

Identifiering av Haldenreaktorns dynamik med maximum-likelihoodmetodik.

Leif Klöver

Lars-Erik Olsson

Sammanfattning

Ett antal mätserier har utförts på OECD:s forskningsreaktor i Halden. I detta arbete bestäms överföringsfunktionerna från reaktivitet till nukleär effekt och från reaktivitet till primärtryck med hjälp av en av dessa mätserier. Koefficienterna i parametriska modeller för överföringsfunktionerna identifieras med maximum-likelihoodmetodik. Slutligen göres jämförelser med resultat från tidigare identifieringar.

Lund i oktober 1969

Ansvarig handledare: Gustaf Olsson

Identification of dynamics of the Halden reactor by the maximum likelihood method.

Leif Klöver

Lars-Erik Olsson

Abstract

Dynamic experiments have been performed on the Halden reactor. In this work the transfer functions from reactivity to nuclear power and from reactivity to vessel pressure are determined by the use of one of these experiments. The coefficients of parametric models of the transfer functions are identified by the maximum likelihood method. Finally comparison with results from earlier identifications is done.

INNEHÅLLSFÖRTECKNING	sid
1. <u>Inledning</u>	1
1.1 Problemställning	1
1.2 Kort beskrivning av processen	2
1.3 Sammanfattning av resultat	4
2. <u>Några fakta om experimentserierna, deras lagring på band etc.</u>	6
2.1 Allmänt	6
2.2 Serie 1	6
2.3 Serie 2	6
2.4 Serie 3	9
3. <u>Identifiering av kretsar för nukleär effekt och primärtryck</u>	10
3.1 Inledning	10
3.2 Bestämning av transportfördröjning med en impulssvarsmodell	10
3.3 Identifiering med MLH-metoden (subrutinerna MISOIDM och RESTARTM)	11
3.4 Bemästring av konvergenssvårigheter (subrutinen PROIDEM)	14
3.5 Resultat (tabeller och bodediagram)	15
4. <u>Ordningstalsbestämning</u>	20
4.1 Inledning	20
4.2 Statistiskt F-test	20
4.3 Jämförelse av poler och nollställen	22
4.4 Simulering av modellerna	26
4.5 Slutsatser	32
5. <u>Jämförelse med andra resultat med hjälp av bodediagram</u>	34
5.1 Frekvensområde hos insignalen	34
5.2 Jämförelse med Haldenrapporter med hjälp av bodediagram	34
6. Referenser	39
Appendix A Dokumentation på bandnr, program för läsning från banden	
Appendix B Identifieringsprogram	
Appendix C Övriga program	

1. Inledning.

1.1 Problemställning.

Avsikten med detta examensarbete är att identifiera en del av dynamiken för OECD:s forskningsreaktor i Halden. Ett antal experimentserier har gjorts på denna reaktor, och data från dessa serier finns tillgängliga på institutionen.

Den modell vi ska använda för att beskriva processen i reaktorn är följande:

$$A^*(q^{-1})y(t) = B^*(q^{-1})u(t) + \lambda C^*(q^{-1})e(t) \quad (1)$$

Här gäller:

$$\begin{aligned} A^*(q^{-1}) &= 1 + a_1 q^{-1} + \dots + a_n q^{-n} \\ B^*(q^{-1}) &= b_0 + b_1 q^{-1} + \dots + b_n q^{-n} \\ C^*(q^{-1}) &= 1 + c_1 q^{-1} + \dots + c_n q^{-n} \end{aligned} \quad (2)$$

n = modellens ordningstal

Identifieringsproblemet består i att med hjälp av givna insignal-utsignal-par bestämma ordningstalet n och parametrarna i ovanstående modell med MLH-metoden (Maximum-likelihood-metoden). Metoden är beskriven i ref. 5.

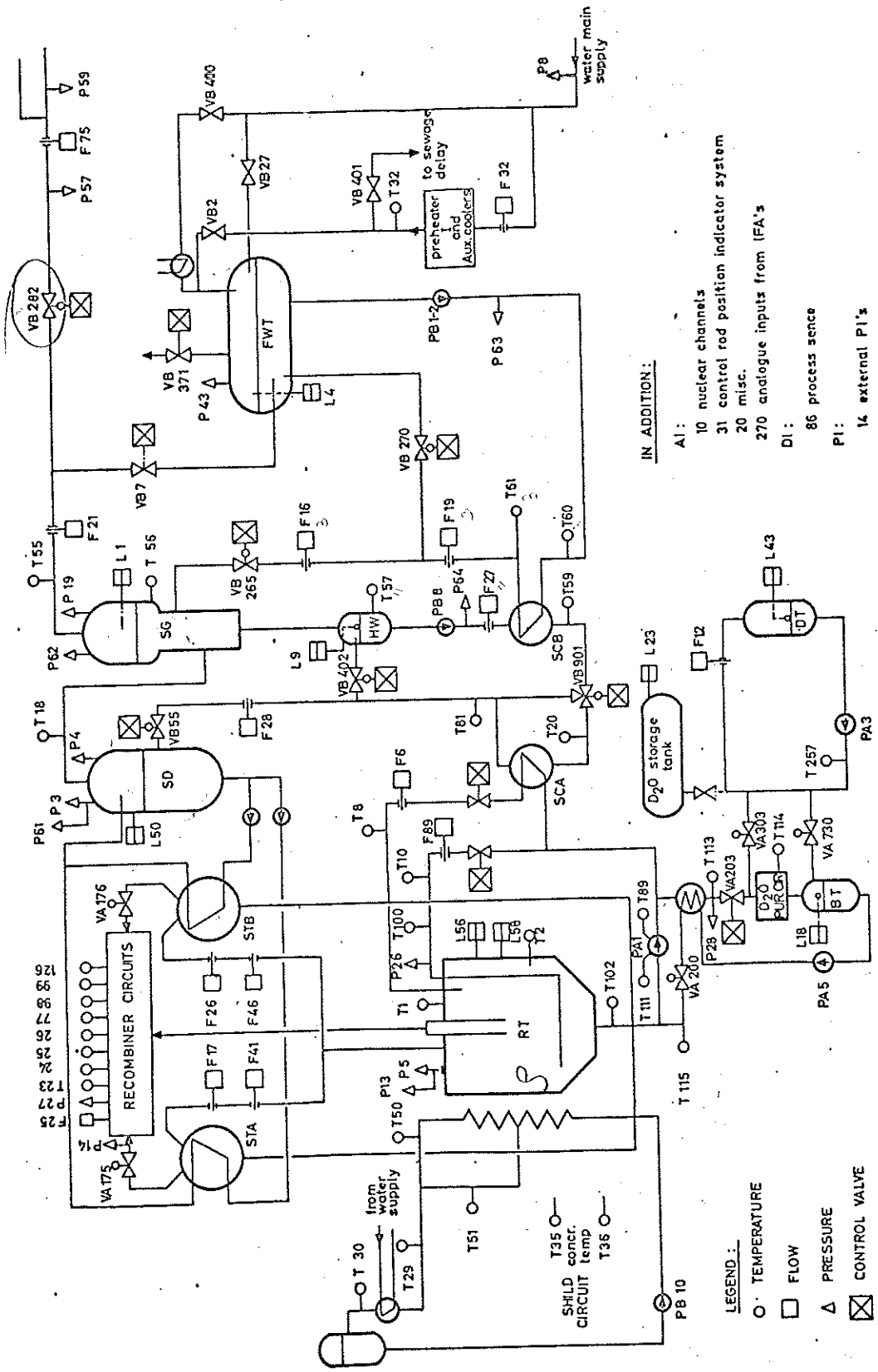
Insignal $u(t)$ är styrstavarnas lägen (som är prop. mot reaktiviteten). Det har visat sig att man i allmänhet får de bästa resultaten om insignalen varierar som en så kallad PRBS-signal (PRBS = Pseudo Random Binary Sequence). Se ref. 7, sid. 11. Denna signal innehåller i princip alla olika frekvenser, varför det system, som signalen skickas in på, aktiveras på ett all-

sidigt sätt. I våra identifieringar kommer vi endast att använda mätserier, där insignalen något så när uppfyller PRBS-signalens egenskaper. Utsignal $y(t)$ är nukleära effekten (C10) och primärtrycket (P13). (Se nedan). Det är alltså motsvarande två överföringsfunktioner som detta arbete främst går ut på att bestämma. Dessutom skall vi jämföra med resultat, som man tidigare fått fram (OECD-rapporter).

1.2 Kort beskrivning av processen.

Haldenreaktorn är en kokarreaktor med tungt vatten som moderator. Den byggdes åren 1955-1958 och används sedan 1958 som forskningsreaktor för OECD. Med en laddning av 1.5 % anrikad uranoxid blir maximala nukleära effekten c:a 20 MW vid ett primärtryck på upp till 30 ata.

Hela systemet innehåller tre cirkulationskretsar. Se figur på sid. 3, där olika variabler är markerade. Sekundärkretsen isolerar primärkretsen från tertiärkretsen, där effektförbrukaren är inkopplad. Den nukleära effekten alstras i reaktortanken (RT), som ligger i primärkretsen. Effekten regleras genom att man varierar reaktiviteten (ρ), som i sin tur ändras genom att man för ett antal styrtavar upp eller ned i reaktorhärden. Då stavarerna förs ner i härden minskar reaktiviteten genom att neutroner absorberas, varför även nukleära effekten minskar. Då effekten ökar bildas ångblåsor i moderatorn, vilket minskar reaktiviteten. Processen är således i viss mån självstabiliserande. Men ångblåsorna är även beroende av primärtrycket. Ökas detta så minskar ångblåsornas antal ned till den punkt, då inga fler ångblåsor finns. Här uppträder således en kraftig olinjär effekt.



IN ADDITION:

- AI: 10 nuclear channels
- 31 control rod position indicator system
- 20 misc.
- 270 analogue inputs from IFA's
- DI: 86 process sense
- PI: 14 external PI's
- DO: 15 outputs for control rod drives
- 13 valves, scram, interlock etc.

PLANT CONNECTIONS TO THE PROCESS COMPUTER

Ovanstående framställning antyder endast huvuddragen av processen. Se i övrigt ref. 2 (sid. 8), där en något fullständigare beskrivning av processen ges.

1.3 Sammanfattning av resultat,

Som resultat av identifieringen av överföringsfunktionen från reaktivitet till nukleär effekt och från reaktivitet till primärtryck erhöles följande modeller:

Överföringsfunktion från reaktivitet till nukleär effekt:

$$\begin{aligned} y(t) - 2.11y(t-1) + 1.36y(t-2) - 0.25y(t-3) = \\ = 0.15u(t) - 0.30u(t-1) + 0.19u(t-2) - 0.04u(t-3) + \\ + 0.028 (e(t) - 0.95e(t-1) + 0.21e(t-2) - 0.22e(t-3)) \end{aligned} \quad (3)$$

Koefficienterna med standardavvikelse:

$$\begin{aligned} a_1 &= -2.108 \pm 0.165 \\ a_2 &= 1.364 \pm 0.316 \\ a_3 &= -0.254 \pm 0.152 \\ b_0 &= 0.148 \pm 0.006 \\ b_1 &= -0.298 \pm 0.029 \\ b_2 &= 0.187 \pm 0.052 \\ b_3 &= -0.037 \pm 0.025 \\ c_1 &= -0.954 \pm 0.163 \\ c_2 &= 0.210 \pm 0.126 \\ c_3 &= -0.218 \pm 0.056 \end{aligned}$$

Överföringsfunktion från reaktivitet till primärtryck:

$$\begin{aligned} y(t) - 1.85y(t-1) + 0.86y(t-2) = 0.0018u(t) + 0.0006u(t-1) - \\ - 0.0019u(t-2) + 0.0018 (e(t) - 0.62e(t-1) + 0.19e(t-2)) \end{aligned} \quad (4)$$

Koefficienterna med standardavvikelse:

$$a_1 = -1.851 \pm 0.025$$

$$a_2 = 0.856 \pm 0.025$$

$$b_0 = 0.0018 \pm 0.0004$$

$$b_1 = 0.0006 \pm 0.0007$$

$$b_2 = -0.0019 \pm 0.0004$$

$$c_1 = -0.619 \pm 0.042$$

$$c_2 = 0.187 \pm 0.038$$

Bodediagram för modellerna finns plottade på sid. 37 och på sid. 38, där även jämförelse med tidigare resultat från Halden kan göras.

2. Några fakta om experimentserierna, deras lagring på band etc.

2.1 Allmänt.

Tre olika magnetband med experimentserier från Haldenreaktorn finns på UDAC i Uppsala. Vi kallar här dessa serier för experimentserie 1, 2 och 3.^{x/} Vissa för oss intressanta data har överförts på nytt band för att vara snabbare åtkomliga. Det visade sig nämligen att maskintiden annars blev alltför lång. Upplýsingar om de olika banden finns i appendix A (dokumentation på bandnr, innehållsförteckning för banden och program för läsning från banden).

2.2 Serie 1.

I denna mätserie med sju olika experiment (se app. A:3) används ej PRBS som insignal, varför serien inte är aktuell för oss. Vilka variabler som finns uppmätta framgår av app. A:4 .

