



LUND UNIVERSITY

Reserapport från Canada och USA 27 februari - 28 augusti 1974

Wittenmark, Björn

1974

Document Version:
Förlagets slutgiltiga version

[Link to publication](#)

Citation for published version (APA):

Wittenmark, B. (1974). *Reserapport från Canada och USA 27 februari - 28 augusti 1974*. (Travel Reports TFRT-8012). 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

RESERAPPORT FRÅN CANADA OCH USA
27 FEBRUARI - 28 AUGUSTI 1974

B.WITTENMARK

Rapport 7429 (C) Oktober 1974
Inst.för Reglerteknik
Lunds Tekniska Högskola

TILLHÖR REFERENSBIBLIOTEKET

UTLÅNAS EJ

RESERAPPORT FRÅN CANADA OCH USA 27 FEBRUARI - 28 AUGUSTI 1974

B. Wittenmark

SAMMANFATTNING

Reserapporten behandlar den forskning jag bedrev framför allt i Calgary och på Brown University. Vidare redovisas intryck från besök vid ett antal industrier och universitet i Canada och USA. Framför allt har jag besökt reglertekniska institutioner och industrier med pappersteknisk anknytning.

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1. INLEDNING

2. EGEN VERKSAMHET

- 2.1 En adaptiv regulator för distribuerade system
- 2.2 Översiktsartikel om stokastiska adaptiva regulatorer
- 2.3 En suboptimal dual adaptiv regulator
- 2.4 Prediktion av naturgaskonsumption
- 2.5 Styrning av glidande fallskärmar

3. KONFERENSER

- 3.1 CEC'74, Calgary, 23-25 maj 1974
- 3.2 CPPA Workshop, Thunder Bay, 10-11 juni 1974
- 3.3 International Symposium on Dynamical Systems, Providence, 12-16 augusti 1974

4. STUDIEBESÖK PÅ UNIVERSITET OCH INDUSTRIER

- 4.1 University of Calgary
- 4.2 Alberta Gas Trunk Line Limited Company, Calgary, 9 april 1974
- 4.3 MacMillan Bloedel, Vancouver och Powell River, 30-31 maj 1974
- 4.4 Canadian Forests Products, Port Mellon, 31 maj 1974
- 4.5 Lakehead University, Thunder Bay, 10 juni 1974
- 4.6 University of Alberta, Edmonton, 14 juni 1974
- 4.7 System Science, UCLA, Los Angeles, juli 1974
- 4.8 Stanford University, Stanford, 9 juli 1974
- 4.9 Measurex Corporation, Cupertino, 9 juli 1974
- 4.10 Systems Control Inc., Palo Alto, 10 juli 1974
- 4.11 Brown University, Providence, juli-augusti 1974
- 4.12 Harvard University, Cambridge, 5 augusti 1974
- 4.13 University of Montreal, Montreal, 26 augusti 1974
- 4.14 Canadian Pulp and Paper Research Institute, Pointe Claire, 27 augusti 1974

5. LISTA ÖVER SEMINARIER

1. INLEDNING

Vistelsen i Canada och USA ägde rum under tiden 27 februari - 28 augusti 1974. Resan var möjlig att genomföra tack vare bidrag från:

Sverige-Amerika Stiftelsen
Nils Troedssons resestipendium
Södra Sveriges Skogsägares Förbund
Knut och Alice Wallenbergs stiftelse
Institutionen för reglerteknik, LTH
University of Calgary
Brown University

Jag vill härmed uttrycka min stora tacksamhet för dessa bidrag.

Under tiden 28/2 - 28/6 var jag vid Department of Electrical Engineering vid University of Calgary. Med Los Angeles som fast punkt besökte jag Kalifornien 28/6 - 21/7. Den sista tiden 21/7 - 25/8 var jag vid Department of Engineering vid Brown University, Providence.

Under min vistelse i olika delar av Canada och USA besökte jag också andra universitet och några industrier av intresse ur reglerteknisk synpunkt. Framför allt försökte jag komma i kontakt med folk inom massa och pappersindustrin.

Som en sammanfattning av mina intryck vill jag peka på följande:

- * Universiteten i Canada och USA har en mycket bättre tillgång till datorer än vad vi har i Sverige. Datorerna används som verktyg i undervisningen på alla nivåer. Datorerna är lätt tillgängliga genom ett stort antal terminaler.
- * På de reglertekniska institutioner jag besökte hade man mycket lite laborativ verksamhet. Det stora undantaget är Department of Chemical Engineering vid University of Alberta, Edmonton.
- * På universiteten (i varje fall i Canada) har man ett stort utbud av kurser för industrin.

- * Jag såg få tillämpningar på "modern reglerteknik" men man kan märka ett växande intresse för dessa. Både universiteten och industrierna är mycket intresserade av de självinställande regulatorerna
- * I den kanadensiska pappersindustrin är man mycket kraftigt inriktade på dedicerade nyckelfärdiga system. Bland undantagen märktes företagen MacMillan Bloedel och Canadian Forests Products, som jag besökte i Brittish Columbia.

2. EGEN VERKSAMHET

Min egen forskning har varit koncentrerad kring fem olika projekt:

Undersökning av en adaptiv regulator för distribuerade system
 Insamling av material till en översiktsartikel om adaptiva system
 Undersökning av en suboptimal dual regulator
 Tillämpningsexempel på självinställande prediktorn
 Styrning av glidande fallskärmar

I det följande kommer en kort beskrivning av de olika projekten och de resultat som har kunnat erhållas.

2.1 En adaptiv regulator för distribuerade system

Vid Prof. Hamzas institution i Calgary höll Dr A Salama på med en undersökning av en adaptiv regulator för distribuerade system. Regulatorn finns beskriven i:

Sheirah M A: Adaptive control of distributed systems, PhD thesis, University of Calgary, 1973.

På vanligt sätt är regulatorn baserad på separation mellan identifiering och reglering. Systemen man skall styra antas beskrivna av en partiell differentialekvation med okända parameterar. Dessa parametrar estimeras med en minsta kvadrat algoritm som finns beskriven i:

Hamza M H, Sheirah M A: On-line identification of distributed parameter systems, Automatica, Vol 9, p 689-698, 1973.

Med hjälp av de identifierade parametrarna estimeras tillstånden i en diskretiserad modell av processen. På basis av tillstånden bestäms en optimal regulator som en återkoppling från samtliga estimerade tillstånd. Regulatorn finns beskriven i:

Hamza M H, Sheirah M A: Optimal control of distributed parameter systems, Int Journal of Control, Vol 19, No 5, p891-902, 1974.

Det visade sig att denna regulator emellertid ej fungerade tillfredsställande trots att Sheirah hade gode resultat dels för bara identifiering och dels för bara styrning. Genom simuleringar och jämförelser med den optimal regulatorn kunde vi visa att problemen kom från samverkan mellan parameteridentifieringen och tillståndsestimeringen. Man var tvungen att ha goda initial gissningar på såväl parametrarna som tillstånden för att regulatorn skulle fungera bra. Det tycks vara precis samma typ av problem som man får för utvidgade Kalmanfilter.

Projektet avslutades efter detta dels på grund av svårigheterna att få regulatorn att fungera tillfredsställande och dels på grund av att Dr Salama återvände till Egypten när jag hade varit i Calgary cirka en månad.

