



# LUND UNIVERSITY

## Projektarbeten i Systemteknik 1978

Wiberg, Per Arne; Carlsson, Yngve; Carping, Tomas; Nellgård, Lars; Eiken, Jon; Nilsson, Bengt; Larsson, Esbjörn; Odellius, Mikael

1980

*Document Version:*  
Förlagets slutgiltiga version

[Link to publication](#)

*Citation for published version (APA):*

Wiberg, P. A., Carlsson, Y., Carping, T., Nellgård, L., Eiken, J., Nilsson, B., Larsson, E., & Odellius, M. (1980). *Projektarbeten i Systemteknik 1978*. (Technical Reports TFRT-7195). Department of Automatic Control, Lund Institute of Technology (LTH).

*Total number of authors:*  
8

### 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

PROJEKTARBETEN I SYSTEMTEKNIK 1978

YNGVE CARLSSON  
TOMAS CARPING  
LARS NELLGÅRD  
JON EIKEN  
BENGT NILSSON  
ESBJÖRN LARSSON  
MIKAEL ODELIUS  
PER ARNE WIBERG

INSTITUTIONEN FÖR REGLERTEKNIK  
LUNDS TEKNISKA HÖGSKOLA  
SEPTEMBER 1980

<b>LUND INSTITUTE OF TECHNOLOGY</b> DEPARTMENT OF AUTOMATIC CONTROL Box 725 S 220 07 Lund 7 Sweden		Document name <b>REPORT</b>
Author(s) Yngve Carlsson    Esbjörn Larsson Tomas Carping    Mikael Odelius Lars Nellgård    Per Arne Wiberg Jon Eiken Bengt Nilsson		Date of issue September 1980
Title and subtitle Projektarbeten i Reglerteknik Systemteknik våren 1978. (Independent studies in systems engineering, spring 1978)		Document number CODEN:LUTFD2/(TFRT-7195)/O-034/(1980)
Supervisor Gustaf Olsson		Sponsoring organization
Abstract Two independent studies have been performed in the undergraduate course Systems Engineering (Reglerteknik-Systemteknik).  The first one is on control of miniature trains, where a PDP 8 computer has been used as a programmable logical controller. The second work is a simulation study of a <u>boiling water nuclear reactor</u> . The model is of tenth order.		
Key words		
Classification system and/or index terms (if any)		
Supplementary bibliographical information		
ISSN and key title		ISBN
Language Swedish	Number of pages 34	Recipient's notes
Security classification		

S T Y R N I N G A V T Å G  
(KONCEPT)

Projektarbete i systemteknik våren 1978.

Författare:

Yngve Carlsson  
Tomas Carping  
Lars Nellgård

Handledare:

Gustaf Olsson

## FÖRORD

Inom ramen för kursen i systemteknik på institutionen för Reglerteknik vid LTH har detta projektarbete utförts under våren 1978.

För värdefull hjälp och vägledning vill vi framföra vårt tack till universitetslektor Gustaf Olsson och tekn lic Johan Wieslander.

Lund i maj 1978

Yngve Carlsson  
Tomas Carping  
Lars Nellgård

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

Redovisas när kapitel 4 och 5 är klara

# 1 INLEDNING

## 1.1 Bakgrund

I samband med automatisering av en process användes någon form av styrutrustning. För styrutrustningen gäller det att starta eller stoppa olika funktioner i processen efter ett uppgjort program. Den "tänkande" delen i ett styrsystem kan bestå av en dator. För att demonstrera denna typ av styrning, finns på inst. en process i form av modelljärnväg, där strömsättning och växlar kan datorstyras.

## 1.2 Målsättning

Att automatisera tågstyrningen på modelljärnvägen med hjälp av datorn, på sådant sätt att tågen inte krockar och att inte alla tåg står stilla samtidigt, dvs. systemet ska vara "säkert" utan att "låsning" inträffar.

## 2. PROCESS

Anläggningen som har uppförts av Mats Bergman (examensarbete april 1977) består förutom av modelljärnväg (Märklin) av viss elektronik för signalomvandling samt av en panel, från vilken man kan styra modelljärnvägen manuellt, se figur 1

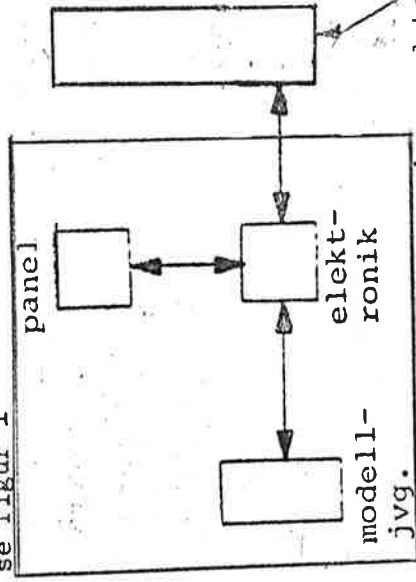


Fig. 1 Anläggning för demonstration av datorstyrd automatisering

Modelljärnvägen är indelad i 18 st sektioner. Inom varje sektion finns en stoppsträcka, som normalt inte är strömsatt. Samtliga stoppsträckor kan strömsättas oberoende av varandra. Från modelljärnvägen erhålles information huruvida det finns tåg inom en viss sektion eller ej. Dessutom innehåller banan 4 st. fasta spårkors och 12 st. växlar. Av växlarerna är 5 st. möjliga att styra med dator eller manuellt från panelen.

På panelen är en spårplan uppritad. Blå färg markerar stoppsträckor och svart färg markerar delar som alltid är strömsatta.

Vid varje stoppsträcka samt vid de styrbara växlarerna sitter lysdioder för indikering och tryckknappar för manuell manövrering av strömsättning resp. växelläge.

RÖD lysdiod tänd:	Tåg finns på sektionen.
GRÖN lysdiod tänd:	Hela sektionen är strömsatt.
ORANGE lysdiod indikerar växelläge.	

I figur 2 redovisas spårplanen, där stoppsträckorna är markerade med svarta fält och den oktala talrepresentationen för sektioner och växelläge redovisas i respektive rektangel.