2.3 Serie 2 (se ref. 3)

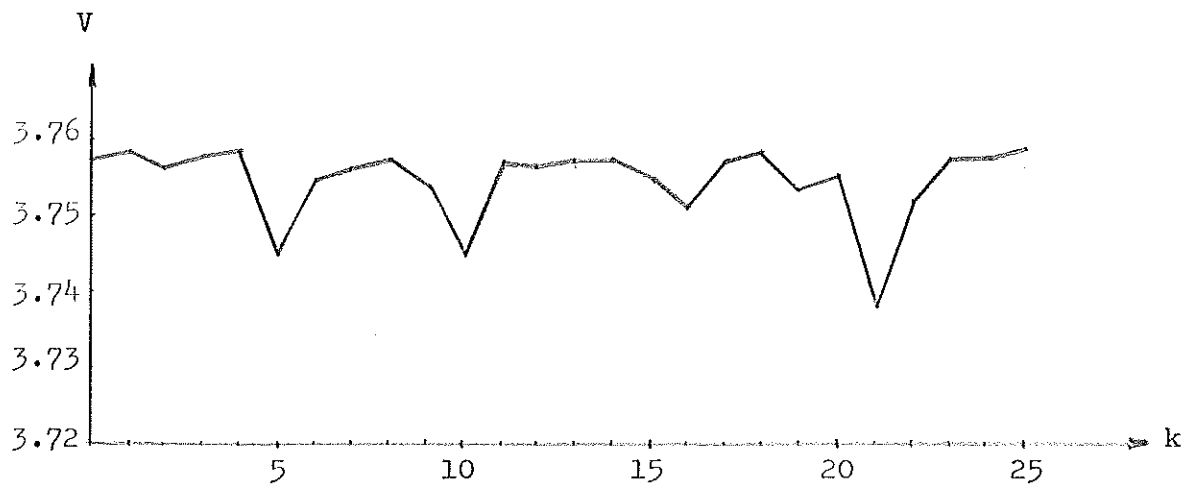
På bandet finns 18 experiment (filer) upptagna. De för oss intressanta experimenten finns i filerna 10, 11, 17 och 18 där insignalen, styrstavarnas lägen, är en PRBS-signal. Vissa intressanta variabler från dessa filer finns överförda till band 4 (se app. A:2). Tyvärr fanns ej insignalen lagrad på band. Vi har i stället fått denna på 8-kanals hållremsa. Enligt uppgift från

^{x/} Haldens beteckningar: Exp.serie 1 - se app. A:3 ,
 exp.serie 2 - EP-706,
 exp.serie 3 - EP-708.

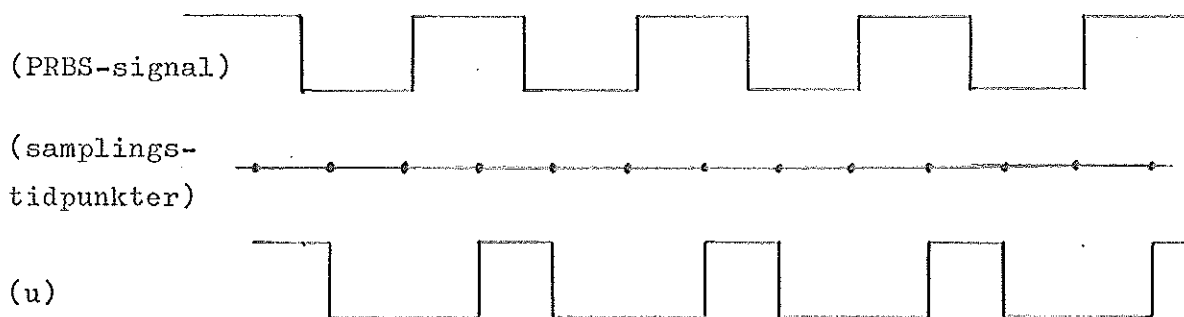
Halden motsvarar här avståndet mellan två närliggande hål tiden 0.5 sek. Tidsavståndet mellan de snabbaste ändringarna i PRBS-signalen är då 3 sek. Insignalen har vid experimentets utförande startats innan man satt igång registreringen av utsignalerna. Enligt uppgift skulle det röra sig om högst c:a 30 sek. mellan start av insignal och början på utsignalernas registrering. Vi har försökt finna detta tidsavstånd på olika sätt. Först ritade vi upp kurvor på insignalen och en utsignal (C10) och försökte visuellt fasa in korresponderande punkter genom förskjutning av tidsaxeln. Något som helst samband kunde ej upptäckas. Då gjorde vi identifieringar med MLH-metoden, där vi successivt förskjöt insignalen i förhållande till utsignalen ett antal tidssteg motsvarande olika vad vi kan kalla k-värden. Vi studerade förlustfunktionen för dessa olika k-värden för att om möjligt få fram ett minimum som motsvarade det rätta k-värdet. Resultatet finns på fig. 2.1, sid. 8. Vi ser ur kurvan att möjliga k-värden är $k = 5, 10$ eller 21 . Dock är inget av dessa värden signifikant bättre än de andra, varför vi ej kunnat bestämma något säkert k-värde. Minima är dessutom ej speciellt markanta.

Ovanstående svårigheter att finna sambandet mellan in- och utsignal kan ha någon av följande orsaker:

1. Insignalens amplitud kan ha varit för liten i förhållande till bruset.
2. Samplingsintervallet (2 sek.) är olyckligt valt i förhållande till högsta förekommande frekvens hos insignalen, vilken motsvarar 3 sek. mellan ändringarna. Se fig. 2.2, sid. 8. Signalen u (samplad PRBS), som används i identifieringsprogrammet, kommer således att skilja sig mycket från den rätta PRBS-signalen, då man har en lång sekvens med den högsta förekommande frekvensen.



Figur 2.1 - Förlustfunktionens variation som funktion av insignalens förskjutning vid MLH-identifiering av 1:a ordningens modell. Insignal reaktivitet, utsignal nukleär effekt (C10). Data från fil 18, serie 2.



Figur 2.2 - Överst, en del av den högsta förekommande frekvensen hos den verkliga insignalen (pulslängd 3 sek), därunder samplings-tidpunkterna (samplingsintervall 2 sek) och nederst den erhållna samplade insignalen (u), som är insignalen i identifieringsprogrammet.

3. Möjligen är registreringen på håltremsan eller uppgiften om tidsavståndet mellan hålen på densamma, felaktig.

Sammanfattning:

Data från experimentserie 2 är, på grund av svårigheter uppkomna genom att insignalen ej finns lagrad på bandet tillsammans med utsignalerna, ej lämpliga för de identifieringar vi önskar göra. I fortsättningen av denna rapport behandlas därför endast identifieringar av data från serie 3.

2.4 Serie 3.

På bandet finns 48 experiment upptagna. Det för oss aktuella experimentet är det 34:e på bandet (Run No. 84), vilket är det enda experimentet i serie 3, där insignalen är en PRBS-signal. Insignalen och utsignalerna C10 (nukleär effekt) och P13 (primärtryck) för detta experiment finns överförda till band 4 (fil 2) för att vara lättare åtkomliga. (P13 är registrerad som en differenssignal.)

Se appendix A:1 och ref. 4.

3. Identifiering av kretsar för nukleär effekt och primärtryck.

3.1 Inledning.

De två överföringsfunktioner, som vi här ska bestämma, är från reaktivitet till nukleär effekt (C10) och från reaktivitet till primärtryck (P13). Det experiment vi använder är det 34:e på band 3 (EP-708, Run No. 84). Experimentet innehåller 780 mätpunkter med samplingsintervallet 2 sek. Mätpunkterna betecknar vi enl. följande:

Insignal:

$$U(I); I = 1, 2, 3, \dots \quad \dots 780$$

Utsignaler:

$$C10(I); I = 1, 2, \dots \quad \dots 780$$

$$P13(I); I = 1, 2, \dots \quad \dots 780$$

Identifieringsprogrammen med MLH-metoden (Maximum-Likelihood) finns beskrivna i ref. 5.

3.2 Bestämning av transportfördröjningen med en impulssvarsmodell.

Det första vi vill göra är att bestämma hur stor fördröjningen är mellan in- och utsignal. Denna fördröjning mäter vi i antalet tidssteg, som går innan utsignalen reagerar på en förändring i insignalen. Detta antal steg kallar vi k-värdet.

Vi identifierade impulssvarsmodellen

$$y(t) = b_0 u(t) + b_1 u(t-1) + \dots + b_n u(t-n) \quad (5)$$

där vi genom att se hur många koefficienter b_0, b_1, \dots, b_{k-1} , som inte var signifikant skilda från noll, kunde bestämma k-värdet.

Program och programutskrift, se appendix B:1.

Utskriften från identifieringsprogrammet visade ganska tydligt att $b_0 \neq 0$ både för nukleära effekten (C10) och primärtrycket (P13) som utsignal, även om standarddeviationen för koefficienterna var ganska stor. K-värdet bestämdes alltså till noll för både C10 och P13 som utsignal, dvs det finns ingen transportfördröjning mellan in- och utsignal.

3.3 Identifiering med MLH-metoden (subrutinerna MISOIDM och RESTARTM)

De identifieringsprogram, som är beskrivna i ref. 5, är anpassade för det fall att transportfördröjningen är ett steg ($k=1$). Eftersom vi fann i föregående avsnitt att $k = 0$, måste därför insignalen förskjutas ett steg i förhållande till utsignalen. (U(1), C10(780) och P13(780) slopas). Den modell, som då fås, är följande:

$$(1 + a_1 q^{-1} + \dots + a_n q^{-n}) y(t) = (b_0 + b_1 q^{-1} + \dots + b_{n-1} q^{n-1}) u(t) + (1 + c_1 q^{-1} + \dots + c_n q^{-n}) e(t) \quad (6)$$

där n är lika med ordningstalet. Detta är emellertid ej exakt den modell vi önskar. Vi vill nämligen ha samma gradtal på B-polynomet som på A- och C-polynomet. Vi identifierar därför istället en modell med ordningen $n + 1$, där parametrarna a_{n+1} och c_{n+1} sättes identiskt lika med noll. Detta göres enkelt med modifierade versioner av de program, som finns beskrivna i ref. 5 (gjorda av Ivar Gustavsson).

I programmet IDENT3FM (med subrutinen MISOIDM) identifieras modeller för ordningarna 1,2,3,4 med både C10 och P13 som utsignal (se appendix B:3). Efter statistisk F-test av dessa modeller (se sid. 20) visade det sig lämpligt att identifiera även 5:e ordningens modell med C10 som utsignal. Detta

gjordes med programmet IDRES3 (subrutinen RESTARTM), där startvärden på modellens parametrar togs från fjärde ordningens modell (se appendix B:4).

Resultaten av ovanstående preliminära identifieringar är införda i tabell 3.1 och 3.2.

n	1	2	3	4	5
a ₁	-0.939±0.013	-1.076±0.130	-0.977±0.483	-2.397±0.283	-3.119±0.467
a ₂		0.158±0.124	0.100±0.522	1.903±0.628	4.130±1.183
a ₃			-0.028±0.151	-0.494±0.473	-3.008±1.063
a ₄				-0.010±0.133	1.206±0.451
a ₅					-0.208±0.117
b ₀	0.146±0.007	0.149±0.006	0.147±0.006	0.146±0.006	0.147±0.006
b ₁	-0.134±0.007	-0.147±0.022	-0.131±0.072	-0.337±0.046	-0.445±0.075
b ₂		0.013±0.020	0.000±0.072	0.248±0.093	0.570±0.176
b ₃			0.002±0.021	-0.038±0.070	-0.387±0.156
b ₄				-0.018±0.021	0.136±0.068
b ₅					-0.021±0.022
c ₁	0.207±0.030	0.110±0.127	0.211±0.483	-1.248±0.284	-1.973±0.468
c ₂		0.240±0.046	0.299±0.157	0.428±0.312	1.835±0.660
c ₃			0.044±0.125	-0.217±0.121	-1.104±0.328
c ₄				0.076±0.075	0.430±0.147
c ₅					-0.157±0.077
λ	0.02930	0.02831	0.02829	0.02773	0.02767
V	0.33427	0.31215	0.31169	0.29953	0.29823

Tabell 3.1 - Preliminära resultat från MLH-identifikation med insignal reaktivitet och utsignal nukleär effekt (C10). I tabellen ges de uppskattade värdena på parametrarna tillsammans med standarddeviationen på parametrarna. Dessutom ges uppskattade värden på λ och förlustfunktionen V.

n	1	2	3	4
a ₁	-0.977 ±0.003	-1.851 ±0.025	-2.703 ±0.060	-1.387 ±0.026
a ₂		0.856 ±0.025	2.420 ±0.116	0.982 ±0.016
a ₃			-0.716 ±0.056	-1.426 ±0.017
a ₄				0.848 ±0.025
b ₀	0.0014±0.0005	0.0018±0.0004	0.0018±0.0004	0.0017±0.0004
b ₁	0.0021±0.0005	0.0006±0.0007	-0.0011±0.0010	0.0015±0.0005
b ₂		-0.0019±0.0004	-0.0019±0.0010	-0.0001±0.0004
b ₃			0.0013±0.0005	-0.0001±0.0004
b ₄				-0.0019±0.0004
c ₁	0.339 ±0.026	-0.619 ±0.042	-1.494 ±0.066	-0.154 ±0.042
c ₂		0.187 ±0.038	0.726 ±0.069	0.901 ±0.039
c ₃			-0.199 ±0.036	-0.534 ±0.042
c ₄				0.199 ±0.039
λ	0.00218	0.00179	0.00177	0.00178
V	0.001846	0.001245	0.001223	0.001234

Tabell 3.2 - Preliminära resultat från MLH-identifikation med insignal reaktivitet och utsignal primärtrycket (P13). I tabellen ges de uppskattade värdena på parametrarna tillsammans med standarddeviationen på parametrarna. Dessutom ges uppskattade värden på λ och förlustfunktionen V.

