



# LUND UNIVERSITY

## Frånluftstemperaturreglering av flerfamiljshus

Jensen, Lars; Apelblat, Jakob; Rydström, Per

1977

*Document Version:*  
Förlagets slutgiltiga version

[Link to publication](#)

*Citation for published version (APA):*  
Jensen, L., Apelblat, J., & Rydström, P. (1977). *Frånluftstemperaturreglering av flerfamiljshus*. (Technical Reports TFRT-7127). Department of Automatic Control, Lund Institute of Technology (LTH).

*Total number of authors:*  
3

### 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



Dokumentutgivare  
Lund Institute of Technology  
Handläggare Dept of Automatic Control

Lars Jensen  
Författare

Jakob Apelblat  
Lars Jensen  
Per Rydström

Dokumentnamn  
REPORT  
Utgivningsdatum

Dokumentbeteckning  
LUTFD2/(TFRT-7127)/1-50/(1977)

Ärendebeteckning  
BFR 740622

Dokumenttitel och undertitel

Frånluftstemperaturreglering av flerfamiljshus  
((Return Air Temperature Control of a Multifamily House))

Referat (sammandrag)

The indoor air temperature in a multifamily house is only controlled by feedforward control. The outdoor air temperature determines the radiator feedforward temperature. This type of control does not take in account such factors as sun, wind, persons, and heat production from household machines. The return air temperature has been controlled for a multifamily house with good result. A small energy reduction can be achieved.

Referat skrivet av

Authors

Förslag till ytterligare nyckelord

Klassifikationssystem och -klass(er)

Indextermer (ange källa)

Omfång  
50 pages

Språk  
Swedish

Sekretessuppgifter

Dokumentet kan erhållas från  
Department of Automatic Control  
Lund Institute of Technology  
Box 725, S-220 07 LUND 7, Sweden

Pris

Övriga bibliografiska uppgifter

ISSN

Mottagarens uppgifter

ISBN

3010

DOKUMENTATABLAD enligt SIS 62 10 12

SIS-DB 1

Blankett LU 11:25 1976-07

## APPENDIX I

Detta appendix innehåller dels härledningar för identifiering av parametrar i kontinuerlig systembeskrivning utifrån samplad beskrivning, dels härledning av uttryck för beskrivande funktionen för två olinjäriteter.

### I.1 Överföring från kontinuerlig till samplad form

Antag att ett kontinuerligt linjärt tidsinvariant dynamiskt system är givet på tillståndsform enligt

$$\begin{aligned}\dot{X} &= A \cdot X + B \cdot u \\ \dot{y} &= C \cdot X + D \cdot u\end{aligned}\tag{I.1}$$

där  $X$  är tillståndsvektorn,  $u$  insignalen och  $y$  utsignalen.

Utsignalen från detta system anges av

$$y(t) = D u(t) + C \left( e^{A(t-t_0)} + \int_{t_0}^t e^{A(t-s)} B u(s) ds \right)\tag{I.2}$$

och tillståndsvektorn  $X$  av

$$X(t) = e^{A(t-t_0)} X(t_0) + \int_{t_0}^t e^{A(t-s)} B u(s) ds\tag{I.3}$$

Betraktas systemet periodiskt med tiden  $T_s$  mellan tidpunkterna, dvs samplas med intervallet  $T_s$ , får vi

$$X(t+T_s) = e^{A T_s} \cdot X(t) + \int_0^T e^{A s} B u(s) ds\tag{I.4}$$

Är nu insignalen  $u(t)$  konstant över ett samplingsintervall erhålles

$$X(t+T_s) = e^{A T_s} X(t) + \left( \int_0^T e^{A s} B ds \right) u(t)\tag{I.5}$$

Linjära diskreta tidsintervarianta dynamiska system brukar anges på formen

$$\begin{aligned}X(t+T_s) &= \Phi x(t) + \Gamma u(t) & t = T_s, 2 T_s, \dots \\ y(t) &= \Theta x(t) + D u(t)\end{aligned}\tag{I.6}$$

Identifiering mellan (I.5) och (I.6) ger

$$\Phi = e^{A t_s} \quad \Theta = C$$

$$\Gamma = \int_0^{T_s} e^{A s} B \, ds \quad D = D$$

Matriserna  $\Phi$  och  $\Gamma$  kan naturligtvis beräknas direkt utifrån ovan givna uttryck, vilket dock är ganska besvärligt att göra för hand för ordningstal större än 1.

Då man har system av andra ordningen är det enklare att göra Laplacetransformeringar och utnyttja Laplacetabeller. Därvid utnyttjas följande samband:

$$\Phi = e^{A T} = \mathcal{L}^{-1} \left\{ (sI - A)^{-1} \right\} t = T \quad (\text{I.7})$$

$$\begin{aligned} \Gamma &= \int_0^{T_s} e^{A s} \, ds \, B = \\ &= \mathcal{L}^{-1} \left\{ \frac{1}{s} (sI - A)^{-1} B - B \right\} t = T \end{aligned} \quad (\text{I.8})$$

Plusöverföringsfunktionen  $H(z)$ , som motsvarar  $H(s)$ , kan nu erhållas som

$$H(z) = \Theta (zI - \Phi)^{-1} \Gamma + D \quad (\text{I.9})$$

(jämför  $H(s) = C (sI - A)^{-1} B + D$ )

## I.2 Identifiering av parametrar från samplad till kontinuerlig beskrivning

Statiska förstärkningen erhålls genom att i  $H(z)$  sätta  $z = 1$  och i  $H(s)$  sätta  $s = 0$ . Övriga koefficienter bestäms genom att gå "bakvägen" i tabell A. Nedan följer en sammanställning av "baklänges"-räkningarna.

### 1. Första ordningens system

$$\text{Givet } H(z) = \frac{b_1}{z + a_1}$$

$$\text{Önskat } H(s) = \frac{K}{1 + T_p s}$$

$$K = b_1 / (1 + a_1)$$

$$T_p = -T / \ln(-a_1)$$

### 2. Andra ordningens system

#### 2.1 Reella poler

$H(s)$  uppdelas i två första ordningens system  $H_1$  och  $H_2$ :

$$H(s) = H_1(s) + H_2(s)$$

#### 2.2 Komplexa poler

$$\text{Givet } H(z) = \frac{b_1 z + b_2}{z^2 + a_1 z + a_2}$$

Med utgångspunkt från en kontinuerlig beskrivning enligt (I.1.1) kan, med hjälp av (I.1.7) - (I.1.9) en samplad beskrivning av ett kontinuerligt system erhållas. Nedanstående tabell ger parametrarna för några grundläggande system

Tabell A Kontinuerligt  $\longrightarrow$  Samplat system

Samplingsintervall T

$$H(z) = \frac{b_1 z + b_2}{z^2 + a_1 z + a_2} \quad \text{eller} \quad H(z) = \frac{b_1}{z + a_1}$$

H(s)	Koefficienter i H(z)
$\frac{a}{s}$	$a_1 = -1 \quad b_1 = aT$
$\frac{b}{s + a}$	$a_1 = -e^{-aT}$ $b_1 = b (1 - e^{-aT})/a$
$\frac{a^2 + b^2}{(s+b)^2 + a^2}$	$a_1 = -2 \cos aT e^{-bT}$ $a_2 = e^{-2bT}$ $b_1 = 1 - e^{-bT} (\cos aT + \frac{b}{a} \sin aT) \quad (1)$ $b_2 = e^{-2bT} - e^{-bT} (\cos aT - \frac{b}{a} \sin aT) \quad (2)$
$\frac{as}{(s+b)^2 + a^2}$	$a_1 = -2 \cos aT e^{-bT}$ $a_2 = e^{-2bT}$ $b_1 = e^{-bT} \sin aT \quad (3)$ $b_2 = -e^{-bT} \sin aT \quad (4)$
$\frac{a}{s^2}$	$a_1 = -2 \quad a_2 = 1$ $b_1 = aT^2/2 \quad b_2 = aT^2/2$

$$\text{Önskat } H(s) = \frac{G (1 + T_n s)}{1 + 2\xi T_p s + T_p^2 s^2}$$

$$\text{Ansätt } \frac{G (1+T_n s)}{1+2\xi T_p s+T_p^2 s^2} = \frac{g_1 (a^2+b^2)}{(s+b)^2+a^2} + \frac{g_2 a s}{(s+b)^2+a^2}$$

Detta ger

$$T_n = \frac{g_2 a}{g_1 (a^2 + b^2)}$$

$$T_p = \frac{1}{a^2 + b^2} = \frac{1}{\omega_0^2}$$

(I.10)

$$\xi = \frac{b}{a^2 + b^2}$$

$$G = g_1$$

Tabell A ger

$$b = \frac{-1}{2T} \ln(a_2)$$

$$a = \frac{1}{T} \arccos\left(\frac{-a_1}{2\sqrt{a_2}}\right)$$

(I.11)

Systemet

$$\frac{g_1 (a^2+b^2)}{(s+b)^2 + a^2} + \frac{g_2 a s}{(s+b)^2 + a^2} = g_1 G_1(s) + g_2 G_2(s)$$

skall motsvara

$$\frac{g_1 (C_{11}z+C_{12})}{z^2+a_1z+a_2} + \frac{g_2 (C_{21}z+C_{22})}{z^2+a_1z+a_2} = \frac{b_1z + b_2}{z^2 + a_1z + a_2}$$

Den senare likheten ger upphov till ekvationssystemet

$$\begin{pmatrix} C_{11} & C_{21} \\ C_{12} & C_{22} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} g_1 \\ g_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} b_1 \\ b_2 \end{pmatrix}$$

dvs

$$\begin{pmatrix} g_1 \\ g_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} C_{11} & C_{21} \\ C_{12} & C_{22} \end{pmatrix}^{-1} \begin{pmatrix} b_1 \\ b_2 \end{pmatrix} = \frac{1}{C_{11} C_{22} - C_{12} C_{21}} \begin{pmatrix} C_{22} & -C_{21} \\ -C_{12} & C_{11} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} b_1 \\ b_2 \end{pmatrix} \quad (\text{I.12})$$

Vektorelementen  $b_1$  och  $b_2$  är givna från identifieringen

Koefficienterna  $a$  och  $b$  enligt (I.11) insatta i uttrycken 1 - 4 i tabell A ger matriselementen  $C_{11} - C_{22}$ .

Ekv. (I.11) ger  $g_1$  och  $g_2$  som tillsammans med  $a$  och  $b$  ger de önskade koefficienterna  $T_n$ ,  $T_p$ ,  $\xi$  och  $K$ .

