



# LUND UNIVERSITY

## Besök på University of Singapore

Åström, Karl Johan

1980

*Document Version:*  
Förlagets slutgiltiga version

[Link to publication](#)

*Citation for published version (APA):*

Åström, K. J. (1980). *Besök på University of Singapore*. (Travel Reports TFRT-8029). 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

CODEN: LUTFD2/(TFRT-8029)/1-008/(1980)

BESÖK PÅ UNIVERSITY OF SINGAPORE

K. J. ÅSTRÖM

INSTITUTIONEN FÖR REGLERTEKNIK  
LUNDS TEKNISKA HÖGSKOLA  
SEPTEMBER 1980

<b>Organization</b> <b>LUND INSTITUTE OF TECHNOLOGY</b> Department of Automatic Control Box 725 S-220 07 Lund 7 SWEDEN	<b>Document name</b> Travel report	
	<b>Date of issue</b> Sept 1980	
	<b>CODEN:</b> LUTFD2/(TFRT-8029)/1-008/(1980)	
<b>Author(s)</b> Karl Johan Åström	<b>Sponsoring organization</b> STU 79-5752	
<b>Title and subtitle</b> Besök på University of Singapore (Visit to University of Singapore)		
A4 <span style="float: right;">A5</span>		
<b>Abstract</b> This report summarizes the impressions from a visit to the Electrical Engineering Department of the University of Singapore in April 1980.		
<b>Key words</b>		
A4 <span style="float: right;">A5</span>		
<b>Classification system and/or index terms (if any)</b>		
<b>Supplementary bibliographical information</b>		<b>Language</b> Swedish
<b>ISSN and key title</b>		<b>ISBN</b>
<b>Recipient's notes</b>	<b>Number of pages</b> 8	<b>Price</b>
	<b>Security classification</b>	
<b>Distribution by (name and address)</b>		

DOKUMENTATABLAD enl SIS 61 41 21

## B E S Ö K P Å U N I V E R S I T Y O F S I N G A P O R E

Karl Johan Aström

## 1. INLEDNING

På inbjudan av dr Hang besökte jag universitetet i Singapore den 3-5 april på vägen till Kina. Där fanns flera aktiviteter som är av direkt intresse för oss: organisationen av industrikontakter, undervisning i praktisk reglerteknik, och forskning om adaptiva regulatorer. Dessa sammanfattas i rapporten. Vid mitt besök diskuterade jag med prof Choo (deputy vice chancellor), prof Chan (Dean of Engineering, head ME), prof Tjhung, dr Hang, dr Kam, dr Leong och dr Ling. Jag höll också en föreläsning med titeln "Adaptive Ship Steering". Jag vill tacka dr Hang för hans vänliga inbjudan och Styrelsen för Teknisk Utveckling (STU) för resebidrag (kontrakt STU 79-5752).

## 2. ALLMÄNT

Den tekniska fakulteten vid universitetet bildades 1967. Varje år utexamineras ung 300 elever fördelade på maskinteknik, elektroteknik och väg och vatten. Reglerteknik är en viktig del av utbildningen i maskin- och elektroteknik. De största resurserna ligger på grundutbildningen (BSc) men det finns också möjlighet att läsa vidare till MSc och PhD. Det finns stipendier för att göra en del av de högre studierna utomlands. Många av de nyutexaminerade får anställning i den lokala industrin. Man är därför angelägen att se till att utbildningen har stark anknytning till de praktiska problem som de nyutexaminerade kan ställas inför.

Under de år som tekniska fakulteten funnits har man provat många sätt att få god kontakt med den lokala industrin. Många av de stora multinationella företagen har tillverkande industri i Singapore, flera av dessa är tekniskt avancerade. Landets industripolitik går också ut på att öka den egna industrin. Blå försöker man nu bygga upp en avancerad halvledartillverkning. Den tekniska högskolan har en mycket viktig roll i detta sammanhang. För att förbättra kontakten mellan högskola och industri planeras en "Science and Technology Park" efter amerikanskt mönster i anslutning till universitetet. Prof Choo blir den första parkchefen. Hans ambition är att få industrier med hög teknologi att förlägga forsknings- och utvecklingslaboratorier till parken.