2.2 Översiktsartikel om stokastiska adaptiva regulatorer

Under min vistelse i Canada och USA har jag utnyttjat biblioteken på de olika ställena för att samla in material om adaptiva regulatorer. Från början var min avsikt att skriva en översiktsartikel om adaptiva regulatorer. Det finns emellertid flera bra artiklar över olika delområden. Det skulle därför bli ett dubbelarbete att göra en ny artikel av hela fältet, jag beslöt därför att begränsa artikeln till stokastiska adaptiva regulatorer. För detta område finns det inte några översikter och dels råder det en viss förvirring när det gäller olika begrepp.

Jag samlade in material på tre olika sätt:

Systematisk genomgång av tidskrifter och konferenspapper.

Genomgång av referenslistorna i de olika artiklarna, som jag hittade.

Diskussion med olika personer, som arbetar med adaptiva system.

Under vistelsen på Brown University skrev jag en första version av artikeln.

De stokastiska adaptiva regulatorerna kan delas upp i neutral och duala regulatorer. Dessa kan sedan delas upp i undergrupper beroende på vilka

modeller, förlustfunktioner etc. som man använder sig av. Framför allt när det gäller duala regulatorer råder en rätt stor förvirring när en regulator kan sägas ha duala egenskaper eller ej. Detta har gjort det ganska besvärligt att systematisera de olika metoderna som är föreslagna i litteraturen.

2.3 En suboptimal dual adaptiv regulator

Under arbetet med översiktsartikeln fick jag en idé till hur man kan göra en suboptimal dual regulator för en klass av system med stokastiska parametrar.

Antag att processen kan beskrivas med modellen

$$y(t) = \varphi(t) \theta(t) + e(t)$$

där

$$\varphi(t) = [-y(t-1) \dots -y(t-n) \ u(t-1) \dots u(t-n)]$$

$$\theta(t)^T = [a_1(t) \dots a_n(t) \ b_1(t) \dots b_n(t)]$$

Om man minimerar förlustfunktionen

$$V_1 = E y(t+1)^2$$

med avseende på $u(t)$ får man en "försiktig" (cautious) neutral regulator, dvs regulatorn tar hänsyn till osäkerheterna i parametrarna. Denna typ av regulatorer finns beskrivna i bl.a.:

Aström K J, Wittenmark B: Problems of identification and control, Journal of Mathematical Analysis and Applications, Vol 34, No 1, p 90-113, 1971.

Regulatorn är lätt att bestämma men har den nackdelen att styrsignalen "somnar in" om parameterosäkerheterna blir för stora. Ett sätt att undvika insomningen är att minimera förlustfunktionen

$$V_2 = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N E y(t+i)^2$$

med avseende på $u(t), \dots, u(t+N-1)$. Man får då en dual regulator. Det är emellertid svårt att bestämma den optimala regulatorn annat än i mycket enkla fall. Svårigheterna kommer ifrån de numeriska beräkningarna.

Idén för den suboptimal duala regulatorn är att modifiera förlustfunktionen V_1 till

$$V_3 = E y(t+1)^2 + f(P(t+2))$$

där $f(\cdot)$ är en linjär funktion i osäkerheterna hos parametrarna. Styrsignalen som minimerar V_3 måste nu kompromissa mellan att göra en bra reglering (litet y) och bra identifiering (små element i P).

Funktionen V_3 kan emellertid ej minimeras analytiskt då V_3 är en fjärde ordningens funktion av $u(t)$. Genom en numerisk minimering kan man emellertid finna den optimal styrsignalen. Simuleringar visar att den nya metoden har goda egenskaper och att den tycks vara bättre än andra föreslagna suboptimala regulatorer för samma klass av system.

Regulatorn finns beskriven i:

Wittenmark B: An active suboptimal dual controller for systems with stochastic parameters. Insänd för publikation i A.C.T.A..

2.4 Prediktion av naturgaskonsumtion

Naturgas är en viktig naturresurs i Alberta. Större delen av gasen skickas via pipelines till östra Canada och USA. Det företag som sköter distributionen i Alberta är Alberta Gas Trunk Line Limited Company (AGTL). Konsumenterna ger varje år sin beräknade konsumtion per månad. Vid AGTL är man intresserade av att göra en bättre prediktion av konsumtionen dels en månad framåt och dels en dag framåt. Detta är av intresse dels för att kunna köpa upp gas i tillräcklig mängd från de producerande enheterna och dels ur underhållssynpunkt. Genom AGTL fick vi månadsdata för januari 1972 - mars 1974 (27 datapunkter!) för två olika system av pipelines, vidare fick vi ettårsprediktionen från konsumenterna. Olika prediktionsmetoder skulle sedan testas på dessa data. Prof. Hamza skulle använda "klassiska" prediktionsmetoder och jag skulle testa den självinställande prediktorn. Än så länge är bara resultaten för den självinställande prediktorn tillgängliga i form av en preliminär rapport. Trots de få datapunkterna visade det sig vara möjligt att göra en bra prediktion en månad framåt. Den självinställande prediktorn tycks vara robust

och kan snabbt ge en bra prediktion även om man har få datapunkter.

Bakgrunden till den självinställande prediktorn finns beskriven i:

Wittenmark B: A self-tuning predictor. Publiceras i IEEE Trans of Automatic Control, december 1974.

2.5 Styrning av glidande fallskärmar

På Brown University har Prof. Allan Pearson ett kontrakt med Airdrop Engineering Laboratory, som syftar till att bestämma regulatorer för glidandefallskärmar. Problemet är att styra fallskärmen till ett bestämt mål trots inverkan av vindstörningar. Problemet kan kondenseras till tre enkla men olinjära differentialekvationer. Det är emellertid svårt att hitta lösningen även för det enklaste fallet med konstant vind. Lösningen leder till elliptiska integraler, vilket gör att man ej kan finna en analytisk lösning. Problemet är formulerat och fallet med konstant vind är beskrivet i:

Pearson A: Optimal control of a gliding parachute system, Technical Report 73-30-AD, US Army Natick Laboratories

Goodrick T E et al: Analysis of various automatic homing techniques for gliding airdrop systems with comparative performance in adverse winds, AIAA 4th Aerodynamic Deceleration Systems Conference, Palm Springs, Calif, May 1973.

Min uppgift i projektet blev att studera fallet med varierande vind och stokastiska störningar. Under den korta tid som stod till förfogande kunde jag i stort sätt bara formulera problemet och diskutera några möjligheter att attackera problemet.

I fallet med varierande vind var det möjligt att reducera problemet till samma ekvationer som för det deterministiska fallet med konstant vind genom att införa en tidsvariabel transformation av tillståndsvariablerna. Även i det stokastiska fallet kommer man att behöva den deterministiska lösningen. Då det ännu ej finns en bra lösning för detta fall kommer arbetet att koncentreras på att hitta en lämplig ad hoc regulator, som kan vara användbar. När detta är gjort kommer man på nytt att studera det stokastiska fallet.

3. KONFERENSER

3.1 CEC'74, Calgary, 23-25 maj 1974

Computers, Electronics and Control 1974 (CEC'74) är en nationell konferens som för andra året hölls i Calgary. Det presenterades 48 papper inom områdena datorer, elektronik och reglerteknik. Jag presenterade ett bidrag: Adaptive control of a paper machine, som behandlar försöken med självinställande regulatorer som Ulf Borisson och jag har utfört vid Gruvöns Bruk. Ett exemplar av proceedings finns vid Institutionen för reglerteknik LTH. Bland de intressantare bidragen kan nämnas:

Tai P: The microcomputer: A new tool for system designers

Dr Tai är från Intel Corporation och hans föredrag gav en översikt av marknaden för mikrodatorer och dess användningsområden.

