



LUND UNIVERSITY

Föredrag vid Kemistsamfundets konferens Datorer och Kemi, Göteborg, 28 november 1975

Åström, Karl Johan

1976

Document Version:
Förlagets slutgiltiga version

[Link to publication](#)

Citation for published version (APA):

Åström, K. J. (1976). *Föredrag vid Kemistsamfundets konferens Datorer och Kemi, Göteborg, 28 november 1975*. (Technical Reports TFRT-7098). 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

TFRT-7098

FÖREDRAG VID KEMISTSAMFUNDETS KONFERENS
ATORER OCH KEMI, GÖTEBORG 28 NOVEMBER 1975

J. ÅSTRÖM

pport 7617 (C) Mars 1976
st. för Reglerteknik
nds Tekniska Högskola

ILLHÖR REFERENSBIBLIOTEKET

UTLANAS EJ

TFRT- 7098

FÖREDRAG VID KEMISTSAMFUNDETS KONFERENS
DATORER OCH KEMI, GÖTEBORG 28 NOVEMBER 1975

KARL JOHAN ASTRÖM

PROCESSREGLERING MED DATORER

- 1 REGLERSYSTEMETS UPPGIFTER
- 2 SYSTEMETS UPPBYGGNAD
- 3 VARFÖR DIGITAL TEKNIK ?
- 4 HISTORIK
- 5 UTVECKLINGSTENDENSER
 - MASKINVARA
 - PROGRAMVARA
 - REGLERTEKNIK
- 6 SAMMANFATTNING

MOTIV FÖR PROCESSREGLERING

ÖKAD PRODUKTION

BÄTTRE UTNYTTJNING AV RÅMATERIAL

MINDRE UNDERHÅLL

ÖKAD SÄKERHET OCH BÄTTRE MILJÖ

MINSKAD PERSONAL

BÄTTRE REDOVISNING OCH RAPPORTERING

SYSTEMETS UPPGIFTER

PLANERING

PRODUKTIONSPLANERING

BLANDNING AV RÅMATERIAL

KOMMUNIKATION

RAPPORTERING

ALARM

OPERATÖRS TRÄNING

REGLERING

STATIONÄR DRIFT

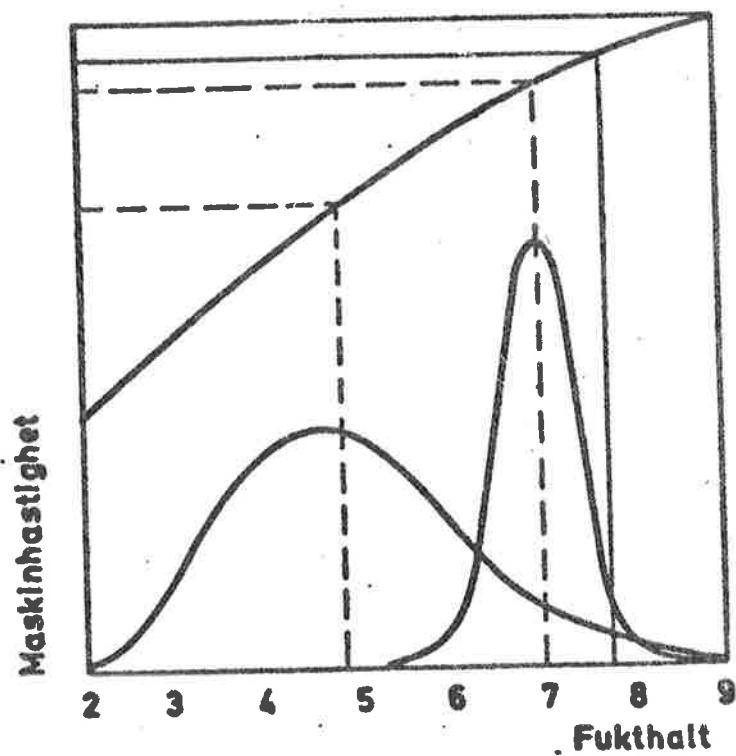
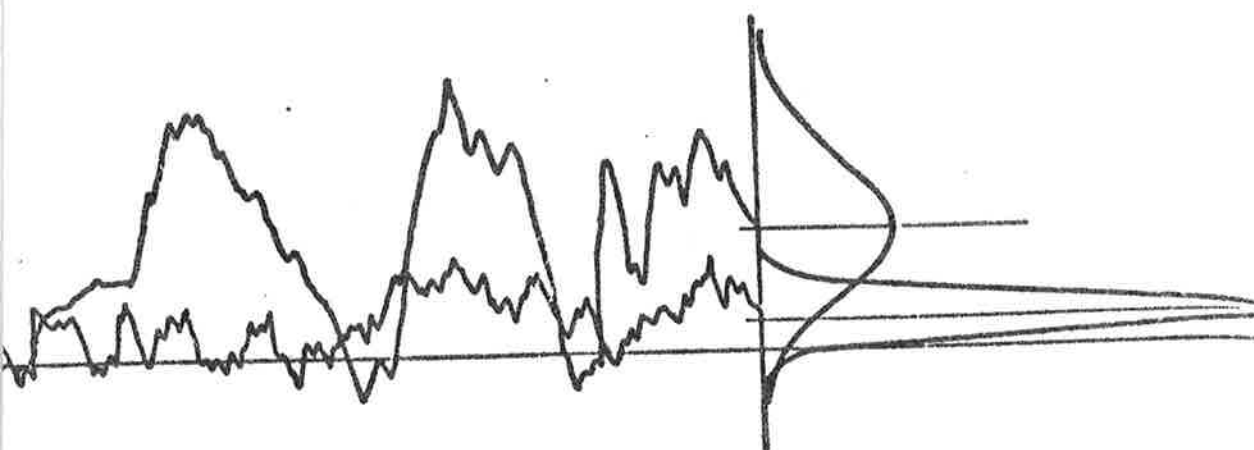
OMSTÄLLNINGAR START OCH STOPP

ONORMALA DRIFTSITUATIONER

**NÅGRA BETYDELSEFULLA FAKTORER
VID PROCESSSTYRNING**

**LÖNSAMHET
PROCESSKUNSKAP
GIVARE
REGLERALGORITMER
DATORTEKNIK**

REGLERING I STATIONÄR DRIFT INCITAMENT



PROCESSREGLERING MED DATORER

1 REGLERSYSTEMETS UPPGIFTER

→ 2 SYSTEMETS UPPBYGGNAD

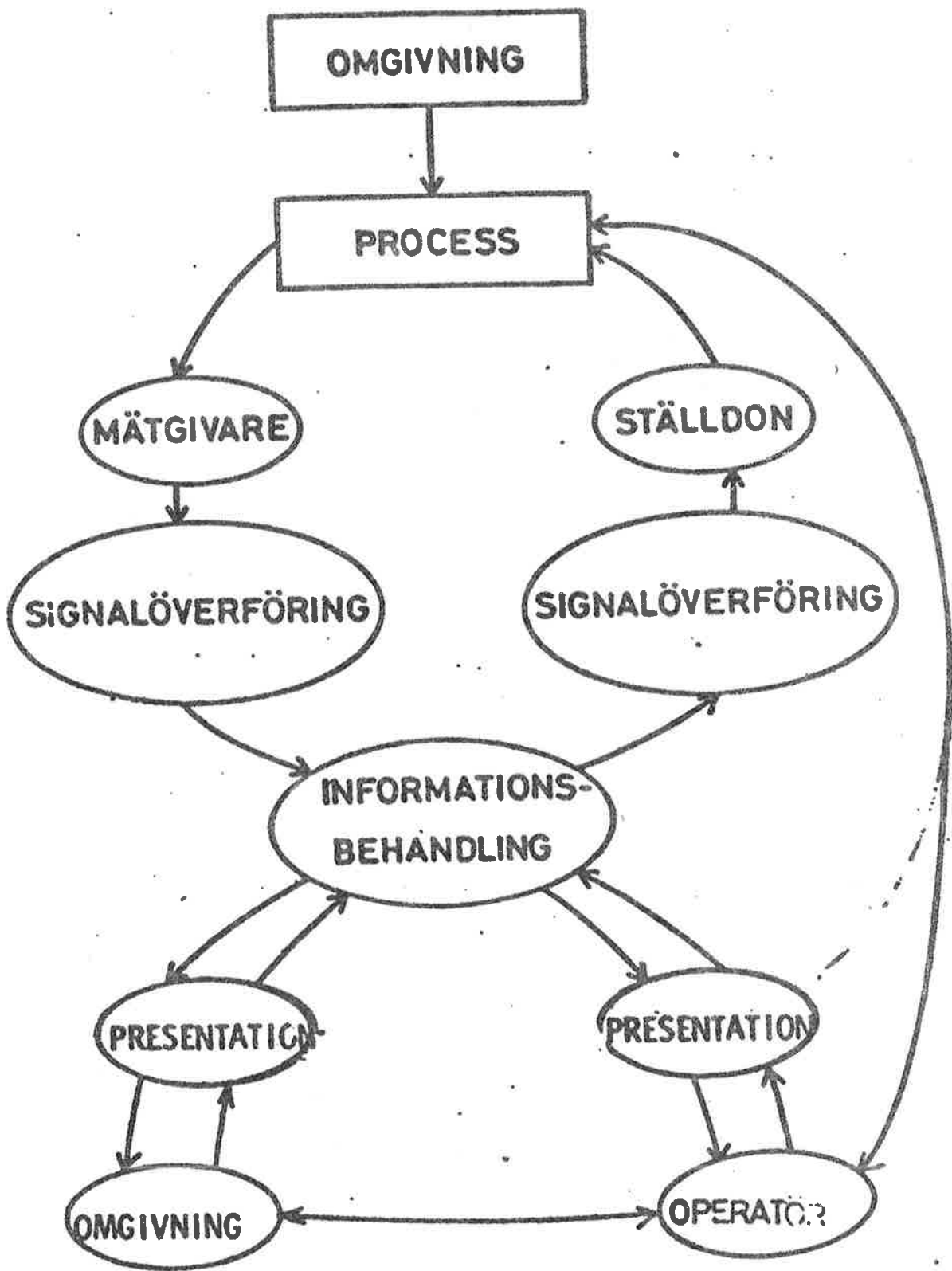
3 VARFÖR DIGITAL TEKNIK ?