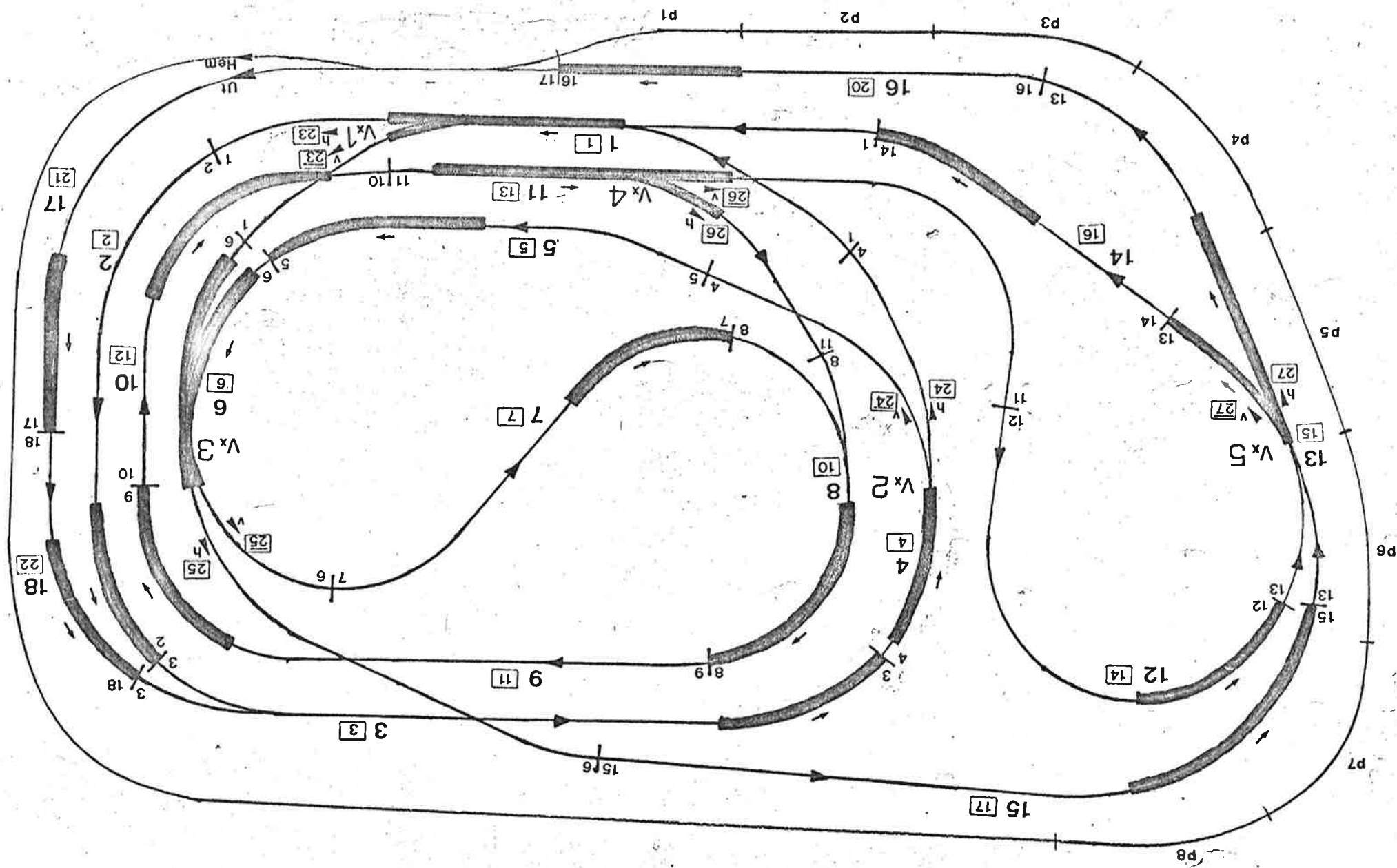


Fig. 2 Spårplan

### 3 PROCESSVILLKOR

Processvillkoren bör vara så utformade att systemet är "säkert" utan att "låsnig" inträffar. Tänkbara orsaker till "låsnig" kan vara överbelastning eller problem med prioritering av likvärdiga alternativ.

#### Överbelastning

Överbelastning uppstår när så många tåg är inne på banan samtidigt, att krocksrisk föreligger om något av tågen startar. Överbelastning är ett "tidtabellstekniskt" problem som datorn i detta program inte tar någon hänsyn till. Spårplanen (fig. 2) kan beroende på växeläge indelas i 10 st. separata slingor (under förutsättning att växeläge inte ändras). För att undvika överbelastning gäller att högst (n) st. tåg får finnas på resp. slinga, se fig. 3

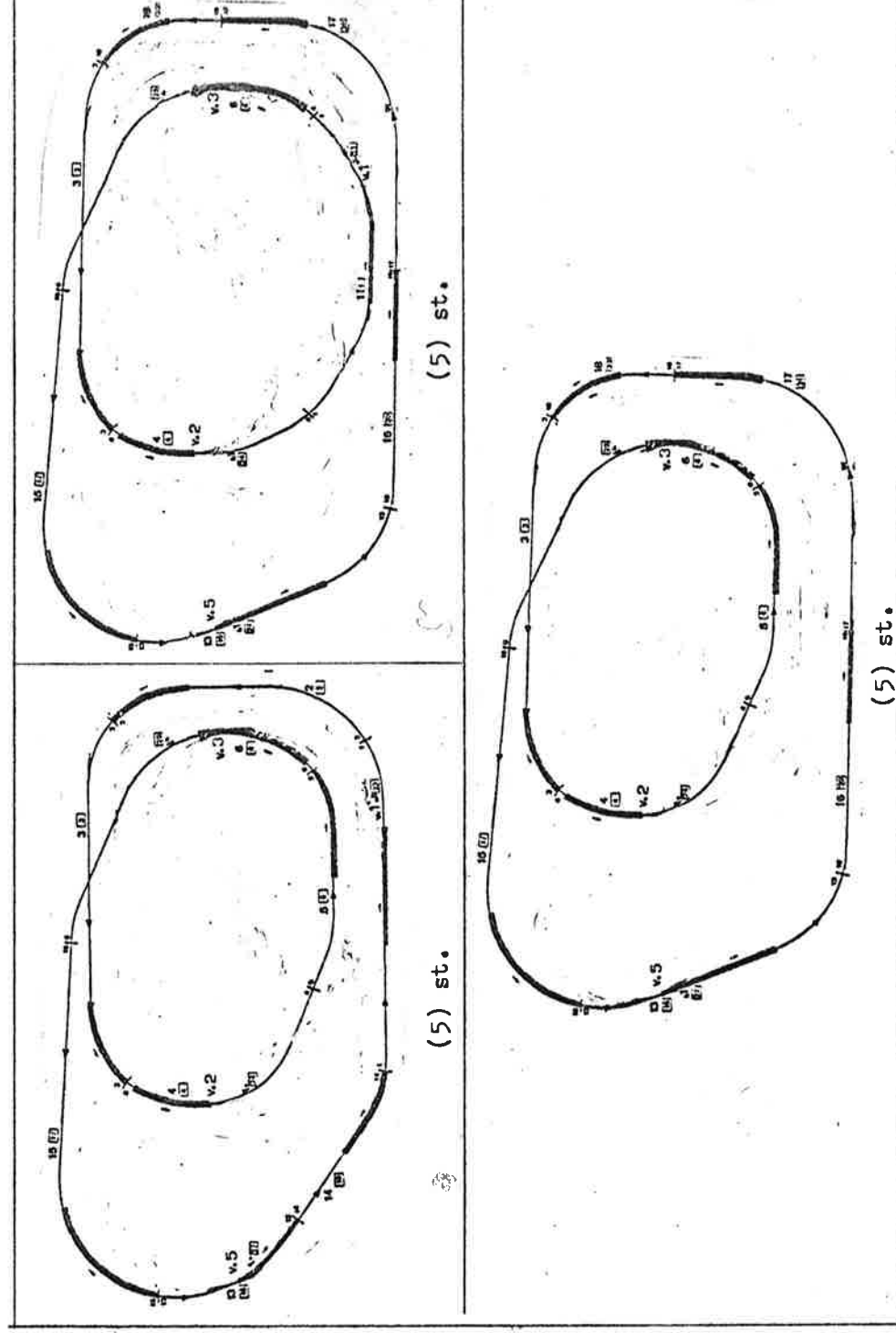


Fig. 3A Maximalt antal tåg per slinga för att undvika överbelastning.

## Prioritering

Prioritering erfodras när krockrisk föreligger på grund av att tåg från olika sektioner samtidigt kan passera ett gemensamt spåravsnitt. Tåg på prioriterad sektion har företräde framför tåg på oprioriterad sektion (förutsatt att tåg inte redan har startat på oprioriterad sektion).

Det finns olika kriterier för val av prioritetsordning mellan olika sektioner. I figur 4 redovisas ett prioriteringsförslag.