3.4 Bemästring av konvergenssvårigheter (subrutinen PROIDEM)

Ur tabell 3.2, sid.13, ser man att med P13 som utsignal är förlustfunktionen för fjärde ordningens modell större än för tredje ordningens. Detta beror på att konvergens har skett mot ett minimum, som ej är det minsta. För att nå ett bättre resultat använde vi subrutinen PROIDEM, där man själv kan bestämma det antal iterationer då approximativ andraderivata ($V_{\theta\theta}$) skall användas och storleken på parametrarna för konvergenstest (ACC och ACC1) (Se ref. 5; sid.14). Ett försök gjordes med programmet PROIDEM3 (se appendix B:5). Emellertid avbröts programmet efter två iterationer, ty ett pivotelement hade blivit mindre än 10^{-8} . Orsaken kan möjligen vara för små variationer i utsignalen (b-koefficienter små). Vi försökte avhjälpa detta räknetekniska problem genom att multiplicera utsignalens värden med en faktor 100 i programmet PROIDEM3, appendix B:6, där startvärden från föregående PROIDEM3 användes. Denna gång erhöles bättre konvergens och en lägre förlustfunktion erhöles (se tab. 3.4, sid.17).

Vid ett närmare betraktande av resultaten från identifieringen med C10 som utsignal (tab. 3.1, sid.12), upptäcker man följande: Koefficienterna a_4 , b_4 och c_4 i fjärde ordningens modell är ganska små. I övrigt skiljer sig 3:e ordningens koefficienter väsentligt från 4:e ordningens. Dessutom har förlustfunktionen minskat mycket litet från 2:a till 3:e ordningens system, men minskat betydligt från 3:e till 4:e. Då frågar man sig: Kan man uppnå en bättre 3:e ordningens modell genom att helt enkelt stryka koefficienterna a_4 , b_4 och c_4 i 4:e ordningens modell. Vi gjorde ett försök med programmet PROIDEM 3, appendix B:7, där vi använde startvärden från 4:e ordningens modell (med ovan nämnda koefficienter strukna). Som utskrift kom endast texten

"NO SMALLER LOSSFUNKTION FOUND EVEN IF STEP EQUAL ACC". Vi försökte då med startvärden, som låg ungefär mitt emellan de för 2:a och de för 4:e ordningens modell. Bättre resultat erhöles denna gång; förlustfunktionen minskade betydligt jämfört med tidigare värde. Se tabell 3.3, sid.16. Se även bodediagram, fig. 3.1, sid.18, där bl. a. "gamla" och "nya" ordning 3 är inritade.

3.5 Resultat (tabeller och bodediagram).

I tabell 3.3 (sid.16) och 3.4 (sid.17) sammanfattas slutgiltiga resultatet av identifieringarna, som gjorts ovan. Motsvarande bodediagram är plottade i fig. 3.1 och 3.2, sid.18 resp. sid.19 . Fjärde ordn.:s modell med utsignal Pl3 är ej plottad. Modellen är instabil, ty A-pol. har rot utanför enhetscirkeln (sid.24). Program för bodediagram, se appendix C:1.

n	1	2	3	4	5
a ₁	-0.939±0.013	-1.076±0.130	-2.108±0.165	-2.397±0.283	-3.119±0.467
a ₂		0.158±0.124	1.364±0.316	1.903±0.628	4.130±1.183
a ₃			-0.254±0.152	-0.494±0.473	-3.008±1.063
a ₄				-0.010±0.133	1.206±0.451
a ₅					-0.208±0.117
b ₀	0.146±0.007	0.149±0.006	0.148±0.006	0.146±0.006	0.147±0.006
b ₁	-0.134±0.007	-0.147±0.022	-0.298±0.029	-0.337±0.046	-0.445±0.075
b ₂		0.013±0.020	0.187±0.052	0.248±0.093	0.570±0.176
b ₃			-0.037±0.025	-0.038±0.070	-0.387±0.156
b ₄				-0.018±0.021	0.136±0.068
b ₅					-0.021±0.022
c ₁	-0.207±0.030	0.110±0.127	-0.954±0.163	-1.248±0.284	-1.973±0.468
c ₂		0.240±0.046	0.210±0.126	0.428±0.312	1.835±0.660
c ₃			-0.218±0.056	-0.217±0.121	-1.104±0.328
c ₄				0.076±0.075	0.430±0.147
c ₅					-0.157±0.077
λ	0.02930	0.02831	0.02805	0.02773	0.02767
v	0.33427	0.31215	0.30653	0.29953	0.29823

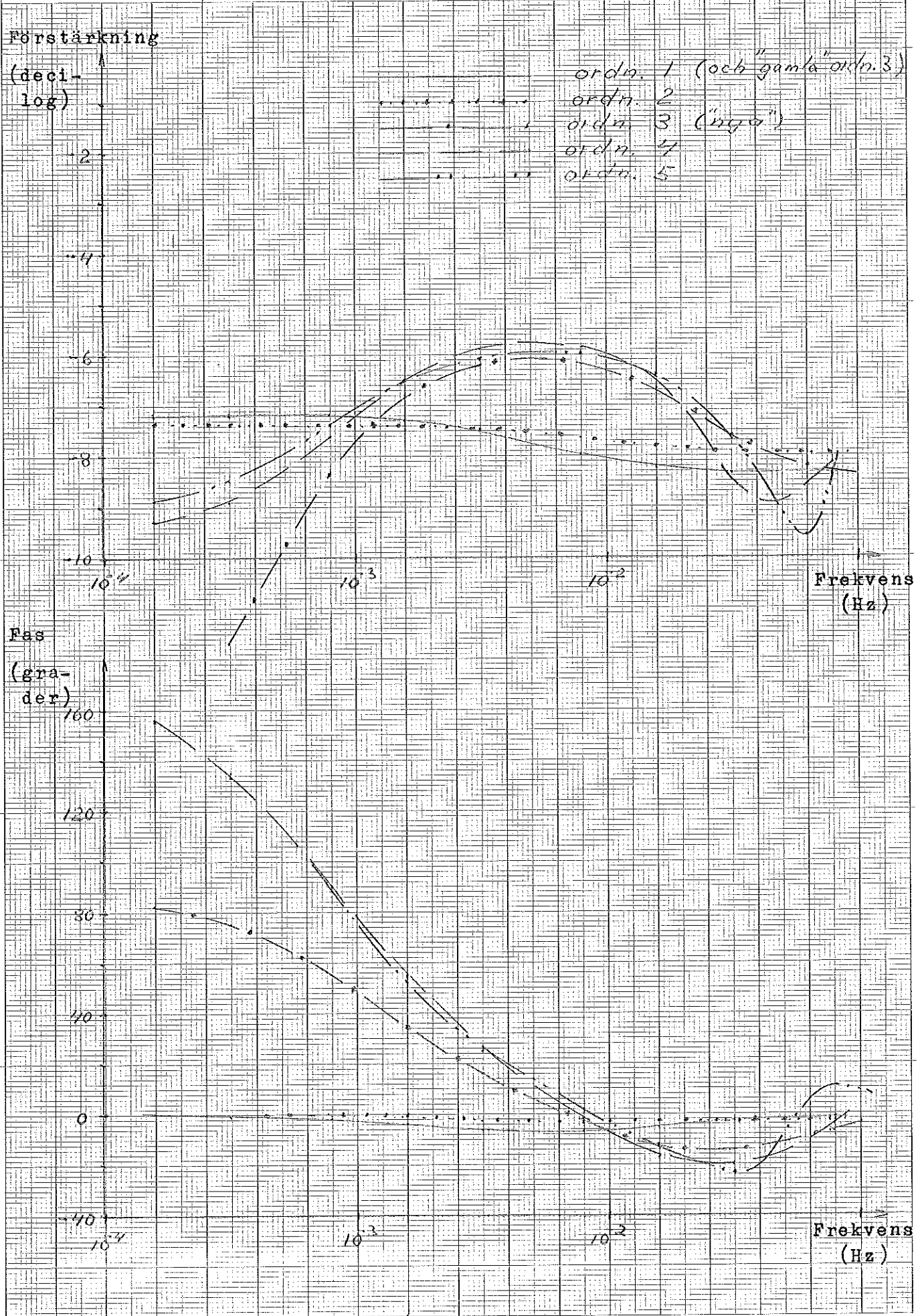
Tabell 3.3 - Slutgiltiga resultat från MLH-identifikation med insignal reaktivitet och utsignal nukleär effekt (C10). I tabellen ges de uppskattade värdena på parametrarna tillsammans med standarddeviationen på parametrarna. Dessutom ges uppskattade värden på λ och förlustfunktionen v.

n	1	2	3	4
a ₁	-0.977 ±0.003	-1.851 ±0.025	-2.703 ±0.060	-3.711 ±0.246
a ₂		0.856 ±0.025	2.420 ±0.116	5.161 ±0.710
a ₃			-0.716 ±0.056	-3.189 ±0.682
a ₄				0.739 ±0.218
b ₀	0.0014±0.0005	0.0018±0.0004	0.0018±0.0004	0.0018±0.0004
b ₁	0.0021±0.0005	0.0006±0.0007	-0.0011±0.0010	-0.0028±0.0012
b ₂		-0.0019±0.0004	-0.0019±0.0010	-0.0008±0.0019
b ₃			0.0013±0.0005	0.0031±0.0012
b ₄				-0.0013±0.0004
c ₁	0.339 ±0.026	-0.619 ±0.042	-1.494 ±0.066	-2.503 ±0.236
c ₂		0.187 ±0.038	0.726 ±0.069	2.248 ±0.375
c ₃			-0.199 ±0.036	-0.931 ±0.112
c ₄				0.189 ±0.036
λ	0.00218	0.00179	0.00177	0.00177
v	0.001846	0.001245	0.001223	0.001219

Tabell 3.4 - Slutgiltiga resultat från MLH-identifikation med insignal reaktivitet och utsignal primärtrycket (P13). I tabellen ges de uppskattade värdena på parametrarna tillsammans med standarddeviationen på parametrarna. Dessutom ges uppskattade värden på λ och förlustfunktionen V.

Fig. 3.1

Bodediagram, utsignal nukleär effekt (ClO), modellens ordning 1 t.o.m. 5



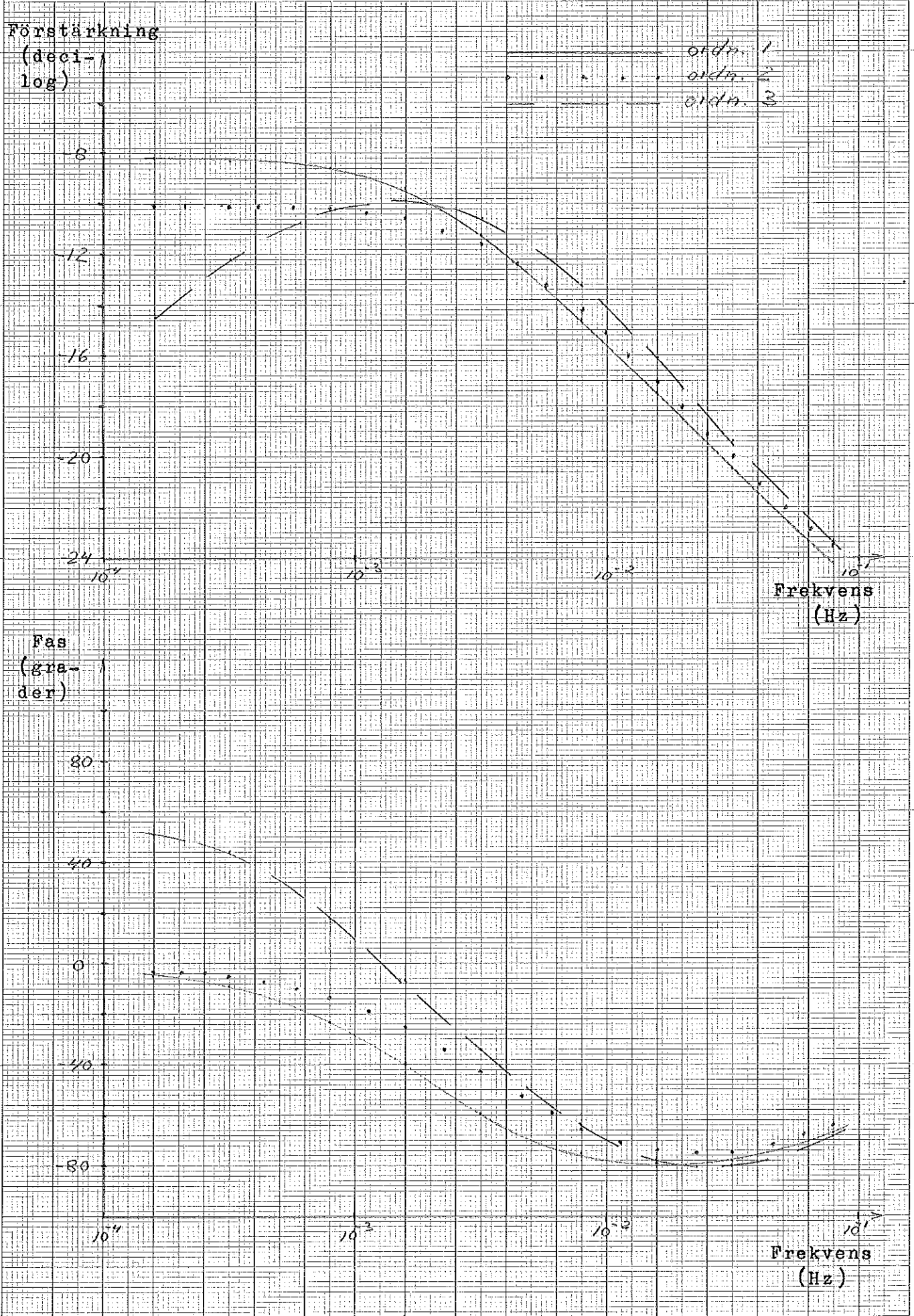
514 A4
SIS 732501



Nr 1624

Fig.3.2.