4 HISTORIK

5 UTVECKLINGSTENDENSER

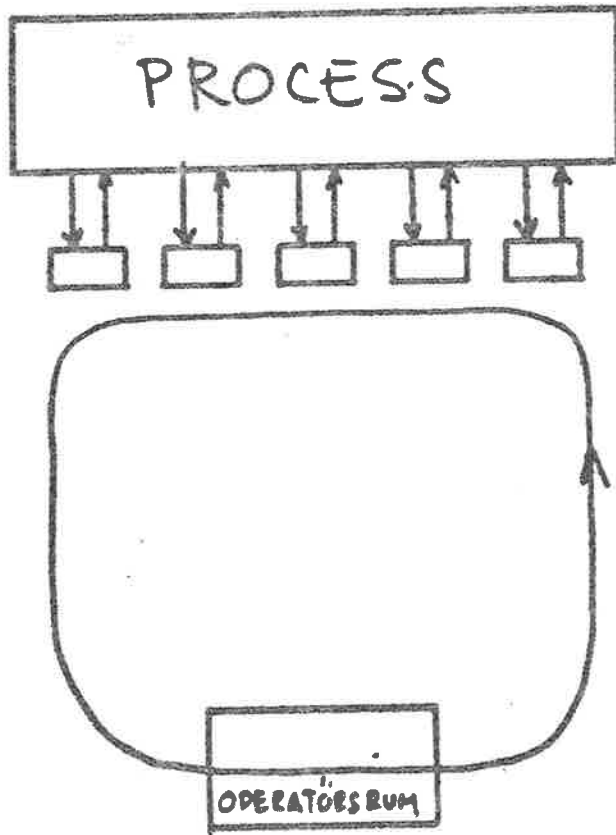
MASKINVARA
PROGRAMVARA
REGLERTEKNIK

6 SAMMANFATTNING

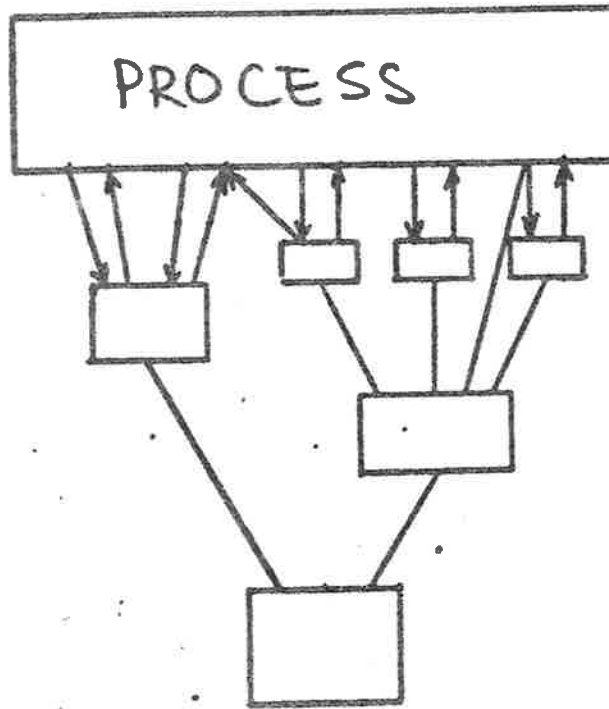


OLIKA SYSTEMSTRUKTURER

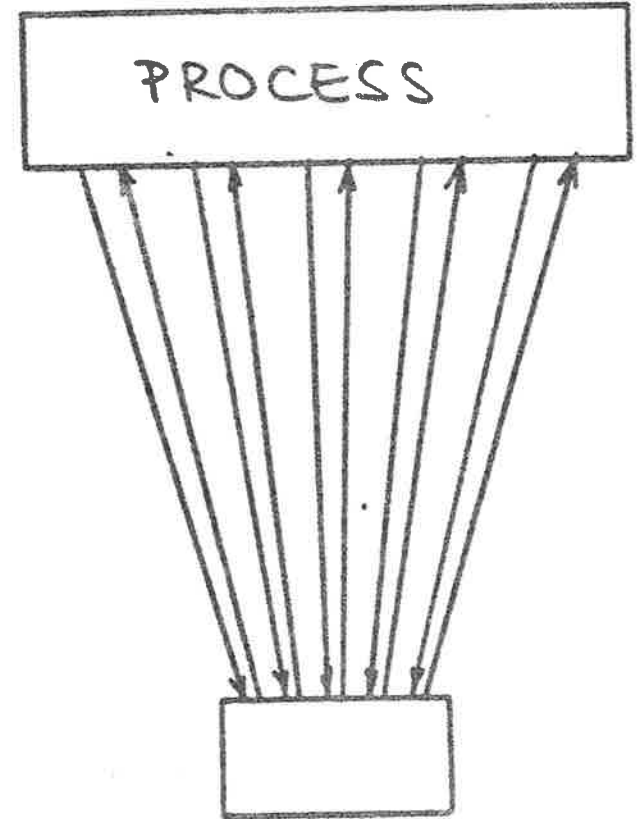
DECENTRALISERAT



HIERARKISKT



CRNTRALISERAT



2. REGLERSYSTEMETS UPPBYGGNAD

FUNKTIONER

MÄTNING

OMVÄNDLING

SIGNALÖVERFÖRING

INFORMATIONSBEHANDLING

INFORMATIONSPRESENTATION

INSTALLNING

STRUKTURER

DECENTRALISERAD

HIERARKISK

CENTRALISERAD

TEKNOLOGIER

ANALOG - DIGITAL

MEKANISK

HYDRAULISK

PNEUMATISK

ELEKTRISK

TEKNOLOGIER

DE CENTRALA FUNKTIONERNA

MÄTNING (AV PROCESSVARIABLER)
SIGNALOMVANDLING
SIGNALÖVERFÖRING
INFORMATIONSBEHANDLING
PRESENTATION
INSTÄLLNING (AV REGLERVARIABLERNA)

KAN UTFÖRAS

ANALOGT
DIGITALT

MED

MEKANISK
HYDRAULISK
PNEUMATISK
ELEKTRISK

TEKNOLOGI

OBSERVERA ELEKTRONIKREVOLUTIONEN

EXEMPEL

ANALOG INTEGRATOR 2000 - 3000 kr 1963 5 - 50 kr 1974

DATOR (PDP8) 180 000 kr 1963 10 000 kr 1974

EXEMPEL PÅ REGLERSYSTEM

INDUSTRIELLA PI REGULATÖRER

Specialiserade decentraliserade

Ex. centrifugalregulatorn

Standardiserade centraliserade

Ex. elektriska eller pneumatiska

standardinstrument

ANALOGITEKNIK

Skräddarsydda analogmaskiner

Ex. Autopiloter. Sikten. Pannreglering

Byggblock

Ex. ASEA's Kombifix.

Generella analogmaskiner

EA I. SIE

Optimumsökande regulatorer

Draper Li, Opcon

Adaptiva regulatorer

Motorola, Honeywell

Digitala Differential Analysatorer

Navigationinstrument TN

Vapensystem. Sikten

Processorer

PROCESSREGLERING MED DATORER

1 REGLERSYSTEMETS UPPGIFTER

2 SYSTEMETS UPPBYGGNAD

→ 3 VARFÖR DIGITAL TEKNIK ?

4 HISTORIK

5 UTVECKLINGSTENDENSER

MASKINVARA
PROGRAMVARA
REGLERTEKNIK

6 SAMMANFATTNING

DATORER ANVÄNDS PÅ
TVÅ SÄTT

o SOM HJÄLPMEDEL VID
ANALYS OCH SYNTES

o SOM KOMPONENT I
REGLERSYSTEMET

ANALOGITEKNIK

Fördelar

- snabb (parallell)
- linjära filter
- enkla olinjäriteter

Nackdelar

- lagra och återvinna
funktioner av flera variabler
- flexibilitet (omkoppling)
- algebraiska ekvationer
- optimeringsproblem
- kalibrering

INFORMATIONNS BEHANDLINGSKAPACITET
 HOS OLIKA REGULATÖRER.

Regulator	Lagringskapacitet bit	Informations bearbetning hast bit / sec.
PI - REGULATOR	10	500
ANALOGIMASKIN	200	200 000 000
20 INT		
LITEN PROCESS		
REGULÄRE	48 000	12 000
PDP 8 4K		
MEDELSTOR PROCESS	256 000	80 000
REGULÄRE	8000 000	16 000
STOR PROCESS	1 024 000	500 000
REGULÄRE	64 000 000	32 000

Varför digital styrautomat JA37

Tekniken tillgänglig,

komponenter-packningstäthet

beräknings-snabbhet

miljötålighet

rimlig kostnad

Fördelar

Avionikintegration JA37

Icke linjära beräkningar

Ändringsflexibilitet

Förenklat underhåll

Nackdel

Risk nyteknik

Elmiljökänslighet

Slutsats

Digital mekanisering kostnadseffektiv.