### 3. Tredje ordningens system

Sådan system uppdelas antingen i tre första ordningens system om alla polerna är reella eller i ett första och ett andra ordningens system.

### I.3 Härledning av uttryck för beskrivnade funktion

#### Definition av fourierserien.

Varje funktion som är begränsad, integrerbar och periodisk med perioden  $2\pi$  dvs

$$f(x) = f(x+2\pi) \quad \forall x$$

kan tillordnas en fourierserie  $T(z)$  som definieras av

$$T(z) \hat{=} a_0/2 + \sum_{n=1}^{\infty} (a_n \cos(nz) + b_n \sin(nz))$$

där

$$a_n = \frac{1}{\pi} \int_0^{2\pi} f(x) \cos(nx) dx \quad n = 0, 1, 2, \dots$$

$$b_n = \frac{1}{\pi} \int_0^{2\pi} f(x) \sin(nx) dx \quad n = 1, 2, 3, \dots$$

#### Härledning av koefficienterna $a_1$ och $b_1$ .

De två olinjäriteterna A och B visas i FIG. I.1

För olinjäritet A fås:

$$a_1 = \frac{1}{\pi} \int_0^{2\pi} f(x) \cos(x) dx = 0 \quad \text{ty} \quad f(x) = -f(-x)$$

$$b_1 = \frac{1}{\pi} \int_0^{2\pi} f(x) \sin(x) dx = \frac{4}{\pi} \int_0^{\pi/2} f(x) \sin(x) dx =$$

$$= \frac{4}{\pi} \left\{ \int_0^{\phi_1} H \cdot \sin(x) dx + \int_{\phi_1}^{\phi_2} 3H \sin(x) dx + \int_{\phi_2}^{\phi_3} 5H \sin(x) dx + \right.$$

$$\left. + \int_{\phi_3}^{\pi/2} 7H \sin(x) dx \right\} = \frac{4H}{\pi} \left\{ 1 + 2 \cos(\phi_1) + 2 \cos(\phi_2) + 2 \cos(\phi_3) \right\}$$

Om  $C > D$  gäller  $D = C \cdot \sin(\varnothing_1) \Leftrightarrow \varnothing_1 = \arcsin(D/C)$

Om  $C < D$  sätts  $\varnothing_1 = \pi/2$

På samma sätt erhålls

$$\varnothing_2 = \begin{cases} \arcsin(2 D/C) & \text{om } C > 2 D \\ \pi/2 & \text{f.ö.} \end{cases}$$

$$\varnothing_3 = \begin{cases} \arcsin(3 D/C) & \text{om } C > 3 D \\ \pi/2 & \text{f.ö.} \end{cases}$$

För olinjäritet B fås:

$$a_1 = \frac{1}{\pi} \int_0^{2\pi} f(x) \cos(x) dx = 0 \quad \text{ty} \quad f(x) = -f(-x)$$

$$b_1 = \frac{1}{\pi} \int_0^2 f(x) \sin(x) dx = \frac{4}{\pi} \int_0^{\pi/2} f(x) \cdot \sin(x) dx =$$

$$= \frac{4}{\pi} \left\{ 0 + \int_{\varnothing_1}^{\varnothing_2} 2 H \cos(x) dx + \int_{\varnothing_2}^{\varnothing_3} 4 H \cos(x) dx + \int_{\varnothing_3}^{\varnothing_4} 6 H \cos(x) dx + \right.$$

$$\left. + \int_{\varnothing_4}^{\pi/2} 8 H \cos(x) dx \right. =$$

$$= \frac{8H}{\pi} \left\{ \cos(\varnothing_1) + \cos(\varnothing_2) + \cos(\varnothing_3) + \cos(\varnothing_4) \right\}$$

På samma sätt som för A erhålles

$$\varnothing_1 = \begin{cases} \arcsin(0.5 D/C) & \text{om } C > = 0,5 D \\ \pi/2 & \text{f.ö.} \end{cases}$$

$$\varnothing_2 = \begin{cases} \arcsin(1.5 D/C) & \text{om } C > 1.5 D \\ \pi/2 & \text{f.ö.} \end{cases}$$

$$\varnothing_3 = \begin{cases} \arcsin(2.5 D/C) & \text{om } C > 2.5 D \\ \pi/2 & \text{f.ö.} \end{cases}$$

$$\varnothing_4 = \begin{cases} \arcsin(3.5 D/C) & \text{om } C > 3.5 D \\ \pi/2 & \text{f.ö.} \end{cases}$$

Slutligen erhålles  $Y_N(C) = (b_1 + i a_1) / C$

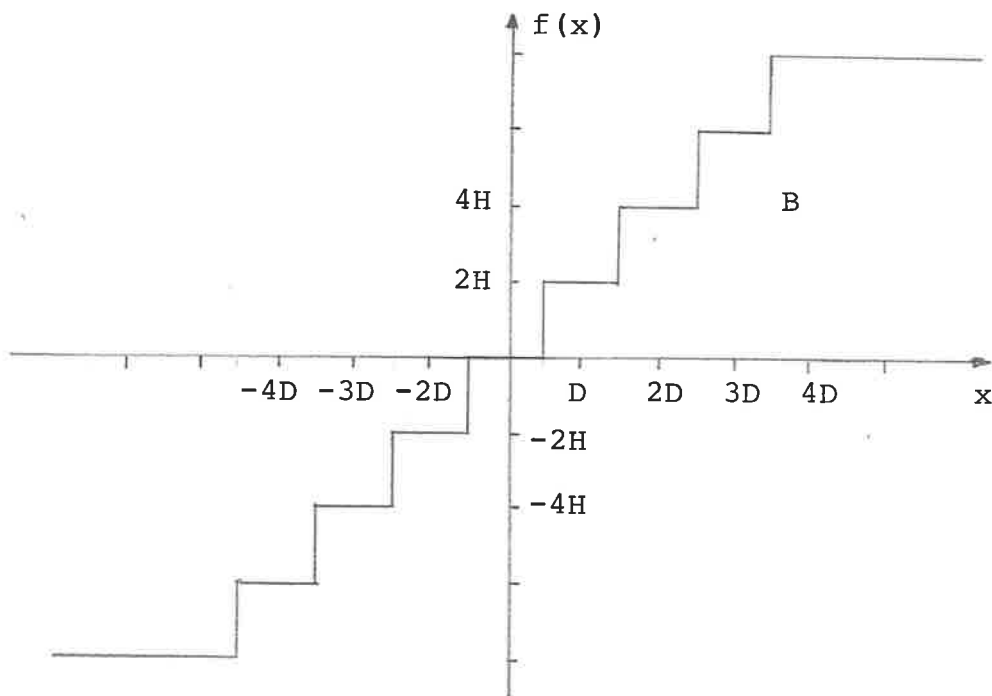
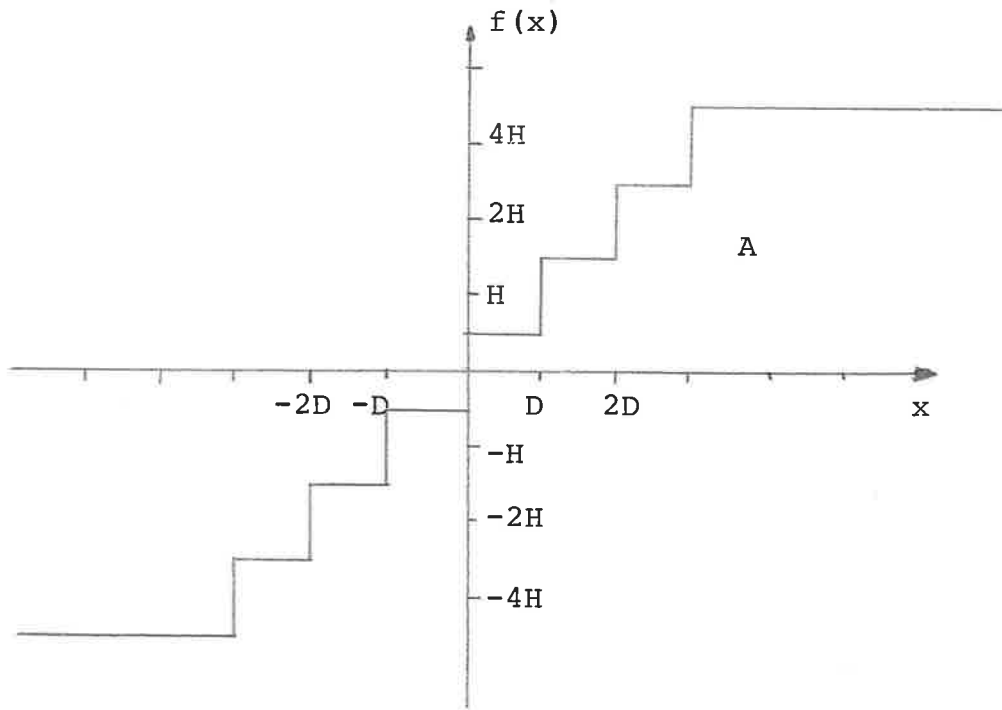


FIG. I.1 Olinjäriteter för ett åttastegsrelä, och ett niostegsrelä.

APPENDIX L

Detta appendix innehåller protokollet från den luftflödesmätning som gjordes innan mätserien påbörjades. Redovisade värden har legat till grund för bestämning av värmekapacitetsflödena vid beräkning av värmefaktorn.

Luftmängdsmätningar inom Långvårdskliniken, hus 103, Malmö Allmänna Sjukhus.

Mätningarna är utförda av Egon Lange och Urban Lundh inst. för Byggnadskonstruktionslära, LTH, den 19/11- 1975.

Samtliga till- och frånluftskanaler i fläktrummet mättes med pitotrör och micromanometer. Kompletterande mätningar gjordes vid utloppet från tryckkammaren på en tilluftskanal, vilken saknade erforderlig mätsträcka, samt vid utloppet på till- och frånluftsfläktarna. Dessa mätningar gjordes med lufthastighetsmätare fabrikt Wallac.

Anläggningen är från börjad projekterad för ett flöde på 82.000 m<sup>3</sup>/h men detta flöde har senare reducerats till 60%, 49.000 m<sup>3</sup>/h.

Resultat.

Tilluft

Kanal	1.000 x 500, 6.800 m <sup>3</sup> /h - pitotrörsmätning.
Kanal	1.000 x 500, 8.500 m <sup>3</sup> /h - pitotrörsmätning.
Kanal	1.000 x 1000, 19.700 m <sup>3</sup> /h - pitotrörsmätning.
Utlopp	1.650 x 920, 21.200 m <sup>3</sup> /h - wallacmätning.

