Kockums AB,  
B. Wittenmark)

Dynamiska modeller för simulering och temperaturreglering av överhettarsystem på en turbintanker

Uppgiften har varit att konstruera en dynamisk modell för överhettaren på en marin ångpanna i ett turbintankfartyg, och att studera olika metoder att reglera utloppsångans temperatur med hjälp av simulering på dator. Målsättningen har varit att snabba upp regleringen av överhettarsystemet vid olika lastfall och störningar.

I modellerna har karakteristiker för ventiler, regulatorer och ångrör beskrivits. Den första modellen har anpassats till det befintliga systemet, varefter en alternativ reglerteknisk lösning har studerats.

Vid en ändrad regulatorinställning har vid simulering av systemen en uppsnabbning av insvängningsförloppet erhållits. För olika lastfall och störningar har inga tendenser till självsvängning kunnat upptäckas.

Models, simulations and temperature control of the superheater system on a turbine tanker.

The task has been to design a dynamic model for a superheater of a marine steam boiler on a turbine vessel. Different methods for control of the temperature of the outflowing steam have been investigated by computer simulation. The aim has been to make the regulation faster at different load and disturbance.

In the models characteristics for valves, regulators and steam pipes have been described. The first model has been adapted to the existing system, whereupon an alternative solution has been studied.

In simulations of the systems it is shown how a faster time response can be obtained by changing the parameters in the regulator. For different load and disturbance, no tendencies to self-oscillation have been discovered.

RE-175 April 1976  
Hansson, Anders

(B. Wittenmark  
L. Andersson)

### Konstruktion av en enkel flygplanssimulator

En enkel flygplanssimulator är uppbyggd med en modell av flygplansdynamiken uppkopplad på en analogmaskin.

Den framtagna modellen representerar inget särskilt flygplan, utan är representativ för en stor grupp konventionella flygplan. Simuleringar visar klart att handhavandet av simulatören underlättas avsevärt om föraren är flygutbildad.

Användandet av en analogmaskin för att simulera flygplansdynamiken är tillräckligt för den elementära modellen, men utgör ett hinder för vidareutveckling av simulatören. I det fortsatta arbetet med flygplanssimulatorens bör övergången till en datorstyrd dynamikmodell komma i främsta rummet.

Om dynamiken simuleras i en dator, kan också snabba byten av dynamiken ske. Föraren kan få uppleva skillnader i egenskaper vid olika flygfall.

### Construction of a simple air-plane simulator

A simple flight simulator has been constructed. The aircraft dynamics is simulated using an analog computer.

The dynamic model used, does not represent any particular aircraft. It is nevertheless representative of a large group of conventional aircrafts. Simulations clearly show an increased ease in handling the flight simulator, if the pilot has flying experience. This indicates a similarity between real aircraft dynamics and the model dynamics.

The use of an analog computer to simulate the aircraft dynamics is sufficient for the elementary model, but is an obstacle to further improvement of the flight simulator. In future development, the dynamic model should be implemented on a digital computer.

If the dynamics are simulated on a digital computer, quick changes can be made. The pilot will have interesting opportunities to compare the dynamics of different aircrafts and flight conditions.

RE-176 May 1976

Eliasson, Bo

(B. Wittenmark)

Dimensionering av digital regulator för reglering av utloppsarean till en turbojetmotor

Denna rapport utgör dokumentation av resultat vid simulering och några olika principer vid digital reglering.

I rapporten redovisas en matematisk modell av utloppsarearegleringen på en turbojetmotor.

Vid simuleringen har tonvikten lagts på regulatorernas känslighet för parametervariationer i systemet, samt styrsignalernas storlek och utsignalens beteende vid olika regleringar.

Slutligen redovisas programmering av modell och regulatorer i FORTRAN.

Indata för några olika regleringar har också angivits.

Synthesis of a digital regulator for control of the outlet area of a turbo-fan engine

This report gives results of simulations when using different methods of designing controllers for sampled data systems.