Field J A: Compiling arithmetic expressions

Föredraget behandlade en modifiering av omvänd polsk notation, som skall vara användbar för kompilatorer för datorer med endast ett ackumulatorregister.

Andrews M: Real time adaptive filters, a least square approach

Beskrev en metod för adaptiva filter, som bygger på en minsta kvadrat identifiering av parametrarna i filtret. För att kunna klara färgat brus måste man serieutveckla och identifiera ett system av hög ordning. Samma problem bör kunna lösas med hjälp av en algoritm baserad på den självinställande prediktorn.

MacGregor J F et.al.: Optimal tuning of PID controllers using dynamic stochastic models

Föredraget behandlade en procedur för automatisk inställning av PID-regulatorer.

Jag diskuterade med många av deltagarna, som visade ett stort intresse för den forskning, som vi bedriver vid institutionen för reglerteknik i Lund. Framför allt var man intresserade av identifiering och av självinställande regulatorer.

3.2 CPPA Workshop, Thunder Bay, 10-11 juni 1974

Konferensen var anordnad av Canadian Pulp and Paper Association. Ändamålet var att diskutera resultaten av en undersökning av användningen av datorer och olika reglermetoder inom den kanadensiska massa och pappersindustrin. Undersökningen genomfördes i slutet av 1973 och finns sammanfattad i:

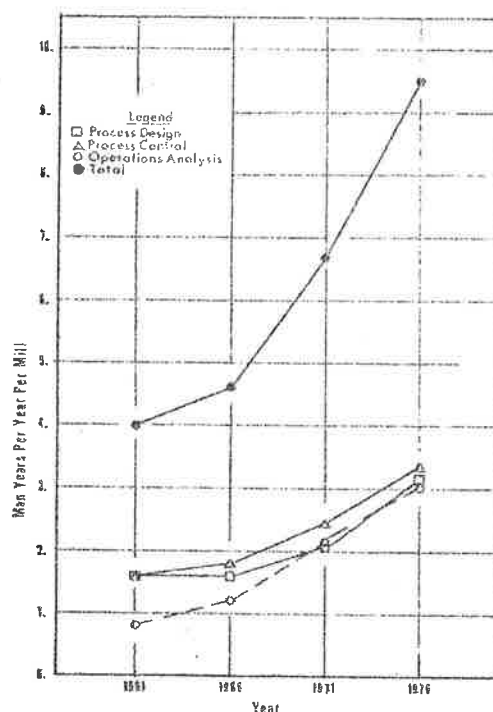
Summary of replies to a survey on a study of computer and control applications in the canadian pulp and paper industry, Canadian Pulp and Paper Association, June 1974.

Rapporten innehåller, förutom en noggrann genomgång av undersökningen, en lång litteraturlista på arbeten inom den kanadensiska pappersindustrin. Genom undersökningen ville man få fram status och trender när det gäller användningen av datorer och olika typer av reglering. Vidare ville man kartlägga de områden där man anser att det behövs förbättringar antingen i form av bättre givare, bättre modeller eller bättre reglering. Genom denna kartläggning vill man visa universiteten och andra forskningsinstitutionen var det behövs en insats.

Det var 65 deltagare på symposiet, huvudsakligen från pappersindustrin, men också från instrument och datorleverantörer och universiteten. Det utmärkande för symposiet var den öppna atmosfären i diskussionerna, där alla var villiga att diskutera sina lösningar på olika problem.

Figur 3.1 nedan visar att man lägger större och större vikt vid konstruktionen och regleringen av processerna. Personalen inom dessa områden har ökat med ca. 50% under de senaste tio åren. De delprocesser, som man lägger ner mest arbete på är pappersmaskinen (41%), blekeriet (18%) och kokarna (16%).

På datorsidan har det skett en enorm expansion under de senaste åren. Av 26 rapporterade installationer var endast 3 gjorda före 1971, medan de övriga 23 var gjorda under 1971, 1972 och 1973. Nitton av dessa 23 installerade datorerna var dedicerade system, som var sålda som "turn key" system av något mätinstrumentföretag. Det är framför allt system för styrning av ytvikt och fukthalt på pappersmaskinen. Man räknar med att det kommer att installeras ytterligare cirka 100 processdatorer under perioden 1973-1980, vilket innebär en ökning på mer än 400%. De dedicerade systemen bidrar kraftigt till denna snabba tillväxt.

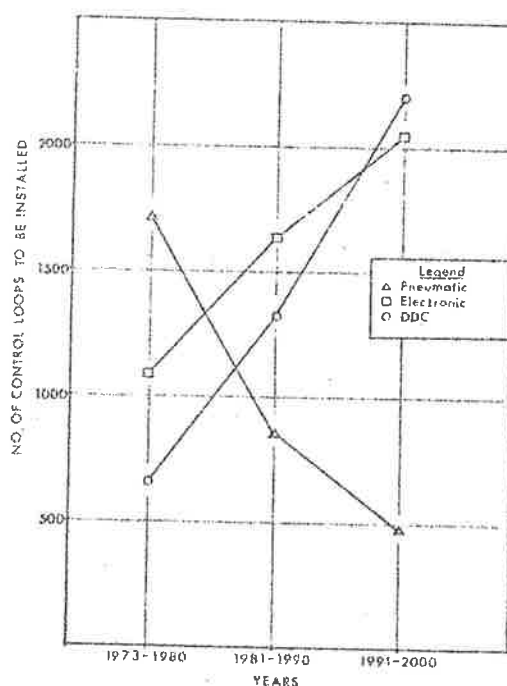


Figur 3.1 Personaltillväxt

På konferensen diskuterades ganska livligt om för och nackdelar med dedicerade system. Man påpekade att det var enkelt och bekvämt att installera ett turn key system. Vidare tycks det vara lättare att övertyga fabriken ledning att köpa ett sådant system än att själv göra all programmering etc. Det är emellertid ganska dyrt med ett dedicerat system om man går ifrån de standardlösningar, som instrumentleverantören kan erbjuda. Vidare uttrycktes farhågor att det kan bli svårt att koppla ihop de olika turn key systemen om man vill göra någon typ av central styrning av hela processen.

Övergången till fler datorstyrda processer återspeglas också i Figur 3.2, som visar fördelningen av pneumatiska, elektriska och datorstyrda reglerloopar.

I undersökningen har man också försökt att hitta de områden där man inom industrin anser att förbättringar skall göras för att kunna få bättre datorstyrda system. Resultatet är redovisat i Tabell 3.1.



Figur 3.2 Framtida fördelningen av pneumatiska, elektriska och datorstyrda reglerloopar.

Rank	Average	Factor
1	4.0	Better sensors for continuous accurate real-time input
2	4.7	More or better studies on economic justification
3	4.9	Better understanding at top management level
4	5.7	More reliable equipment
5	5.8	More qualified technical personnel
6	6.0	Better understanding of functions and what computer can do
7	6.3	Lower cost computers
8	6.6	Lower cost sensors
9	7.6	Technical personnel in greater numbers
10	7.7	Better process models
11	7.8	Better acceptance by operators and labour
12	10.0	Better language for computer programming
13	11.0	More modern control theory
14	12.6	Faster or larger computers

Tabell 3.1 Tabellen visar vilka områden industrin anser vara viktiga för att kunna få bättre datorstyrda system, och för att få datorerna bättre accepterade.