---

Totalt 56.200 m<sup>3</sup>/h

Wallacmätning vid utloppet på tilluftsfläkten gav ca 60.000 m<sup>3</sup>/h.

Frånluft

Kanal	1.000 x 1600, 36.500 m <sup>3</sup> /h - pitotrörsmätning.
Kanal	1.000 x 1200, 22.500 m <sup>3</sup> /h - pitotrörsmätning.

---

Totalt 59.000 m<sup>3</sup>/h

Wallacmätning vid utloppet på frånluftsfläkten gav ca 60.000 m<sup>3</sup>/h.

Lund 1975-11-21

*Egon Lange*  
Egon Lange

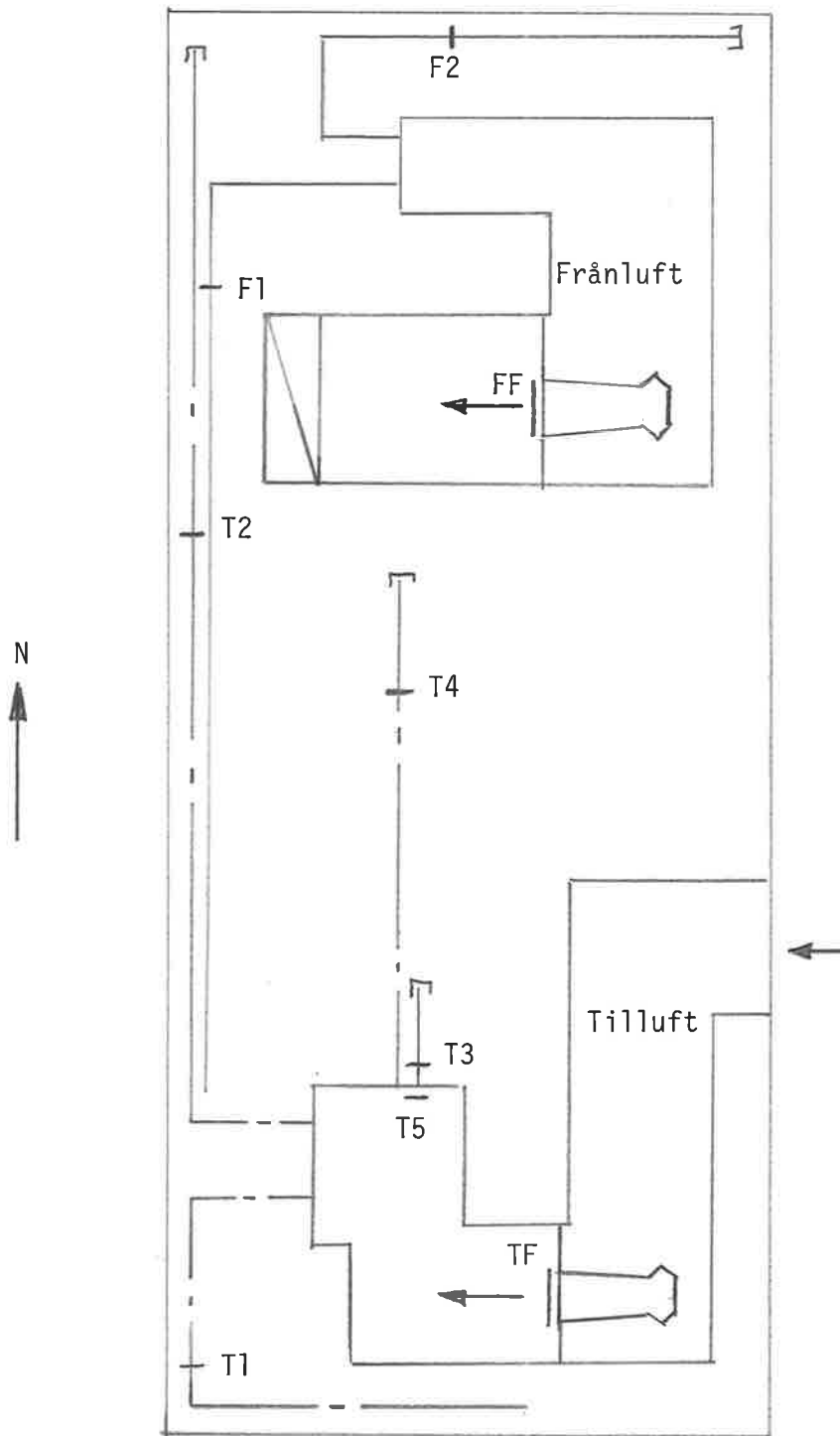


FIG. L.1 Skiss över fläktrum - mätpunkter

## APPENDIX M

Detta appendix innehåller tabellsammanställning av de olika modeller för undersökta system som kan anses vara av intresse. Tabellsammanställningen föregås av en redogörelse för hur modellbeteckningarna valts.

### Förklaringar till modellbeteckningar

Modellbeteckningar har valts så att namnet innehåller information om hur loggade rådata behandlats innan modellidentifiering företagits. Sålunda betyder Trend att signalernas medelvärden (Trend 0) och linjära komponent (Trend 1) borttagits. Slide Negative 1 betyder att insignalerna till modellen förskjutits ett samplingsintervall framåt i tiden, dvs en transportfördröjning i systemet tagits bort före identifieringen. Slite Positive betyder att insignalerna förskjutits åt andra hållet. Pick 5 betyder att vart femte samplingsintervall har plockats ut ur rådata. Därför skall tidskonstanterna för sådana modeller multipliceras med 5 för att rätt värde i minuter skall erhållas. Original betyder att ingen behandling av rådata gjorts. Initial betyder att ML-rutinen beräknat initialvärden på insignalerna.

Alla tredje ordningens modeller har uppdelats i minst ett första och ett andra ordningens system. Dessa redovisas på var sin rad med modellbeteckning enligt ovan på första delsystemet och beteckningen CON på andra delsystemet.

O	=	Original
T	=	Trend 0
TP5/15	=	Trend 0 och Pick 5/15
TSNX	=	Trend 0 och Slide Negative X sample
TKP A/B	=	Trend 0 på kompressorexperiment A/B
OKP A/B	=	Original på kompressorexperiment A/B
OIKPA	=	Original Initial komp.exp. A
TSP1	=	Trend 1 Slide Positive 1
S1T1A/B	=	Slide Positive 1 Trend 1 komp.exp. A/B

IDENTIFIERINGAR GJORDA PA EXPERIMENT KOMPA

```

*****
*                                     *
*      DISKRET                         *
*                                     *
KOMPRESSORSTEG ---->*      KOMPRESSOR      *----->TILLUFT-UTE
*                                     *
*      MODELL                         *
*                                     *
*****
    
```

MODBET	METOD	A1	A2	B1	B2	LAMBDA	H0	C1	C2	D1	D2
TKPA	MK1	-0.66953		0.71394		0.13173	2.16038				
TPKA	ML1	-0.67930		0.68546		0.12450	2.13739				
TKPA	MK2	-1.20590	0.36205	0.65360	-0.34059	0.11954	2.00455	-0.56424	-0.64166	-0.36416	1.01776
TKPA	ML2	-1.01160	0.23241	0.65564	-0.21005	0.11787	2.01798	-0.35275	-0.65885	-0.06935	0.72499
S1T1A	MK1	-0.81929		0.50941		0.31589	2.81894				
S1T1A	ML1	-0.80095		0.56937		0.29555	2.86044				
S1T1A	ML2	-0.67914	0.00192	0.12161	0.61261	0.09647	2.27468	-0.00284	-0.67630	-0.91016	1.03177
S1T1A	ML3	-0.44472		2.04945		0.08043	3.69084				
CON	L3	-1.04428	0.15475	-1.91240	1.79795	0.08043	-1.03603	-0.17880	-0.86548	-2.12038	0.20798

1  
2  
1

IDENTIFIERINGAR GJORDA PA EXPERIMENT KOMPA

```

*****
*
*      KONTINUERLIG      *
*
*      KOMPRESSORSTEG  --->*      KOMPRESSOR      *----->TILLUFT-UTE
*
*      MODELL            *
*
*****

```

MODBET	METOD	T1	H1	T2	H2	G	TN	TP	KSI	OMEGA
TKPA	MK1	2.49265	2.16038							
TPKA	ML1	2.58603	2.13739							
TKPA	MK2	1.74739	-0.83568	2.25382	2.84022					
TKPA	ML2	0.95970	-0.10715	2.39657	2.12513					
S1T1A	MK1	5.01713	2.81894							
S1T1A	ML1	4.50538	2.86044							
S1T1A	ML2	0.17052	-0.91275	2.55678	3.18742					
S1T1A	ML3	1.23409	3.69084							
CON	L3	0.58090	-2.58206	6.92163	1.54603					

IDENTIFIERINGAR GJORDA PA EXPERIMENT KOMPA

```

*****
*
*   DISKRET
*
KOMPRESSORSTEG ---->*   KOMPRESSOR   *---->TILLUFT-UTE
*
*   MODELL
*
*****

```

MODBET	METOD	A1	A2	B1	B2	LAMBDA	H0	C1	C2	D1	D2
OKPA	MK1	-0.84640		0.62490		0.67217	4.06836				
OKPA	ML1	-0.84516		0.62707		0.66583	4.04979				
OKPA	MK2	-0.94438	0.05531	0.75365	-0.30228	0.65188	4.06896	-0.06274	-0.88164	0.31139	0.44226
OKPA	ML2	-1.62660	0.62768	0.71689	-0.71272	0.62531	3.86114	-0.62952	-0.99708	0.71123	0.00566
OIKPA	ML3	-0.95742		0.11971		0.33512	2.81141				
CON	L3	-0.53268	0.10430	0.53321	0.19652	0.33512	1.27660				KOMPLEXA POLER

IDENTIFIERINGAR GJORDA PA EXPERIMENT KOMPA

```

*****
*
*      KONTINUERLIG      *
*
*      KOMPRESSORSTEG  ---->*      KOMPRESSOR      *---->TILLUFT-UTE
*
*      MODELL            *
*
*****

```

MODBET	METOD	T1	H1	T2	H2	G	TN	TP	KSI	OMEGA
OKPA	MK1	5.99653	4.06836							
OKPA	ML1	5.94427	4.04979							
OKPA	MK2	0.36116	0.33223	7.93866	3.73673					
OKPA	ML2	2.16074	1.919733	42.54265	1.94140					
OIKPA	ML3	22.98159	2.81141							
CON	L3					1.27660	0.05512	0.78115	0.88289	1.28016