### 3. KURSER

Det fanns tre kurser i reglerteknik som är av omedelbart intresse för vår egen undervisningsplanering nämligen "Control Instrumentation", "Nonlinear and Optimal Control" och "Digital Control Systems". Kursprogrammen finns i Appendix till denna rapport. Kursen i instrumenteringsteknik hade utvecklats av dr Hang. Dr Hang disputerade på adaptiv reglering för prof Parks. Under flera år arbetade han med instrumentering och reglering på Shell i Singapore. Han var också ordförande i den lokala ISA (Instrument Society of Amerika) föreningen. Det var framför allt erfarenheterna från den praktiska verksamheten vid Shell som legat till grund för kursen. Kurserna i digital reglering och olinjära system är av intresse inför våra planerade förändringar av fortsättningskursen i reglerteknik.

### 4. LABORATORIET

Det fanns flera väl utrustade laboratorier i reglerteknik. Bland de processer som användes märks positioneringsservo, termisk process, Feedbacks pneumatiska system, värmväxlare, och nivåreglering. Det fanns ett mycket bra exempel på sekvensstyrning, sortering av färgade kulor på ett transportband.

På institutionen fanns också en omfattande hybridräkneanläggning uppbyggd kring EAI's Pacer. Vidare fanns ett mikrodatorlaboratorium med många olika processorer. För reglering och styrning användes ofta Cromenco datorer, som programmerades i assembler eller processbasic. Man hade mycket goda erfarenheter av dessa system.

### 5. PROCESSREGLERING

En del av den reglertekniska forskningen var direkt inspirerad av praktiska reglertekniska problem. Tillsammans med olika medarbetare hade dr Hang bl a studerat olika inställningsregler för PID-regulatorer. Se t ex ref [1]. Vidare hade många olika sätt att göra dödtidskompensering undersökts. Särskild tonvikt hade givits åt sådana metoder som kunde förverkligas med konventionell instrumentering. Se ref [2,3]. Flera olika metoder hade också provats på Shells stora raffinaderi i Singapore. Man planerade också att göra experiment med adaptiv reglering.

### 6. ADAPTIV REGLERING

Dr Hang som disputerat på adaptiva system bedrev aktiv forskning inom området. Han skulle i höst ge en doktorandkurs med tonvikt på modellreferensmetoden. Bland aktuella arbeten märks ref [4] och [5]. Hang studerade också praktiska adaptiva problem som inspirerats av hans tid på Shell.

## 7. REFERENSER

1. Hang, C.C. Tau, K.K and Long, S., A Comparative Study of Controller Tuning Formulae.  
ISA National Conference, Chicago Ill., Oct 1979.
2. Hang, C.C. and Wong F.S., Modified Smith Predictors for the Control of Processes with Dead Time.  
ISA National Conference, Chicago Ill., Oct 1979.
3. Hang, C.C., Effect of Dead Time on Closed-Loop Regulation.  
Electronics Letters 16 (1980) 133-134.
4. Hang, C.C., The Elimination of Positivity Condition for Continuous System Identification.  
To appear in ASME J. on Dynamic Systems, Measurements and Control.
5. Tang, H.S. and Hang C.C., Model Reference Adaptive Control Using the Characteristic Variable.  
Report Dept. EE Singapore University, 1980.

UNIVERSITY OF SINGAPORE  
Department of Electrical Engineering

B.ENG SYLLABUS - PROPOSED EE4 OPTION  
ON CONTROL INSTRUMENTATION (SECOND SEMESTER)

*Measurement and Calibration*

1. Overview (1 hour)

Measurement Accuracies - Resolution, Accuracy and Repeatability, Calibration.

2. Transducers (5 hours)

Physics of transducers. Feedback concepts: motion balance and force balance systems. Application to Measurement of process variables: Temperature, Pressure, Flow, position, quality.

3. Signal Transmission (3 hours)

Means of Signal Transmission. Transmitters. Instrumentation amplifiers. Balanced and Unbalanced Bridge network. 2-wire system.

4. Controllers (2 hours)

PID and other dynamic compensation, Direct/Reverse Action, anti-reset windup, operator-controller interface.

5. Actuators (2 hours)

Pneumatic, hydraulic, electrical power actuators. Control valves and positioners.

6. Controller Tuning (3 hours)

Approximate modelling of process. Open-loop and Closed-loop Tuning Methods. Practical Tuning Formulae.

7. Advanced Control Systems (3 hours)

Cascade Control. Ratio and Feedforward Control. Dead-Time Controllers.

8. Logic and sequential Control (2 hours)

Relays, Timers. Inter-lock and protection applications.

9. Design and Practice (2 hours)

Sizing concepts and calculation. Maintenance concepts and practice.

10. Process Computer Application (3 hours)

Information system, supervisory control, DDC. Pneumatic signal interface. Sampled-Data Consideration. On-line real-time consideration. Back-up system. Hierarchical and distributed computer control systems.