Bodediagram, utsignal primärtryck
(P13), modellens ordning 1 t.o.m. 3



4. Ordningstalsbestämning.

4.1 Inledning.

När vi nu identifierat modeller av olika ordningstal, uppstår frågan: Vilken modellordning är den relevanta för att beskriva systemet; dvs vilken är den minimala ordningen av en modell, som representerar systemet? Denna fråga försöker vi besvara med några olika metoder. I avsnitt 4.2 används statistiskt F-test. I följande avsnitt göres jämförelser av poler och nollställen för att eventuellt finna gemensamma faktorer hos A-, B- och C-polynomen. I avsnitt 4.4 göres simulering av olika modeller. Slutligen fattas med hänsyn till ovan nämnda tester ett beslut om vilka modeller, som kan anses vara relevanta. Se ref. 6, sid. 12.

4.2 Statistiskt F-test.

Låt V_n beteckna minimala värdet av förlustfunktionen för n:te ordningens modell. Om vissa förutsättningar kan anses uppfyllda, kan vi testa hypotesen att systemet är av ordning n, dvs nollhypotesen är

$$H_0: a_{n+1}^0 = \dots = a_{n+k}^0 = b_{n+1}^0 = \dots = b_{n+k}^0 = \\ = c_{n+1}^0 = \dots = c_{n+k}^0 = 0$$

Här gäller att

$$F_{n+k, n} = \frac{V_n - V_{n+k}}{V_{n+k}} \cdot \frac{N - 3(n+k)}{3k} \quad (7)$$

har en $F(3k, N - 3(n+k))$ - fördelning under nollhypotesen. (N är antalet mätpunkter). Om vi t.ex. testar modellen av ordning (n+1) mot modellen av ordning n på en risknivå av 5 %, så har förlust-

funktionen blivit signifikant minskad, om testkvantiteten $F_{n+1,n}$ är större än 2.6 . Då är modellen åtminstone av ordning $(n+1)$.

Med hjälp av förlustfunktionerna i tabell 3.3, sid. 16, och tabell 3.4, sid. 17, räknade vi ut intressanta testkvantiteter. Dessa är införda i tabell 4.1 och 4.2 (Se nedan). Vi finner här att troligaste modellen med C10 som utsignal torde vara 4:e ordningens modell ($F_{5,4}=1.1$ medan övriga F-kvantiteter är större än 2.6). Med P13 som utsignal ser vi pss att modellen bör vara 3:e ordningens.

n \ k	2	3	4	5
1	18.3			
2		4.9	5.4	3.8
3			6.0	3.5
4				1.1

Tabell 4.1 - Testkvantiteter $F_{k,n}$ beräknade ur förlustfunktioner vid identifiering med utsignal nukleär effekt (C10).
Modellen av ordning k testas mot modellen av ordn. n.

n \ k	2	3	4
1	124		
2		4.7	
3			0.7

Tabell 4.2 - Testkvantiteter $F_{k,n}$ beräknade ur förlustfunktioner vid identifiering med utsignal primärtryck (P13).
Modellen av ordning k testas mot modellen av ordn. n.

4.3 Jämförelse av poler och nollställena.

För att undersöka om A-, B- och C-polynomen har några gemensamma faktorer, beräkades ^{11/82} nollställena för dessa polynom. Resultatet redovisas i tabell 4.3 och tabell 4.4, sid.24.

Program för beräkning av nollställena finns i Appendix C:2.

Modeller med utsignal nukleär effekt (C10).

Om nollställena för 4:e ordningens modell studeras, ser vi att rötterna

0.984	(A-pol.)
1.007	(B-pol.)
0.948	(C-pol.)

ligger ganska nära varandra. Man skulle därför kunna misstänka, att vi här har gemensamma rötter. Vi försökte därför med att förkorta dessa faktorer och beräknade bodediagrammet för den 3:e ordnings modell, som då erhöles. Vi jämförde kurvorna med motsvarande för 4:e ordningens modell. Se figur 4.1, sid. 25. Vi fann en ganska kraftig förändring av kurvorna. Härav sluter vi, att antagandet att de tre rötterna var gemensamma var felaktigt, och att dessa rötter bestämmer en väsentlig del av dynamiken.

På samma sätt skulle man kunna misstänka gemensamma faktorer för 3:e ordningens modell, där vi har rötterna

0.985	(A-pol.)
1.000	(B-pol.)
0.969	(C-pol.)

Liksom vid ordning 4 torde dock en förkortning av dessa faktorer ändra modellen ganska avsevärt.

Vi bör observera att 4:e ordningens modell har en rot, som ligger på negativa reella axeln. Detta betyder att modellen inte har någon kontinuerlig motsvarighet. Den aktuella roten (-0.02) är dock mycket liten, varför den torde kunna sättas lika med noll utan att dynamiken förändras. För att verifiera detta antagande, beräknade vi koefficienterna för A-polynomet på följande sätt:

$$\begin{aligned} A(q) &= q(q - 0.984)(q - 0.716 - 0.167i)(q - 0.716 + 0.167i) = \\ &= q^4 - 2.42q^3 + 1.96q^2 - 0.54q \end{aligned}$$

dvs

$$a_1 = -2.42, a_2 = 1.96, a_3 = -0.54, a_4 = 0$$

Jämför vi med de tidigare identifierade koefficienterna, sid.16, ser vi att skillnaden är obetydlig (de nya koefficienterna är med god marginal innanför δ -gränserna).

Modeller med utsignal primärtryck (P13)

Ur tabell 4.4, sid. 24, ser vi att 4:e ordningens modell är instabil (A-polynomet har en rot (=1.114) utanför enhetscirkeln). I tredje ordningens modell ligger en rot för A-polynomet på 0.993 dvs nära instabilitetsgränsen, vilket inte är så lyckat, om modellen ska användas för att styra processen. För 2:a ordningens modell är rötterna gynnsammare placerade ur stabilitetssynpunkt.

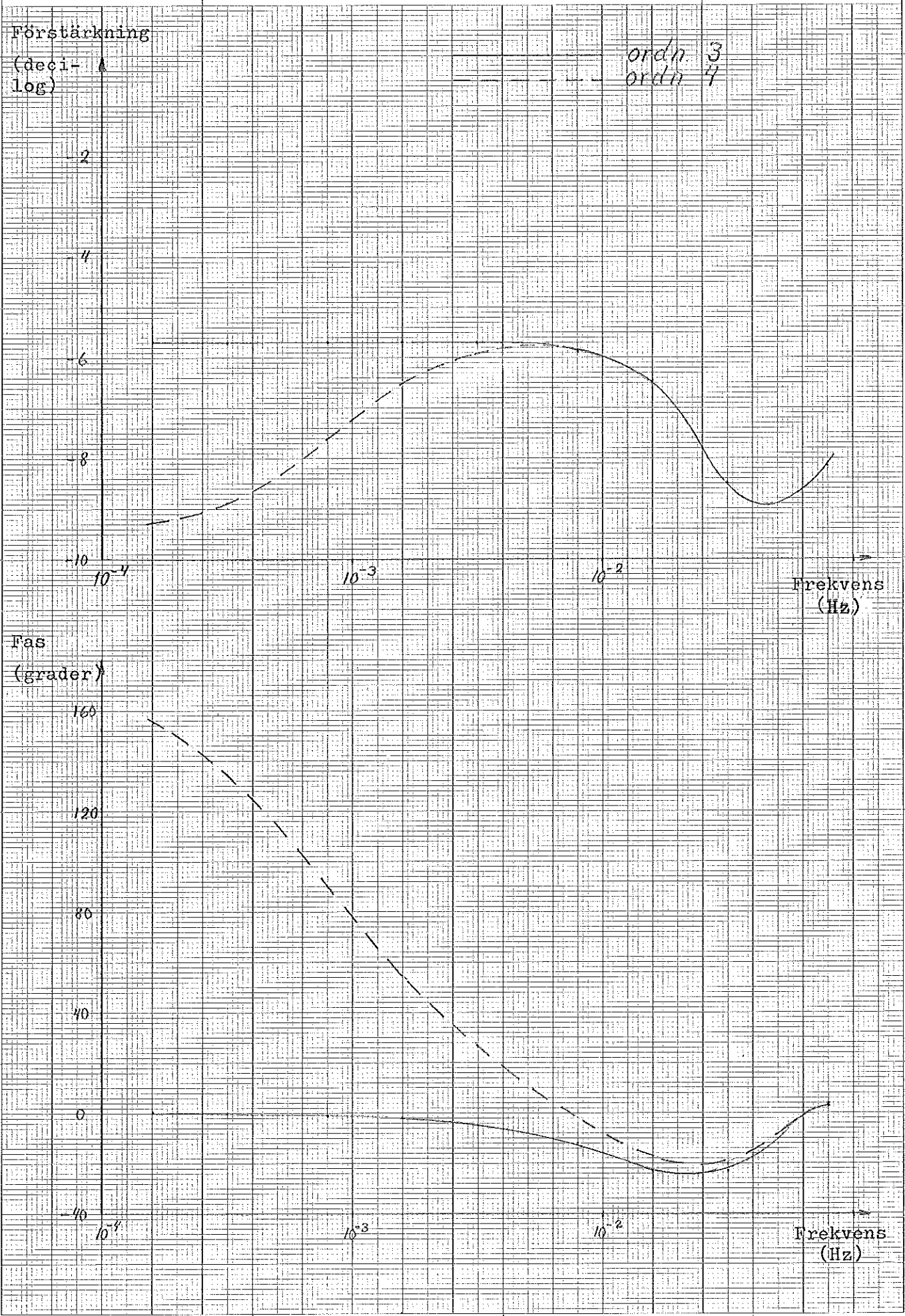
n	A	B	C
1	0.939	0.920	-0.207
2	0.176	0.102	-0.055+0.487i
	0.900	0.887	
3	0.322	0.424	-0.008+0.474i
	0.985	0.589	0.969
	0.801	1.000	
4	-0.020	-0.187	-0.058+0.436i
	0.716+0.167i	0.746+0.329i	0.416
	0.984	1.007	0.948
5	0.438+0.572i	0.406+0.235i	-0.004+0.525i
	0.628+0.109i	0.609+0.514i	0.512+0.577i
	0.986	1.007	0.956

Tabell 4.3 - Nollställen till polynomen A, B och C för modeller av ordning 1, 2, 3, 4 och 5 med nukleär effekt (C10) som utsignal.

n	A	B	C
1	0.977	-1.536	-0.339
2	0.893	-1.210	0.309+0.303i
	0.958	0.887	
3	0.754	-1.053	0.272+0.368i
	0.956	0.679	0.950
	0.993	1.000	
4	0.762	-1.045	0.291+0.344i
	0.917+0.173i	0.717	0.959+0.106
	1.114	0.975+0.090i	

Tabell 4.4 - Nollställen till polynomen A, B och C för modeller av ordning 1, 2, 3, 4 och 5 med primärtryck (P13) som utsignal.

Fig. 4.1
Bodediagram, utsign. nukl. effekt (C10).
Jämförelse av ordning 3 (förkortade fak-
torer i ordning 4) och ordning 4.



514 A4
SIS 73 25 01



Nr 1624

4.4 Simulering av modellerna.

Diagram, se sid. 27 till sid. 31.

I figurerna visas förutom insignal $u(t)$ och utsignal $y(t)$ även resedualerna $\varepsilon(t)$, definierade av

$$C^* \varepsilon(t) = A^* y(t) - B^* u(t), \quad (8)$$

deterministiska utsignalen, definierad som

$$y_d(t) = (B^*/A^*)u(t), \quad (9)$$

och slutligen felet i deterministiska signalen, definierad som

$$e_d(t) = y(t) - y_d(t). \quad (10)$$

Vi påminner här även om att

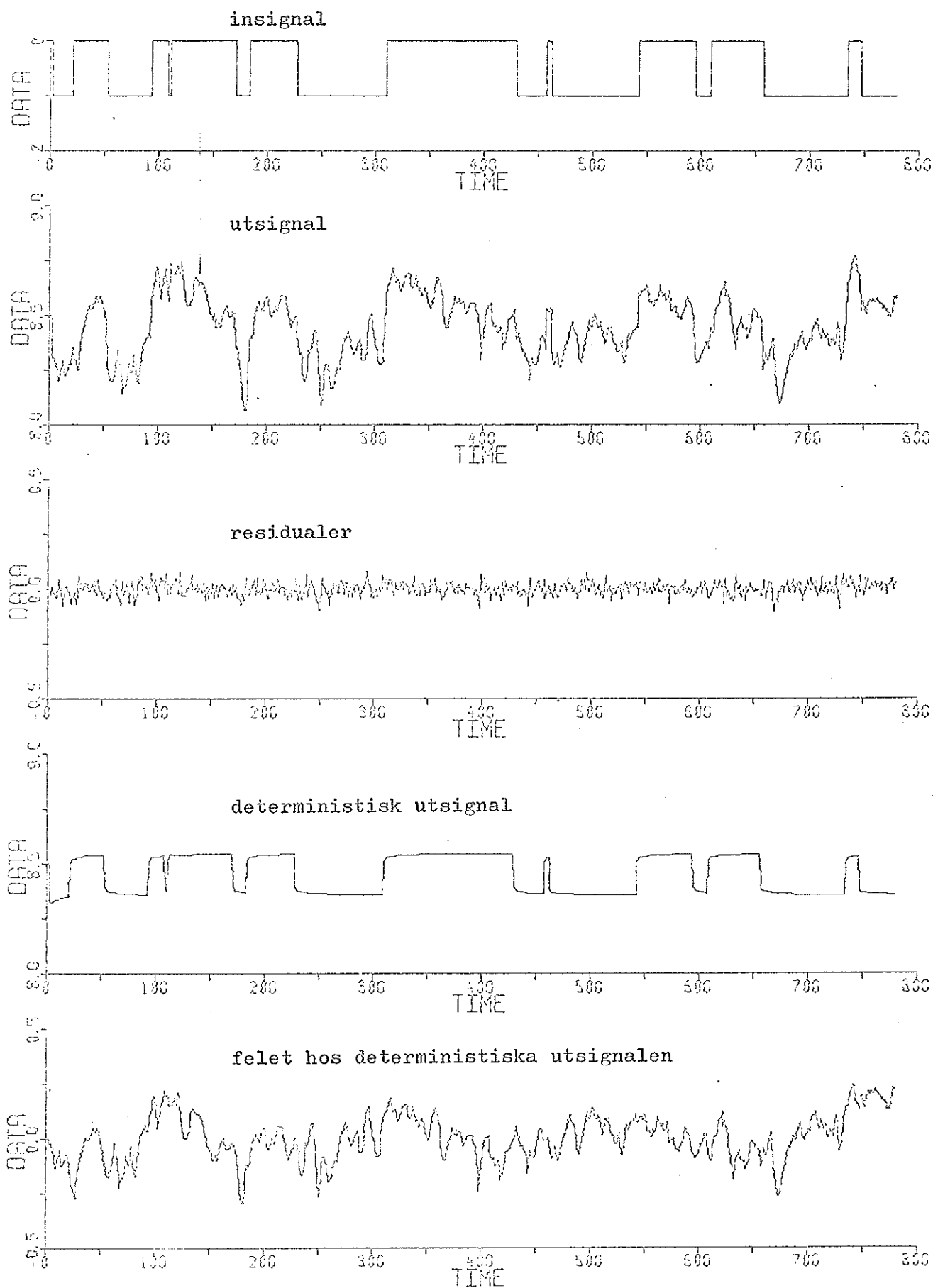
$$v(\theta) = \frac{1}{2} \sum_{t=1}^N \varepsilon^2(t). \quad (11)$$

Plottningsprogram, se appendix C:3.