AMBITIONSNIVÅER

Strukturer

Supervisory control

Börvärdesreglering

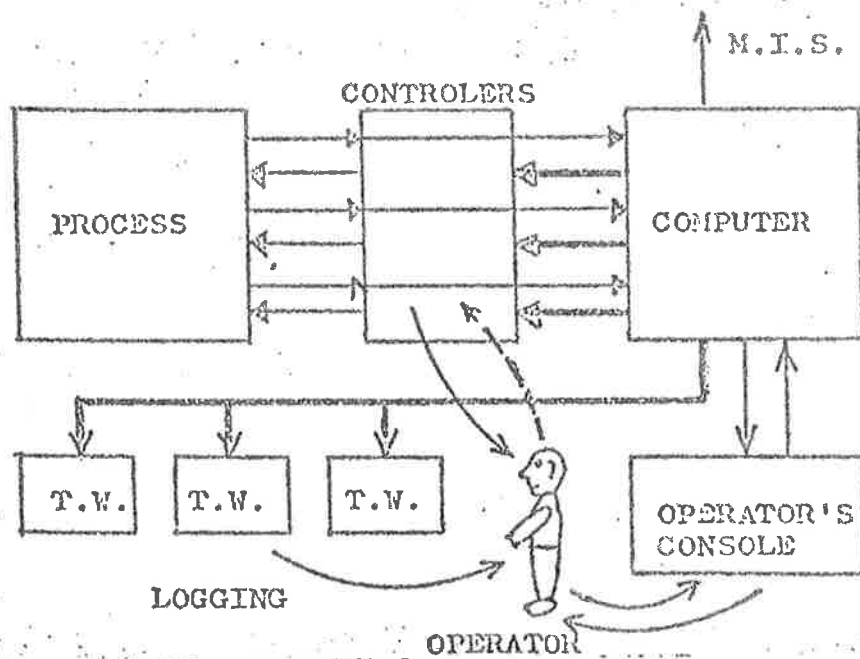
Direct digital control

Programvara

Användarspråk

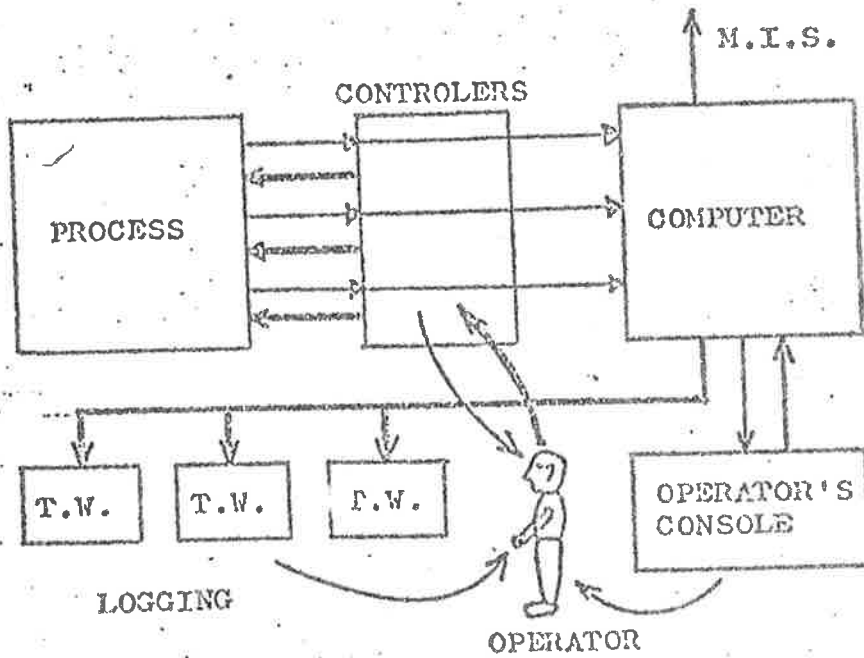
Monitorsystem

BÖRVÄRDESREGLERING



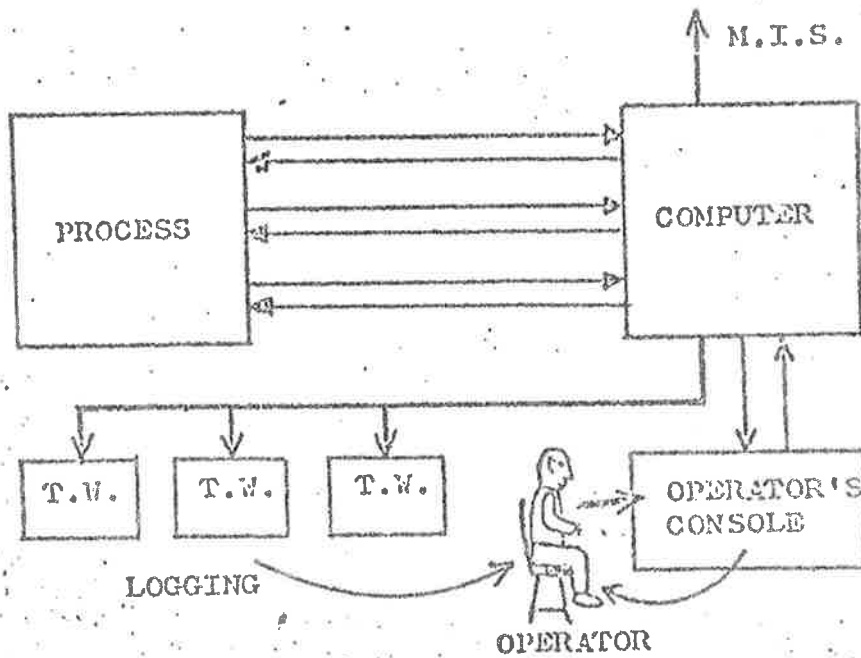
SAMORDNING MELLAN PROCESSDELAR
OMSTÄLLNINGAR
UPPSTART OCH STOPP
OPTIMERING AV DRIFTEN

SUPERVISORY CONTROL



PRODUKTIONSÖVERVAKNING
PLANERING
INVENTERING
EFFEKTIVITETSÖVERVAKNING
MIS
LOGGING
RAPPORTERING
BACK-LOG
OPERATÖRSKOMMUNIKATION

DDC DIRECT DIGITAL CONTROL



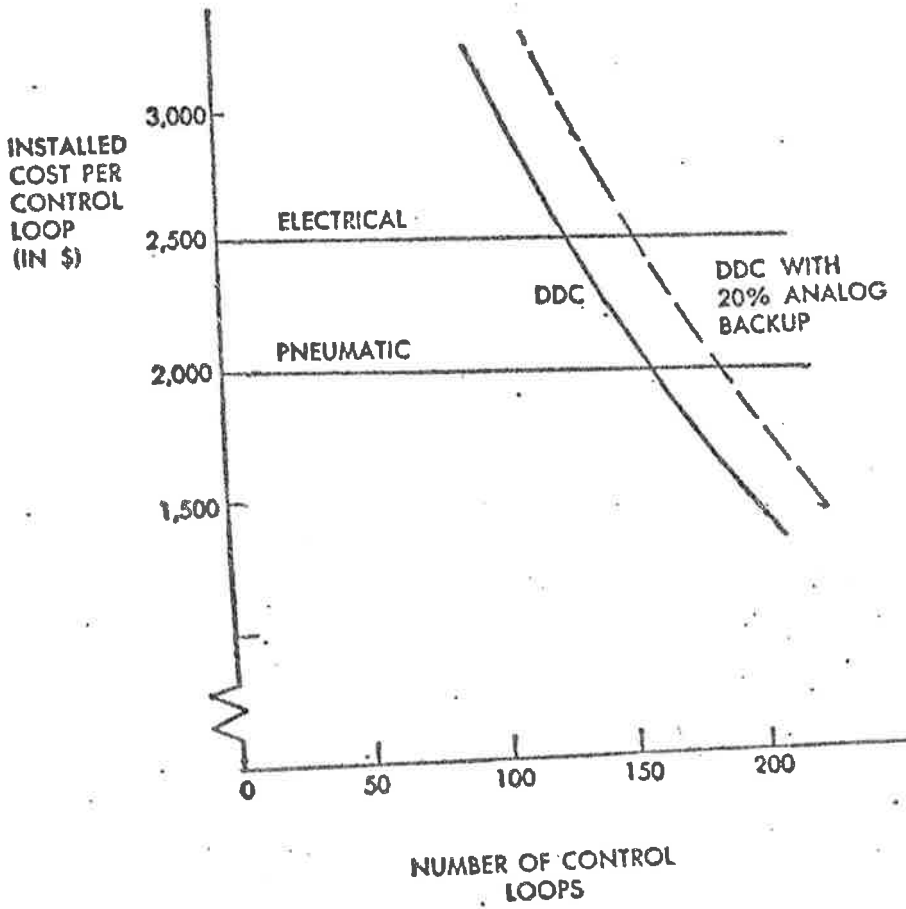
DIGITALA REGULATORER
MÄTVÄRDESBHANDLING

FILTRERING
KOMPENSERING
KALIBRERING

REGISTRERING AV ALLA OPERATÖRENS HANDLINGAR

DDC (DIRECT DIGITAL CONTROL)

ERSÄTT VANLIGA PID REGULATORER MED EN DATOR
SOM HAR SAMMA FUNKTION



PROCESSREGLERING MED DATORER

1 REGLERSYSTEMETS UPPGIFTER

2 SYSTEMETS UPPBYGGNAD

3 VARFÖR DIGITAL TEKNIK ?

→ 4 HISTORIK

5 UTVECKLINGSTENDENSER

MASKINVARA
PROGRAMVARA
REGLERTEKNIK

6 SAMMANFATTNING

DATORER SOM REGULATORER

MILITÄRA MARKSYSTEM

1950 DIGITAL ÖVERFÖRING
AV RADAR DATA

1951 LINCOLN LAB

1953 PRINCIPBESLUT SAGE

1958 SAGE I DRIFT
STRIL 60

MILITÄRA FLYGANDE

1952 DDA

1964 CK37

1964 CK37

1969 APOLLO

CIVILA

(1946 ENIAC

1947 - 51 PRINCETON , V. NEUMAN

1950 BARK

1953 BESK)

1955 RW 300 ANNONSERAS

1958 STUDIEPROSPEKT

1959 RW 300 I DRIFT TEXACO

1962 DDC (FERRANTI, MONSANTO)

1964 TREDJE GENERATIONEN

(IBM 1800, CDC 1700)