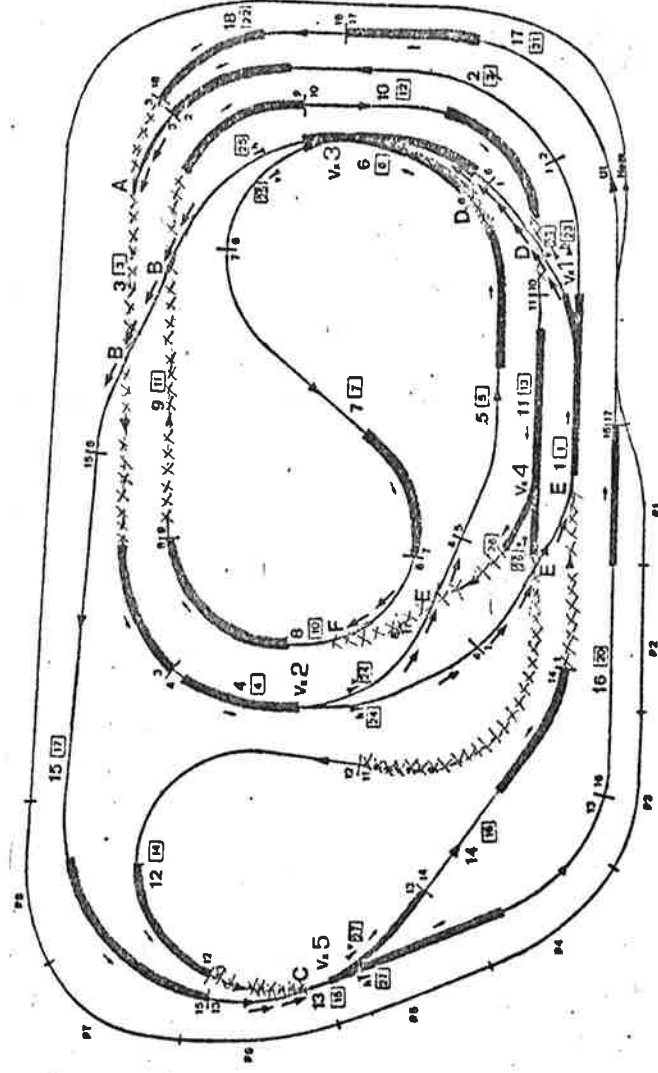


Fig. 4 Förslag till prioritering av tågbanorna.

I detta förslag har kriteriet varit att försöka prioritera sektionerna på sådant sätt att överbelastning om möjligt undviks samtidigt som intressanta tågrörelser erhålles. I korsningen A prioriteras sektion 2 framför sektion 18 för att undvika att tåg som matas in i systemet från parkeringsspåret orsakar överbelastning. Genom att prioritera sektion 6 i korsningarna B kan slingorna enligt figur 3A fyllas med 5 st tåg utan överbelastning, annars hade man bara klarat 4 st tåg. I växel C prioriteras sektion 15 för att undvika stopp på sektion 6, ett stopp som lätt kan orsaka totallåsning. Prioritering vid D och E (som framgår av pilarna) är gjord för att erhålla intressanta tågrörelser. Vid växel F prioriteras tåg från sektion 7 för att undvika låsning på grund av vald prioritering vid korsningen E.

### Strömsättningsvillkor

Processvillkoren omsättes i strömsättningsvillkor på sådant sätt att systemet är "säkert" och prioritering utföres enligt tidigare förslag. För att lättare följa motiveringen av strömsättningsvillkoren finns en förminskad kopia av figur 2 som utviksblad i särskild bilaga. Insignal från modelljärnvägen betecknas Xnr och utsignal till modelljärnvägen betecknas Ynr, nr betecknar den oktala talrepresentationen för sektioner och växelläge som redovisas i respektive rektangel (se figur 2).

Generellt gäller att det måste finnas tåg på sektionen i fråga för att strömsättning ska få ske, men det får inte finnas tåg på framförvarende sektion. När strömsättning har givits ska den gälla till dess tåget har passerat sektionen ifråga. Dessutom gäller att strömsättning ej får ske för:

### Sektion 1

+ Då växel 1 är i vänsterläge samtidigt som det finns tåg på sektion 6 eller om tåg finns på sektion 10 samtidigt som sektion 10 är strömsatt eller om tåg finns på sektion 5 samtidigt som sektion 5 är strömsatt.

+ Då växel 1 är i högerläge samtidigt som det finns tåg på sektion 2.

$$Y1 = X1 \& (((\overline{X23}) \& ((X12 \& Y12) \vee (X5 \& Y5) \vee X6)) \vee (X23 \& X2)))$$

### Sektion 2

Då tåg finns på sektion 3 eller tåg finns på sektion 18 samtidigt som sektion 18 är strömsatt eller då växel 3 är i högerläge samtidigt som tåg finns på sektion 6.

$$Y2 = (X2 \& ((X25 \& X6) \vee (X22 \& Y22) \vee X3)) \vee Y2$$

Sektion 3

Då tåg finns på sektion 4

Y3 = X3 & X4

Sektion 4

- + Då växel 2 står i vänsterläge samtidigt som det finns tåg på sektion 5 eller om växel 4 står i högerläge samtidigt som tåg står på sektion 11 samtidigt som sektion 11 är strömsatt.
- + Då växel 2 står i högerläge samtidigt som det finns tåg på sektion 1 eller om tåg finns på sektion 14 samtidigt som sektion 14 är strömsatt eller om växel 4 står i vänsterläge samtidigt som tåg står på sektion 11 samtidigt som sektion 11 är strömsatt.

Y4 =

Sektion 5

Då tåg finns på sektion 6 eller om växel 1 står i vänsterläge samtidigt som det finns tåg på sektion 1.

Y5 =

Sektion 6

- + Då växel 3 står i vänsterläge samtidigt som det finns tåg på sektion 7
- + Då växel 3 står i högerläge samtidigt som det finns tåg på sektion 15 eller om tåg finns på sektion 3 eller om tåg finns på sektion 9 eller om tåg finns på sektion 2 samtidigt som sektion 2 är strömsatt eller om tåg finns på sektion 8 samtidigt som sektion 8 är strömsatt eller om tåg finns på sektion 18 samtidigt som sektionen är strömsatt.

Y6 =

Sektion 7

Då tåg finns på sektion 8 eller om växel 4 står i högerläge samtidigt som tåg står på sektion 11 samtidigt som sektion 11 är strömsatt.

Y7 =

Sektion 8

Då tåg finns på sektion 9 eller om växel 3 står i högerläge samtidigt som tåg står på sektion 6.

Y10 =

Sektion 9

Då tåg står på sektion 10.

Y11 = X11 & X12

Sektion 10

Då tåg står på sektion 11 eller om växel 1 står i vänsterläge samtidigt som tåg står på sektion 1.

Y12 =

Sektion 11

+ Då växel 4 står i vänsterläge samtidigt som tåg finns på sektion 12 eller om växel 2 står i högerläge samtidigt som tåg finns på sektion 4 eller om tåg finns på sektion 1.

+ Då växel 4 står i högerläge samtidigt som tåg finns på sektion 8 eller om tåg finns på sektion 7 eller om växel 2 står i vänsterläge samtidigt som det finns tåg på sektion 4.

Y 13 =

Sektion 12

Då tåg står på sektion 13 eller om tåg finns på sektion 15

Y14 =

Sektion 13

- + Då växel 5 står i vänsterläge samtidigt som tåg finns på sektion 14.
- + Då växel 5 står i högerläge samtidigt som tåg finns på sektion 16.