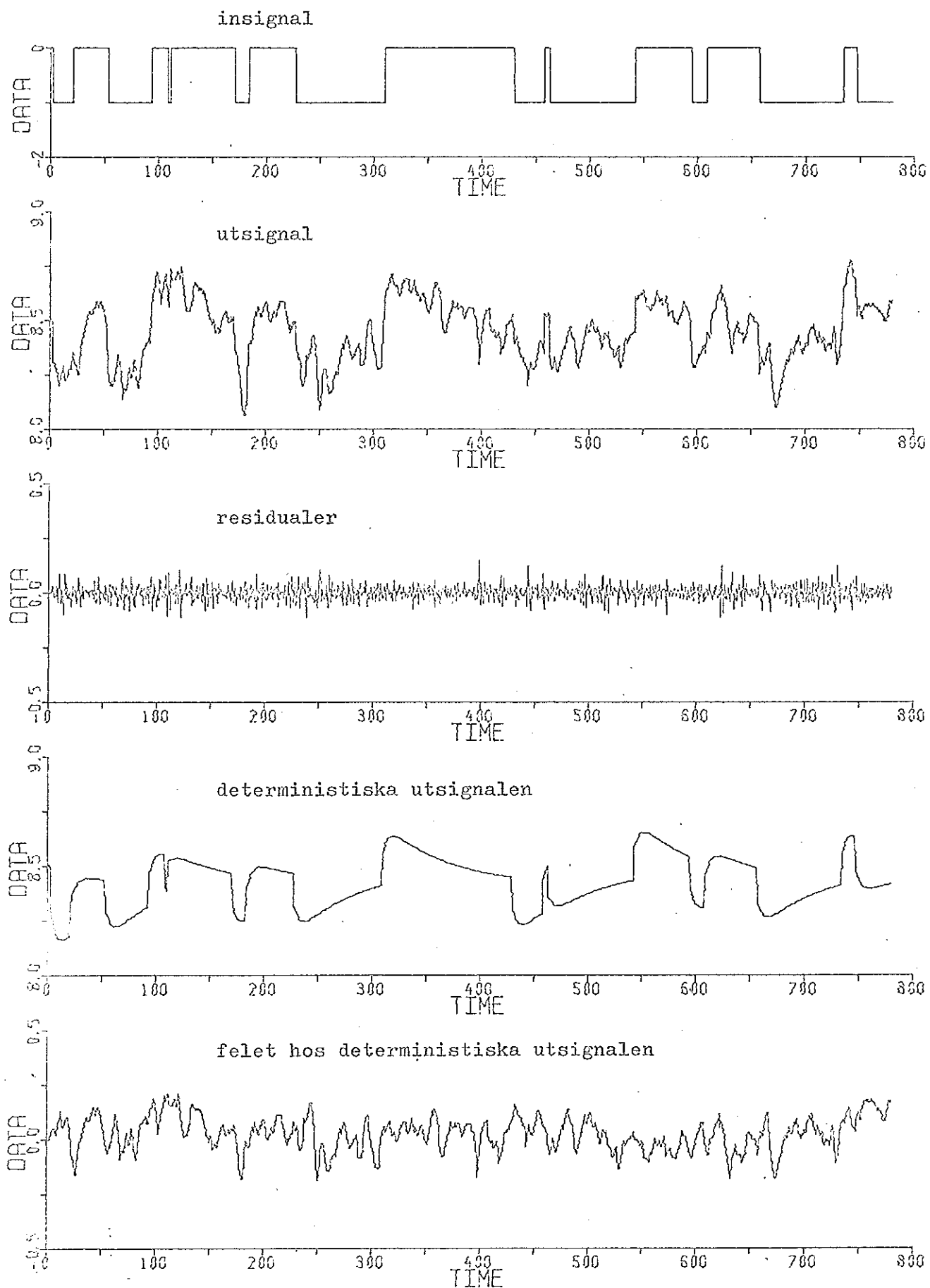
I fig. 4.3 och fig. 4.4 ser vi att 3:e ordningens modell verkar vara lika bra som 4:e ordningens (utsignal C10). Felet $e_d(t)$ är praktiskt taget exakt samma i de båda fallen (utom i början), medan $e_d(t)$ är större för 2:a ordningens modell (fig. 4.2). Detta tyder på att 3:e ordningens modell är den lämpliga för att beskriva processen.

Studerar vi fig. 4.5 och fig. 4.6, där P13 är utsignal, kan vi inte genast sluta oss till vilken modellordning, som är bäst. Dock har felet e_d ungefär lika stor amplitud i båda fallen (gäller ej början av signalen). Anledningen till det stora felet i början på t. ex. 3:e ordningens modell är att de tre första startvärdena ($y(t)$, $t=1,2,3$) inverkar betydligt på förloppet vid beräkning av y_d för de närmast följande tidpunkterna.

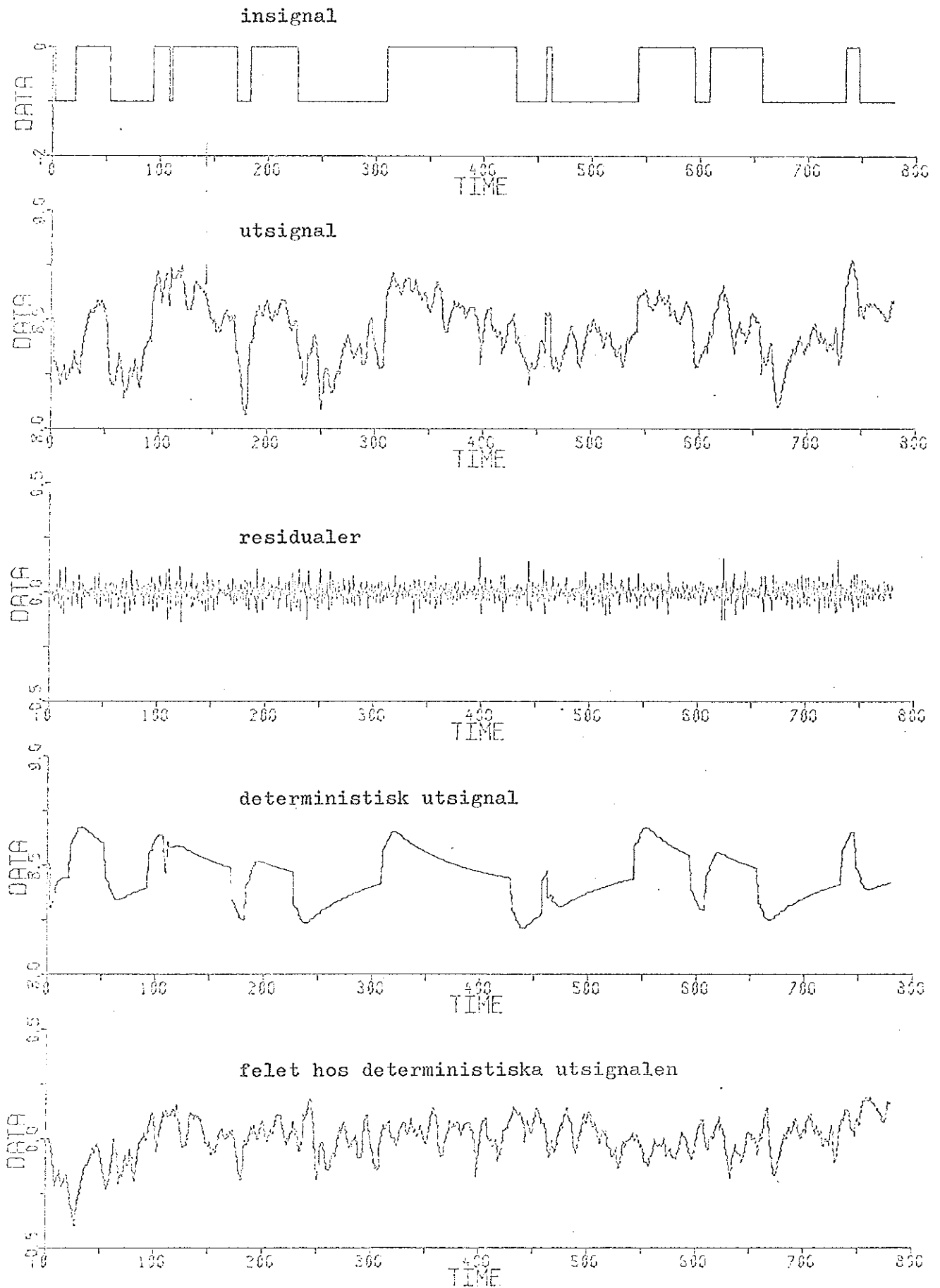
Figur 4.2 - Insignal reaktivitet, utsignal nukleär effekt (C10) och andra signaler är plottade för 2:a ordningens modell.



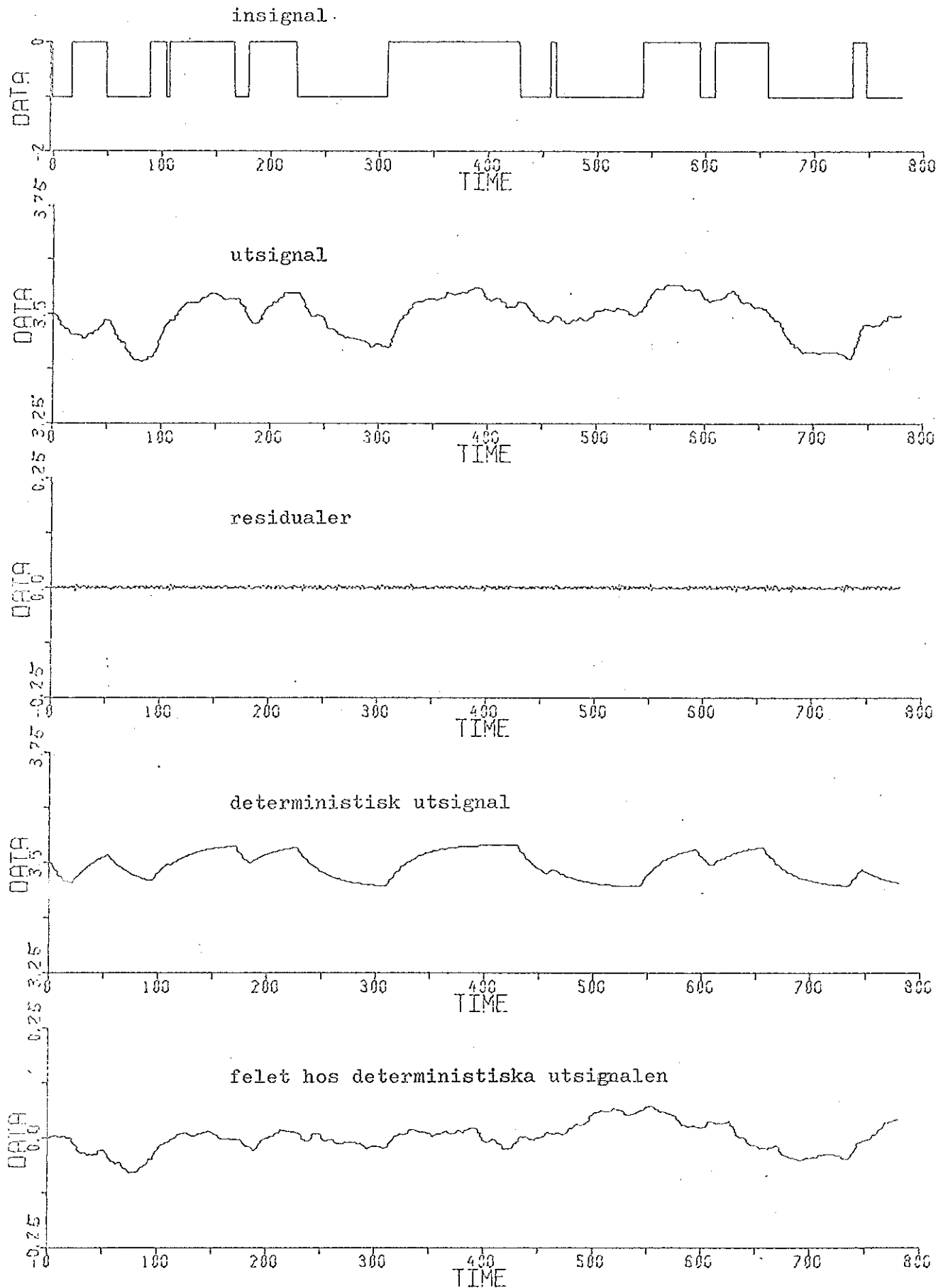
Figur 4.3 - Insignal reaktivitet, utsignal nukleär effekt (C10) och andra signaler är plottade för 3:e ordningens modell.