1967 MINIDATORER

1970 MIKRODATORER

NÅGRA FASER I UTVECKLINGEN

1. PIONJÄRPERIODEN 1955 ~
2. DDC PERIODEN 1962 ~
3. SMÅMASKINPERIODEN 1967 ~
4. MIKRODATORPERIODEN 1970 ~

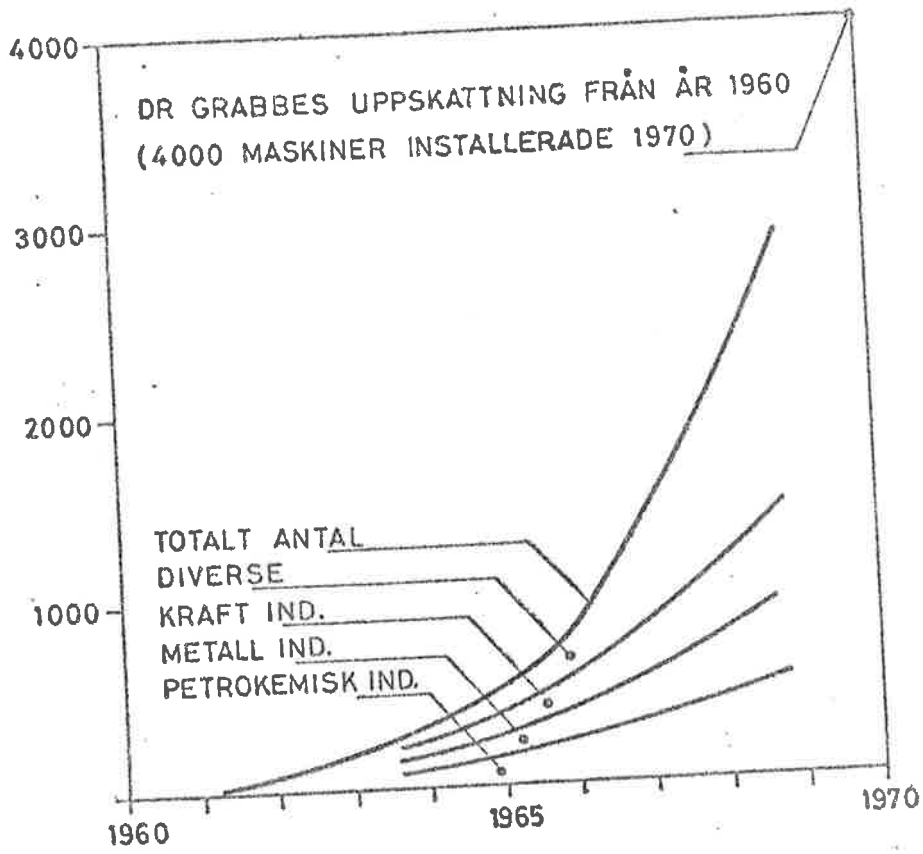


Fig. 5

PROCESSREGLERING MED DATORER

1 REGLERSYSTEMETS UPPGIFTER

2 SYSTEMETS UPPBYGGNAD

3 VARFÖR DIGITAL TEKNIK ?

4 HISTORIK

5 UTVECKLINGSTENDENSER



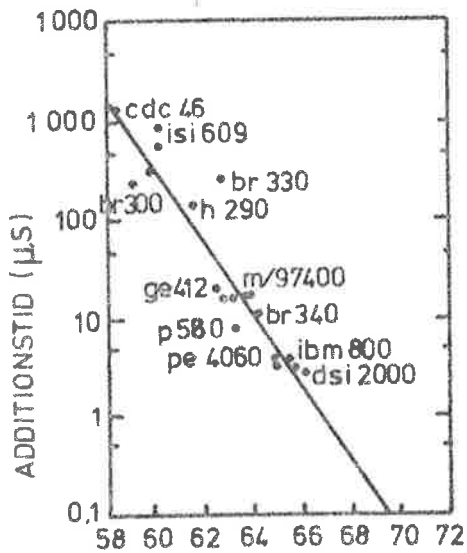
MASKINVARA

PROGRAMVARA

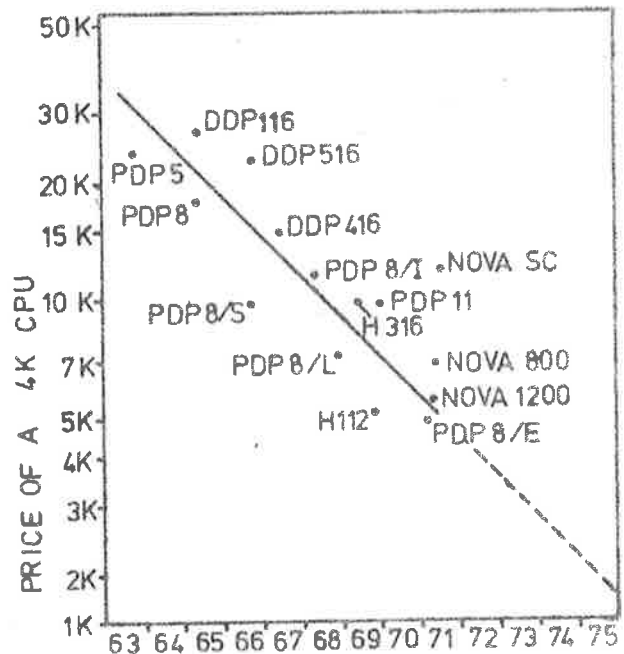
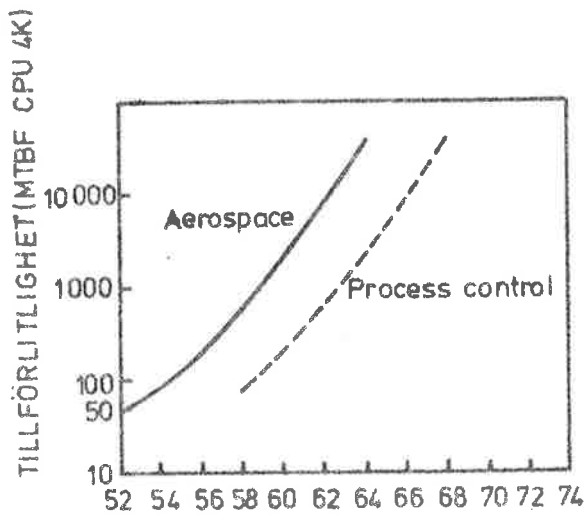
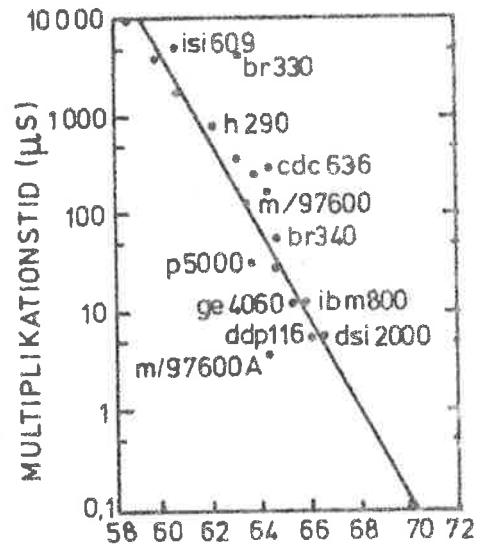
REGLERTEKNIK

6 SAMMANFATTNING

PROCESSDATORER



UTVECKLINGSTRENDER

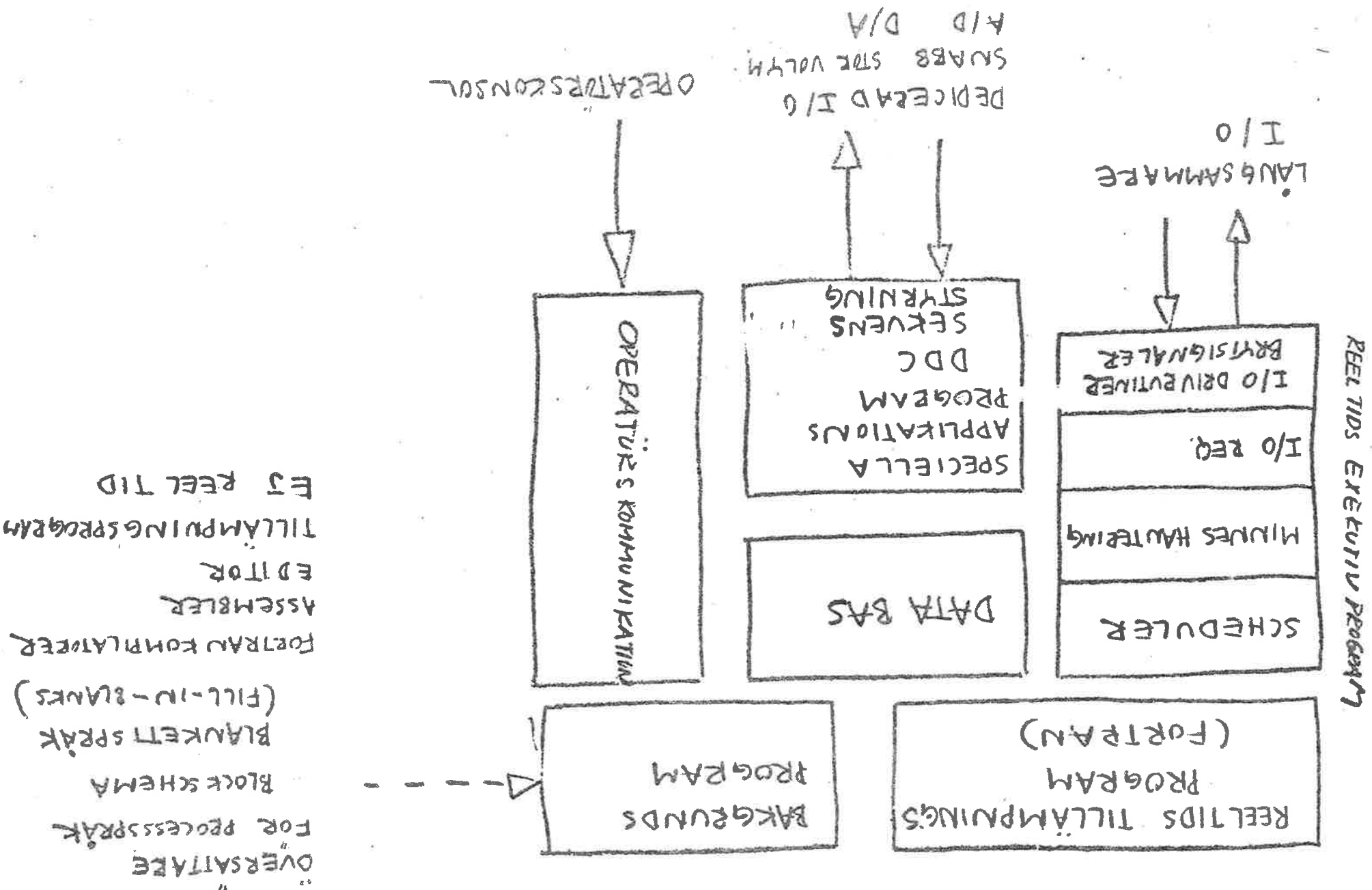


KÄLLOR

1. T.J. Williams "Proc. IEEE 54 (1999)"

2. House, DL and Henzel Computer 1 (1971) p24

PROGRAM VARUSTRUKTUR FÖR PROCESSREGLERING



ÖVERSÄTTARE
FÖR PROCESSPRÅK
BLOCK SCHEMA
BLANKETT SPRÅK
(FILL-IN-BLANKS)
FORTRAN KOMPILATÖR
ASSEMBLER
EDITOR
TILLÄMPNINGSPROGRAM
EJ REEL TID

REEL TIDS EXECUTIV PROGRAM

PROBLEM

ADB

PRODUKTIONS
PLANERING

PROCESS REGLERING

INSTRUMENTERING

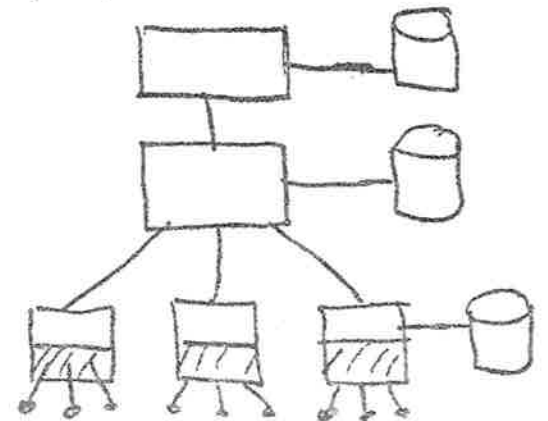
PAKET LÖSNINGAR ?

TOTAL INTEGRERADE
SYSTEM ?

DATA BASER ?

VEM GÖR VAD ?

KOMMUNIKATION ?