IDENTIFIERINGAR GJORDA PA EXPERIMENT KOMP B

```

*****
*
*       DISKRET
*
KOMPRESSORSTEG ---->*       KOMPRESSOR       *----->TILLUFT-UTE
*
*       MODELL
*
*****

```

MODBET	METOD	A1	A2	B1	B2	LAMBDA	H0	C1	C2	D1	D2
TKPB	MK1	-0.71513		0.56453		0.19929	1.98171				
TKPB	ML1	-0.72075		0.54165		0.18520	1.93966				
TKPB	MK2	-1.18680	0.33219	0.53678	-0.26738	0.17865	1.85295	-0.45221	-0.73459	0.08726	0.44952
TKPB	ML2	-1.56250	0.58622	0.58633	-0.53730	0.17239	2.06703	-0.62591	-0.93659	0.54818	0.03815
S1T1B	MK1	-0.82639		0.42976		0.26312	2.47543				
S1T1B	ML1	-0.81879		0.45961		0.25814	2.53634				
S1T1B	MK2	-0.76249	0.04716	0.12638	0.43868	0.12936	1.98496	-0.06790	-0.69459	-0.71368	0.84006
S1T1B	ML2	-0.71503	0.01487	0.10857	0.47787	0.11251	1.95584	-0.02144	-0.69359	-0.71442	0.82299
S1T1B	ML3	-0.84885		0.27620		0.10243	1.82732				
CON	L3	-0.60985	0.15785	-0.15641	0.44434	0.10243	0.52542			KOMPLEXA POLER	

1  
9  
1

IDENTIFIERINGAR GJORDA PA EXPERIMENT KOMP8

```

*****
*
*      KONTINUERLIG      *
*
*      KOMPRESSORSTEG  --->*      KOMPRESSOR      *----->TILLUFT-UTE
*
*      MODELL            *
*
*****

```

MODBET	METOD	T1	H1	T2	H2	G	TN	TP	KSI	OMEGA
TKPB	MK1	2.98248	1.98171							
TKPB	ML1	3.05378	1.93966							
TKPB	MK2	1.26008	0.15930	3.24204	1.69365					
TKPB	ML2	2.13423	1.46536	15.26577	0.60168					
S1T1B	MK1	5.24416	2.47543							
S1T1B	ML1	5.00181	2.53634							
S1T1B	MK2	0.37178	-0.76566	2.74403	2.75063					
S1T1B	ML2	0.26024	-0.73007	2.73319	2.68591					
S1T1B	ML3	6.10229	1.82732							
CON	L3					0.52542	-1.33906	0.86507	0.79851	1.15598

IDENTIFIERINGAR GJORDA PA EXPERIMENT KOMP

```

*****
*
*   DISKRET
*
KOMPRESSORSTEG ---->*   KOMPRESSOR   *---->TILLUFT-UTE
*
*   MODELL
*
*****

```

MODBET	METOD	A1	A2	B1	B2	LAMBDA	H0	C1	C2	D1	D2
OKPB	MK1	-0.87385		0.48918		0.69734	3.87776				
OKPB	ML1	-0.87259		0.49280		0.69429	3.86783				
OKPB	MK2	-0.91964	0.01626	0.64048	-0.26435	0.68152	3.89288	-0.01803	-0.90161	0.28611	0.35437
OKPB	ML2	-1.61440	0.61856	0.60288	-0.58550	0.65923	4.17790	-0.62551	-0.98889	0.57348	0.02940

1  
∞  
1

IDENTIFIERINGAR GJORDA PA EXPERIMENT KOMP B

```

*****
*
*      KONTINUERLIG      *
*
KOMPRESSORSTEG ---->*      KOMPRESSOR      *----->TILLUFT-UTE
*
*      MODELL            *
*
*****

```

MODBET	METOD	T1	H1	T2	H2	G	TN	TP	KSI	OMEGA
OKPB	MK1	7.41584	3.87776							
OKPB	ML1	7.33732	3.86783							
OKPB	MK2	0.24904	0.29137	9.65454	3.60151					
OKPB	ML2	2.13133	1.53136	89.52141	2.64654					

IDENTIFIERINGAR GJORDA PA EXPERIMENT KOMPC

```

*****
*                                     *
*          DISKRET                    *
*                                     *
KOMPRESSORSTEG ---->*          KOMPRESSOR          *----->TILLUFT-UTE
*                                     *
*          MODELL                    *
*                                     *
*****

```

MODBET	METOD	A1	A2	B1	B2	LAMBDA	H0	C1	C2	D1	D2
O	MK	-0.91702		0.27194		0.95872	3.27717				
O	ML	-0.91506		0.27771		0.95458	3.26948				
O	ML	-1.52220	0.53434	0.52736	-0.48723	0.91121	3.30560	-0.54913	-0.97307	0.46620	0.06116
T	MK	-0.77864		0.38949		0.20412	1.75953				
T	ML	-0.77597		0.39070		0.16689	1.74396				
T	MK	-1.29480	0.36954	0.46733	-0.33051	0.13929	1.83061	-0.42472	-0.87008	0.29645	0.17088
T	ML	-1.32650	0.38640	0.51591	-0.40099	0.13461	1.91853	-0.43195	-0.89455	0.38509	0.13082
TSP1	ML3	-0.88446		0.18396		0.09239	1.59218				
CON	L3	-0.50514	0.20297	-0.07788	0.37983	0.09239	0.43270			KOMPLEXA POLER	

IDENTIFIERINGAR GJORDA PA EXPERIMENT KOMPC

```

*****
*
*   KONTINUERLIG   *
*
*   KOMPRESSORSTEG ---->*   KOMPRESSOR   *----->TILLUFT-UTE
*
*   MODELL         *
*
*****

```

MODBET	METOD	T1	H1	T2	H2	G	TN	TP	KSI	OMEGA
O	MK	11.54388	3.27717							
O	ML	11.26562	3.26948							
O	ML	1.66826	1.03398	36.63732	2.27162					
T	MK	3.99670	1.75953							
T	ML	3.94257	1.74396							
T	MK	1.16778	0.51531	7.18550	1.31530					
T	ML	1.19126	0.67791	8.97405	1.24062					
TSP1	ML3	8.14478	1.59218							
.CON	L3					0.43270	-1.02545	0.79363	0.63280	1.26004

IDENTIFIERINGAR GJORDA PA EXPERIMENT KOMPC

```

*****
*
*   DISKRET
*
KOMPRESSORSTEG ---->*   KOMPRESSOR   *---->TILLUFT TEMP.
*
*   MODELL
*
*****

```

MODBET	METOD	A1	A2	B1	B2	LAMBDA	H0	C1	C2	D1	D2
T	MK	-0.79011		0.38457		0.20417	1.83225				
T	ML	-0.79467		0.37288		0.15070	1.81600				
T	MK	-1.41240	0.46255	0.45061	-0.35550	0.12233	1.89651	-0.51602	-0.89638	0.32332	0.12729
T	ML	-1.33530	0.39710	0.47395	-0.35822	0.11911	1.87265	-0.44707	-0.88823	0.33170	0.14225

IDENTIFIERINGAR GJORDA PA EXPERIMENT KOMPC

```

*****
*
*      KONTINUERLIG      *
*
*      KOMPRESSOR      *----->TILLUFT TEMP.
*
*      MODELL          *
*
*****

```

MODBET	METOD	T1	H1	T2	H2	G	TN	TP	KSI	OMEGA
T	MK	4.24479	1.83225							
T	ML	4.35107	1.81600							
T	MK	1.51147	0.66803	9.14153	1.22848					
T	ML	1.24217	0.59988	8.43725	1.27277					

IDENTIFIERINGAR GJORDA PA EXPERIMENT KOMPC

```

*****
*
KOMPRESSORSTEG ---->*   DISKRET   *
*
*   KOMPRESSOR   *---->*TILLUFT TEMP.
*
UTETEMPERATUR ---->*   MODELL   *
*
*****

```

MODBET	METOD	A1	A2	B1	B2	LAMBDA	H0	C1	C2	D1	D2
0	MK	-0.82489		0.36217 -0.35878		0.84103	2.06824 -2.04888				
0	ML	-0.82230		0.36602 -0.36680		0.83973	2.05976 -2.06415				
0	MK	-0.89459	0.06498	0.33961 0.03438	0.33465 -0.34584	0.84700	3.95716 -1.82792	-0.07975	-0.81484	-0.49209 0.46674	0.83170 -0.43236
0	ML	-0.88018	0.05069	0.34880 0.00384	0.00026 -0.36052	0.83921	2.04715 -2.09184	-0.06195	-0.81823	-0.02892 0.47639	0.37772 -0.47255
T	MK	-0.76377		0.39898 0.55409		0.18783	1.68895 2.34555				
T	ML	-0.77728		0.38238 0.37305		0.14617	1.71686 1.67497				
T	MK	-0.74990	0.01816	0.38471 0.10693	0.09221 0.55398	0.23267	1.77783 2.46369	-0.02505	-0.72485	-0.14554 -0.79546	0.53025 0.90239
T	ML	-1.24760	0.34374	0.45941 0.80009	-0.29878 -0.52803	0.13010	1.67079 2.82983	-0.41076	-0.83684	0.25834 0.46795	0.20107 0.33214

IDENTIFIERINGAR GJORDA PA EXPERIMENT KOMPC

```

*****
*
KOMPRESSORSTEG ---->*      KONTINUERLIG      *
*
*      KOMPRESSOR      *---->TILLUFT TEMP.
*
UTETEMPERATUR ---->*      MODELL      *
*
*****

```

MODBET	METOD	T1	H1	T2	H2	G	TN	TP	KSI	OMEGA
0	MK	5.19466	2.06824 -2.04888							
0	ML	5.11117	2.05976 -2.06415							
0	MK	0.39543	-0.53473 0.50718	4.88382	4.49189 -2.33511					
0	ML	0.35953	-0.03083 0.50785	4.98472	2.07798 -2.59969					
T	MK	3.71073	1.68895 2.34555							
T	ML	3.96897	1.71686 1.67497							
T	MK	0.27124	-0.14928 -0.81590	3.10756	1.92711 3.27960					
T	ML	1.12391	0.43843 0.79416	5.61415	1.23237 2.03567					

IDENTIFIERINGAR GJORDA PA EXPERIMENT EX133

```

*****
*
*   DISKRET
*
TILLOPP TEMP.  ---->*   EFTERVARME   *----->RETUR TEMP.
*
*   MODELL
*
*****
    
```