Y15 =

Sektion 14

Då tåg finns på sektion 1 eller om växel 2 står i högerläge samtidigt som tåg finns på sektion 4.

Y16 =

Sektion 15

Då tåg finns på sektion 13 eller om tåg finns på sektion 12 samtidigt som sektion 12 är strömsatt.

Y17 =

Sektion 16

Då tåg finns på sektion 17.

Y20 = X20 & X21

Sektion 17

Då tåg finns på sektion 18

Y21 = X21 & X22

Sektion 18

Då tåg finns på sektion 3 eller om tåg finns på sektion 2. eller om växel 3 står i högerläge samtidigt som tåg finns på sektion 6.

Y22 =

Dessa villkor gäller under förutsättning att växlar inte påverkas manuellt när tåg befinner sig på samma sektor som motsvarande växel.

ÖBS!  
I originalet kommer växelomläggningsvillkor och fullständiga ström-sättningsvillkor att redovisas.



4 DATORN och 5 ANVÄNDNINGSSINSTRUKTION

Lämnas tillsammans med originalet när in/ut-enheterna är lagade,  
så att hålremsa med ekvationer kan bifogas. Detta sker förhoppnings-  
vis någongång under juli månad 1978.

## 6 RESULTAT

### Förslag till processförbättringar

Genom att införa en "dödzon" mellan sektion 8 och korsningen B samtidigt som sektion 9 startar först efter korsningen B (se figur 4) erhålles mindre risk för låsning. Om växel 1 står i vänsterläge och växel 3 står i högerläge samtidigt som det är tåg på sektionerna 1,6,9 och 10 uppstår för närvarande låsning. Det kan undvikas om villkor 9 flyttas över till "dödzone" för sektion 6.

Stoppsträckan på sektion 10 bör flyttas in några mm för att undvika blockering av sektion 1 när växel 1 står i vänsterläge.

### Övriga resultat

Under förutsättning att processvillkoren är riktiga och överföringarna fungerar kan komplicerade förlopp styras på ett elegant sätt med hjälp av dator. En annan fördel är att processvillkoren lätt kan ändras genom satsbyten. En nackdel är att felaktiga processvillkor kan vara svåra att upptäcka utan omfattande simuleringar. Ett felaktigt processvillkor kan medföra att ett system som till synes fungerar bra, plötsligt "klappar samman".

### Förslag till fortsatta undersökningar på tågbanan

Studera hur andra prioriteringsalternativ påverkar säkerheten och risken för låsning.





REGLERTEKNIK + SYSTEMTEKNIK  
TEKNISKA HÖGSKOLAN I LUND

KOKARREAKTOR

Konstruktionsuppgift  
1978

Författare: Jon Eiken  
Bengt Nilsson  
Esbjörn Larsson  
Mikael Odelius  
Per Arne Wiberg

## INNEHÅLLSFÖRTECKNING

	sida
INLEDNING	2
MODELLBESKRIVNING	3
MODELLENS KÄNSLIGHET	5
SIMULERING AV DET ÖPPNA SYSTEMET	6
REGLERING AV MODELLEN	10
FÖRSLAG TILL FÖRBÄTTRINGAR	13
BILAGOR	14

## INLEDNING

Denna konstruktionsuppgift ingår som en del i ämnet regler-  
teknik-systemteknik. Enligt kursplanen skall detta arbete  
omfatta 14 tim.

Uppgiften har avsetts vara ett studium av en kökarreaktors  
olika egenskaper med avseende på tryck, effekter, temperaturer  
m.m.

Från dessa erfarenheter har sedan olika regulatorer tagits  
fram, detta med hjälp av ett av institutionen utvecklat  
datorprogram, SIMNON, som vi har kört på PDP-15 (Hilbert).

Emedan tiden varit knapp har syftet inte varit att ta fram  
ett "optimalt" regulatorarrangemang, utan vi har koncentrerat  
oss på att förstå och redogöra för både de regler tekniska  
som de fysikaliska problemen och fenomenen.

## MODELLBESKRIVNING

Modellschemat nedan är hämtat ur en arbetsrapport från AB Atomenergi (AE-RR-76-193, Ralf Espefält, Bernt Fagerström). Detta är en linealiserad modell av en kokarrektor.

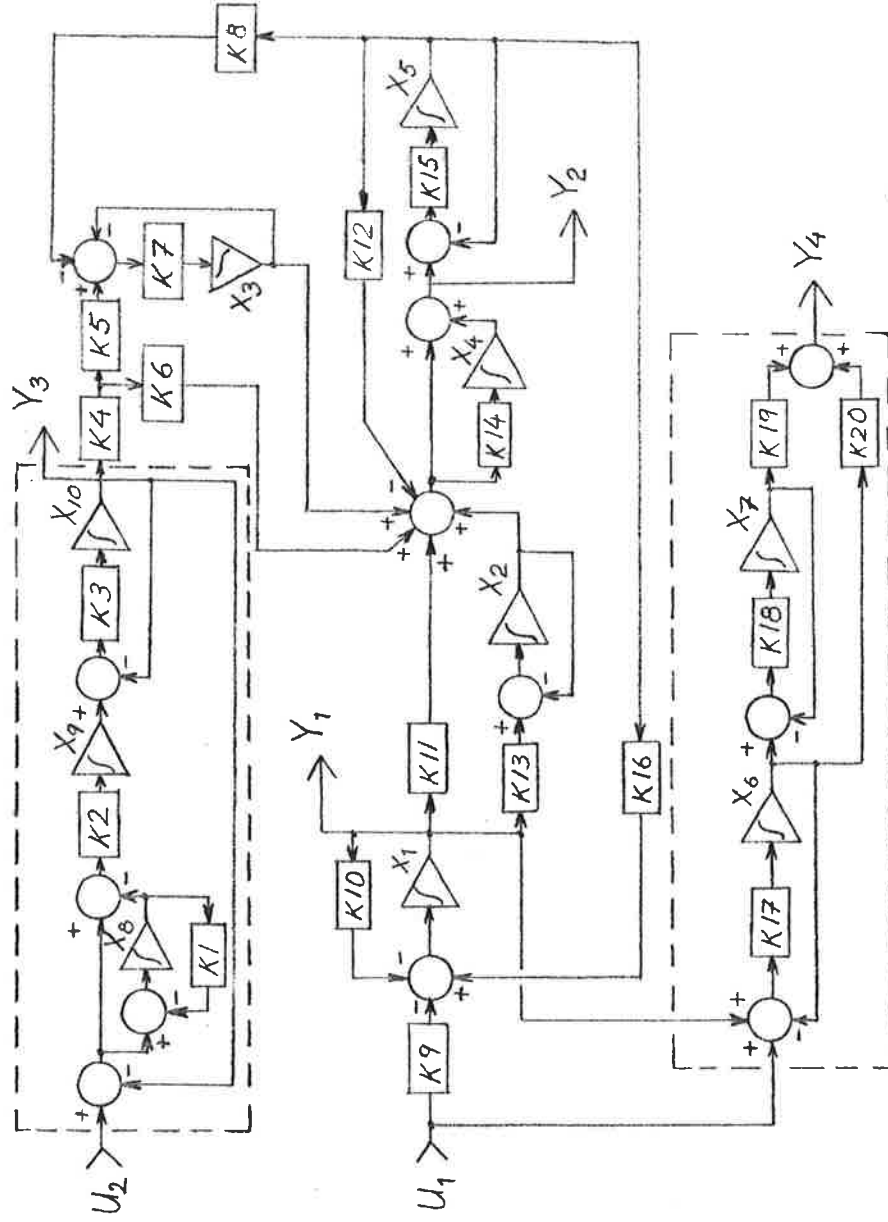


Fig.1 Modell

Betydelsen av de i modellen angivna parametrarna, in-och ut-signalerna framgår i det följande:

### Ut signaler

- Y1: tryck
- Y2: nukleär effekt
- Y3: pumphastighet
- Y4: generatoreffekt

### In signaler

- U1: ångventilöppning
- U2: pumphastighet(börvärde)



Tillstånd

- X1: tryck
- X2: ingen direkt fysikalisk betydelse
- X3: reaktiviteten
- X4: fördröjda neutroner
- X5: bränsletemp.
- X6; generatorodynamik
- X7: generatorodynamik
- X8: dynamik åt cirkulationspumparna
- X9: dynamik åt cirkulationspumparna
- X10: pumphastigheten

Värden på parametrarna (K1-K20) i fig. 1 framgår av bilaga 1:1.