VIKTIGA BIDRAG UNDER DE SENASTE ÅREN

MODELLBYGGE

PROCESSIDENTIFIERING

ANALYS OCH SIMULERING

FUNDAMENTA

OBSERVERBARHET STYRBARHET

METODER FÖR ANALYS AV

TIDSVARIABLA SYSTEM

OLINJÄRA SYSTEM

STÖRNINGAR

INTERAKTIVA DATORSYSTEM

SYNTES

OPTIMERINGSTEORI

STYRNING UNDER OSÄKERHET

(STOKASTISK REGLERTEORI)

PREDIKTION OCH FILTERING

SÄKERHETSEKVIVALENS PRINCIPEN

ADAPTIVA SYSTEM

DATORSTYRDA SYSTEM

DATORSTÖDD SYNTES (COMPUTER AIDED DESIGN)

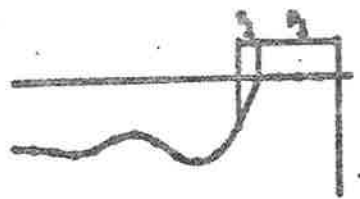
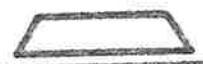
IMPLEMENTERING

DATORER (MIKRO MINI MAXI)

TILLHÖR:

AMNE:

STAP NR:



PROCESSIDENTIFIERING

GRUNDEKVTATIONER

TVA VÄGAR

MODELLBYGGE

MATERIALEKVTATIONER

RÖRELSEMÄNGD

ENERGI

MASSA

KONSERVERING AV

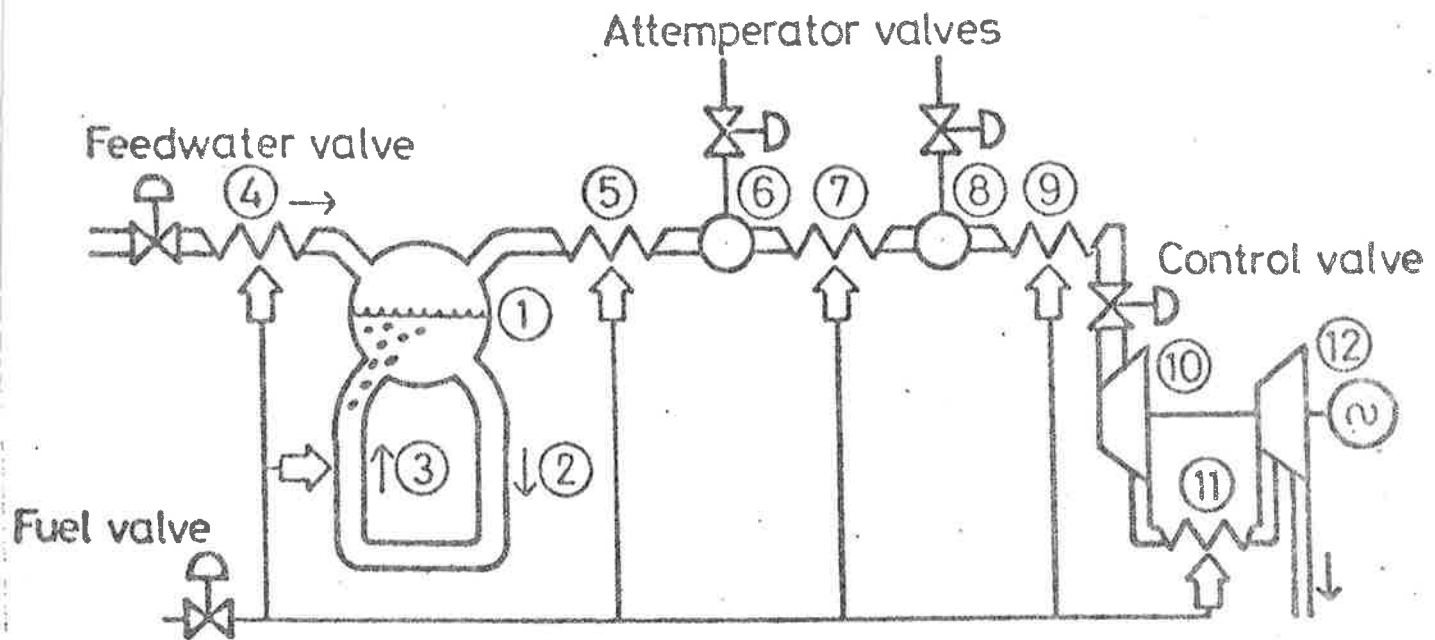
KOMBINATION 2

KOMBINATION 3

BOILER MODELING AND CONTROL GOALS

LOCAL BOILER CONTROL

THE BOILER AS A POWER SYSTEM COMPONENT

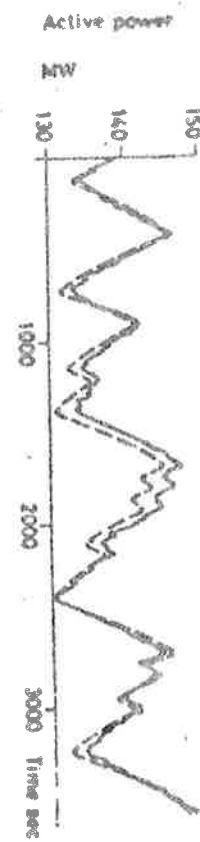
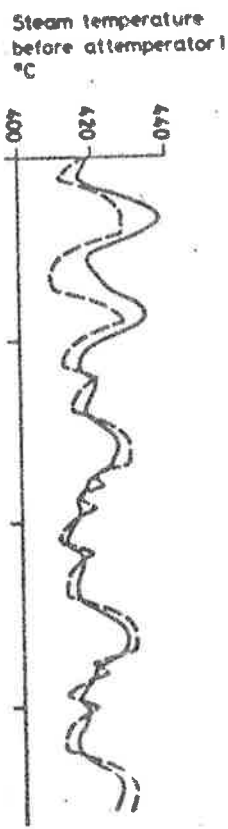
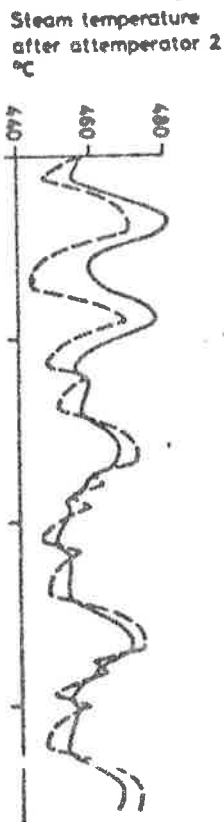
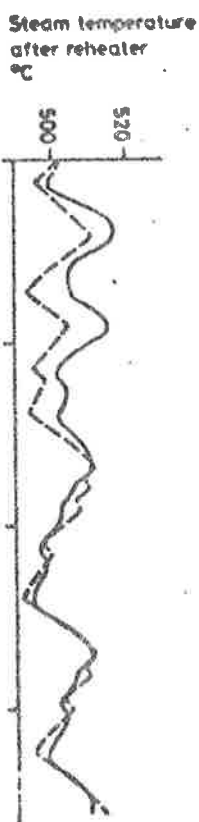
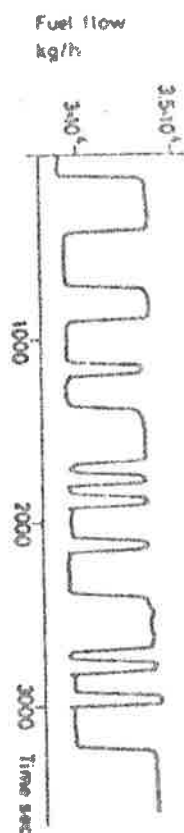
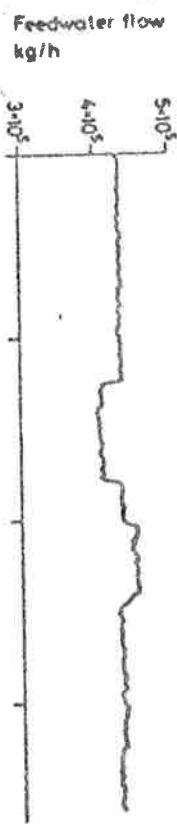
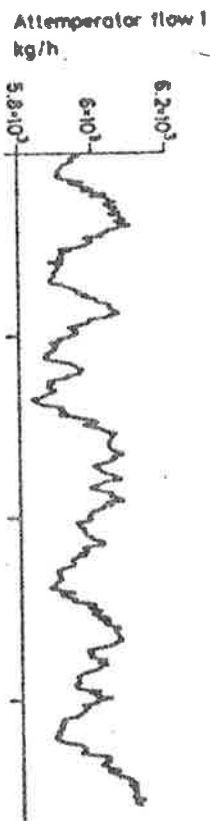
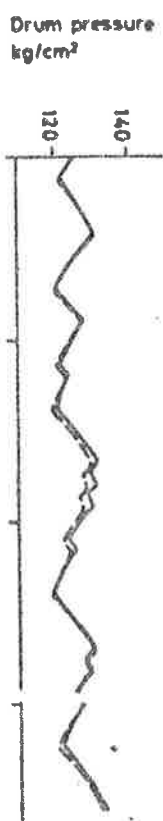