Det största problemet inom pappersindustrin är enligt undersökningen och diskussionerna på symposiet att givarna i många fall inte är tillräckligt bra. De storheter som man helst ville ha nya typer av givare för var: kappa-tal, låg koncentration av fibrer och flisfukthalt.

Fackliga problem i samband med datorinstallationer kom upp i diskussionen vid flera tillfällen. Problemet är framför allt vilka som skall sköta servicen och underhåller av datorerna. Fackföreningarna vill göra det med folk från fabriken och ej med folk från datorfirmorna.

Under konferensen diskuterade jag med många personer från industrin. Man menade att det fanns en del vinster att hämta genom bättre styrning av många delprocesser, bland annat nämndes kokare, blekeri och pappersmaskinen.

Jag diskuterade också självinställande regulatorer med Prof. Pierre Bélanger från McGill University i Montreal. Han berättade att han arbetar på en identifieringsalgoritm, som kan användas för att identifiera parametrarna i modeller av typen

$$A(q^{-1})y(t) = B(q^{-1})u(t-k) + C(q^{-1})e(t)$$

Han vill sedan använda denna algoritm för att göra en typ av självinställande regulator. Detta kan vara användbart då systemen är ickeminimum fas.

Med Merv Hunter och Larry Wasik från Port Mellon (se avsnitt 4.4) diskuterade jag styrning av blekerier. Det verkar som om denna process kan vara väl lämpad för en självinställande regulator. De var intresserade av detta i Port Mellon och har fått några av våra rapporter.

3.3 International Symposium on Dynamical Systems, Providence 12-16 aug. 1974

Symposiet hölls till minne av Solomon Lefschetz. Cirka 175 personer från större delen av världen deltog i symposiet. Rubrikerna för sessionerna var:

- Functional differential equations
- Qualitative theory
- Partial differential equations
- Ordinary differential equations
- Control of hereditary systems
- Qualitative theory and dynamical systems
- Optimal control theory

Abstract dynamical systems

Ordinary differential equations and Volterra equations

Sammanfattningarna på föredragen finns vid institutionen för reglerteknik,
LTH.

4. STUDIEBESÖK PÅ UNIVERSITET OCH INDUSTRIER

Jag besökte en hel del olika institutioner och industrier. På de flesta ställen höll jag också seminarier. Totalt har jag hållit 11 seminarier, de flesta om de industriella tillämpningarna av de självinställande regulatorerna. En allmän synpunkt, som har kommit fram på de flesta ställen jag har besökt är att man är mycket intresserad av vårt forskningsarbete i Lund, framför allt är man imponerad av att vi har kunnat tillämpa modern reglerteori i industriell miljö.

4.1 University of Calgary

Universitetet i Calgary blev fristående universitet 1966, dessförinnan var det en filial till University of Alberta i Edmonton. Universitetet har cirka 10 000 studenter varav cirka 500 på Engineering uppdelat på fyra sektioner, kemi, väg och vatten, elektroteknik och maskinteknik. Man har kurser i reglerteknik på kemi (R.A. Heidemann) och elektrotekniska (M.H. Hamza) linjerna.

Department of Electrical Engineering

På den elektrotekniska linjen finns det två "undergraduate courses" i reglerteknik: Control systems I and II. Kurserna behandlar klassisk servomekanismteori respektive system på tillståndsform och analys i tidsplanet. I dessa kurser ingår ett par laborationer på analogmaskiner och enkla servosystem. Vidare har man fyra "graduate courses": Design of optimal systems, Optimal control systems, Nonlinear systems analysis och Discrete data control systems. Dessa kurser har ej förelästs de senaste åren utan varit läskurser.

Utrustningen på denna sektion var enkla analogmaskiner och några servosystem som kunde kopplas upp med olika byggbitar: motorer, jämförare, kompenseringsnät, givare etc. På Electrical Engineering hade man också en dator av märke HP i 2100-serien. Datorn användes mest som fourieanalysator och ej i någon större utsträckning för någon reglerteknisk verksamhet.

Prof. Hamza var intresserad av identifiering och styrning av distribuerade system. För tillfället hade han två doktorander.

Department of Chemical Engineering

På kemisektionen har man en kurs, Process dynamics and control, på undergraduate nivå och två kurser, Advanced optimization techniques och Hybrid simulation and control, på graduate nivå. I kursen på undergraduate nivån har

man tre laborationer:

Upptagning av ventilkaraktäristik plus någon enkel reglering
 Reglering av ett nivåsystem (Mycket likt vårt system i Lund)
 Reglering av en värmeväxlare

Övrig utrustning var destillationskolonn, indunstare och två-stegs värmewäxlare. Dessa processer hade utvecklats i samband med doktorsavhandlingar. Processerna kan antingen köras med analoga regulatorer eller anslutas till en hybridmaskin, EAI 680 (analog) och EAI 640 (digital 16k). Till hybridanläggningen finns skiva, magnetband, radskrivare, plotter och kortläsare.

Department of Computer Services

Vid universitetet har man en CDC6400 med 65k kärnminne, trumma, diskar, magnetband, plotter etc.. Till datorn har man 5 terminaler utspridda över hela universitetsområdet där man kan lämna och hämta jobb. Korta jobb utan magnetband hade en väntetid på 2 - 10 min.. För administrationen hade man dessutom en IBM360/50.

Simuleringarna, som jag gjorde, gick via en terminal med kortläsare. För det mesta fick man tillbaka utskrifterna mycket snabbt. För plottning hade man ett bra testprogram, som gav utskrift av axlar och kurvor på radskrivaren. På detta sätt kunde man kontrollera sina skalor och kurvor utan att behöva vänta en dag på att få en misslyckad plot.

Studieplaner

Under tiden för mitt besök diskuterade man ett nytt förslag till studieplaner i Engineering. Först skall man ha ett treårigt program som leder fram till en Bachelor. Denna utbildning skall ej vara yrkesinriktad utan bara innehålla grundläggande tekniska ämnen. Tidfördelningen mellan olika ämnesområden skulle vara:

	<u>Timmar</u>	<u>% av tim.</u>
Engineering Courses	71.5	44.3
Science and Mathematics Courses	48-63	27.9-39
Professional Courses	3-21	1.9-13
Liberal Studies and Related Subjects	24	14.8

Efter detta skall man kunna ta ett tvåårigt master program, som skall innehålla de tillämpade ämnena. Utbildningen skall innehålla mycket övning i

projektarbeten och kommunikation i tal och skrift.

Många av professorerna var ganska kritiska mot förslaget i dess nuvarande utformning, men de grundläggande idéerna tycktes vara accepterade.

4.2 Alberta Gas Trunk Line Limited Company (AGTL), Calgary, 9 april 1974

Prof. Hamza och jag träffade Emery Fodor, som är chef för "technical operation". Avdelningen består av 160 personer varav 29 är ingenjörer.