Hur modellen beskrivits i SIMNON framgår också av bilaga 1:1 (datalistor).

### MODELLENS KÄNSLIGHET

För att modellen känslighet för parametervariationer (K1-K20) har dessa varierats ca 10 % (samtliga uppåt), varefter stegsvaren har undersökts. Då dessa avvek från sitt ursprungliga värde med mer än 10 % noterades detta. Resultaten kan sammanfattas i det följande.

Steg på insignalerna	U1:0 U2:1	U1:1 U2:0	U1:1 U2:1
	K4 K5 K8" K10" K11 K12 K13 K16"	K8 K9 K10 K12 K13 K14 K15 K16	K4 K5 K9 K16

" Särskilt känslig parameter

Således bör särskild uppmärksamhet läggas på att få fram noggranna värden på ovanstående parametrar.

## SIMULERING AV DET ÖPPNA SYSTEMET

Simulering av det öppna systemet har gjorts på de tre olika varianterna på insignalerna. Här gjordes följande iakttagelser;

Fig. 2: U1:0 U2:1

Generatoreffekt och trycket är starkt beroende av varandra (Y4, Y1). Ökningen av trycket med hjälp av pump-hastigheten är en långsam process, ca 2-3 min. insvängningstid. Den omedelbara höjningen av nukleära effekten beror på den ökade cirkulationens inverkan på voiden.

Fig. 3: U1:1 U2:0

Ett steg på ångventilen medför en relativt snabb trycksänkning, stabilisering på 1-1.5 min. Vidare ger en öppning av ventilen en snabb ökning av generatoreffekten, topp efter ca 10 s.

Fig. 4: U1:1 U2:1

På grund av den linjära modellen blir det här en överlagring av de båda tidigare fallen.