Inputs

Fuel flow
 Feed water
 Coolant flows
 Control valve

Outputs

Dome pressure
 Dome temperature
 Dome level
 Active power
 Steam flow



VARIERANDE PROCESSDYNAMIK

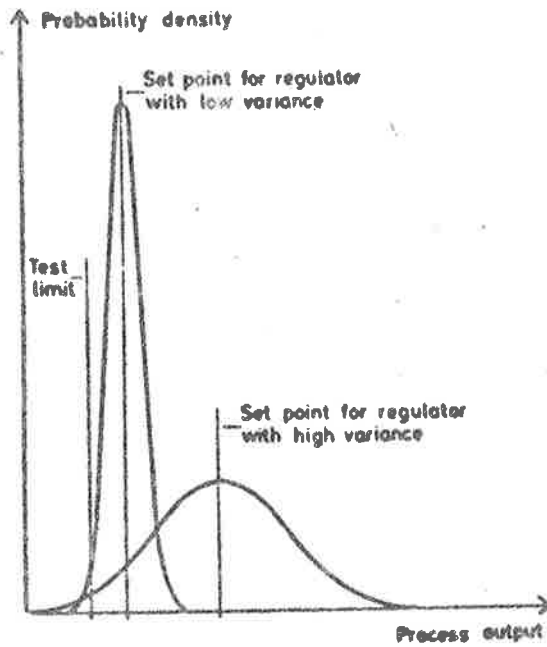
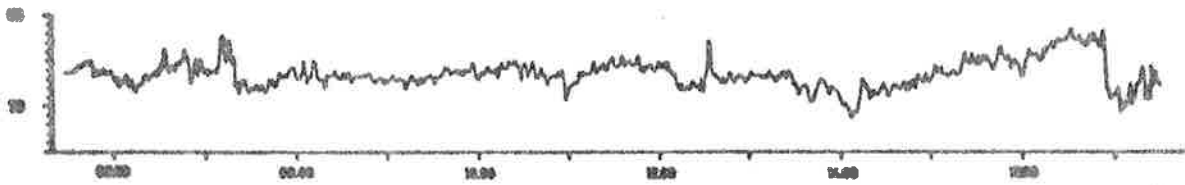
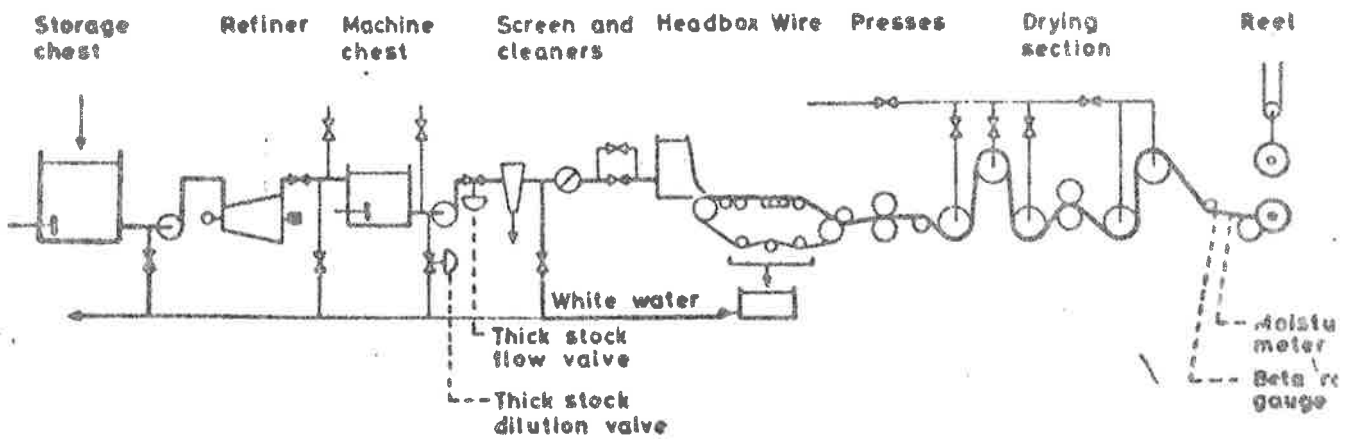
OFTA VARIERAR PROCESSDYNAMIKEN MED REFERENSVÄRDEN
BELASTNING OCH STÖRNINGAR. FÖR ATT FÅ EN BRA REG-
LERING MÅSTE REGULATORS PARAMETRAR DÅ ÄNDRAS.
DETTA KAN GÖRAS PÅ FLERA SÄTT

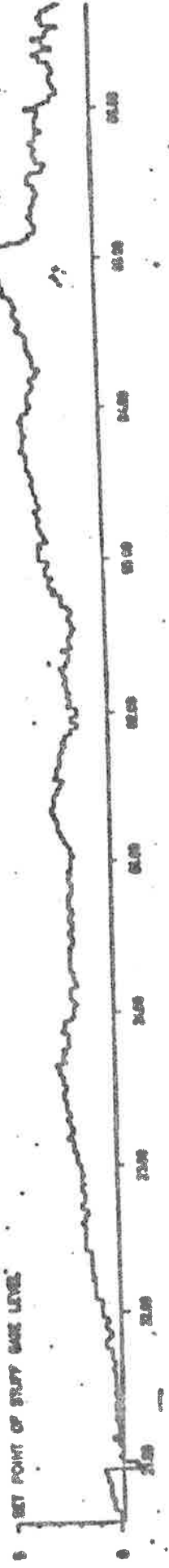
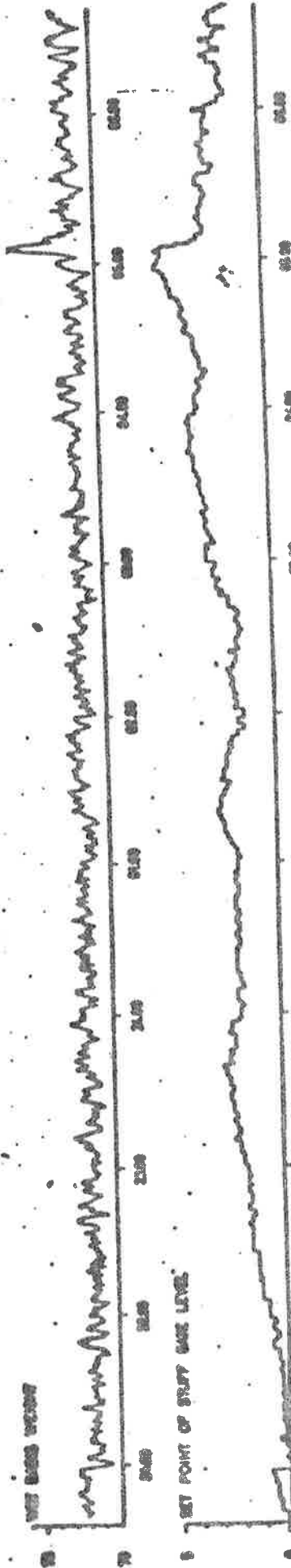
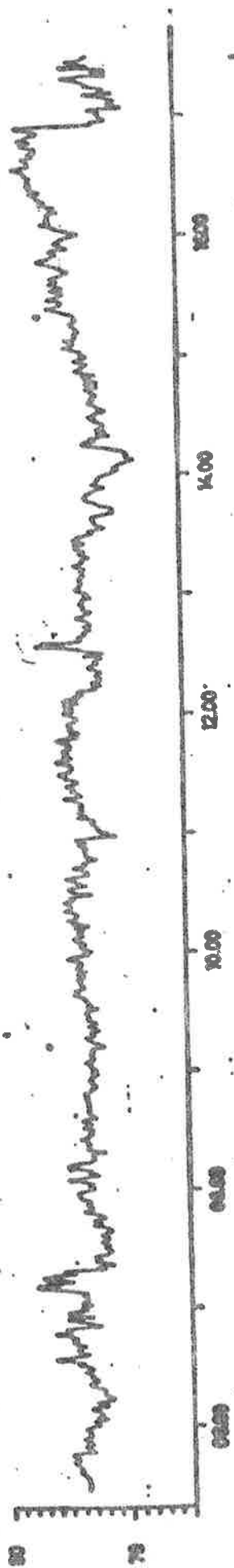
1. KNEP OCH KNÄP

2. ÄNDRA REGULATORSPARAMETRAR SOM FUNKTION AV
NÅGON MÄTBAR PROCESSVARIABEL; DETTA KALLAS
PARAMETERPROGRAMMERING (GAIN SCHEDULING)
DET ÄR LÄTT ATT GÖRA OM EN DATOR ANVÄNDES MEN
SVÄRARE ATT GÖRA MED ANALOG TEKNIK.

3. ADAPTIVA REGULATORER

MED EN ADAPTIV REGULATOR ÄR DET EJ NÖDVÄNDIGT
ATT HA TILLGÅNG TILL NÅGON VARIABEL SOM ANGER
HUR PARAMETRARNA SKALL ÄNDRAS.