MODBET	METOD	A1	A2	B1	B2	LAMBDA	H0	C1	C2	D1	D2
T	MK1	-0.83102		0.15905		0.19834	0.94124				
T	MK2	-1.48940	0.61927	-0.03977	0.15344	0.07834	0.87526		KOMPLEXA	POLER	
T	ML1	-0.85369		0.13634		0.15309	0.93186				
T	ML2	-1.47380	0.60693	-0.03685	0.15388	0.07735	0.87907		KOMPLEXA	POLER	
TSN1	MK1	-0.77109		0.21081		0.16148	0.92093				
TSN1	MK2	-1.25190	0.45285	0.06235	0.11696	0.06493	0.89231		KOMPLEXA	POLER	
TSN1	ML1	-0.79842		0.18484		0.13407	0.91696				
TSN1	ML2	-1.26270	0.46151	0.06207	0.11523	0.06456	0.89181		KOMPLEXA	POLER	
T1SN1	ML2	-1.25320	0.45438	0.06220	0.11731	0.08929	0.89229		KOMPLEXA	POLER	
TSN2	MK1	-0.67857		0.29002		0.12608	0.90228				
TSN2	MK2	-1.27100	0.46629	0.18425	-0.01173	0.08688	0.88340		KOMPLEXA	POLER	
TSN2	ML1	-0.70682		0.26402		0.11665	0.90054				
TSN2	ML2	-1.36500	0.52994	0.19250	-0.04717	0.08510	0.88111		KOMPLEXA	POLER	
TSN3	MK1	-0.60887		0.34645		0.20410	0.88577				

IDENTIFIERINGAR GJORDA PA EXPERIMENT EX133

```

*****
*
*   KONTINUERLIG
*
TILLOPP TEMP.  ---->*   EFTERVARME   *---->RETUR TEMP.
*
*   MODELL
*
*****
    
```

MODBET	METOD	T1	H1	T2	H2	G	TN	TP	KSI	OMEGA
T	MK1	5.40244	0.94124							
T	MK2					0.87526	-0.90232	2.45639	0.58857	0.40710
T	ML1	6.32163	0.93186							
T	ML2					0.87907	-0.86896	2.41436	0.60280	0.41419
TSN1	MK1	3.84689	0.92093							
TSN1	MK2					0.89231	-0.22379	1.83122	0.72534	0.54608
TSN1	ML1	4.44207	0.91696							
TSN1	ML2					0.89181	-0.21966	1.84908	0.71490	0.54081
T1SN1	ML2					0.89229	-0.22476	1.83152	0.72237	0.54600
TSN2	MK1	2.57886	0.90228							
TSN2	MK2					0.88340	0.51667	1.87038	0.71350	0.53465
TSN2	ML1	2.88202	0.90054							
TSN2	ML2					0.88111	0.78645	2.09865	0.66631	0.47650
TSN3	MK1	2.01552	0.88577							

IDENTIFIERINGAR GJORDA PA EXPERIMENT EX133

```

*****
*
*   DISKRET
*
TILLOPP TEMP.  ---->*   RADIATOR   *---->RETUR TEMP.
*
*   MODELL
*
*****

```

MODBET	METOD	A1	A2	B1	B2	LAMBDA	H0	C1	C2	D1	D2
T	MK1	-0.95532		0.04120		0.18250	0.92211				
T	MK2	-1.42120	0.45367	-0.01113	0.03764	0.15805	0.81645	-0.48414	-0.93706	-0.07121	0.06008
TSN3	MK1	-0.93293		0.05491		0.16099	0.81870				
TSN3	MK2	-1.23960	0.29387	0.01768	0.02480	0.14845	0.78275	-0.31933	-0.92027	-0.05066	0.06834
TSN3	ML1	-0.93377		0.05400		0.15752	0.81534				
TSN3	ML2	-1.73130	0.75330	0.01811	-0.00200	0.13973	0.73227			KOMPLEXA POLER	
TSN6	MK1	-0.91048		0.06629		0.17186	0.74050				
TSN12	MK1	-0.96863		0.02044		0.26504	0.65158				

IDENTIFIERINGAR GJORDA PA EXPERIMENT EX133

```

*****
*
*   KONTINUERLIG   *
*
* TILLOPP TEMP.  ---->*   RADIATOR   *---->RETUR TEMP.
*
*   MODELL        *
*
*****
    
```

MODBET	METOD	T1	H1	T2	H2	G	TN	TP	KSI	OMEGA
T	MK1	21.87757	0.92211							
T	MK2	1.37860	-0.13804	15.38173	0.95449					
TSN3	MK1	14.40401	0.81870							
TSN3	MK2	0.87602	-0.07443	12.03536	0.85718					
TSN3	ML1	14.59318	0.81534							
TSN3	ML2					0.73227	0.60182	6.28491	0.89023	0.15911
TSN6	MK1	10.66287	0.74050							
TSN12	MK1	31.37495	0.65158							

IDENTIFIERINGAR GJORDA PA EXPERIMENT EX137

```

*****
*                                     *
*      DISKRET                       *
*                                     *
TILLUFT TEMP.  ---->*      HUS      *----->FRANLUFT TEMP.
*                                     *
*      MODELL                       *
*                                     *
*****
    
```

MODBET	METOD	A1	A2	B1	B2	LAMBDA	HO	C1	C2	D1	D2
T	MK1	-0.97960		0.00311		0.01113	0.15245				
T	ML1	-0.97953		0.00311		0.01113	0.15193				
T	ML2	-1.75590	0.76492	-0.00014	0.00106	0.00986	0.10200	-0.80129	-0.95461	-0.00618	0.00604
T1	ML2	-1.76900	0.77830	-0.00012	0.00100	0.00775	0.09462	-0.82094	-0.94806	-0.00709	0.00697
TSN1	MK1	-0.97588		0.00333		0.01090	0.13806				
TSN1	ML1	-0.97600		0.00333		0.01089	0.13875				
TSN1	ML2	-1.75230	0.76139	0.00077	0.00017	0.00999	0.10341	-0.79710	-0.95520	-0.00496	0.00573
TSN2	MK1	-0.97191		0.00353		0.01060	0.12567				
TSN2	ML1	-0.97218		0.00353		0.01055	0.12689				
TSN2	ML2	-1.76260	0.77132	0.00173	-0.00085	0.01001	0.10092	-0.80802	-0.95458	-0.00374	0.00547
TSN4	MK1	-0.96401		0.00383		0.01053	0.10642				
TSN4	ML1	-0.96440		0.00382		0.01044	0.10730				
TSN4	ML2	-1.56010	0.57586	0.00289	-0.00130	0.01033	0.10089	-0.59945	-0.96065	-0.00120	0.00409

IDENTIFIERINGAR GJORDA PA EXPERIMENT EX137

```

*****
*
*   KONTINUERLIG   *
*
*   TILLUFT TEMP.  *-----> *   HUS   *----->FRANLUFT TEMP.
*
*   MODELL         *
*
*****

```

MODBET	METOD	T1	H1	T2	H2	G	TN	TP	KSI	OMEGA
T	MK1	48.51791	0.15245							
T	ML1	48.35027	0.15193							
T	ML2	4.51411	-0.03111	21.52566	0.13311					
T1	ML2	5.06819	-0.03960	18.74966	0.13423					
TSN1	MK1	40.95738	0.13806							
TSN1	ML1	41.16466	0.13875							
TSN1	ML2	4.40967	-0.02443	21.81739	0.12784					
TSN2	MK1	35.09752	0.12567							
TSN2	ML1	35.44303	0.12689							
TSN2	ML2	4.69118	-0.01947	21.51194	0.12039					
TSN4	MK1	27.28244	0.10642							
TSN4	ML1	27.58689	0.10730							
TSN4	ML2	1.95408	-0.00299	24.91256	0.10388					

IDENTIFIERINGAR GJORDA PA EXPERIMENT EX137

```

*****
*
*   DISKRET
*
TILLUFT TEMP.  ---->*   HUS   *---->FRANLUFT TEMP.
*
*   MODELL
*
*****
    
```

MODBET	METOD	A1	A2	B1	B2	LAMBDA	H0	C1	C2	D1	D2
TSN6	MK1	-0.95710		0.00397		0.01073	0.09254				
TSN6	ML1	-0.95725		0.00397		0.01072	0.09287				
TSN6	ML2	-1.15300	0.18536	0.00541	-0.00235	0.01054	0.09456	-0.19310	-0.95990	0.00170	0.00371
TSN8	ML2	-1.61000	0.62404	0.00480	-0.00367	0.01120	0.08048	-0.65013	-0.95987	0.00177	0.00303
TP5	MK1	-0.86067		0.01627		0.02853	0.11677				
TP5	ML2	-1.04140	0.19196	0.01239	0.00240	0.02620	0.09823	-0.23933	-0.80207	-0.00953	0.02192
TP15	MK1	-0.55663		0.02451		0.09327	0.05528				

IDENTIFIERINGAR GJORDA PA EXPERIMENT EX137

```

*****
*
*   KONTINUERLIG   *
*
* TILLUFT TEMP.  ---->*   HUS   *----->FRANLUFT TEMP.
*
*   MODELL       *
*
*****

```

MODBET	METOD	T1	H1	T2	H2	G	TN	TP	KSI	OMEGA
TSN6	MK1	22.80637	0.09254							
TSN6	ML1	22.88819	0.09287							
TSN6	ML2	0.60808	0.00211	24.43157						
TSN8	ML2	2.32243	0.00507	24.41618						
TP5	MK1	6.66470	0.11677							
TP5	ML2	0.69935	-0.01253	4.53390						
TP15	MK1	1.70691	0.05528							

## APPENDIX P

Detta appendix innehåller källkoden till de program som skrivits i samband med arbetet.

Programmen föregås av en kort inledning om deras ändamål, förutsättningar m m i den mån dessa upplysningar inte ges som kommentarer i programmen.

De program som ingår är:

1. Task MPRBS
2. Subroutine CALCU
3. MAX1 (simuleringsprogram)
4. Task PIREG
5. Task QUOT

1. Task MPRBS

Detta realtidsprogram, vars namn utgörs av initialerna för Multiple Pseudo Random Binary Sequence, genererar upp till fem oberoende PRB-sekvenser. Programmet bygger väsentligen på subrutinerna PRBSTA och PRB, vilka ingår i reglerinstitutionens programbibliotek. MPRBS används för att generera insignaler till de processer vars dynamik önskades bestämd genom modellidentifiering. De genererade signalernas medelvärden och amplituder kan fritt bestämmas genom koefficienterna ROL resp ROK.