FIGURE 2

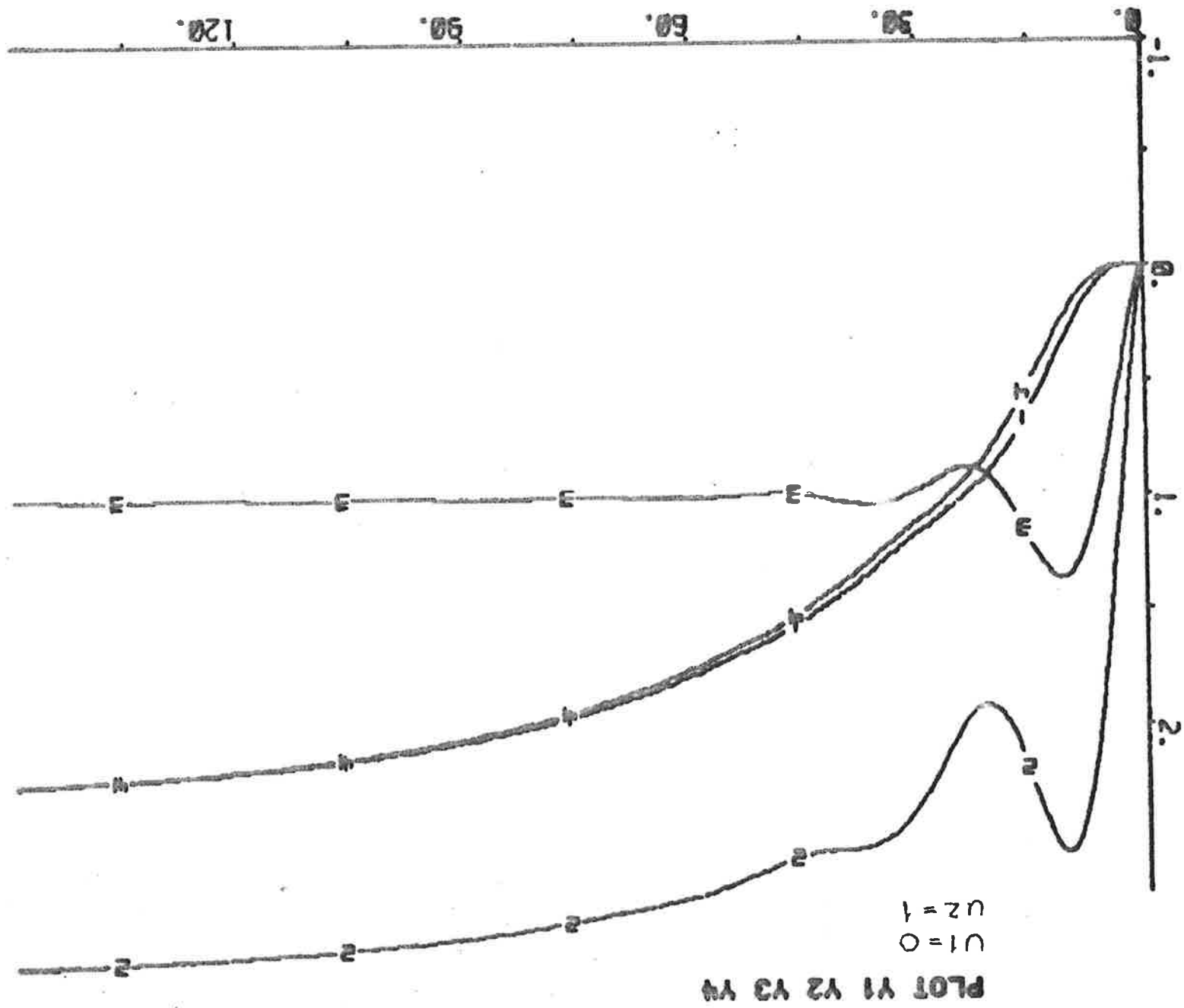


Figure 3

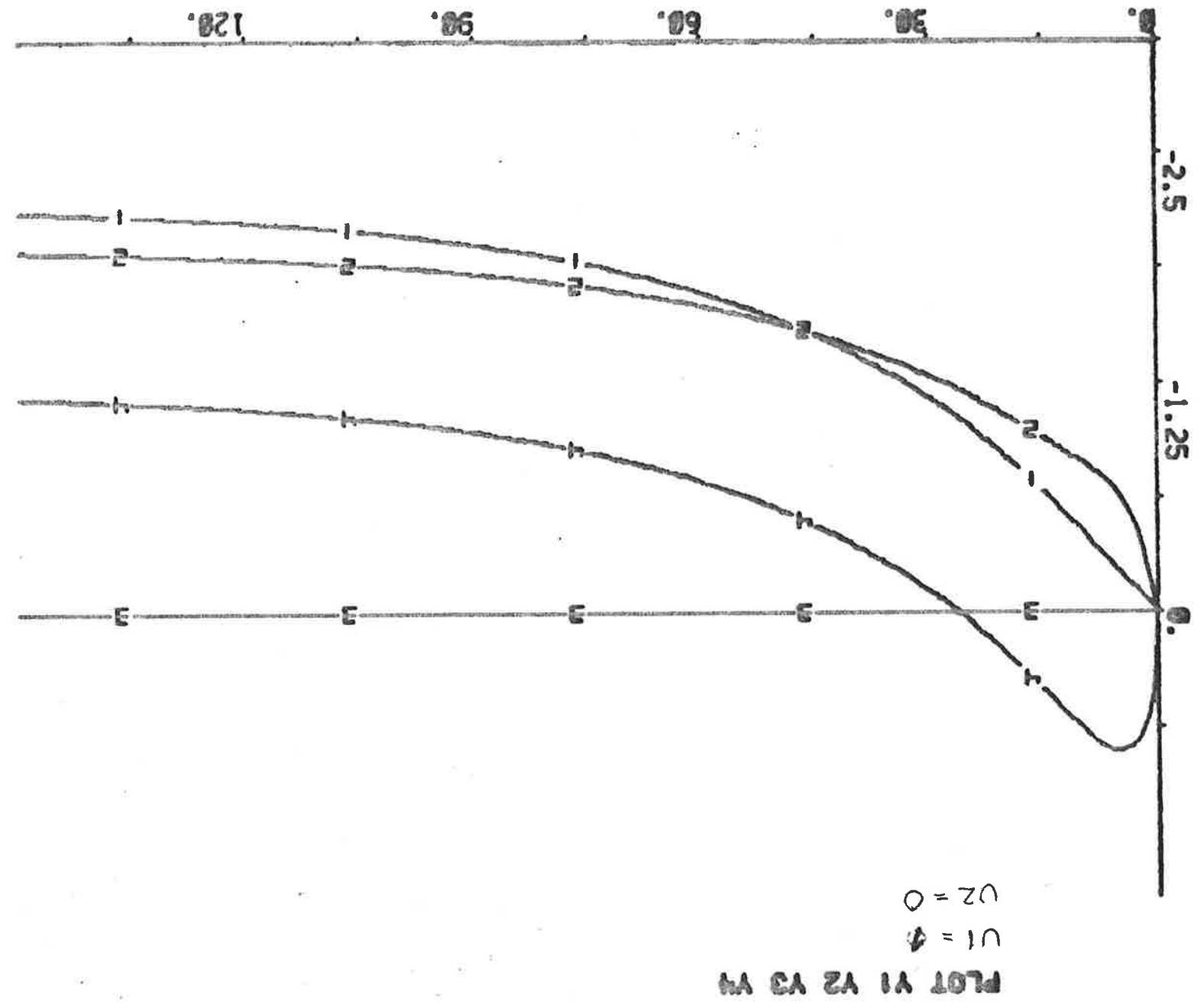
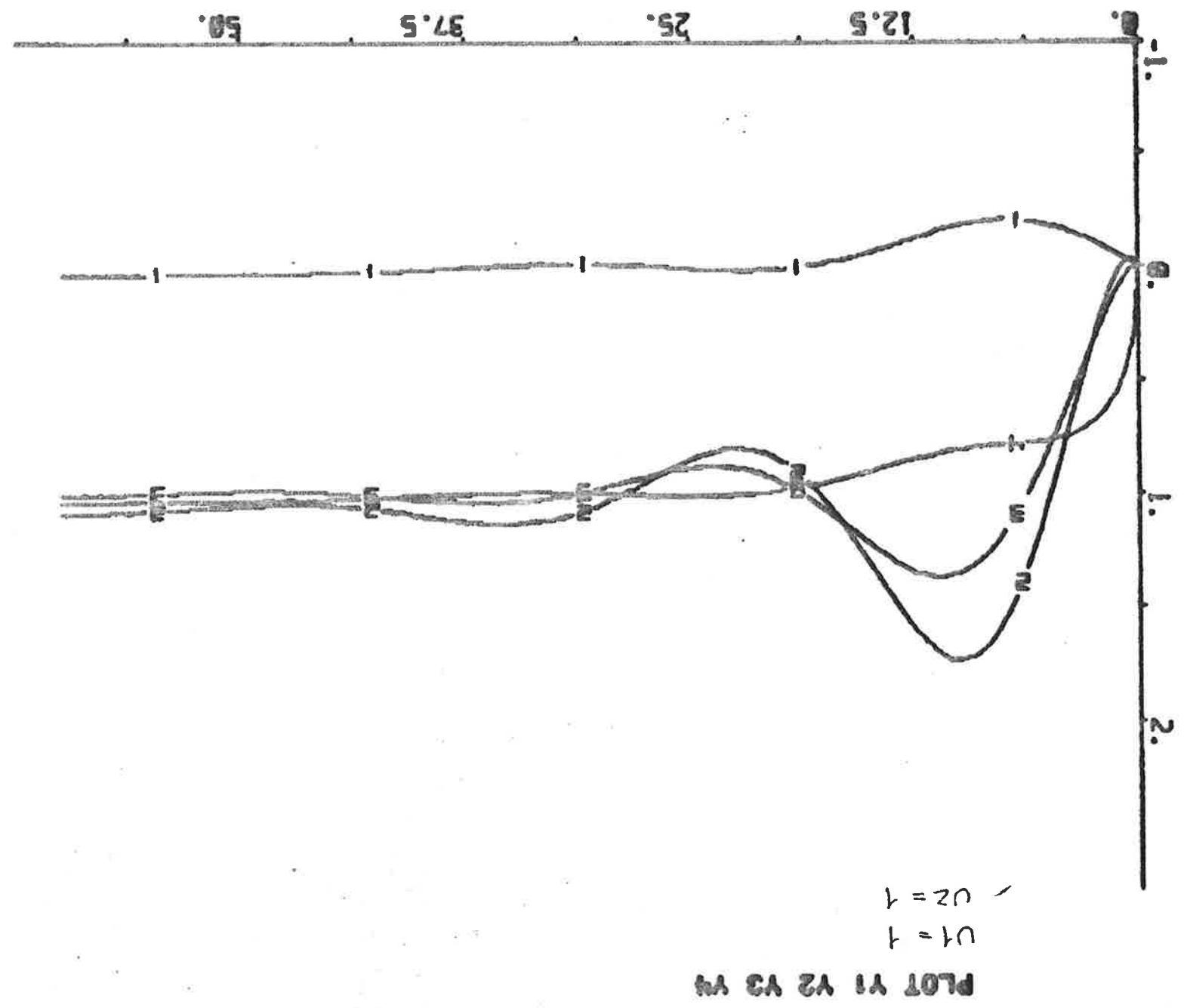


FIGURE 4

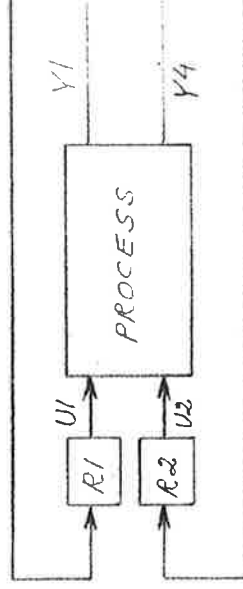


## REGLERING AV MODELLEN

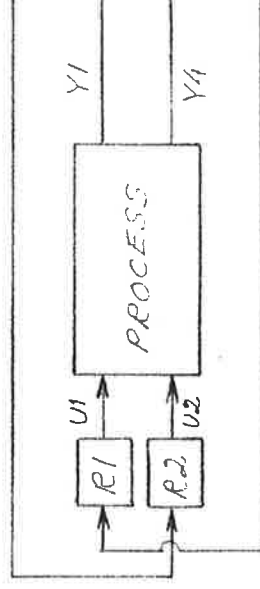
Vår modell regleras med två kontinuerliga regulatorer, R1 och R2, (se bilaga 1:2). Sammankopplingen med dessa och modellen sker med hjälp av "CONNECTING SYSTEM", se bilaga 1:3. Idetta betyder YRA:1 en börvärdesändring på R1 och YRB:1 en börvärdesändring på R2. Vårt A väljer kopplingsalternativ.