REGLERPRINCIPER

REGLERPROBLEM OCH SERVOPROBLEM

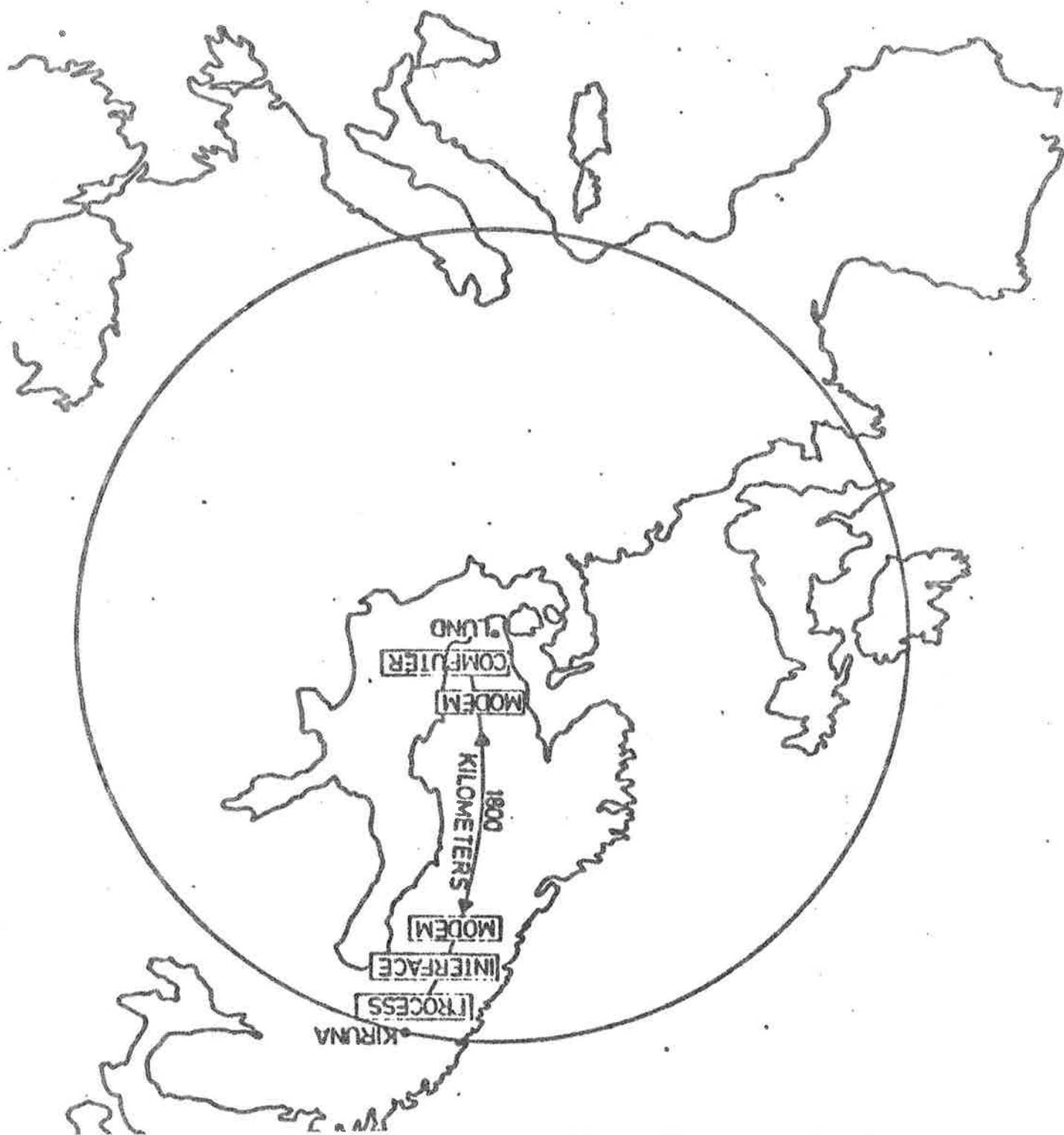
ENKLA REGULATORER TYP PID

DÖDTIDSKOMPENSERING

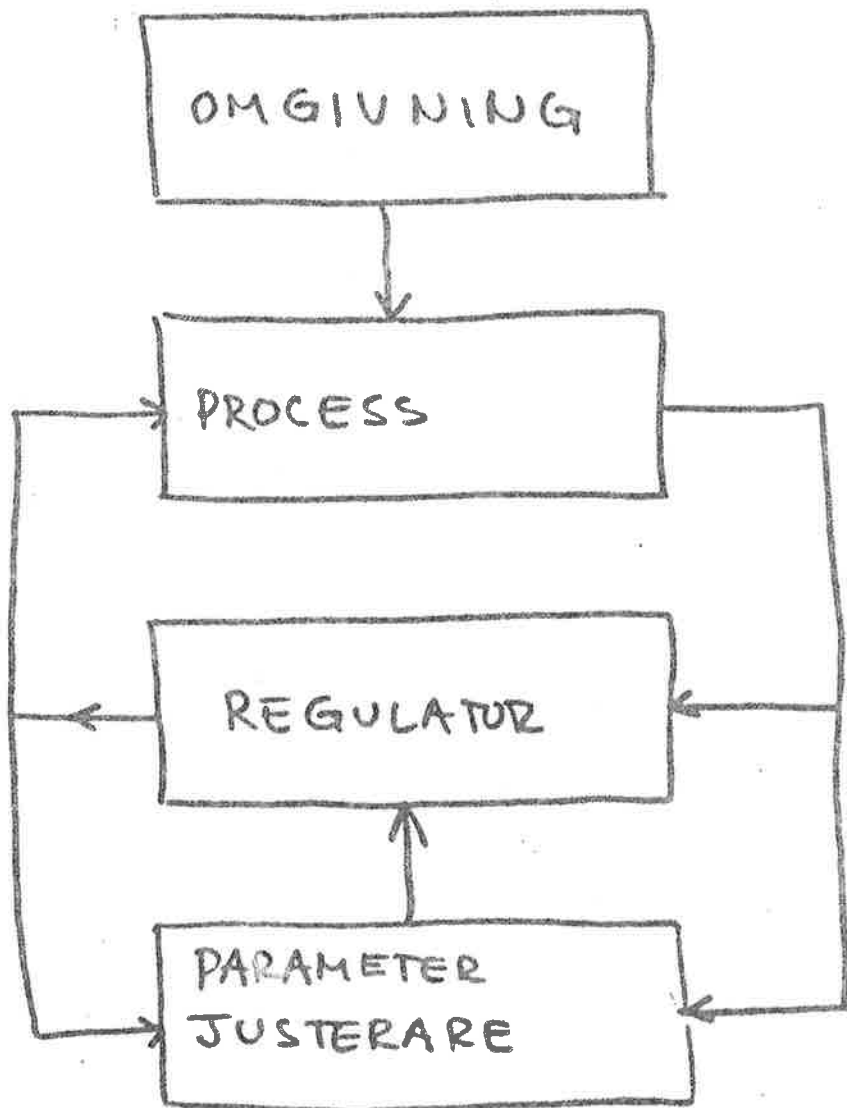
FRAMKOPPLING OCH ÅTERKOPPLING

ADAPTIVA REGULATORER

EXTREMALSÖKANDE REGULATORER

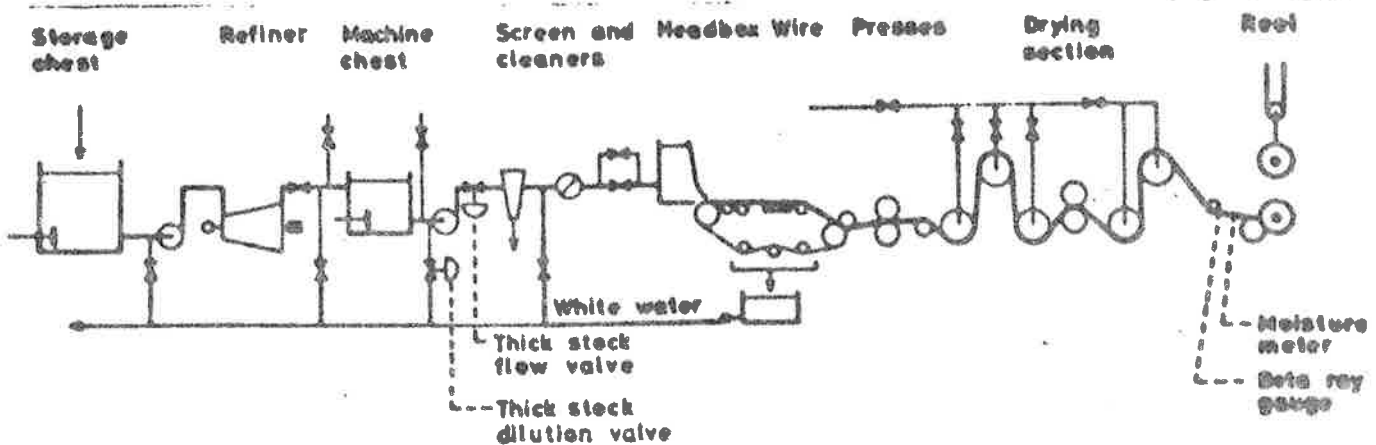


ADAPTIVA REGULATORER



EXAMPLE 4

BASIS WEIGHT CONTROL OF PAPERMACHINE



SECOND ORDER MODEL

TWO TIME DELAYS

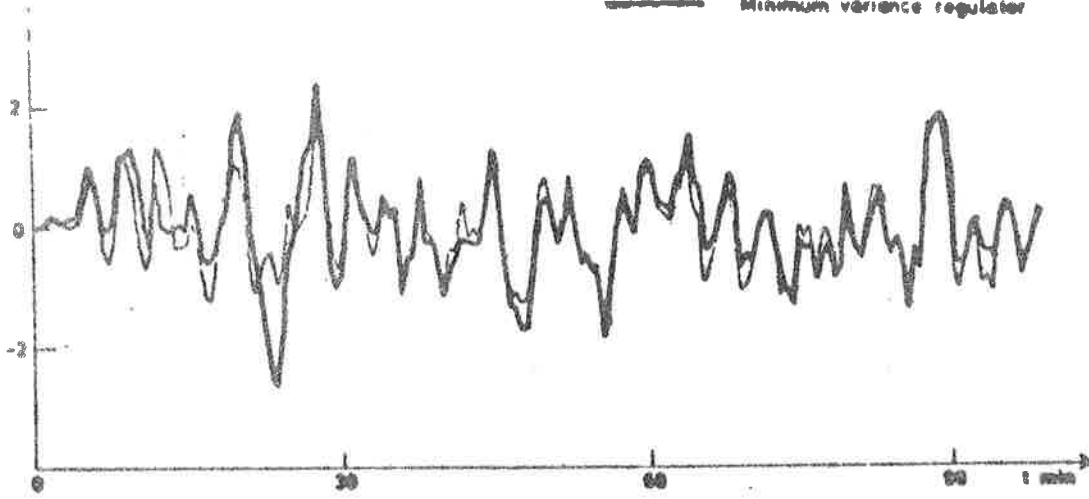
SEVEN PARAMETERS

$$\Delta y(t) = \frac{4.61q - 4.05}{q^2 - 1.283q + 0.495} \Delta u(t-2) + 0.382 \frac{q^2 - 1.438q + 0.550}{q^2 - 1.283q + 0.495} e(t)$$