AGTL hör enligt egen utsago till ett av de mer avancerade företagen i pipeline branchen. Man har för närvarande ca 4000 miles (6400 km) pipelines i Alberta. Gasfälten är privatägda och AGTL köper naturgasen och levererar den sedan vidare till östra Canada och USA. Man levererar ca $1.7 \cdot 10^{15}$ cubicfeet naturgas per år.

Gasen pumpas genom ledningar med en hastighet av ca 20 miles/h och man använder sig av gasturbiner för frampumpningen. I varje pumpstation har man fyra kompressorer; två i serie i två parallella ledningar. För styrningen av 40 kompressorstationer använder man sig av supervisory control från Calgary. Man har en dator SDS med 16k kärnminne och 3M karaktärers magnetbandsminne. Med en bildskärm kan operatören övervaka status på nätet. Datorn kommer snart att bytas ut mot en ny, troligtvis en PDP-11. Överföringen av data sker med radiolänkar. Så småningom kommer man att sluta looparna och låta datorn sköta hela arbetet. Man har mycket goda erfarenheter av datorstyrningen. Man kan efter installationen utnyttja 92% av den maximala kapaciteten hos ledningarna, tidigare låg man på ca 80%.

För styrningen av de fyra kompressorerna i varje pumpstation har man ett enkelt optimeringsförfarande så att man ser till att varje kompressor som är igång arbetar inom ett arbetsområde med god verkningsgrad. Man har också en tillförlitlig statisk modell av sitt system. Denna modell utnyttjades on-line för att styra kompressorstationerna.

På AGTL var man också intresserade av prediktion av gaskonsumtionen och vi fick data från två av deras nät för att kunna pröva olika prediktionsmetoder, se avsnitt 2.4.

4.3 MacMillan Bloedel, Vancouver och Powell River, 30-31 maj 1974

MacMillan Bloedel är ett av Nordamerikas största massa- och pappersföretag med en omsättning av ca \$1 200 000 000 (1973). Min guide under besöket var Bob Michelsen, som är medlem i bolagets systemgrupp.

Besök på systemgruppen

Bolaget har förutom en forskningsavdelning för processteknik en mindre systemgrupp för processreglering. Denna grupp var nu sysselsatt med projektering för en datorinstallation i Powell River.

Dough Miller är ansvarig för en hybridanläggning, som används för simulering av olika delprocesser. Hybridmaskinen var en PDP-15 med tre DEC-tape stationer, ett skivminne och en CRT konsol. Den analoga delen var av fabrikat Applied Dynamic med ca 80 förstärkare och ett större antal servopotentiometrar. En del av de logiska kopplingarna och inställningen av servopotentiometrarna kunde göras från datorn.

Hybridanläggningen har t.ex. använts för simulering av inloppslådor och pappersmaskiner. Vid simuleringarna har man i regel utgått från fysikaliska grundekvationer. Parametrarna i modellen har man sedan justerat in manuellt så att man fått ett rimligt uppförande. Man hade ej funnit det nödvändigt att göra några avancerade identifieringsexperiment, utan menade att parametrarna i de fysikaliska modellerna var ganska okritiska.

Hybridanläggningen har också använts för att utbilda operatörer att manuellt kunna trimma in regulatorer.

Bob Chamberlain var sysselsatt med datorinstallationen i Powell River. Han var just hemkommen från en studieresa i Sverige och Finland. Han hade bland annat besökt Gruvön och Värö och var imponerad av den skandinaviska massa- och pappersindustrin. Han tyckte att Värö var den ur miljösynpunkt bästa anläggningen som han hade sett.

Med folk ur systemgruppen diskuterade jag nyckelfärdiga datorsystem. Man menade att dedicerade system t.ex. för ytvikt- och fukthaltsreglering var bra om man ej ville göra något mer i fortsättningen. Större system menade man att man ej skulle köpa färdiga utan att man inom företaget skulle vara med vid utvecklingen. På detta vis skulle man få tillräcklig kunskap inom företaget så att man i framtiden kan göra egna modifieringar, när leverantören har lämnat systemet.

Besök på fabriken i Powell River

Bruket i Powell River producerar mest tidningspapper och man har en av Nordamerikas största tidningspappermaskiner (1860 ton/dag).

Vi hade en längre diskussion av datorprojektet vid Powell River. Framför allt pratade jag med Bill Cripps, som är ansvarig för datorprojektets genomförande.

Bakgrunden till projektet är att man vid bruket ville ha en bättre reglering av dels tidningspappersmaskinen och dels återvinningsdelen. Inom bolaget var man emellertid ej villiga att satsa för mycket pengar på installationen. Man beslöt därför att driva projektet tillsammans med Electronic Associates of Canada (EA). EA har redan ett dedicerat system för pappersmaskinen men var intresserade av att utveckla ett motsvarande system för återvinningsdelen. MacMillan Bloedels kostnad för projektet blir ca \$ 250 000 för dator med hårdvara samt ett antal månars insats i projektet. Just nu har man 4 man på projektet.

När det gäller projektorganisationen har man sett till att det är produktionsfolk som är huvudansvariga och ej datorfolk. Vidare har man tagit datorprojektet som förevändning att genomföra en stor utbildningskampanj för alla nivåer. Speciellt har man ansett att det är viktigt att processoperatörerna på ett tidigt stadium har blivit utbildade om datorn.

Datorsystemet består av två Varian 620L, som dock är modifierade av EA. Bland annat har man ett helt nytt minnesskydd. En dator skall vara för pappersmaskinen och en för återvinningsdelen. Datorerna skall kommunicera med varandra genom en datalänk, och varje dator är utrustad med 2-3 bildskärmsterminaler. Datorerna skall ha ett kärnminne på 32k och en av datorerna skall ha ett skivminne. Man räknar med att datorerna skall vara installerade under sommaren 1974. Vid mitt besök var all ledningsdragnings klar och de flesta av programmen var skrivna. För att se till att utrustningen kommer att fungera meddetsamma när den ansluts till processen har man drivit igenom en leveranskontroll och ihopkoppling av samtliga delar hos datortillverkaren.

På hårdvarusidan kan dessutom noteras att man har reläer på samtliga ingångar där det kan tänkas att man kan få in 110V spänning. Vidare har man optiska kopplingar för att undvika jordningsproblem.

På mjukvarusidan har den mesta utvecklingen skett på EA. Till systemet har man ett DDC-paket som skall vara mycket flexibelt. Man skall kunna lägga in nya reglerloopar utan att behöva generera om systemet. Vidare skall det vara möjligt för användaren att använda specialskrivna regulatorer. Det skall också finnas möjlighet att köra bakgrundsprogram, t.ex. produktionsrapporter.

Besök på fabriken i Powell River

Bruket i Powell River producerar mest tidningspapper och man har en av Nordamerikas största tidningspappermaskiner (1860 ton/dag).

Vi hade en längre diskussion av datorprojektet vid Powell River. Framför allt pratade jag med Bill Cripps, som är ansvarig för datorprojektets genomförande.

Bakgrunden till projektet är att man vid bruket ville ha en bättre reglering av dels tidningspappersmaskinen och dels återvinningsdelen. Inom bolaget var man emellertid ej villiga att satsa för mycket pengar på installationen. Man beslöt därför att driva projektet tillsammans med Electronic Associates of Canada (EA). EA har redan ett dedicerat system för pappersmaskinen men var intresserade av att utveckla ett motsvarande system för återvinningsdelen. MacMillan Bloedels kostnad för projektet blir ca \$ 250 000 för dator med hårdvara samt ett antal månars insats i projektet. Just nu har man 4 man på projektet.