Två fall av reglering genomfördes:

### Kopplingsalt. I



### Kopplingsalt. II



Följande figurer visar effekterna av dessa sätt att reglera.

### Fig. 5 Reglering enligt alt. I

Här en börvärdesändring på trycket. Här ses att insvängningstiden för samtliga parametrar är relativt kort, ca 1 min.

Framhävas bör att trycket skall öka långsamt med få eller inga oscillationer, vilket figuren visar.

### Fig. 6 Reglering enligt alt. II

Här lägges en börvärdesändring på generatoreffekten.

Förloppet har som innan svängt in sig relativt snabbt,

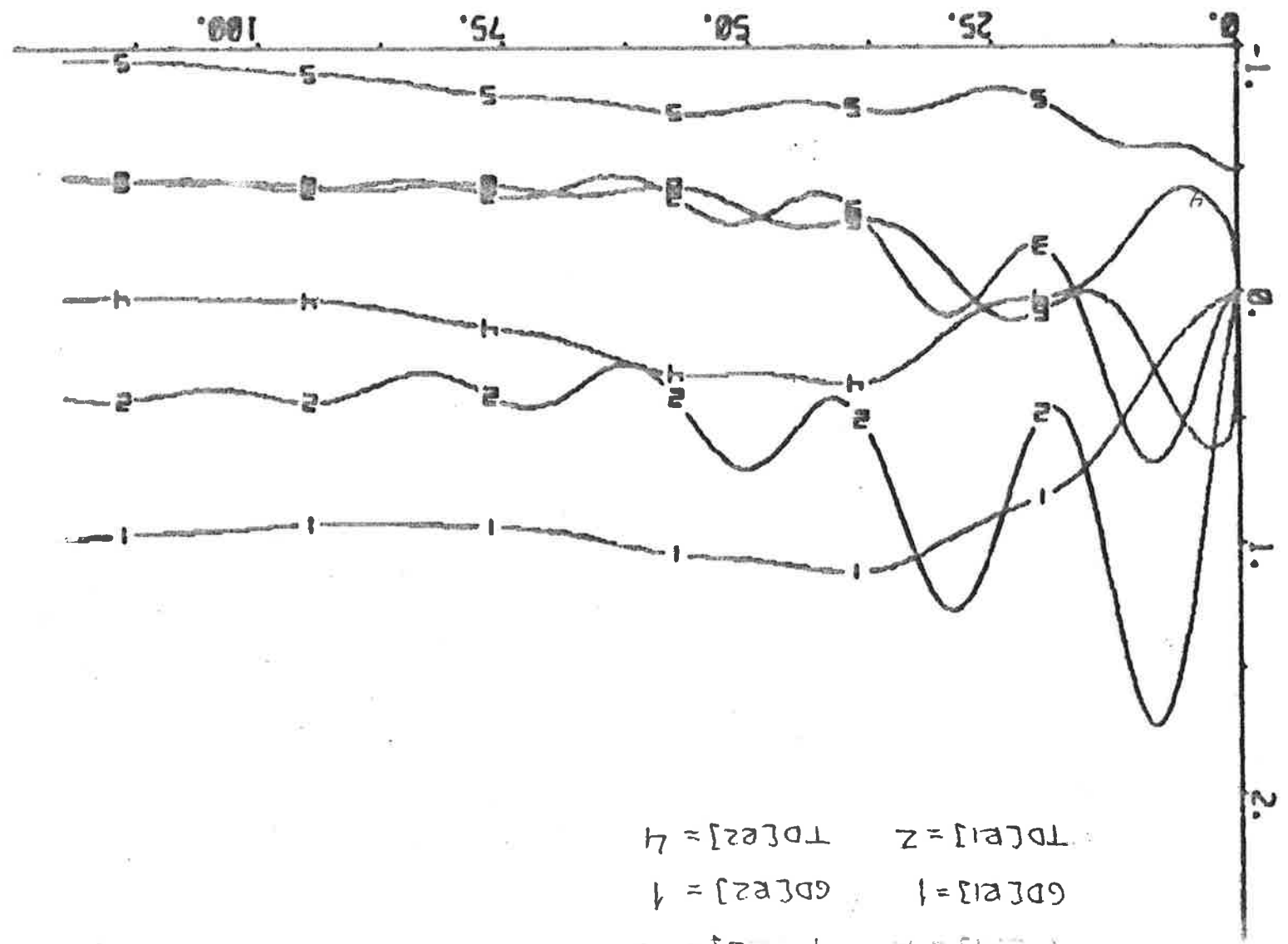
ca 1 min. Här fås emellertid snabbare och större variation

i trycket. Systemet ger också ett snabbare svar på

generatoreffekten. Den hackiga signalen (5) orsakas

antagligen av numeriska fel i beräkningarna.