2. Subroutine CALCU

Denna subrutin ingick som beräkningsprogram i ett större program för överföring av systembeskrivningar från samplad till kontinuerlig form. Rutinen skriver ut den samplade modellens parametrar direkt i tabellform på radskrivare (enhet 6) medan den kontinuerliga modellens parametrar skrivs på en skivminnesfil (enhet 13) för senare dumpning till radskrivare. Bakgrunden till beräkningarna i rutinen ges i appendix I.

### 3. MAX1

Discrete system MAX1 är ett simuleringsprogram skrivet i SIMNON och möjliggör simulering av värmepumpen styrd av dels en PI-regulator dels en kvotregulator.

I systembeskrivningen används ett antal olika tillstånd vars innebörd är:

Z = PI-regulatorns integraldel (i detta fall en summa)  
Y = värmepumpens utsignal (tilluftstemperaturen)  
Y1 = Y tidsförskjutet ett samplingsintervall  
U = värmepumpens styrsignal (antal steg)  
U1 = U tidsförskjutet  
K = räknare för intervallet mellan regleringreppen  
SU = tillståndet i den kompenserande dynamiken (motsvarar  $s(t)$  i ekv. 7.5)  
L = lasten på värmepumpen (utetemperaturen)  
T = simulerad tid  
YREF = börvärde (önskad tillufttemp.)  
UM = regulatorns önskade styrsignal

För simulering av PI-regulatorn sättes parametrarna  $R1 = 1$  och  $R2 = 0$  med kvotregulatorn simuleras om  $R1 = 0$  och  $R2 = 1$ .

### 4. Task PIREG

Detta realtidsprogram användes för att styra värmepumpen online med en PI-regulator.

Kommunikationen mellan den styrda processen och Task PIREG ombesörjdes av ett program kallat NCCIO (New Coupler/Controller Input-Output), vilket överlämnade från processen hämtade värden  $t_{ex}$  tilluftstemperaturen, i den för programmen gemensamma kärnminnesarean IOCOM. Även styrsignalen till processen från Task PIREG ställdes ut av NCCIO via IOCOM-arean.

Programmet NCCIO finns beskrivet i Jensen 1973.

5. Task QUOT

Detta realtidsprogram används för att styra värmepumpen online med en kvotregulator.

Även i detta fall sköttes processkommunikationen med hjälp av NCCIO via IOCOM.





DO 70 I=1,5  
IF(NORD(I)) 15,70,20

C  
C  
C  
C  
15

START NEW PRBS-GENERATOR

NORD(I)=-NORD(I)  
NBP(I)=0  
CALL PRBSTA(NORD(I),LA(I),IX(I),AMP,RVT,ISTART(I),KNEP(I))  
GOTO 30

C  
C  
C  
C  
20

PRODUCE NEW VALUE

IF(NBP(I).GT.0) GOTO 65  
CALL PRB(NORD(I),LA(I),IX(I),AMP,RVT)

C  
C  
C  
C  
30

CHANGE OF MEAN AND VARIANCE

RVT=ROK(I)\*RVT+ROL(I)

C  
C  
C  
C

PREPARATION FOR BIT-OUTPUT

IS=0  
IF(RVT.GT.0.0) IS=-1

C  
C  
C  
C

GET TYPE AND POSITION FOR OUTPUT

IP=IRP(I)  
IV=IRT(I)+1

C  
C  
C  
C

PUT OUTPUT

GOTO(70,61,62,63,64),IV

C  
C  
C  
C

SET OUT ANALOG INPUT

FLAI(IP)=RVT  
GOTO 70

61  
C  
C  
C

SET OUT ONE BIT IN LIWRD

CALL SETBIT(LIWRD,IP,IS)  
GOTO 70

C  
62  
C  
C

SET OUT ANALOG OUTPUT

FLAO(IP)=RVT  
GOTO 70

C  
63  
C  
C

SET OUT ONE BIT IN LOWRD

CALL SETBIT(LOWRD,IP,IS)

C  
64  
C  
C  
C

```
C      COUNT AND TEST ON BASIC PERIOD
C
65     NBP(1)=NBP(1)+1
      IF(NBP(1).GE.MBP(1)) NBP(1)=0
C
C
70     CONTINUE
C
C      DIVERSE
C
C
C      IEV SIGNALING
C
79     IEV2=1
C
C
C      PUT DATABASE BACK TO DISK
C
      CALL DSKPUT(IFIL5,IFIL5(5),NW,IBUFF,IEV)
      CALL WAITFR(IEV)
      ERROR=ERR2
      IF(IEV) 100,100,90
C
C
C      CALL EXIT
C
90     IFIL5(6)=1
      CALL EXIT
C
C
C      CALL ERROR-MESSAGE
C
100    CALL MESS(ERROR)
      GOTO 90
      END
```

SUBROUTINE CALCU

```
C
C   RUTINEN UTFÖR OEFVERFÖRING AV SYSTEMBESKRIVNING
C   FRÅN SAMPLAD TILL KONTINUERLIG FORM (HÖGST 2:A ORDN.),
C   VIDARE UTFÖRES UPPDELNING AV ANDRA ORDNINGENS SYSTEM
C   I TVÅA PARALLELLA DELSYSTEM DÅ SÅ AER MÖJLIGT.
C   INDATA FÖRUTSÄTTES FINNAS PÅ PAPPERREMSA.
C
COMMON TS
COMMON /UT/ DUM(10),CLAR
C
C   MODELLNAMN
C
1   READ(5,100) AMOD
100  FORMAT(A5)
    IF(AMOD.EQ.CLAR) RETURN
C
C   IDENTIFIERINGSMETOD
C
    READ(5,100) AMETO
    WRITE(6,150) AMOD,AMETO
    WRITE(13,150) AMOD,AMETO
150  FORMAT(1H0,3X,A5,2X,A5)
C
C   ORDNINGSTAL,ANTAL INSNALER
C
    READ(5,160) IORD,IANT
160  FORMAT(2I2)
C
C   FÖRSTA ELLER ANDRA ORDNINGEN?
C
    IF(IORD.GT.1) GOTO 240
C
C   FÖRSTA ORDNINGENS SYSTEM
C
    READ(5,170) A1,B1,ALAMD
170  FORMAT(3F9.5)
C
C   STATISKA FÖRSTÄRKNINGEN
C
    HO=B1/(1.+A1)
    WRITE(6,180) A1,B1,ALAMD,HO
180  FORMAT(1H+,15X,F9.5,9X,F9.5,9X,2F9.5)
    T1=-TS/ALOG(-A1)
    WRITE(13,190) T1,HO
190  FORMAT(1H+,15X,2F9.5)
C
C   FLER INSNALER?
C
200  IF(IANT.LE.1) GOTO 1
    READ(5,210) B1
210  FORMAT(F9.5)
    HI=B1/(1.+A1)
    WRITE(6,220) B1,HI
220  FORMAT(1H ,33X,F9.5,18X,F9.5)
    WRITE(13,230) HI
230  FORMAT(1H ,24X,F9.5)
    IANT=IANT-1
    GOTO 200
C
C   ANDRA ORDNINGENS SYSTEM
C
240  READ(5,250) A1,A2,B1,B2,ALAMD
```

```
250   FORMAT (5F9.5)
      H0=(B1+B2)/(1.+A1+A2)
      WRITE(6,260) A1,A2,B1,B2,ALAMD,H0
260   FORMAT(1H+,15X,6F9.5)
      DIS=(0.5*A1)**2 - A2
C
C     REELLA ELLER KOMPLEXA POLER?
C
      IF (DIS.LE,0.0) GOTO 335
C
C     REELLA POLER
C
      C1=0.5*A1+SQRT(DIS)
      C2=0.5*A1-SQRT(DIS)
      D2=(B2-B1*C2)/(C1-C2)
      D1=B1-D2
      WRITE(6,270) C1,C2,D1,D2
270   FORMAT(1H+,69X,4F9.5)
      H1=D1/(1.+C1)
      H2=D2/(1.+C2)
      T1=-TS/ALOG(-C1)
      T2=-TS/ALOG(-C2)
      WRITE(13,280) T1,H1,T2,H2
280   FORMAT(1H+,15X,4F9.5)
C
C     FLERA INIGNALER?
C
300   IF(IANT.LE,1) GOTO 1
      READ(5,310) B11,B12
310   FORMAT(2F9.5)
      H10=(B11+B12)/(1.+A1+A2)
      D12=(B12-B11*C2)/(C1-C2)
      D11=B11-D12
      WRITE(6,320) B11,B12,H10,D11,D12
320   FORMAT(1H ,33X,2F9.5,9X,F9.5,18X,2F9.5)
      H11=D11/(1.+C1)
      H12=D12/(1.+C2)
      WRITE(13,330) H11,H12
330   FORMAT(1H ,24X,F9.5,9X,F9.5)
      IANT=IANT-1
      GOTO 300
C
C     KOMPLEXA POLER
C
335   WRITE(6,340)
340   FORMAT(1H+,81X,14HKOMPLEXA POLER)
      B=-ALOG(A2)/(2*TS)
      A=ACOS(-A1/(SQRT(A2)*2))/TS
      C12=A2 + SQRT(A2)*(B/A*SIN(A*TS) - COS(A*TS))
      C11=1. - SQRT(A2)*(COS(A*TS) + B/A*SIN(A*TS))
      C21=SQRT(A2)*SIN(A*TS)
      C22=-C21
      DET=C11*C22 - C12*C21
      G1=(C22*B1 - C21*B2)/DET
      G2=(-C12*B1 + C11*B2)/DET
      TN=(G2/G1)*A/(A**2 + B**2)
      TP=1./SQRT(A**2 + B**2)
      XSI=TP*B
      OM=1./TP
      WRITE(13,350) G1,TN,TP,XSI,OM
350   FORMAT(1H+,51X,5F9.5)
C
C     FLER INIGNALER?
C
```

```
400   IF(IANT.LE.1) GOTO 1
      READ(5,410) B11,B12
410   FORMAT(2F9.5)
      H0=(B11+B12)/(1.+A1+A2)
      WRITE(6,420) B11,B12,H0
420   FORMAT(1H ,33X,2F9.5,9X,F9.5)
      G11=(C22*B11 - C21*B12)/DET
      G12=(-C12*B11 + C11*B12)/DET
      TN=(G12/G11)*A/(A**2 + B**2)
      WRITE(13,430) G11,TN
430   FORMAT(1H ,51X,2F9.5)
      IANT=IANT-1
      GOTO 400
      END
```

DISCRETE SYSTEM MAX1  
NEW NZ NY NY1 NU NU1 NK NSU NL NT NYREF NUM  
STATE Z Y Y1 U U1 K SU L T YREF UM  
TIME TIME  
TSAMP TS