När det gäller projektorganisationen har man sett till att det är produktionsfolk som är huvudansvariga och ej datorfolk. Vidare har man tagit datorprojektet som förevändning att genomföra en stor utbildningskampanj för alla nivåer. Speciellt har man ansett att det är viktigt att processoperatörerna på ett tidigt stadium har blivit utbildade om datorn.

Datorsystemet består av två Varian 620L, som dock är modifierade av EA. Bland annat har man ett helt nytt minnesskydd. En dator skall vara för pappersmaskinen och en för återvinningsdelen. Datorerna skall kommunicera med varandra genom en datalänk, och varje dator är utrustad med 2-3 bildskärmsterminaler. Datorerna skall ha ett kärnminne på 32k och en av datorerna skall ha ett skivminne. Man räknar med att datorerna skall vara installerade under sommaren 1974. Vid mitt besök var all ledningsdragning klar och de flesta av programmen var skrivna. För att se till att utrustningen kommer att fungera meddetsamma när den ansluts till processen har man drivit igenom en leveranskontroll och ihopkoppling av samtliga delar hos datortillverkaren.

På hårdvarusidan kan dessutom noteras att man har reläer på samtliga ingångar där det kan tänkas att man kan få in 110V spänning. Vidare har man optiska kopplingar för att undvika jordningsproblem.

På mjukvarusidan har den mesta utvecklingen skett på EA. Till systemet har man ett DDC-paket som skall vara mycket flexibelt. Man skall kunna lägga in nya reglerloopar utan att behöva generera om systemet. Vidare skall det vara möjligt för användaren att använda specialskrivna regulatorer. Det skall också finnas möjlighet att köra bakgrundsprogram, t.ex. produktionsrapporter.

DDC-paketet finns delvis beskrivet i:

Bialkowski W L, MacMillan F A: A DDC computer control system for the paper industry, Electronic Associates of Canada Ltd.

I den första fasen skall man ha 25-30 DDC-loopar i varje dator. För samtliga loopar skall man ha analog backup med hjälp av CAM-stationer (Computer, Automatic, Manual). De flesta looparna kommer att ha digitala PI-regulatorer som skall justeras in manuellt. Några loopar skall ha "adaptiv" förstärkning, dvs förstärkningen skall vara beroende av någon processvariabel på ett förutbestämt sätt.

På pappersmaskinen skall man ha reglering av:

- ytvikt och fukthalt
- inloppslåda
- hastighetsreglering
- styrning av torkpartiet.

När det gäller återvinningsdelen var man relativt förtegen vad man skulle göra. Man skall dock styra sodapannan, sodalösaren och mesaugnen. På kokaren skall man styra flisnivån och vidare skall man ha en kappatalets prediktor baserad på en tvåstegsmodell av kokaren. Genom datorstyrningen av kokaren räknar man med att minska standardavvikelsen i kappatalet med en faktor 2.

Slutligen skall man också göra en del styrning i blekeriet. Man skall bl.a. ha en framkoppling från en optisk vithetsmätare i de första stegen till det sista steget.

Sammanfattningsvis kan man säga att personalen inom systemgruppen var mycket optimistiska och hade stora förväntningar på utfallet av datorstyrningen. Erfarenheterna från datorinstallationen skall kritiskt granskas efter ett år. De områden där man väntar sig att se förbättringar är dels bättre materialbalans och dels mindre variationer i olika processvariabler. Man väntar sig också att bruket skall bli bättre ur miljösynpunkt bl.a. genom en mindre kemikalieåtgång och bättre återvinning.

4.4 Canadian Forest Products, Port Mellon, 31 maj 1974

Canadian Forest Products har en massafabrik i Port Mellon. Delar av produktionen där är datorstyrd. Man producerar ca 650 ton massa per dag. Jag träffade Merv Hunter, som är ansvarig för datorinstallationen.

Datorprojektet på Port Mellon startade 1969 med reglering av sex loopar i blekeriet, nu har man 15 loopar. Datorn används för "supervisory control" dvs den ställer in referensvärden på analoga regulatorer.

Datorn är en IBM 1800 med 24k kärnminne och två skivminnen, med utbytbara skivor med varder 0.5M ord. Operativsystemet som man använder är TSX och ej MPX som man har på Gruvöns Bruk.

Man har goda erfarenheter när det gäller driftsäkerheten hos datorn. De hade inga siffror tillgängliga men datorn går mycket mer än 90% av tiden. Operatörerna använder datorstyrning ca 80% av produktionstiden.

Det är intressant att notera att man anser att datorn var ekonomiskt försvarbar med bara sex loopar. Kostnaderna har varit ca \$150 000 för datorn och lika mycket för övrig hårdvara, dvs instrument, kabeldragning, kontrollrum etc.. Dessutom har man satt in ca 20 manår för mjukvaran. Just nu är det 2.5 man heltid på datorsidan.

Vinsterna med datorinstallationen har man fått dels genom bättre materialbalans och dels genom minskade variationer i en del processvariabler. För chlorine hade man minskat åtgången med ca 25%. Standardavvikelsen för ketalet i kokaren har man förbättrat från 2.35 till 2.00. Man räknar med att detta innebär en vinst på ca \$20 000/år.

För att simulera olika processer har man utvecklat ett simuleringspaket, JANET, som är ganska likt CSMP. Paketet skall vara lätt att använda och har varit användbart vid framtagna av nya reglerstrategier. JANET finns beskrivet i:

Wasik L S: JANET, a digital-analog-simulator program,
Canadian Forest Products, Port Mellon, B.C.

I artikeln finns också programlistningar.

4.5 Lakehead University, Thunder Bay, 10 juni 1974

I samband med CPPA's symposium i Thunder Bay fick vi tillfälle till en kort rundvandring i laboratorierna på Lakehead University. Jag ger bara en lista över den utrustning och de laboratorieprocesser jag såg på de olika sektionerna

Chemical Engineering

Flöde och koncentrationsreglering av ett pappersmassa system. Endast flödesregleringen hade man fått att fungera ordentligt.

Mechanical Engineering

Numerisk verktygsmaskin

Motorer av diverse slag, diesel, bensen

Vindtunnel för experiment i strömningslära

Universitetets ångcentral användes också för experiment

Electrical Engineering

Pneumatiskt flöde och nivåsystem, som var likt vårt system i Lund

Analog processmodell (Special purpose analog computer)

Liten analogmaskin

Servo av fabrikat Feedback

4.6 University of Alberta, Edmonton, 14 juni 1974

Jag var inbjuden till Department of Chemical Engineering, där jag träffade Dale Seborg, Grant Fisher (chairman) och Red Wood. Dessa var intresserade och jobbade aktivt med reglerteknik. Framför allt var man intresserad av att tillämpa modern reglerteori på laboratorie eller industriella processer. Några typiska arbeten är:

Seborg D E et.al.: An experimental evaluation of state estimation in multivariable control systems, IFAC Symposium, Zürich, March 1974

Oliver W K et al: Model reference adaptive control based on Liapunov's direct method, Part I and II, Chem. Eng. Commun. Vol 1, p 125-132, p 133-140, 1973.

Dale Seborg hade strax innan jag kom startat ett masterprojekt på en indunstare där man skall pröva en självinställande regulator.