In the report a mathematical model of the exhaust nozzle control of a turbo-fan engine is shown. During the simulations great attention has been paid to the sensitivity of the regulators against variations of the parameters in the system, and the behaviour of control signal and output signal for different types of controllers. The programs of the model and the controllers in FORTRAN are also given. Input-data for a few different controllers are shown.

RE-177 May 1976  
Aspernäs, Jan-Erik

(J. Wieslander)

### Mellannivåspråk för mikrodatare

Två programmeringsspråk för mikro-processorer beskrivs:

MLP för Intel 8008 utvecklat vid C.E.R.L., Storbritannien och HILP 80 för Intel 8080 utvecklat som ett examensarbete vid Lunds Tekniska Högskola.

Kompilatorerna genererar assembler kod och är avsedda att implementeras på en värd-dator. Kompilatorerna är baserade på makro processorn STAGE 2, och kräver ungefär 15 K minne på en PDP-15. Rapporten är skriven i två delar, vilka kan läsas separat.

### Medium level programming languages for micro processors

Two programming languages for micro processors are described:

MLP for Intel 8008 developed at C.E.R.L., Great Britain and HILP 80 for Intel 8080 developed as master thesis at Lund Institute of Technology.

The compilers generate assembly code and are intended to be implemented on a host computer. The compilers are based on the macro processor STAGE 2, and need about 15 K of core on a PDP-15. The report is written in two parts, which could be read separately.



RE-178 June 1976

Ternrud, Henry

Grgic, Ljubomir

(K.J. Åström)

### Reglermodell för ubåträddningsfarkost

Kockums Mekaniska Verkstad, Malmö, bygger för militära och civila ändamål en ubåträddningsfarkost (URF). Det teoretiska och experimentella underlaget för ubåtens dynamik är dock ofullständigt. Bl.a. saknar man en modell för ubåten som helhet, dvs. vad händer när man drar i spakarna? En sådan modell lämpad för simuleringar på datamaskin i simuleringsspråket SIMNON har därför konstruerats. I rörelseekvationerna finns medtaget hydrodynamiska krafter, propellerkrafter, och motorekvationer. Styrning sker med börvärden för propellervarvtalen och som utsignaler har vi lägen, hastigheter samt propellervarvtal.

### A control model for a submarine rescue vehicle.

Kockums Mekaniska Verkstad, Malmö, is building a submarine rescue vehicle (URF) for military and civilian purposes. The theoretical and experimental background for the dynamics of the submarine is incomplete. One misses for example a total model for the submarine, that is, what happens when you pull the control lever. Such a model suitable for simulations on a computer in the simulation language SIMNON is constructed. In the equations of motion hydrodynamic forces, propeller forces and motor equations are included. Controlling the ship is possible by setting wanted values of the propellers rotating speed. Outputs are position, velocities and the rotating speed of the propellers.

RE-179 June 1976  
 Nilsson, Anders

(L. Andersson  
 B. Wittenmark)

### Implementering av kvotregulator på mikrodator

Kvotregulatorn, som definieras av sambandet  $u(t) = y_r u(t-1)/y(t)$  (u insignal, y verklig utsignal och  $y_r$  önskad utsignal på det system som skall styras), har undersökts huvudsakligen ur praktisk synvinkel i detta examensarbete.

En mikrodator av typ Intel 4040 har använts för att utföra beräkningarna i algoritmen och för att administrera signalflödet.

Enheter har byggts upp för att kunna mäta spänningar och temperaturer på processer och föra in dessa mätvärden i datorn samt för att kunna ställa ut en styrsignal.

Ett basprogram som realiserar algoritmen och som upptar ca 325 minnesceller har skrivits i ett assemblerspråk för Intel 4040. Modifikationsmöjligheter har angivits i rapporten.