INITIAL

AS:0.5  
R1:1.0  
R2:0.0  
MK:5.0  
R5:1.0  
UMIN:0.0  
UMAX:8.0  
KP:1.0  
KI:0.0  
LD:0.0  
L:0.0  
YREF:16.0  
YREF1:16.0  
YREF2:16.0  
TC:150.0  
IE:1000.0  
NS:8.0  
A1:1.5222  
A2:-0.5343  
B1:0.5274  
B2:-0.4872  
BL=(1-A1-A2)/(B1+B2)  
Z:0.0

DYNAMICS

NYREF=IF TC>T THEN YREF1 ELSE YREF2  
NL=L+LD  
NY=A1\*Y+A2\*Y1+B1\*U+B2\*U1+BL\*L  
NY1=Y  
NZ=IF ((U-UMIN)\*(UMAX-U)) < 1.0 THEN Z ELSE Z+YREF-NY  
SU1=AS\*SU+(1-AS)\*U  
SU2=IF SU1>0 THEN SU1 ELSE IF (YREF-NY)>1.5 THEN 1.0 ELSE 0.0  
NSU=IF R5>0.5 THEN SU1 ELSE SU2  
KVOT=NSU\*(YREF/NY)  
UKVOT=IF KVOT>0 THEN KVOT ELSE IF (YREF-NY)>1.5 THEN 1.0 ELSE 0.0  
UPID=KP\*(YREF-NY)+KI\*NZ  
SSU=R1\*UPID+R2\*UKVOT  
SK=K+1  
NK=IF SK>MK THEN 0.0 ELSE SK  
NUM=IF SK>MK THEN SSU ELSE UM

US=MAX(U-NS,MIN(U+NS,NUM))

NU=INT(MAX(UMIN,MIN(UMAX,US+0.5)))  
NU1=U

NT=T+1  
TS=TIME+1

END

TASK PI-REG

PERFORMS PI REGULATION

AUTHORS NORDSTOM&SVENSSON

DATE WRITTEN 1976-03-20

RUNS IN PARTITON PIPUS

DEFAULT PRIORIY 125

KSTEG = ACTUAL NUMBER OF WORKING PUMP UNITS  
Y = INLET AIR TEMPERATURE  
YREF = SET POINT VALUE  
UTE = OUTDOOR TEMPERATURE  
UG = REGULATOR OUTPUT  
U = INPUT SIGNAL TO PROCESS  
Z = ACCUMULATED ERROR  
MK = NUMBER OF SAMPLES BETWEEN OUTPUT FROM REGULATOR  
K = COUNTER VARIABLE  
NS = MAXIMUM CHANGE IN REGULATOR OUTPUT  
CP = PROPORTIONAL CONSTANT  
CI = INTEGRATING CONSTANT  
USER19 = CORRECTION CONSTANT

REAL KSTEG,MK,K,NS,NEG

COMMON /I/COM/ ICOM(256)  
EQUIVALENCE (ICOM(26),LIWRD),(ICOM(27),LOWRD),  
1(ICOM(132),IEV1),(ICOM(133),IEV2),  
2(ICOM(143),FLA14),(ICOM(145),FLA15),(ICOM(155),FLA110),  
3(ICOM(185),KSTEG),(ICOM(187),Y),(ICOM(189),YREF),  
4(ICOM(191),UTE),(ICOM(193),UG),(ICOM(195),U),(ICOM(197),Z),  
5(ICOM(199),MK),(ICOM(201),K),(ICOM(203),NS),(ICOM(205),CP),  
6(ICOM(207),CI),(ICOM(221),USER19)

CALL WAITFR(IEV1)  
CALL PAXA(IEV2)

CORRECT AND CONVERT ANALOG INPUT

KOMP=IFIX(USER19\*FLA15\*1000+0.5)

Y=FLA14\*200+15  
UTE=FLA110\*200

```
C      COUNT NUMBER OF WORKING PUMP UNITS
C
      KSTEG=0.0
      KK=128
C
      DO 20 N=1,8
      IB=0
      NN=8-N
      IF(KOMP.LT.KK) GOTO 10
C
C
      KSTEG=KSTEG+1.0
      KOMP=KOMP-KK
      IB=-1
10     CALL SETBIT(LIWRD,NN,IB)
20     KK=KK/2
C
C
      REGULATION SECTION
C
C
      LIMIT INTEGRATION ERROR
C
      SL=(KSTEG-8.)*(KSTEG-0.)
      IF (SL.LT.0.0) Z=Z+YREF-Y
C
C
      NEW REGULATOR OUTPUT?
C
      K=K+1.0
      IF (K.LT.MK) GOTO 50
      K=0.0
      UG=CP*(YREF-Y)+CI*Z
C
C
      LIMIT CHANGE IN REGULATOR OUTPUT
C
50     US=AMAX1(U-NS,AMIN1(U+NS,UG))
      U=AINT(AMAX1(0.0,AMIN1(8.0,US+0.5)))
C
      IU=INT(U)
C
C
      OUTPUT SEKTION
C
      IF (U.EQ.KSTEG) GOTO 250
      DO 100 I=1,8
      IB=I-1
100    CALL SETBIT(LOWRD,IB,0)
      IF (IU.EQ.0) GOTO 250
      DO 200 I=1,IU
      IB=I-1
200    CALL SETBIT(LOWRD,IB,-1)
C
C
      FREE ICOM
C
250    IEV2=1
      IEV1=0
C
300    CALL EXIT
      GOTO 300
      END
```

TASK QUOT

PERFORMS REGULATION USING A QUOTIENT REGULATOR

AUTHORS NORDSTOM&SVENSSON

DATE WRITTEN 1976-03-23

RUNS IN PARTITON PIPUS

DEFAULT PRIORITY 125

KSTEG = ACTUAL NUMBER OF WORKING PUMP UNITS  
Y = INLET AIR TEMPERATURE  
YREF = SET POINT VALUE  
UTE = OURDOOR TEMPERATURE  
UG = REGULATOR OUTPUT  
U = INPUT SIGNAL TO PROCESS  
SU = STATE OF SELFTUNING REGULATOR  
MK = NUMBER OF SAMPLES BETWEEN OUTPUT FROM REGULATOR  
K = COUNTER VARIABLE  
NS = MAXIMUN CHANGE IN REGULATOR OUTPUT  
AS = CONSTANT USED FOR DYNAMIC CORRETION IN REGULATOR  
NEG = NEGLECT FACTOR  
WITH = 1 REGARDING OUTDOOR TEMPERATURE  
0 DISREGARDING OUTDOOR TEMPERATURE  
USER19= CORRECTION CONSTANT

REAL KSTEG,MK,K,NS,NEG

COMMON /I/COM/ ICOM(256)  
EQUIVALENCE (ICOM(26),LIWRD),(ICOM(27),LOWRD),  
1(ICOM(132),IEV1),(ICOM(133),IEV2),  
2(ICOM(143),FLA14),(ICOM(145),FLA15),(ICOM(155),FLA110),  
3(ICOM(185),KSTEG),(ICOM(187),Y),(ICOM(189),YREF),  
4(ICOM(191),UTE),(ICOM(193),UG),(ICOM(195),U),(ICOM(197),SU),  
5(ICOM(199),MK),(ICOM(201),K),(ICOM(203),NS),(ICOM(205),AS),  
6(ICOM(207),NEG),(ICOM(209),WITH),(ICOM(221),USER19)

CALL WAITFR(IEV1)  
CALL PAXA(IEV2)

CORRECT AND CONVERT ANALOG INPUT

KOMP=IFIX(USER19\*FLA15\*1000+0.5)

Y=FLA14\*200+15  
UTE=FLA110\*200

```
C
C
C      COUNT NUMBER OF WORKING PUMP UNITS
C
C      KSTEG=0.0
C      KK=128
C
C      DO 20 N=1,8
C      IB=0
C      NN=8-N
C      IF(KOMP.LT.KK) GOTO 10
C
C
C      KSTEG=KSTEG+1.0
C      KOMP=KOMP-KK
C      IB=-1
10     CALL SETBIT(LIWRD,NN,IB)
20     KK=KK/2
C
C
C      REGULATION SECTION
C
C
C      COMPUTE NEW VALUE
C
C      SU=AS*SU+(1-AS)*KSTEG
C
C      NEW REGULATOR OUTPUT?
C
C      K=K+1.0
C      IF (K.LT.MK) GOTO 50
C      K=0.0
C
C
C      CHECK IF DEAD?
C
C      IF(SU.NE.0.0) GOTO 40
C      DIFF=YREF-Y
C      IF(DIFF.GT.1.5) SU=1
C
C
C      40     UG=(1.0-NEG)*KSTEG+NEG*SU*(YREF-WITH*UTE)/(Y-WITH*UTE)
C
C      LIMIT CHANGE IN REGULATOR OUTPUT
C
C      50     US=AMAX1(U-NS,AMIN1(U+NS,UG))
C      U=AINT(AMAX1(0.0,AMIN1(8.0,US+0.5)))
C
C      IU=INT(U)
C
C
C      OUTPUT SEKTION
C
C      IF (U.EQ.KSTEG) GOTO 250
C      DO 100 I=1,8
C      IB=I-1
100     CALL SETBIT(LOWRD,IB,0)
C      IF (IU.EQ.0) GOTO 250
C      DO 200 I=1,IU
C      IB=I-1
200     CALL SETBIT(LOWRD,IB,-1)
C
C      FREE IOCOM
C
C
C      250     IEV2=1
C      IEV1=0
C
```

300

CALL EXIT  
GOTO 300  
END

## APPENDIX S

Detta appendix innehåller resultatet av de manuella mätningar som gjordes före experimentseriens start. Fyra olika mätningar gjordes. Dessa var:

1. Temperaturfördelning i luftströmmen före tilluftsfläkten.
2. Temperaturdifferens över tilluftsfläkten.
3. Temperaturfördelning i luftströmmen efter tilluftsfläkten.
4. Temperaturdifferens över frånluftsfläkten.