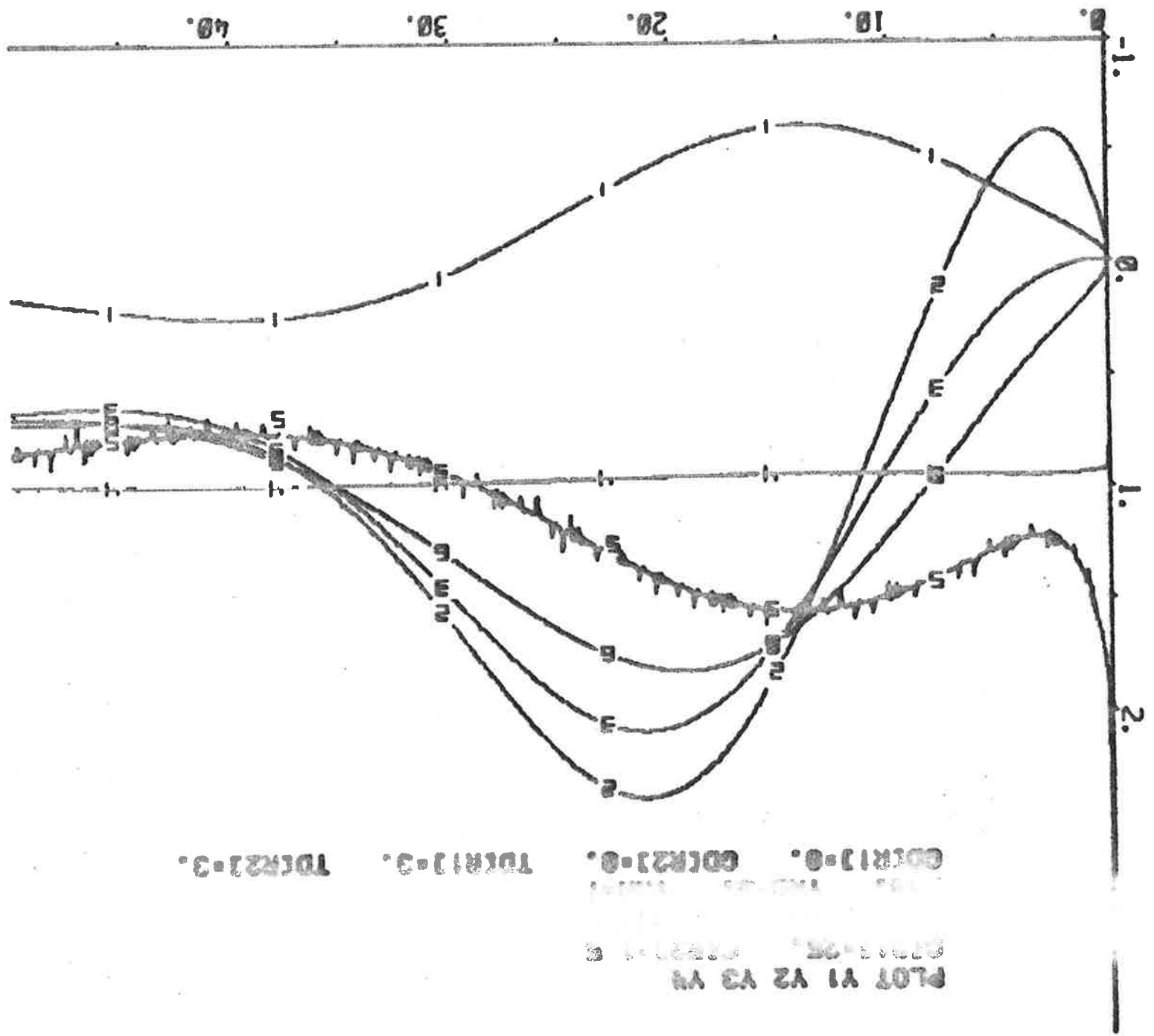
FIGURE 5



PL0T Y1 Y2 Y3 Y4



FIGURE 6



## ANSLAG TILL FÖRBÄTTRINGAR

Grund av känslighet i pumpens dynamik kan denna stabiliseras med hjälp av en lokal återkoppling, till exempel från X10 till styrsignalen på U2, se modellen fig 1.

Vidare skulle med all säkerhet en återkoppling från "samtliga" tillstånd, linjärkvadratisk metod, visa sig vara intressant att genomföra.

## CONTINUOUS SYSTEM BWR

"DATE 780411  
 "THIS SYSTEM IS A MODEL OF A BWR-REACTOR.  
 "THIS MODEL IS BASED ON A REPORT FROM AB ATOMENERGI.  
 "(AE-RR-76-193 BY RALF ESPEFELT,BERNT FAGERSTROM)  
 "SYSTEMTEKNIK VT 78, 11 APR 78.

"AUTHORS  
 "JON EIKEN  
 "ESBJORN LARSSON  
 "BENGT NILSSON  
 "MIKAEL ODELIUS  
 "PER ARNE WIBERG

"OUTPUT INPUT  
 "Y1=PRESSURE U1=STEAM VALVE AREA  
 "Y2=NUCLEAR POWER U2=PUMP SPEED SETPOINT  
 "Y3=PUMP SPEED  
 "Y4=GENERATOR POWER

"STATE  
 "X1=TRYCK  
 "X2=INGEN DIREKT FYSIKALISK BETYDELSE  
 "X3=REAKTIVITET  
 "X4=FORDRUJDA NEUTRONER  
 "X5=BRANSLE TEMPERATUR  
 "X6=GENERATORDYNAMIK  
 "X7=GENERATORDYNAMIK  
 "X8=CIRKULATIONSPUMPARNAS DYNAMIK  
 "X9=CIRKULATIONSPUMPARNAS DYNAMIK  
 "X10=PUMPHASTIGHET

TIME T  
 INPUT U1 U2  
 OUTPUT Y1 Y2 Y3 Y4  
 STATE X1 X2 X3 X4 X5 X6 X7 X8 X9 X10  
 DER DX1 DX2 DX3 DX4 DX5 DX6 DX7 DX8 DX9 DX10

INITIAL  
 A11=-K10  
 A15=K16  
 A21=K13  
 A33=-K7  
 A35=-K8\*K7  
 A30=K4\*K5\*K7  
 A41=K11\*K14  
 A42=K14  
 A43=K14  
 A45=-K12\*K14  
 A40=K4\*K6\*K14  
 A51=K11\*K15  
 A52=K15  
 A53=K15  
 A54=K15  
 A55=-K15\*(1+K12)  
 A50=K4\*K6\*K15  
 A61=K17  
 A66=-K17  
 A76=K18  
 A77=-K18  
 A88=-K1  
 A98=-K2

```
A90=-K2
A09=K3
A00=-K3

B11=-K9
B61=K17
B92=K2

C21=K11
C25=-K12
C20=K4*K6
C46=K20
C47=K19

OUTPUT
Y1=X1
Y2=C21*X1+X2+X3+X4+C25*X5+C20*X10
Y3=X10
Y4=C46*X6+C47*X7

DYNAMICS
DX1=A11*X1+A15*X5+B11*U1
DX2=A21*X1-X2
DX3=A33*X3+A35*X5+A30*X10
DX4=A41*X1+A42*X2+A43*X3+A45*X5+A40*X10
DX5=A51*X1+A52*X2+A53*X3+A54*X4+A55*X5+A50*X10
DX6=A61*X1+A66*X6+B61*U1
DX7=A76*X6+A77*X7
DX8=A88*X8-X10+U2
DX9=A98*X8+A90*X10+B92*U2
DX10=A09*X9+A00*X10

K1:1.5
K2:2.4
K3:0.083
K4:1.5
K5:4.03
K6:1.59
K7:0.11
K8:5.85
K9:0.0445
K10:0.06
K11:2.6
K12:2.3
K13:4.71
K14:0.2
K15:0.23
K16:0.0445
K17:3.3
K18:0.37
K19:0.6
K20:0.4

END
```

```
CONTINUOUS SYSTEM R1
INPUT YREF Y
OUTPUT U
STATE I X
DER DI DX
OUTPUT
E =YREF-Y
P=G*E
D=-GD*(Y-X)
U=P+I+D
DYNAMICS
DI=E/TI
DX=-GD/TD*(X-Y)
G:1
TI:1E10
GD:0
TD:1
END
```

```
CONTINUOUS SYSTEM R2
INPUT YREF Y
OUTPUT U
STATE I X
DER DI DX
OUTPUT
E =YREF-Y
P=G*E
D=-GD*(Y-X)
U=P+I+D
DYNAMICS
DI=E/TI
DX=-GD/TD*(X-Y)
G:1
TI:1E10
GD:0
TD:1
END
```

```
CONNECTING SYSTEM CBWR  
"THIS IS A CONNECTING SYSTEM FOR  
"CONTROLLERS R1 AND R2  
"SYSTEM BWR  
"AUTHORS.  
  
"LUND 780418  
  
TIME T  
YREF[R1]=YRA  
YREF[R2]=YRB  
  
Y[R1]=IF A THEN Y1[BWR] ELSE Y4[BWR]  
Y[R2]=IF A THEN Y4[BWR] ELSE Y1[BWR]  
  
U1[BWR]=IF A THEN -U[R1] ELSE U[R1]  
U2[BWR]=U[R2]  
  
YRA:1  
YRB:0  
A:1  
  
END
```