REF K. J. Å. INTRODUCTION TO STOCHASTIC CONTROL THEORY

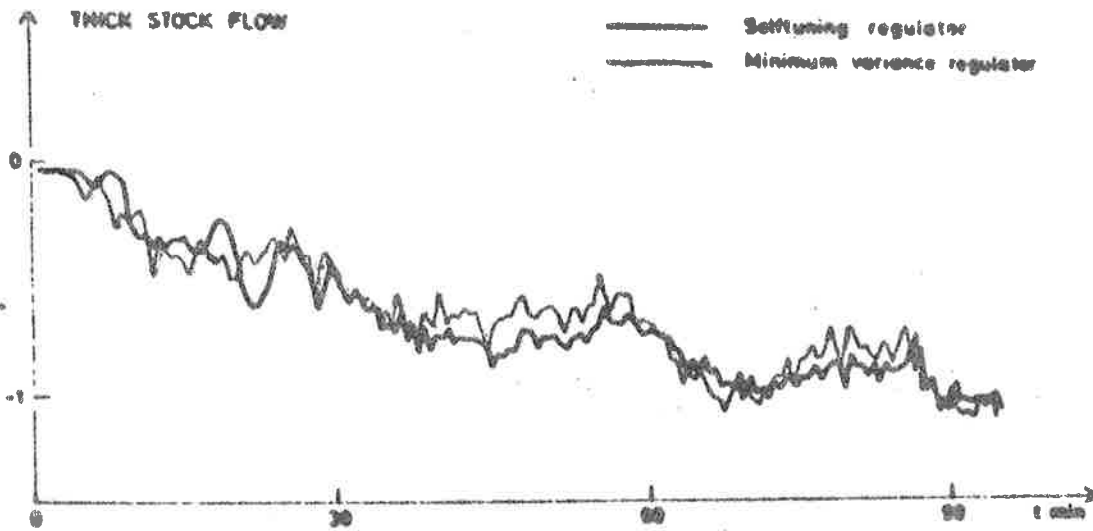
g/m^2 ERROR IN WET BASIS WEIGHT

Selftuning regulator
Minimum variance regulator



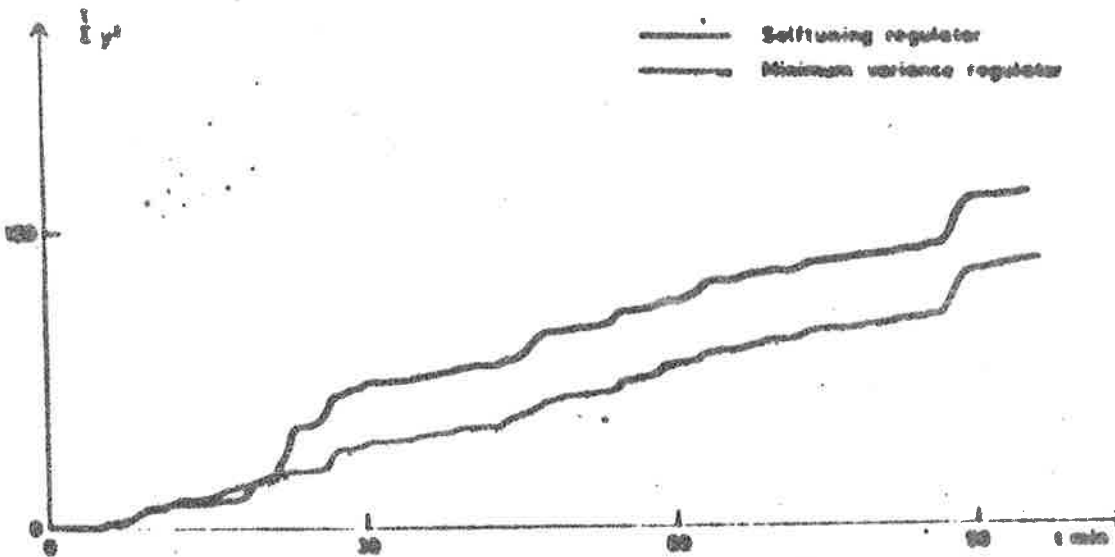
THICK STOCK FLOW

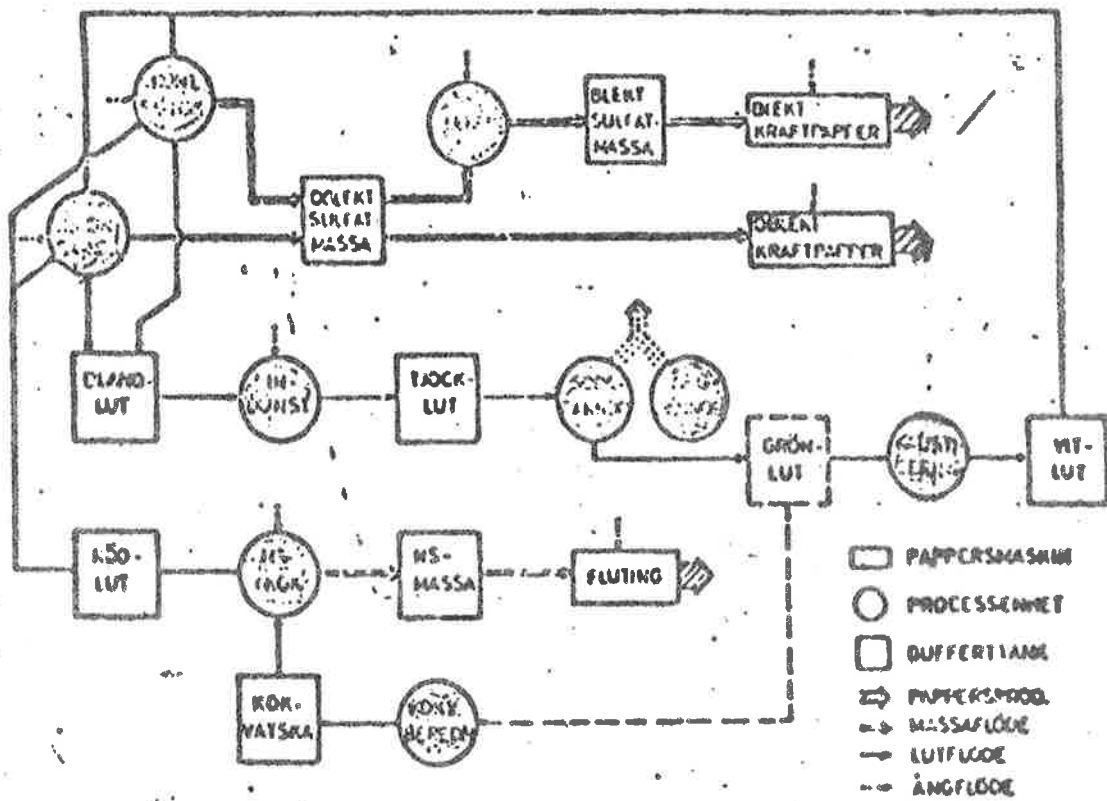
Selftuning regulator
Minimum variance regulator

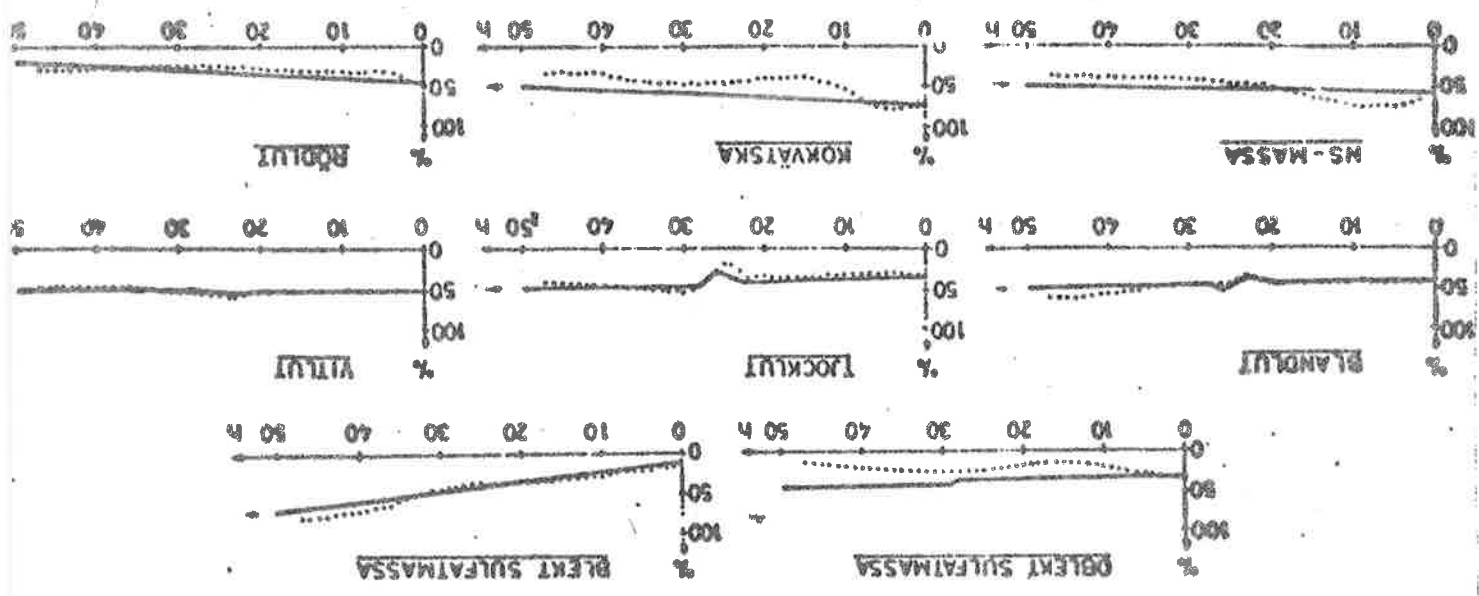


g/m^2

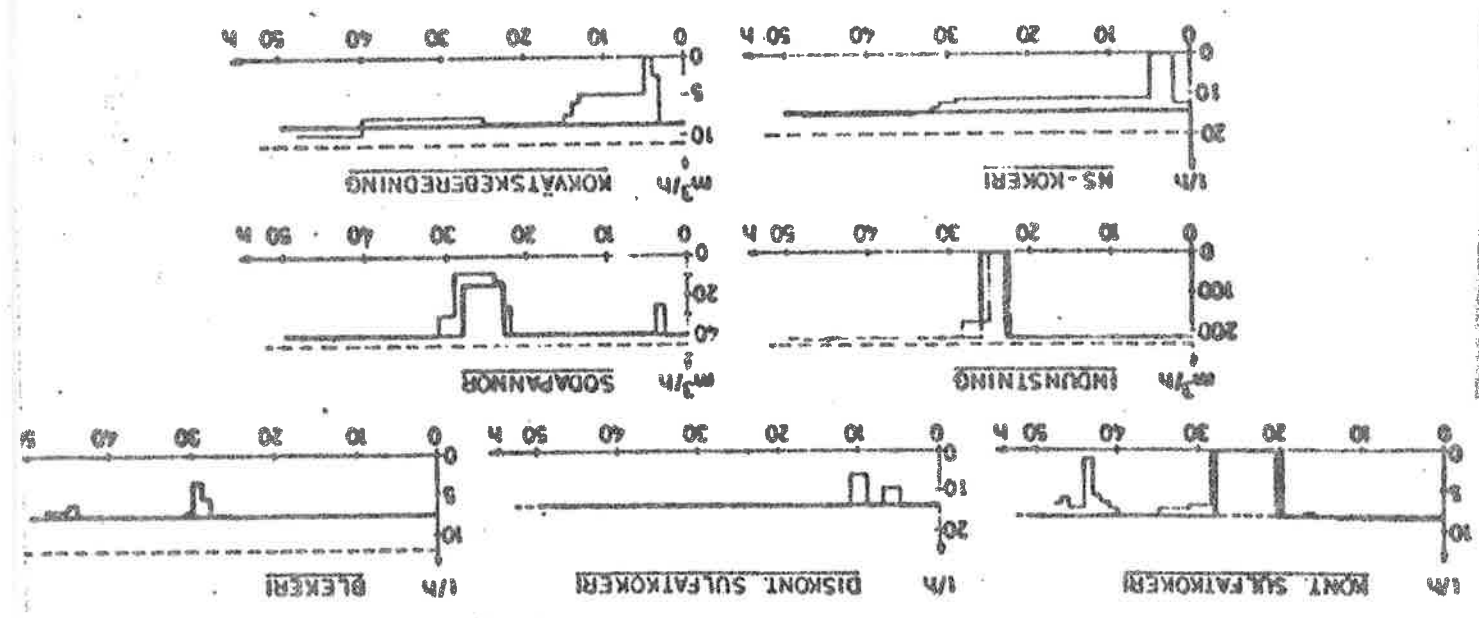
Selftuning regulator
Minimum variance regulator



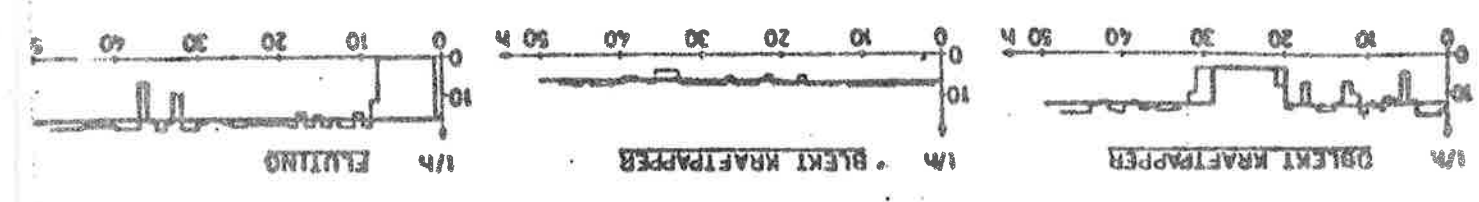




C) BUFFERTANKAR



B) PROCESSENHETER



A) PAPPERSMASKINER

PROCESSREGLERING MED DATORER

1 REGLERSYSTEMETS UPPGIFTER

2 SYSTEMETS UPPBYGGNAD

3 VARFÖR DIGITAL TEKNIK ?

4 HISTORIK

5 UTVECKLINGSTENDENSER

MASKINVARA
PROGRAMVARA
REGLERTEKNIK

→ 6 SAMMANFATTNING