1. Temperaturfördelning i luftströmmen före tilluftsfläkten

Mät punkt	°C korrigerat	°C avläst	Differens
1	18.88	18.88	1.12
2	19.14	19.14	0.86
3	17.92	17.86	2.08
4	18.48	18.48	1.52
5	18.52	18.60	1.48
6	19.30	19.42	0.70
7	19.17	19.17	0.83
8	18.66	18.72	1.34
9	18.41	18.51	1.59
10	18.40	18.50	1.60
11	19.56	19.88	0.44
12	19.58	19.80	0.42
13	19.46	19.64	0.54
14	19.72	19.90	0.28
15	19.82	20.06	0.18
16	19.14	19.44	0.86
17	19.48	19.80	0.52
18	19.66	19.96	0.34
19	19.16	19.42	0.84
20	19.08	19.36	0.92

Temperatur efter tilluftsfläkten 20.0 °C (korrigerad)

Temperatur ute - 3.6 °C

7 kompressorsteg stadigvarande inkopplade och tillsatsbatteriet stängt.

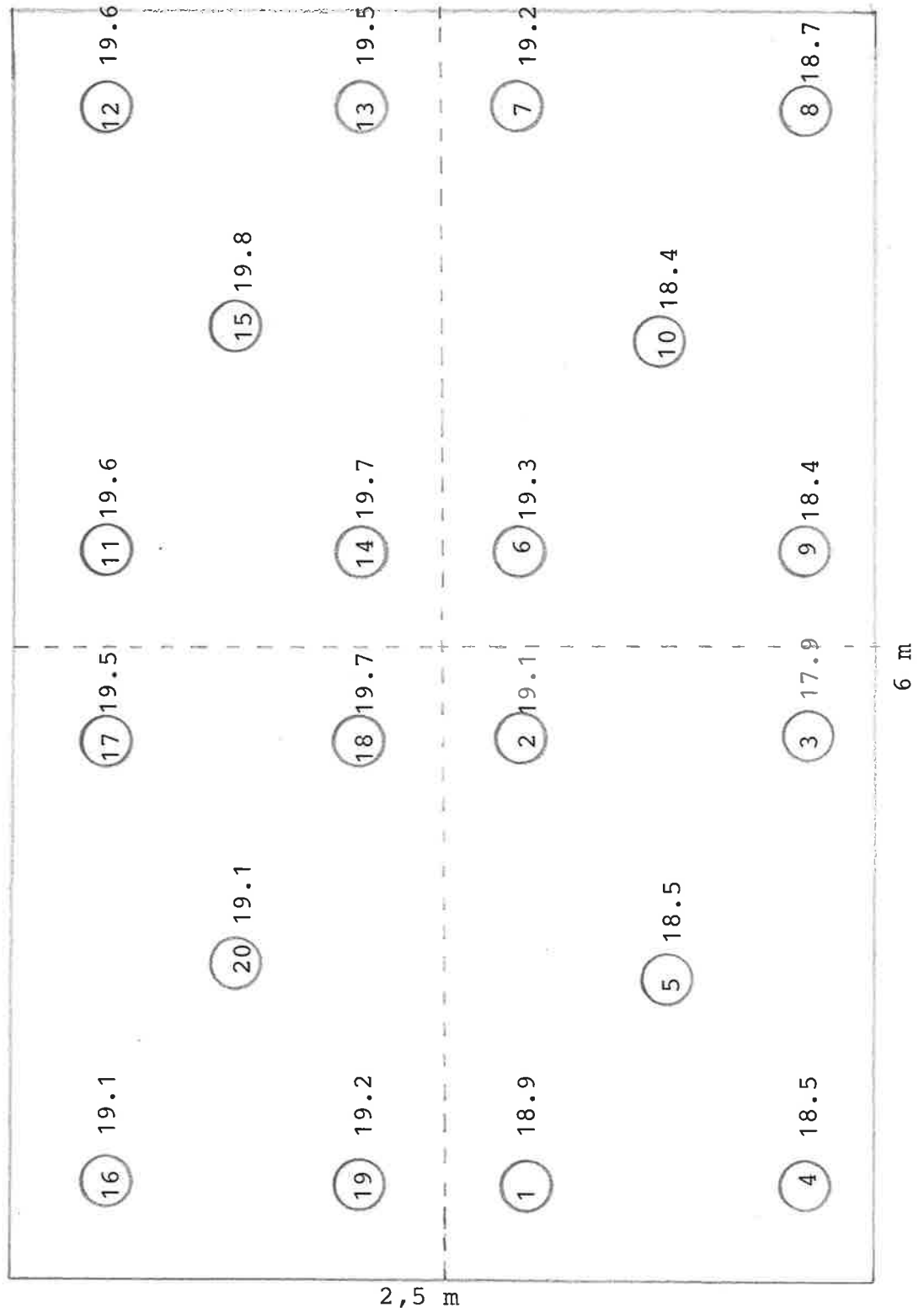
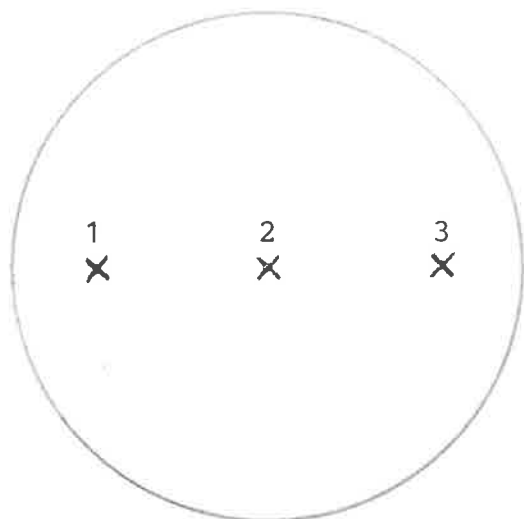


FIG. S.1

Mätpunkternas fördelning över kanalens tvärsnittsyta.  
 Mätningen gjordes omedelbart efter tillsatsvärmebatteritet vilket var förreglat.

2. Temperaturdifferens över tilluftsfläkten



Temperaturen mätt i en punkt före fläkt och i tre punkter enl. FIG S.2 precis i fläktens utlopp. Sju steg stadigvarande inkopplade samt tillsatsbatteriet stängt.

FIG. S.2

Mätpunkt 1:

	Före	Efter	Diff.	Följd nr
a)	19.83	20.50	0.67	1
b)	19.76	20.56	0.80	8
c)	19.81	20.60	0.79	9
d)	19.86	20.68	0.82	10

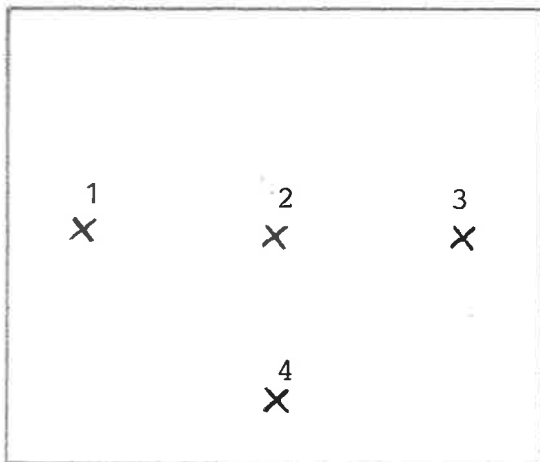
Mätpunkt 2:

a)	19.71	20.49	0.78	2
b)	19.72	20.52	0.80	3
c)	19.74	20.54	0.80	4

Mätpunkt 3:

a)	19.85	20.20	0.35	5
b)	19.86	20.15	0.29	6
c)	19.84	20.10	0.26	7

3. Temperaturfördelning i luftströmmen efter tilluftsfläkten



Temperaturen mätt i en punkt före fläkten och i fyra olika punkter efter fläkten enl. FIG S.3. De fyra punkterna var belägna omedelbart före ljudfällan. Sju steg stadigvarande inkopplade och tillsatsbatteriet stängt.

FIG. S.3

Mät punkt 1:

Före	Efter	Följd nr	Diff.
19.85	20.28	1	0.43

Mät punkt 2:

19.82	20.18	2	0.36
-------	-------	---	------

Mät punkt 3:

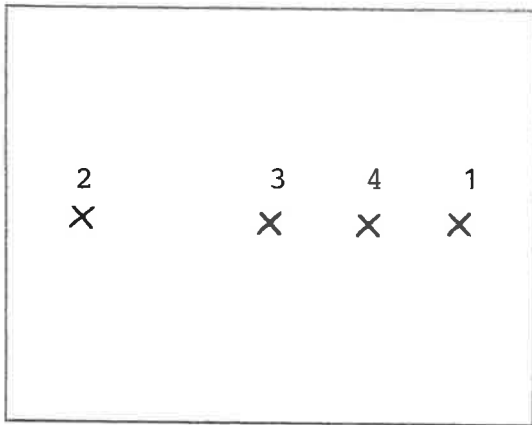
a) 19.74	20.16	3	0.42
b) 19.86	20.18	4	0.32

Mät punkt 4:

a) 19.75	20.16	5	0.41
b) 19.74	20.16	6	0.42
c) 19.71	20.11	7	0.40

4. Temperaturdifferens över frånluftsfläkten

Kanal före fläkt



efter fläkt

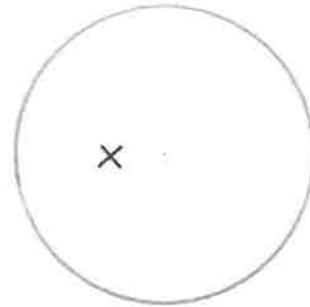


FIG. S.4

Temperaturen mätt i en punkt efter fläkten och i fyra punkter före fläkten enligt FIG. S.4

De fyra punkterna var belägna omedelbart efter ljudfällan.

Mät punkt 1:

Före	Efter	Diff.	Följd nr
22.81	23.41	0.60	1
22.77	23.41	0.64	2
22.78	23.42	0.64	3
22.82	23.41	0.59	4
22.80	23.42	0.62	5

Mät punkt 2:

23.05	23.41	0.36	6
23.08	23.42	0.34	7
23.08	23.42	0.34	8
23.10	23.43	0.33	9
23.07	23.42	0.35	10
23.06	23.44	0.38	11
23.06	23.43	0.37	12

Mät punkt 3:

22.44	23.43	0.99	13
22.42	23.42	1.00	14
22.45	23.43	0.98	15
22.44	23.44	1.00	16
22.46	23.42	0.96	17
22.41	23.48	1.07	18

Mät punkt 4:

Före	Efter	Diff.	Följd nr
22.63	23.57	0.94	19
22.62	23.58	0.96	20
22.64	23.60	0.96	21
22.65	23.59	0.94	22
22.65	23.58	0.93	23
22.64	23.59	0.95	24
22.63	23.59	0.96	25
22.66	23.60	0.94	26
22.67	23.59	0.92	27
23.64	23.60	0.96	28

McLennan's Opuntia

Originallet finns filat under  
examensarbete  
Jakob Apelblat  
och Per Rydström