Experiment visar att kvotregulatorn fungerar på första och andra ordningens system och eliminerar störningar tillfredsställande. Regulatorn är känslig för val av samplingstid, speciellt har den nackdelen att kräva mycket långa samplingsintervall vid långsamma system. De viktigaste fördelarna med kvotregulatorn är att inga parametrar i processen behöver vara kända och att det inte blir något stationärt fel i utsignalen.

### Implementation of a quotient regulator on a micro computer

The regulator defined by the expression  $u(t) = y_r u(t-1)/y(t)$  (where u is the input signal, y is the measured output signal and  $y_r$  is the reference output signal of the process which is to be controlled) has been examined mainly from a practical point of view.

A micro computer (Intel 4040) has been used to execute the calculations of the algorithm and to administrate the flow of signals.

Units have been built to be able to measure voltages and temperatures on processes and then put these measurements into the computer, and reversely to be able to put out a control signal.

A basic program, which takes about 325 memory cells, has been written in assembly language for Intel 4040. Some modifications of the program have been mentioned in the report.

Experiments indicate that the regulator works on systems of first and second order and in a satisfactory way eliminates disturbances. The sampling time is a very critical parameter. Especially the regulator has the disadvantage to require very long sampling intervals when the process is slow. The most important advantages of the algorithm are the lack of a stationary error in the output signal and that you do not have to know any parameters of the process.

RE-180 June 1976  
Rehnberg, Gunnar

(L. Bjurström, Bofors,  
B. Wittenmark)

Ett praktiskt exempel med mikrodatorn Intellec-4-Mod 4 som regulator

Examensarbetet visar hur en del av ett analogt riktsystem till pjäser kan ersättas med ett program i en mikrodatör. Det analoga systemet bestod av ett filter av andra ordningen, som används för att följa målet, en olinjär funktion för att söka upp målet, samt några övriga kretsar. I underlaget från Bofors AB krävdes en digital motsvarighet till detta system.

I samråd med företaget beslutades att dess nyligen inköpta mikrodatör Intellec 4 mod 4, avsedd för ett annat projekt, skulle användas. Företagets önskemål om en bredare erfarenhet av denna, samt svårigheterna att vid den aktuella tidpunkten erhålla en mikrodatör med bättre prestanda bidrog till detta beslut.

Examensarbetet utfördes på Bofors AB. Resultatet visar att mikrodatorn mycket exakt åstadkommer de matematiska funktioner som krävdes. Räknetiden för andragsgradsfiltret blev dock så lång, att samplingsfrekvensen fick sänkas. Detta medförde att det totala systemet blev långsammare. Rapporten innehåller även råd och anvisningar hur man skall programmera mikrodatorn och hur den är uppbyggd.

A practical example when using Intellec 4-Mod 4 as a regulator

The report shows how a part of an analogical level system to a piece can be replaced by a program in a micro computer. The analog system consisted of a second order filter used to follow the target, a non-linear function used to seek for the target, and a few other circuits. From Bofors Limited, it was desired to have a digital correspondence to this system.

In consultation with the company it was decided, that the quite recently bought micro computer Intellec 4 mod 4, intended for

another project, should be used. The company's wish for a wider experience and the difficulties at the actual time to get a micro computer with better performance, contributed to this decision.

The examination work was performed at Bofors Limited. It was then established that the computation time was too long. The result of this was that the micro computer solved the task a bit worse than the analog system. The report also contains advices and instructions in programming the micro computer and how it is built up.

RE-181 June 1976

Flato, Jerzy

Hodosi, Georg

(I. Gustavsson

B. Wittenmark)

### Dynamikstudier på ett ångkraftverk

Avsikten med examensarbetet är att med hjälp av frekvens- och stegsvarsanalys bygga en modell för ett ångkraftverk och använda den för att konstruera ett reglersystem.

Med hjälp av mätningarna gjorda på Örebro värmekraftverk bestämdes de viktigaste ångtryckens och temperaturprocessernas överföringsfunktioner.