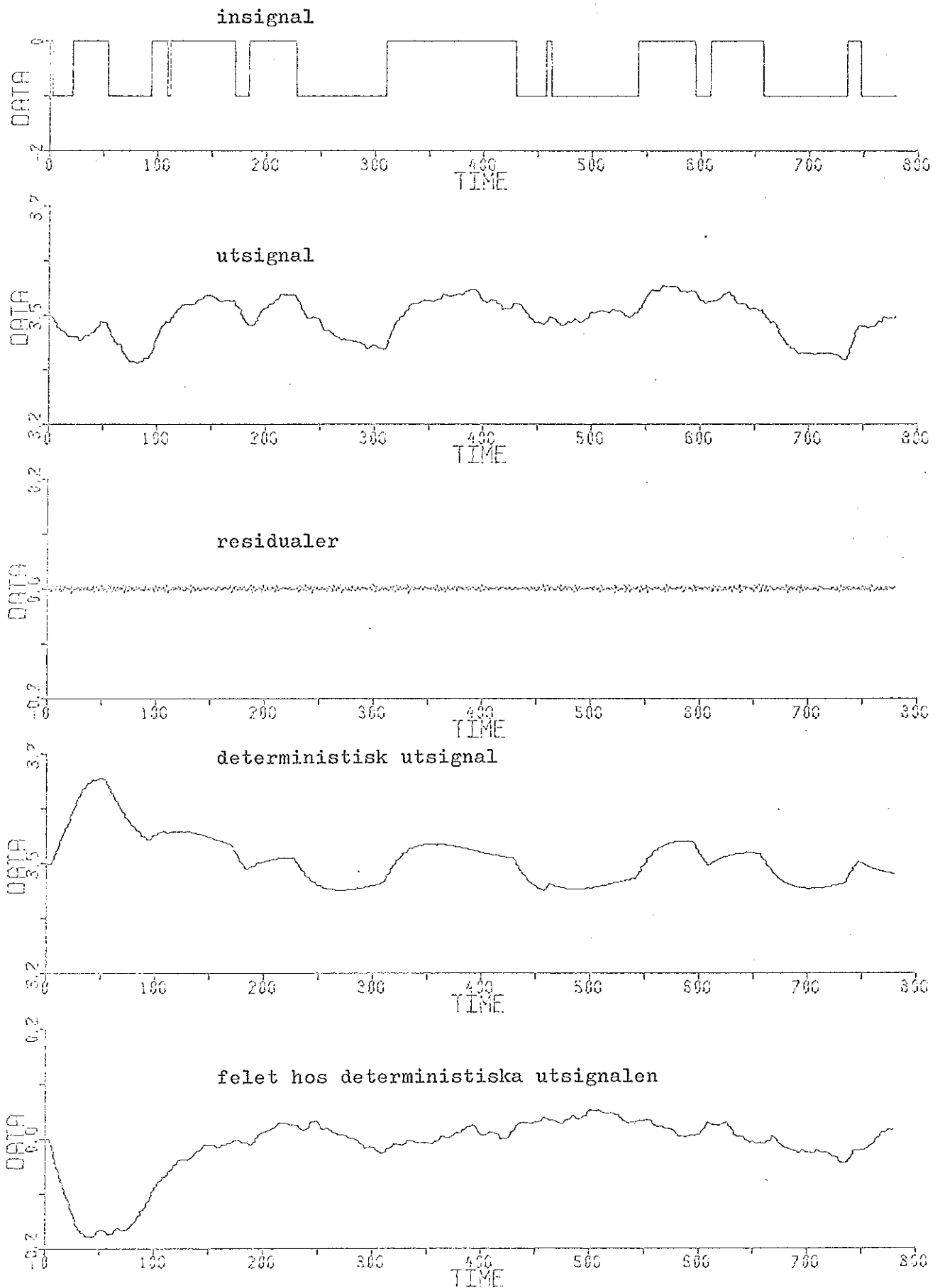
Figur 4.4 - Insignal reaktivitet, utsignal nukleär effekt (ClO) och andra signaler är plottade för 4:e ordningens modell.



Figur 4.5 - Insignal reaktivitet, utsignal primärtryck och andra signaler är plottade för 2:a ordningens modell. (Obs primärtryck differenssignal.)



Figur 4.6 - Insignal reaktivitet, utsignal primärtryck (PL3) och andra signaler är plottade för 3:e ordningens modell. (Obs primärtryck differenssignal).



4.5 Slutsatser.

Att bestämma ordningstalet med hjälp av ovanstående tester, då dessa tester inte pekar entydigt på ett bestämt ordningstal, är ett problem, där man måste väga olika argument mot varandra. Nedan gör vi ett summariskt resonemang för att bestämma lämpliga ordningstal för de två aktuella överföringsfunktionernas modeller.

Utsignal nukleär effekt.

Det statistiska F-testet tyder på 4:e ordningens modell ($F_{4,5} = 1.1$), men $F_{2,3} = 4.9$ och $F_{3,4} = 6.0$ är relativt små, varför även 2:a och 3:e ordningens modell skulle kunna vara tänkbara. Studerar man bodediagrammet på sid. 18, torde man dock kunna utesluta 2:a ordningens modell. Betraktar vi standardavvikelsen på koefficienterna, sid. 16, ser vi att ökningen på avvikelsen är större från 3:e till 4:e och från 4:e till 5:e än från 2:a till 3:e ordningens modell, vilket tyder på att 3:e ordningens modell är bäst. Även simuleringen av modellerna tyder på att 3:e ordningens modell är den lämpligaste för att beskriva processen. Med hänsyn tagen till ovanstående argument samt tidigare resultat från Halden (se sid. 37) bestämmer vi oss för 3:e ordningens modell.

Utsignal primärtryck.

Statistiskt F-test tyder på 3:e ordningens modell, även om $F_{2,3}$ är ganska liten (4,7). Bodediagrammet, sid. 19, visar att 2:a ordningens modell är nästan lika bra som 3:e (jämför Haldens kurva, sid. 38) inom det frekvensområde, som är pålitligast (se sid. 34). Simuleringen av modellerna visar att felet e_d är ungefär lika stort i båda fallen. Standard avvikelsen hos koefficienterna ökar ganska litet från 2:a till 3:e ordningens modell, men mera från 3:e till 4:e (sid. 17). Det väger här alltså mellan

2:a och 3:e ordningens modell. Betraktar vi rötterna, sid. 24, ser vi dock att 3:e ordningens modell har en rot mycket nära stabilitetsgränsen. Det är olämpligt för en modell, som skall användas för att styra processen. Detta faktum bidrar till att vi väljer 2:a ordningens modell.

Sammanfattning.

Vi har i detta avsnitt beslutat oss för att använda 3:e ordningens modell för att beskriva dynamiken från reaktivitet till nukleär effekt och 2:a ordningens modell för att beskriva dynamiken från reaktivitet till primärtryck. Det bör dock påpekas att man med mera omfattande och för identifieringsmetodiken bättre anpassade mätningar mycket väl kan erhålla andra ordningstal för modellerna och även i övrigt noggrannare resultat.

5. Jämförelse med andra resultat med hjälp av bodediagram.

5.1 Frekvensområde hos insignalen.

För att bestämma vilket frekvensintervall, som är användbart i bodediagrammen, måste vi ta reda på frekvensspektrum hos den insignal som använts. Analys med hjälp av program SPEKTRA (Se sid. C:6) ger att övre gränsen, där spektraltätheten är tillräckligt hög, är cirka $3 \cdot 10^{-2}$ Hz. Nedre gränsen bestäms genom att mäta längden på längsta pulsen hos insignalen (Se figur 4.2, sid. 27). Denna längd kan sägas motsvara halva periodtiden för lägsta frekvensen. På detta sätt bestäms nedre frekvensgränsen till cirka $2 \cdot 10^{-3}$ Hz.

Relevanta frekvensområdet är således endast drygt en dekad, vilket visar att den PRBS-signal, som använts är ganska dålig. I bodediagrammen i följande avsnitt är frekvensgränserna utmärkta med streckade lodräta linjer.

5.2 Jämförelser med Haldenrapporter med hjälp av bodediagram.

I fig. 5.1, sid. 37, och fig. 5.2, sid. 38, jämförs våra resultat med med resultat, som man tidigare fått fram i Halden (streckade kurvor). Observera att absoluta nivån på förstärkningen ej är jämförbar, beroende på förutom olika driftförhållanden även osäkerhet i fråga om t. ex. reaktivitetsekvivalenten, dvs hur många pcm ($1 \text{ pcm} = 10^{-5}$) en stegändring motsvarar. Detta medför att normeringen inte kan bli exakt. (Normering, se nedan). Observera också att jämförelser mellan kurvorna endast bör göras mellan de lodräta linjerna (enl. föregående avsnitt).

Som jämförelsematerial används för överföringsfunktionen från reaktivitet till effekt en kurva i ref. 2, sid. 30. Här gäller följande driftförhållanden:

Effekt	9 MW
Underkylning	10 %
Primärtryck	28 ata

Jämför med driftförhållanden vid Run No. 84, Serie 3, som använts vid vår identifiering:

Effekt	8.4 MW
Primärtryck	≈ 30 ata
Underkylning	1.4 MW ≈ 16.7 %

Vi ser i fig. 5.1, sid.37, att vår förstärkningskurva är flackare än jämförelsekurvan. Detta beror bl. a. på att vi har lägre effekt och högre underkylning (se ref. 2, sid. 30 och sid. 34). Med hänsyn till dessa faktorer är överensstämmelsen tillfredsställande.

Någon kurva på överföringsfunktionen från reaktivitet till primärtryck finns inte i de Haldenrapporter, som vi haft tillgängliga, men genom att addera kurvorna för överföringsfunktionerna för reaktivitet till effekt och effekt till tryck fick vi fram en jämförelsekurva (ref. 1, fig. 20c resp. fig. 19a). Driftförhållandena angivna för dessa kurvor är:

Effekt	7 MW
Primärtryck	28 ata (fig. 20c)
Underkylning	12 %

I fig. 5.2, sid.38, ser vi att överensstämmelsen mellan våra resultat och jämförelsekurvan är ganska god (absoluta nivån på förstärkningen jämföres ej av skäl ovan angivna).

Normering:

Våra förstärkningskurvor i fig. 5.1, sid.37, och fig. 5.2, sid.38, har normerats p.s.s. som i Haldenrapporterna (I fig. 5.2 är dock absolut skala ej utsatt). Överföringsfunktionen som vi ju tidigare haft som

$$G_1 = \Delta Y / \Delta \vartheta,$$

där $\Delta \vartheta$, mäts i antal steg på en styrstav, överförs till

$$G = \frac{\Delta Y / Y}{\Delta \beta / \beta}$$

där

Y = medelvärdet av utsignalen

β = andelen fördröjda neutroner ≈ 735 pcm

Enligt uppgift i ref. 2, sid. 13, motsvarar 1 stegs ändring på en styrstav ungefär 4 pcm, dvs

$$\Delta \beta = 4 \Delta S,$$

Vi får då

$$G = G_1 \cdot K, \text{ där } k = \beta / 4Y$$

K är alltså vår normeringsfaktor.

Se ref. 1, sid. 64.

Fig. 5.1
 Bodediagram, utsign. nukleär effekt (C10).
 Jämförelse mellan 3-e ordningens modell
 (heldr. kurva) och tidigare resultat enl.
 Haldenrapport (streckad kurva). Obs olika
 driftförhållanden.