Vid Department of Chemical Engineering har man fem undergraduate kurser i reglerteknik: Introduction to real-time computer applications, Process dynamic I and II, Process dynamics and control och Computer applications in process control. Jag har fått några laborationshandledningar till en av dessa kurser. Vidare har man tre graduate kurser: Real-time computer applications, Dynamics of process systems och Advanced topics in process control. Man har således en stor satsning på reglerteknik för kemisterna.

Man har pilotprocesser av olika slag:

indunstare

destillationskolonn

värmeväxlare

nivå-flödes system med flera tankar.

I anslutning till Chemical Engineering finns DACS Centre (The Data Acquisition, Control and Simulation Centre). Figur 4.1 visar vilken utrustning som man förfogar över vid DACS.

Samtliga pilotprocesser kan enkelt anslutas till datorsystemet. Man kan styra med datorn genom att använda egna program eller utnyttja ett DDC-paket. Till dator systemet finns flera terminaler bl.a. för att kunna simulera, vidare finns ett antal gaskromatografer anslutna till systemet. Jag har en verksamhetsberättelse från DACS, där olika projekt är beskrivna.

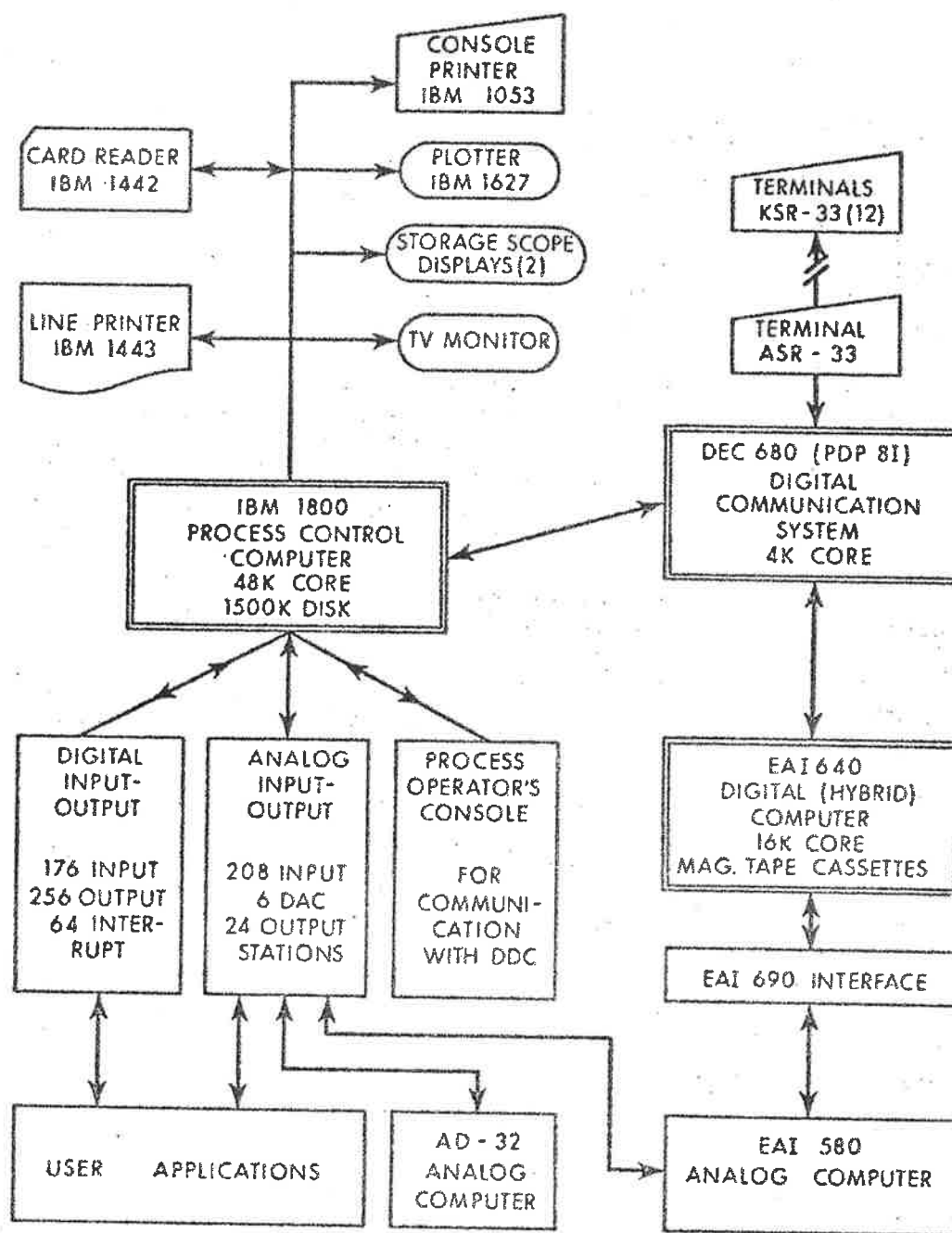


Fig 4.1 Blockdiagram över utrustningen vid DACS Centre, University of Alberta, Edmonton.

4.7 System Science, UCLA, Los Angeles, juli 1974

På UCLA träffade jag Don Wiberg, George Swanson och Masanao Aoki. Jag höll ett seminarium om tillämpningen av de självinställande regulatorerna.

Tiden jag var i Los Angeles utnyttjade jag till att samla in material till översiktsartikeln om adaptiva system. Biblioteket på UCLA hade en bra sortering framför all när det gällde proceedings från konferenser.

En utförligare beskrivning av verksamheten vid System Science finns i Per Haganders reserapport 7426 (C).

4.8 Stanford University, Stanford, 9 juli 1974

Per Hagander och jag besökte Tom Kailath's institution på Stanford. Kailath var sjuk, men vi träffade honom den 10/7 på Systems Control. Per Hagander fick då tillfälle att diskutera operatoranalys med honom och jag diskuterade artikeln om den självinställande prediktorn som skall komma i IEEE Transaction of Automatic Control i december 1974.

På Stanford träffade vi tre av Kailath's studenter: G S Sidhu, M Morf och B Dickinson.

4.9 Measurex Corporation, Cupertino, 9 juli 1974

På Measurex träffade Per Hagander och jag: Dave Stepner, Al Shaikh (ansvarig för reglering), Chuck Wells, Eric Dahlin och Bill Robinson (chef för mjukvarugruppen). Man var intresserade av adaptiv styrning. Man ansåg att flera loopar på pappersmaskinen och i blekeriet kunde vara lämpliga att styra med hjälp av en adaptiv regulator. Nils Leffler, som för tillfället ej var där, hade gjort digitala simuleringar med STURE och hade startat med några hybridsimuleringar. Jag höll ett informellt seminarium där vi diskuterade STURE's egenskaper. De verkade vara väl inlästa på området.

Measurex levererade 103 dedicerade system under 1973, framför allt till pappersindustrin, men också till textil-, plast-, metall- och tobaksindustrierna. På papperssidan hade man 1973 över 200 system installerade eller i order. Vi fick en demonstration av deras senaste produkt, System 2000, som var mycket imponerande.

Systemet är uppbyggt kring en HP dator. För att slippa använda en skiva, eller annat massminne, är datorns minneskapacitet expanderbart till 512k ord. Detta medför ökad tillförlitlighet och enklare programmering. För att få ett så flexibelt system som möjligt och för att underlätta installationen så sker all dataöverföring mellan de olika enheterna i serieform över en tvåledare.