Utgående från överföringsfunktionerna analyserades några alternativa dynamiska modeller för kraftverket. En av dessa användes sedan för simulering.

De ur reglersynpunkt viktiga mätsignaler återkopplades och lämpliga regulatorparametrar simulerades fram. Till det användes ett interaktivt dataprogram SIMNON. Simulering av de återkopplade systemen visar att regulatorerna uppfyller de uppställda kraven.

### Investigation of the dynamics of a steam power plant.

The goal of this work is to build a dynamic model for a steam power plant, using frequency and step-response analysis and use it for construction of a control system.

By using measurements at a power plant in Örebro, the transfer functions for the most important steam pressures and process temperatures were determined. With those transfer functions as a ground several alternative dynamical models were analysed. One of them was used for computer simulations.

The process outputs that were important for controlling purposes were fed back and controlled, and the parameters of the controllers were chosen by repeated simulations. The interactive computer program SIMNON was used. The simulations of the feedback systems showed that the controllers satisfied the requirements.

RE-182 June 1976  
Kiziroglu, George

(B. Wittenmark  
L. Andersson)

Implementering av en självinställande regulator på en mikro-  
dator

Ändamålet med detta examensarbete är att visa hur en mikro-  
dator, Intel 8080, kan användas för att implementera själv-  
inställande regulatorer.

I rapporten framförs en del teori, mjukvarulösningen, och en  
del gjorda experiment.

Programminnesutrymmet är ungefär 1.4K Bytes och dataminnesbe-  
hovet är 0.5K Bytes.

Självinställande regulatorn har undersökts på olika processer  
som har simulerats på en analogmaskin.

Implementation of a self-tuning regulator on a micro computer

The main purpose with this master thesis is to show how a mic-  
ro computer, Intel 8080, can be used to implement self-tuning  
regulators.

The report presents some theory, the software solution, and  
some experiments.

The program memory requirement is about 1.4K Bytes, and the  
data memory needed is 0.5 K Bytes.

The self-tuning regulator has been used on different processes  
simulated using an analog computer.

RE-183 June 1976  
Sixtensson, Inge

(B. Wittenmark  
T. Glad)

### Extremalsökande algoritmer för mikrodator

Denna rapport behandlar två extremalsökande algoritmer nämligen Fletcher-Reeves metod och metoden Absolute Bias. Den förra metoden bygger på teorin om konjugerade riktningar medan den senare är en slumpsökningmetod. Dessa algoritmer har programmerats i FORTRAN och testats med olika parametervärden. Detta har gjorts för att få en allmän uppfattning om deras beteende.

För att överföra FORTRAN-programmen till 8080 maskinkod användes ett högnivåspråk för 8080, HILP, som utvecklats vid institutet för Reglerteknik vid Lunds Tekniska Högskola. För att få en uppfattning om hur pass effektivt språket är har några testprogram körts dels i HILP och dels i PL/M. PL/M är ett av Intel utvecklat högnivåspråk för 8008 och 8080.

Slutligen har programmen för extremalsökning programmerats i HILP och dessa är därmed i stort sett klara för att stoppas in i en 8080 mikrodator.

### Extremal seeking algorithms for a micro computer

This report deals with two extremal-seeking algorithms namely Fletcher-Reeves and Absolute Bias. The former is based on the theory of conjugated directions while the latter is a random search method. These algorithms have been programmed in FORTRAN and tested with different parameter values. This have been done in order to get a general feeling of their behaviour.

When translating FORTRAN-code to 8080 machine language we used a high level language for 8080, HILP, which has been developed at the Department of Automatic Control at Lund Institute of Technology. To get an idea of the effectiveness of HILP, some test programs have been written in HILP and in PL/M. PL/M is a high level language developed by Intel for their 8008 and 8080 micro processors.



Finally the extremal-seeking algorithms have been programmed in HILP and are thereby almost ready to be loaded into an 8080 micro computer.