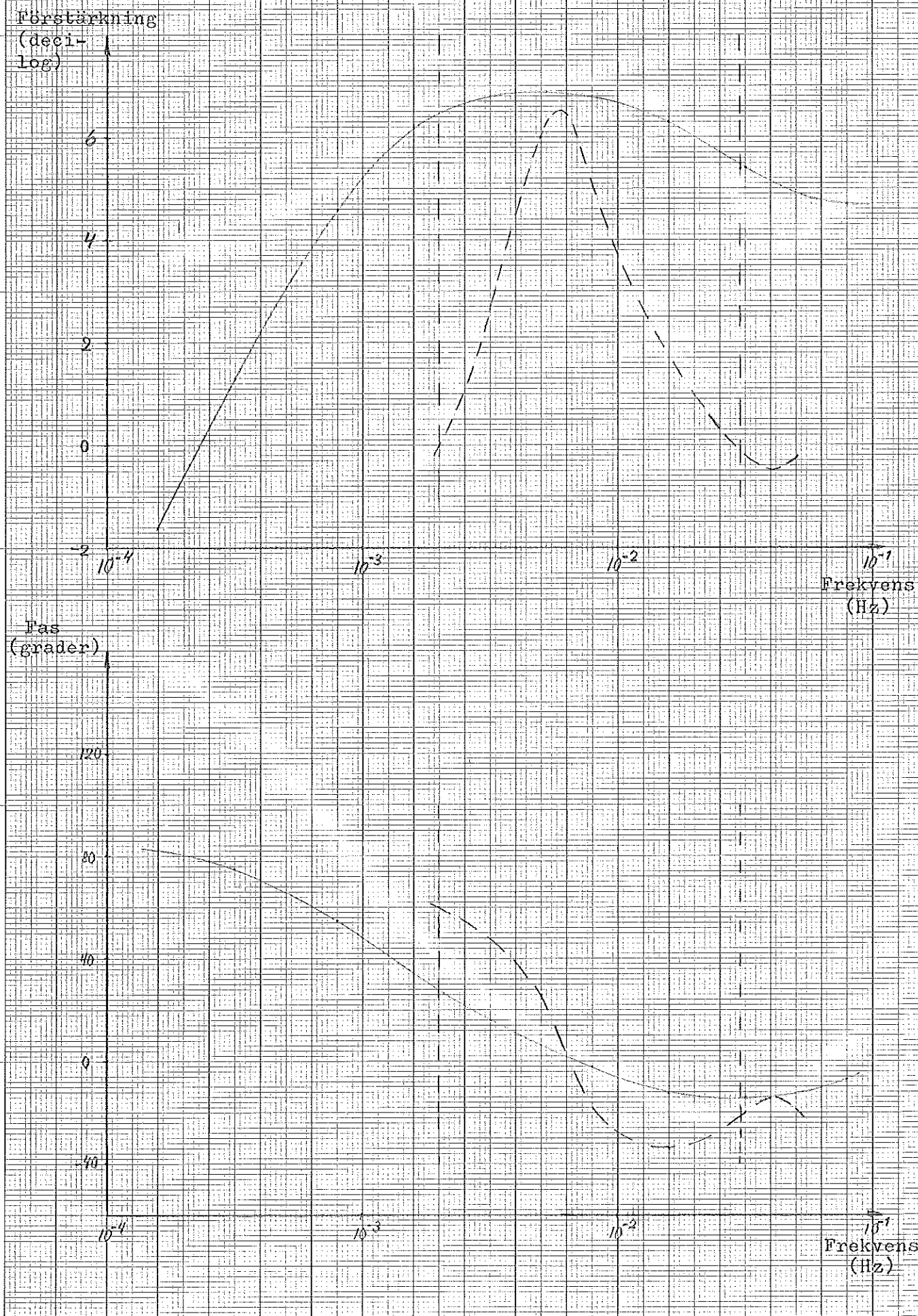
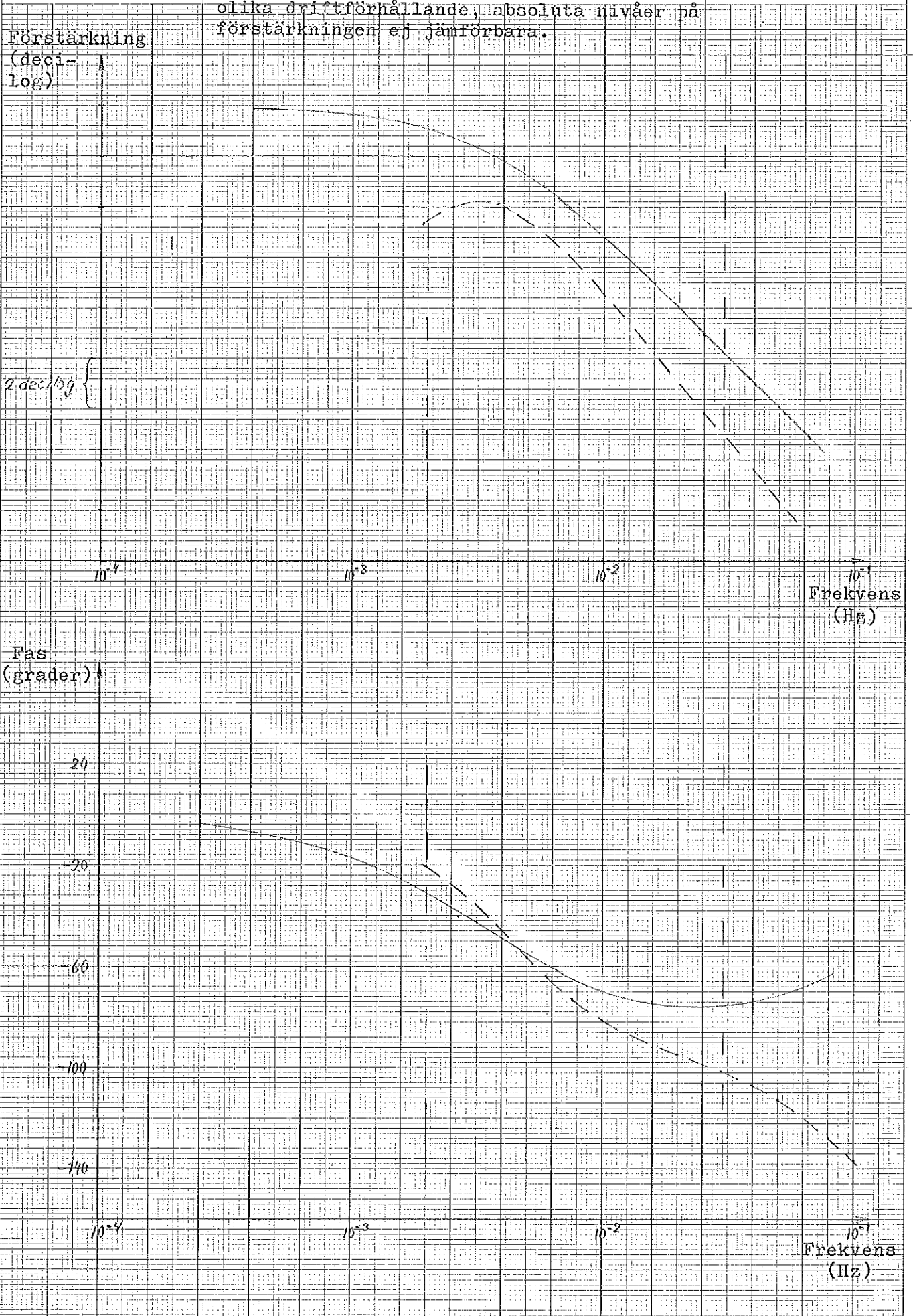


Fig. 5.2
 Bodediagram, utsignal primär trycket (P13).
 Jämförelse mellan 2:a ordningens modell
 (heldragen kurva) och tidigare resultat
 enl. Haldenrapport (streckad kurva). Obs
 olika driftförhållande, absoluta nivåer på
 förstärkningen ej jämförbara.



6. Referenser

1. V.Tosi och F.Åkerhielm, "Sinusoidal Reactivity Perturbation Experiments with the HBWR Second Fuel Charge", Halden HPR-49.
2. Y.Fishman, "Pseudo Random Reactivity Perturbation Experiments with the HBWR Second Fuel Charge", Halden HPR-50.
3. Josefsson, "PC-Note 594, 9th October, 1968, Runs Performed in EP-706" (Exp.serie 2).
4. Grumbach, "PC-Note 681, 5th May, 1969, Experimental Runs EP-708, Part 2" (Exp.serie 3).
5. Ivar Gustavsson, "Parametric Identification of Multiple Input Single Output Linear Dynamical Systems", Report 6907 July 1969, Lund Institute of Technology, Division of Automatic Control.
6. Ivar Gustavsson, "Parametric Identification of Time Series", Report 6803, Lund Institute of Technology, Division of Automatic Control, April 16, 1968.
7. Ivar Gustavsson, "Maximum Likelihood Identification of Dynamics of the Ågesta Reactor and Comparison with Results of Spectral Analysis", Report 6903 February 1969, Lund Institute of Technology, Division of Automatic Control.

Dokumentation på bandnr, etikett etc.

Bandnr	Arkivnr	Etikett	Datum	Innehåll
1	1741	(DATA,1,1,999) BLANKAS 14.10.69	10.09.68	Exp.serie 1, 1 fil
2	1997	(DATA,1,1,999)	16.01.69	Exp.serie 2, 18 filer
3	2239	Saknas ^{x/}		Exp.serie 3, 1 fil
4	1713	(208149HADA4,01,01,999)	02.07.69	Se App. A:2
5	1302	(208149HADA,01,01,999)	11.06.69	Exp.serie 1, kopia av band 1

Program, som visar hur man läser från de olika banden:

band 1 - program SERIEETT, sid. A: 5
band 2 - program SERIETVA, sid. A: 6
band 3 - program SERIETRE, sid. A: 7
band 4 - program TAPEFYRA, sid. A: 8
band 5 - program SERIEETT, sid. A: 5

Överföring av vektorer till band 4, se program på sid. A:9,
A:10 och A:11.

Kopiering av band 1, se program på sid A:12.

^{x/} EQUIP-kortet skrives: $\begin{matrix} 7 \\ 9 \end{matrix}$ EQUIP,20=**MT

Utseendet av lagringen av data från Se.2 och Se.3
på band 4 (arkivnr 1713)

NSC P13 C10 NSC P13 C10 NSC P13 C10 NSC P13 C10 EOF	(fortsätt
-----	nedan
från fil 10 från fil 11 från fil 17 från fil 18	till väns-
-----	ter)
från serie 2	

NSC POSCOMP P13 C10 EOF NSC VA770 VB282 VB901 P61 P62 T2 EOF	(forts.
-----	nedan
Run No. 84 från fil 11, serie 2	till
från serie 3	vä.)

NSC VA770 VB282 VB901 P61 P62 T2 F21 F6 F28 EOF

från fil 18, serie 2

NSC = NSCANDES anger antal scanningar, dvs dimensionen på efterföljande vektorer fram till nästa värde på NSC (t. ex. P13(I), I = 1, NSC)

Exp. serie 1

Run/Frequ.

6806141001	900 scans	binary white noise $\approx \pm 25$ pcm on rods	
1 Hz		+ white noise on valve VB282 \approx	
		± 2.5 % valve lift	
6806141002	717 scans	binary white noise $\approx \pm 25$ pcm on rods	
1 Hz			
6801040009	≈ 3500 scans	step $\approx - 75$ pcm	} differentiel pressure gauges (P13,P61,P62) out of scale.
2 Hz			
6801040010	3600 scans	step $\approx + 90$ pcm	
2 Hz			
6801040011	3600 scans	step $\approx - 110$ pcm	
2 Hz			
6801050003	3600 scans	+ 24 digits VB282	} P13,P61,P62 off scale
2 Hz			
6801050004	3600 scans	- 24 digits VB282	
2 Hz			

APPENDIKS 2

På magnetisk tape (logical unit 20) blir informasjonen skrevet i grupper (måleserier). Siste gruppe avsluttes med et end-of-file merke. Hver gruppe har følgende struktur:

Record 1: Antall (N) følgende records som tilhører denne gruppe (måleserie).

Record 2: Ord 1 inneholder tiden. Ord 2 - 27 inneholder følgende informasjon:

- P5 (Primary Pressure).
- T2 (Moderator temperature).
- T102 (Lower plenum exit temp).
- T8 (Downcomer subcooled flow temp).
- T100 (Lower plenum subcooled temp).
- T60 (Feedwater temp, at Subcooler B inlet).
- T61 (Feedwater temp, at Subc C exit).
- L50 (Steam drum water level).
- P19 (Tertiary circuit absolute pressure).
- L9 (Hot well water level).
- L4 (Feed water tank water level).
- C10 (Nuclear power).
- P13 (Primary circuit, differential pressure).
- P61 (Secondary circuit, differential pressure).
- P62 (Tertiary circuit, differential pressure).
- P4 (Secondary circuit, absolute press).
- F41 (Steam transf A, inlet flow).
- F46 " " B, " "
- F6 (Downcomer subcooled flow).
- F89 (Lower plenum subcooled flow).
- F28 (Steam drum inlet flow).
- F27 (Hot well exit flow).
- F19 (Subcooler C exit flow).
- F16 (Steam generator inlet flow).
- F21 (Tertiary circuit steam flow).
- P59 (F75 (Consumer steam flow).)

Record 3 til N + 1 har samme struktur som record 2.