(TOTAL 26 HOURS)

Background assumed

Classical linear control theory (Network & Control)  
Basic electronics hardware (Op-Amp, logic elements, etc.)

Experiments (Optional)

- a. Temperature Control System (Transducer, transmitter and controller. Comparison of On-Off and proportional actions)
- b. PID Controller (Checking of circuit diagram. Saturation effects and Anti-Reset-Windup Actions)
- c. Final Control Element (Pneumatic Control Valve. Electronic Positioner)
- d. Sequence Control (Design and testing of a protection system using timers and relays)

Books

1. Ronald P. Hunter, Automatic Process Control Systems (Concepts and Hardware), Prentice Hall 1978.
2. E.J. Wightman, Instrumentation in Process Control, Butterworths 1972.
3. H.G. Bass, Introduction to Engineering Measurements, McGraw Hill 1971.
4. E.B. Jones, Instrument Technology, Butterworths 1977.
5. F.G. Shinskey, Process Control Systems, McGraw Hill, 1979.



UNIVERSITY OF SINGAPORE  
Department of Electrical Engineering

PROPOSED B.ENG SYLLABUS FOR EE4 CONTROL OPTIONS

DIGITAL CONTROL SYSTEMS (FIRST SEMESTER)

1. Introduction to Sampled-data Systems (2 hours)

Practical Examples of Sampled-data systems. Sampling-and-Hold. Discrete Time System Representation. Sampling Theorem.

2. Z Transform (2 hours)

Definition. Mapping between the S-plane and the Z-plane. Theorems of Z-Transform. Inverse Z-Transforms. Pulse Transfer Function.

3. State Space Analysis (4 hours)

State Space representation of continuous and sampled-data systems. State Transition Matrix. Characteristic Equation, Eigenvalues and Eigenvectors. Canonical Transformations.

4. Controllability and Observability (2 hours)

Definitions and Theorems. Design and application of State Observers.

5. Stability Analysis (4 hours)

Correlation between Time Response and Root Locations in the S-plane and the Z-plane. Jury's Stability Test. Root-loci. Frequency Response. Relative Stability.

6. Digital Compensator Design (5 hours)

Digital Simulation of Sampled-data systems. Extension of Frequency domain compensation method to Sampled-data systems. Design for Deadbeat Response. Digital PID Controllers. Digital Redesign of continuous systems. Design Based on Minimization of Quadratic performance Index.

7. Statistical Methods (3 hours)

Properties of Random Signals. Probability Density Functions. Correlation Functions. Power Spectral Density. Response of Linear Systems to Random Signal:- Time Domain and Frequency Domain. Minimum variance Regulator.

- 2 -

8. System Identification and Parameter Estimation (4 hours)

Estimation of Impulse Response by Correlation Techniques.  
Least squares parameter Estimation. Analysis of Bias.  
Methods to Improve Estimation Accuracy. Pseudo-random  
Binary Sequences.

(TOTAL 26 HOURS)

CCH/jd  
30.1.80

UNIVERSITY OF SINGAPORE  
Department of Electrical Engineering

PROPOSED SYLLABUS FOR EE4 CONTROL SYSTEMS

NONLINEAR AND OPTIMAL CONTROL (SECOND SEMESTER)

1. Nonlinear Systems (6 hours)

Common types of Nonlinearities.  
Describing Functions.  
Stability Analysis.  
Compensator for nonlinear systems.  
Popov's Circle Criterion.

2. Phase-plane Analysis (4 hours)

Phase Trajectories.  
Singular Points.  
Construction of Phase Trajectories.  
Phase-plane analysis of Linear and Nonlinear  
Control Systems.

3. Stability Analysis Via State Space Methods (6 hours)

Liapunov's Second Method.  
Stability Analysis of Linear Continuous Systems.  
Estimating Transient-response Behaviour from Liapunov function.  
Generation of Liapunov functions.  
Stability Analysis of Nonlinear systems and sampled-data  
systems.

4. Optimal Control - The Static Case (5 hours)

Static-versus-dynamic Optimal Control.  
Static Optimization by Open-Loop methods:- Linear Programming.  
Lagrange Multipliers.  
Static Optimization by closed-loop methods:- Adaptive Controllers.

5. Optimal Control - The Dynamic Case (5 hours)

Optimization by means of Calculus of Variations.  
Dynamic Programming  
Pontryagin's Maximum Principle.

(TOTAL 26 HOURS)