Operatörskonsolerna består av en fyrfärgs TV-monitor och knappsatser. För utskrifter har man en kombinerad printer/plotter. Genom att trycka på olika knappar kan man se profiler på fukthalt och ytvikt längs och tvärs pappersmaskinen. Man kan också få fram fördelningen av t.ex. fukthalten över den senaste tidsperioden. Vidare har man tillgängligt alla år- och börvärden. Börvärdena kan ändras med en knappsats. En viktig del i systemet är produktionsrapporterna, som skrivs ut automatiskt eller genom order.

4.10 Systems Control Inc., Palo Alto, 10 juli 1974

Systems Control har ca 180 personer anställda. Ca 120 är "professionals" och av dessa har ca 60 en PhD. Man har från början byggt upp företaget kring kontrakt från försvaret, men man försöker nu mer och mer att få civila kontrakt. Företaget är helt mjukvaruinriktat, dvs gör utredningar och system utan att leverera någon hårdvara.

På Systems Control träffade Per Hagander och jag: Bob Larson, Yaakay Bar-Shalom, John Anton, Adrian Segalloch och Mark Davis (på besök från Imperial College, London). Jag höll ett seminarium om självinställande regulatorer, som man var mycket intresserade av.

Jag diskuterade duala regulatorer med Bar-Shalom, bl.a. praktiska exempel där det kan vara nödvändigt med en dual regulator. Han hade simulerat en raket med osäkerhet i startvinkeln och för vilken man sedan med så stor sannolikhet som möjligt vill träffa ett mål. Det visar sig att man skall göra lite styningrepp för att identifiera systemet ordentligt. Beräkningarna för deras suboptimal duala regulator tog mycket lång tid, men han menade att när man vet ungefär hur banan skall se ut så kan man göra en enklare regulator kring en nominell bana. Samtalet bekräftar att duala regulatorer kan vara bra i två fall. För det första då parametrarna i systemet varierar mycket kraftigt och för det andra när man har en kort tidshorisont.

4.11 Brown University, Providence, juli-augusti 1974

Min verksamhet vid Brown finns beskriven i avsnitten 2.2 och 2.5. Jag höll dessutom en seminarierie om adaptiva system. På Brown träffade jag förutom Allan Pearson också Harold Kushner, Tom Banks, Peter Falb och W A Wolovich.

Allan Pearson hade för tillfället fem master och doktors studenter. Själv höll han på med en identifieringsmetod för MK-modeller med vilken det skall vara möjligt att eliminera inverkan av initialtillstånd. Metoden är en off-line metod som bygger på filtrering av data genom ett icke kausalt filter. Han har lovat att skicka över material när det finns något nedskrivet.

4.12 Harvard University, Cambridge, 5 augusti 1974

På inbjudan av Raman Mehra höll jag ett seminarium om självinställande regulatorer. Mehra hade börjat intressera sig för suboptimala duala regulatorer. Hans idé var att använda den typ av optimala insignaler som han har skrivit om den senaste tiden. Mehra menade att suboptimala duala regulatorer kan vara användbara i ekonomiska system där det är viktigt att på så kort tid som möjligt uppnå önskat resultat.

Mehra hade en student som var intresserad av självinställande regulatorer. Han skulle titta på konvergenssegenskaper när man använder olika identifieringsmetoder.

På Harvard träffade jag också Roger Brockett och Jan Willems.

4.13 University of Montreal, Montreal, 26 augusti 1974

Jag besökte Centre de Recherches Mathematiques där jag träffade Michell Delfour och Andrzej Manitius. Detta är ett rent forskningscentrum för matematik och tillämpad matematik och är en del av University of Montreal.

Jag diskuterade bl.a. med Manitius som hade gjort lite arbete på identifiering av parametrar i kemiska reaktioner. Man har i princip använt en andra ordningens minimeringsmetod för att hitta parametrarna. Resultat finns i:

Manitius A, Szuniewicz R: Estimation of parameters in differential equations of reaction, Chemical Eng. Science, publiceras under 1974.

4.14 Canadian Pulp and Paper Research Institute, Point Claire, 27 augusti 1974

CPPRI är den kanadensiska motsvarigheten till Träforskningsinstitutet. Institutet grundades 1925 och finansieras till största delen av industrin för att göra forskning inom områden som är av generellt intresse. Staten bidrar genom att t.ex. ställa byggnader till förfogade och genom att stödja en del projekt. Det är också möjligt för institutet att göra speciella projekt för enskilda industrier. Institutet har ca 250 anställda varav 100-120 är "professionals". Gruppen för reglering, 5-10 man, leds av Joe Tasman och har varit verksam i 3 år. Man är inom denna grupp ej direkt inriktade på att lösa regleruppgifterna för olika enhetsprocesser, pappersmaskin, kokare etc., för det menar man att företag som Electronic Associates och Measurex är bättre rustade för. Gruppen har istället koncentrerat sig på två områden. Dels är man intresserade av produktionskontroll och hur en förbättring i en delprocess påverkar hela fabriken uppförande. För det andra är man intresserade av användningen av mini- och mikrodatorer. Man tror att man i industrin skall göra egna små reglerloopar för mindre delprocesser med hjälp av datorer. Detta projekt skall uppmuntra till att använda mindre datorsystem och avdramatisera datorerna.

Från det första projektet har jag en rapport:

Rogers J H, Roche A A, Tasman J E: A systems approach to process control, CPPRI PPR/90, Oct 1973.

I denna rapport behandlas hur man kan undersöka effekten av en förändring i en delprocess genom att i princip ställa upp en känslighetsmodell. Man kan då undersöka hur ändringen i vinsten påverkas av olika variabler. Man ger ett enkelt realistiskt exempel hur en bättre styrning av k-talet påverkar processen vid olika produktionsbegränsningar som t.ex. i trätillgång, kokare, återvinningsdel och marknaden. Man menar att det är relativt lätt att för olika fabriker plocka fram relevanta data. När en sådan modell är framtagen skall den kunna användas för att optimera hela tillverkningsprocessen.

På CPPRI träffade jag Jim Rogers (som också var i Thunder Bay), Alain Roche och Joe Tasman (chef för reglertekniska avdelningen).

5. LISTA ÖVER SEMINARIER

Industrial applications of a self-tuning regulator, University of Calgary,
Calgary, 14 maj 1974

Adaptive control of a papermachine, Computers, Electronics and Control 1974,
Calgary, 25 maj 1974

Industrial applications of a self-tuning regulator, University of Alberta,
Edmonton, 14 juni 1974

Industrial applications of a self-tuning regulator, System Science UCLA,
Los Angeles, 11 juli 1974

Industrial applications of a self-tuning regulator, Systems Control Inc.,
Palo Alto, 10 juli 1974

Adaptive control - A general survey, Brown University, Providence,
30 juli 1974

Self-tuning regulators - Theory, Brown University, Providence, 8 augusti 1974

Self-tuning regulators - Industrial applications, Brown University, Pro-
vidence, 13 augusti 1974

On self-tuning regulators, Harvard University, Cambridge, 5 augusti 1974

On self-tuning regulators, University of Montreal, Montreal, 26 augusti 1974

Industrial applications of a self-tuning regulator, Canadian Pulp and Paper
Research Institute, Pointe Claire, 27 augusti 1974