16/08-69

PROGRAM SERIEETT

```

C
C LASNING AV BAND 1 (EXP.SERIE 1).
C DE 10 FORSTA TIDPUNKTERNA I VARJE
C EXPERIMENT SKRIVS UT PA RADSKRIVARE,
C VID PARITY ERROR GES VARIABLERNA I DEN FELAKTIGA
C POSTER VARDET NOLL MED TESTEN IF(IOCHECK,20).
C
C FORFATTARE, LEIF KLOVER OCH LARS-ERIK OLSSON
C 6/6 1969
C
DIMENSION X(26)
INP=20
DO 200 I=1,7
READ (INP) MAXREC
WRITE (61,2000) MAXREC,I
WRITE (61,2300)
DO 100 J=1,10
READ (INP) TIME,X
IF (IOCHECK,20) 1,100
1 TIME=0
DO 99 N=1,26
99 X(N)=0
100 WRITE (61,2200) TIME,X
DO 200 J=11,MAXREC
READ (INP) TIME,X
IF (IOCHECK,20) 4,200
4 TIME=0
DO 199 N=1,26
199 X(N)=0
200 CONTINUE
2000 FORMAT (36H NUMBER OF DATABLOCKS IN THIS CASE = , I4 , // ,
1 8H CASE NO , I3 , 20H ON THIS OUTPUT TAPE , //)
2200 FORMAT ( F8,2 , 3X , 9F12,4 , / , 11X , 9F12,4 , / , 11X,8F12,4,/)
2300 FORMAT ( 117H0 TIME P5 T2 T102
1 T8 T100 T60 T61 L50 P19
2 , / , 117H L9 L4 C10
3 P13 P61 P62 P4 F41 F46
4 , / , 110H F6 F89 F28
5 F27 F19 F16 F21 F75 ,// )
END

```

PROGRAM SERJETVA

```
C
C LASNING AV BAND 2 (EXP,SERIE 2),
C BANDET INNEHALLER 18 FILER, SOM ALLA LASES PA SAMMA SATT,
C I DETTA PROGRAM LASES FIL 10 OCH HARAV UTSKRIVES DE FORSTA
C 250 TIDPUNKTERNA,
C
C FÖRFATTARE, LEIF KLOVER OCH LARS-ERIK OLSSON
C 10/6 1969
C
DIMENSION BCDBUFF(5000),NAME(77),X(77)
INP=21
DO 4 I=1,9
4 CALL SKIPFILE(21)
  READ (INP) LENGTH
5  WRITE (61,1000) LENGTH
6  READ (INP) (BCDBUFF(J),J=1,LENGTH)
7  WRITE (61,1001) (BCDBUFF(J),J=1,LENGTH)
8  READ (INP) NSCANDES,NV
9  WRITE (61,1002) NSCANDES,NV
10 READ (INP) (NAME(J),J=1,NV)
11 WRITE (61,1003) (NAME(J),J=1,NV)
  DO 200 K=1,250
    READ (INP) TIME,(X(J),J=1,NV)
13  WRITE (61,1004) TIME,(X(J),J=1,NV)
14  IF (EOF,INP) 500,200
200 CONTINUE
  DO 201 K=251,NSCANDES
    READ (INP) TIME,(X(J),J=1,NV)
    IF (EOF,INP) 500,201
201 CONTINUE
300 READ (INP) DUMMY
    IF (EOF,INP) 500,300
500 CONTINUE
1000 FORMAT (///,9H LENGTH =,I5)
1001 FORMAT (///,(X,10A8))
1002 FORMAT (//,10X,10HNSCANDES =,I6,2X,4HNV =,I6)
1003 FORMAT (//,10H TIME ,10A10,/, (10X,10A10))
1004 FORMAT (/,F8,2,10F10,4,/, (8X,10F10,4))
END
```


4.58

13/08-69

PROGRAM SERIETRE

```

C
C LASNING AV BAND 3 (EXP.SERIE 3).
C UTSKRIFT AV POSTERNA IRUNNO,NSCANDES
C OCH (BUFF(I),I=1,LENTGH) FOR ALLA 48 EXPERIMENTEN
C VID PARITY ERROR UTSKRIVES VAR FELET FINNS. OM POSTEN IRUNNO,NSCANDES,
C LENGTH HAR PARITY ERROR STOPPAS KORNINGEN
C FORFATTARE LEIF KLOVER OCH LARS-ERIK OLSSON
C 3/7 1969
C
DIMENSION BUFF(100),X(31)
READ(20) DUMMY
IF(IOCHECK,20) 1,1
1 DO 50 K=1,48
READ(20) IRUNNO,NSCANDES,LENGTH
IF(IOCHECK,20) 3,4
3 PRINT 100,K
GO TO 31
4 IF (K.EQ.3) NSCANDES=227
IF (K.EQ.15) NSCANDES=171
IF(K.EQ.39) NSCANDES=295
WRITE (61,2000) IRUNNO,NSCANDES
READ(20) (BUFF(I),I=1,LENGTH)
IF(IOCHECK,20) 5,6
5 PRINT 101,K
GO TO 7
6 WRITE (61,2100) (BUFF(I),I=1,LENGTH)
7 DO 10 I=1,NSCANDES
READ(20) (X(J),J=1,31)
IF(IOCHECK,20) 8,10
8 PRINT 102,K,I
10 CONTINUE
50 CONTINUE
31 CONTINUE
100 FORMAT(10X,53HPARITY ERROR FOR POSTEN IRUNNO,NSCANDES,LENGTH DA K
F=,I4)
101 FORMAT(10X,26HPARITY ERROR I BUFF FOR K=,I4)
102 FORMAT(10X,23HPARITY ERROR I X FOR K=,I2,4H I=,I4)
2000 FORMAT (//,11H RUN NUMBER,I5,//,
F24H DESIRED NUMBER OF SCANS ,I6,/)
2100 FORMAT (X,10A8)
END

```

FTNS.4K

12/08-69

PROGRAM TAPPEYDA

```

C
C   LASNING AV BAND 4 (INNEHÅLLER DATA FRÅN
C   SERIE 2 OCH SERIE 3)
C   FÖRFATTARE, LEIF KLOVER OCH LARS-ERIK OLSSON
C   1228 1969
C
C   DIMENSION P13(1200),C10(1200),POSCOMP(780),VA770(1200),
C   VA282(1200),VB901(1200),P61(1200),P62(1200),T2(1200),
C   F21(1200),F6(1200),F28(1200)
C   FRÅN SERIE 2, FIL 10,11,17 OCH 18
C   DO 1 J=1,4
C   READ(24) MSC
C   READ(24) (P13(K),K=1,NSC)
C   READ(24) (C10(K),K=1,NSC)
C   EOF-MARKE
C   FRÅN SERIE 3, RUN NO.84
C   READ(24) MSC
C   READ(24) (POSCOMP(K),K=1,NSC)
C   READ(24) (P13(K),K=1,NSC)
C   READ(24) (C10(K),K=1,NSC)
C   EOF-MARKE
C   FRÅN SERIE 2, FIL 11
C   READ(24) MSC
C   READ(24) (VA770(K),K=1,NSC)
C   READ(24) (VA282(K),K=1,NSC)
C   READ(24) (VB901(K),K=1,NSC)
C   READ(24) ( P61 (K),K=1,NSC)
C   READ(24) ( P62 (K),K=1,NSC)
C   READ(24) ( T2 (K),K=1,NSC)
C   EOF-MARKE
C   FRÅN SERIE 2, FIL 18
C   READ(24) MSC
C   READ(24) (VA770(K),K=1,NSC)
C   READ(24) (VA282(K),K=1,NSC)
C   READ(24) (VB901(K),K=1,NSC)
C   READ(24) ( P61 (K),K=1,NSC)
C   READ(24) ( P62 (K),K=1,NSC)
C   READ(24) ( T2 (K),K=1,NSC)
C   READ(24) (F21(K),K=1,NSC)
C   READ(24) (F6 (K),K=1,NSC)
C   READ(24) (F28(K),K=1,NSC)
C   EOF-MARKE
C   END

```

Överföring av variablerna C10 och P13 från
band 2 (fil 10, 11, 17 och 18) till band 4

FTNS.43

02/07-69

```

PROGRAM VERTCP
DIMENSION BCDRBUF (3000),NAME (77),X (77),C10 (1800),P13 (1800)
IMP=21
N1=6
DO 500 I=1,18
IF (I-10) 3,35,1
1 IF (I-11) 3,35,2
2 IF (I-17) 3,33,33
3 CALL SKIPFILE (21)
GO TO 500
33 N2=23
GO TO 4
35 N2=26
4 READ (IMP) LENGTH
READ (IMP) (BCDRBUF (J),J=1,LENGTH)
READ (IMP) NSCANDES,NV
READ (IMP) (NAME (J),J=1,NV)
DO 200 K=1,NSCANDES
L=K
READ (IMP) TIME,(X (J),J=1,NV)
P13 (K)=X (N1)
C10 (K)=X (N2)
IF (EOF,IMP) 400,200
200 CONTINUE
300 READ (IMP) DUMMY
IF (EOF,IMP) 400,300
400 NSCANDES=L
WRITE (24) NSCANDES
WRITE (24) (P13 (J),J=1,NSCANDES)
WRITE (24) (C10 (J),J=1,NSCANDES)
WRITE (6),1000) 1,NSCANDES
1000 FORMAT (10X,6HF LL NR,13,10H OVERFORD,12H, NSCANDES= ,15)
500 CONTINUE
ENDIFILE 24
END

```

15.48

03/07-69

```

PROGRAM VEKTC3
C OVERFORING AV IN SIGNAL=POSCOMP,UT SIGNAL=P13,C10 I SERIE 3,RUN NO 84
C TILL BAND 4 (ARKIVNR 1713)
C VID PARITY ERROR UTSKRIVES VAR FELET FINNS. OM POSTEN IRUNNO,NSCANDES,
C LENGTH HAR PARITY ERROR STOPPAS KORNINGEN
DIMENSION BUFF(100),X(31),U1(780),P13(780),C10(780)
CALL SKIPFILE(24)
READ(20) DUMMY
IF(IOCHECK,20) 1,1
1 DO 50 K=1,33
READ(20) IRUNNO,NSCANDES,LENGTH
IF(IOCHECK,20) 3,4
3 PRINT 100,K
GO TO 31
4 IF (K.EQ.3) NSCANDES=227
IF (K.EQ.15) NSCANDES=171
READ(20) (BUFF(I),I=1,LENGTH)
IF(IOCHECK,20) 5,6
5 PRINT 101,K
6 DO 10 I=1,NSCANDES
READ(20) (X(J),J=1,31)
IF(IOCHECK,20) 7,10
7 PRINT 102,K,I
10 CONTINUE
50 CONTINUE
K=34
READ(20) IRUNNO,NSCANDES,LENGTH
IF(IOCHECK,20) 8,9
8 PRINT 100,K
GO TO 31
9 READ(20) (BUFF(I),I=1,LENGTH)
IF(IOCHECK,20) 11,12
11 PRINT 101,K
12 N=0
DO 20 I=1,NSCANDES
READ(20) (X(J),J=1,31)
IF(IOCHECK,20) 19,13
13 N=N+1
U1(N)=X(30)
P13(N)=X(24)
C10(N)=X(23)
GO TO 20
19 PRINT 102,K,I
20 CONTINUE
PRINT 103,N
WRITE(24) N
WRITE(24) (U1(K),K=1,N)
WRITE(24) (P13(K),K=1,N)
WRITE(24) (C10(K),K=1,N)
ENDFILE 24
31 CONTINUE
100 FORMAT(10X,53HPARITY ERROR FOR POSTEN IRUNNO,NSCANDES,LENGTH DA K
F=,I4)
101 FORMAT(10X,26HPARITY ERROR I BUFF FOR K=,I4)
102 FORMAT(10X,23HPARITY ERROR I X FOR K=,I2,4H I=,I4)
103 FORMAT(10X,2HN=,I4)
END

```

```

[
PROGRAM VEKTVAR
C
C OVERFORING AV VISSA VARIABLER FRAN BAND 2 (FIL 11 OCH 18)
C TILL BAND 4 (FIL 3 OCH 4)
C
C FORFATTARE, LEIF KLOVER OCH LARS-ERIK OLSSON
C 14/7 1969
C
COMMON/1/ VA770(1200),VB282(1200),VB901(1200),P61(1200),P62(1200),
IT2(1200),F21(1200),F6(1200),F28(1200),BCDBUFF(3000),NAME(77),X(77)
DO 9 I=1,2
9 CALL SKIPFILE(24)
INP=21
DO 500 I=1,18
IF(I-11)3,4,1
1 IF(J-18)3,5,5
3 CALL SKIPFILE(21)
GO TO 500
4 NVB9=21
NP62=23
GO TO 6
5 NVB9=1
NP62=21
6 READ(INP) LENGTH
READ(INP) (BCDBUFF(J),J=1,LENGTH)
READ(INP) NSCANDES,NV
READ(INP) (NAME(J),J=1,NV)
DO 200 K=1,NSCANDES
L=K
READ(INP) TIME,(X(J),J=1,NV)
VA770(K)=X(15)
VB282(K)=X(27)
VB901(K)=X(NVB9)
P61(K)=X(17)
P62(K)=X(NP62)
T2(K)=X(7)
IF(I-11)8,8,7
7 F21(K)=X(11)
F6(K)=X(19)
F28(K)=X(20)
8 IF (EOF,INP) 400,200
200 CONTINUE
300 READ(INP) DUMMY
IF (EOF,INP) 400,300
400 NSCANDES=L
WRITE(24) NSCANDES
WRITE (24) (VA770(J),J=1,NSCANDES)
WRITE (24) (VB282(J),J=1,NSCANDES)
WRITE (24) (VB901(J),J=1,NSCANDES)
WRITE (24) (P61(J),J=1,NSCANDES)
WRITE (24) (P62(J),J=1,NSCANDES)
WRITE (24) (T2(J),J=1,NSCANDES)
IF(I-11) 11,11,10
10 WRITE(24) (F21(J),J=1,NSCANDES)
WRITE(24) (F6(J),J=1,NSCANDES)
WRITE(24) (F28(J),J=1,NSCANDES)
11 ENDFILE 24
WRITE(61,1000) I,NSCANDES
1000 FORMAT(///,10X,6HFIL NR,I3,10H OVERFORD,12H, NSCANDES= ,I5)
500 CONTINUE
END

```

SEQUENCE 125873

TRANS OUTPUT 11/06-69

REMARK,208149 HALD LEO LK

EQUIP,20=(DATA,1,1,999)

EQUIP,22=(208149HADA,01,01,999)

TAPECOPY,I=20,O=22,F=1,R=0,C

COPY FROM LOG UNIT 20 TO LOG UNIT 22 OF 1 FILES AND 0 RECORDS

IF PARITY ERROR THEN RECORD WILL BE COPIED

*** PARITY ERROR AFTER 0 FILES AND 98 RECORDS. THIS RECORD COPIED.

*** PARITY ERROR AFTER 0 FILES AND 4224 RECORDS. THIS RECORD COPIED.

*** COPY FINISHED AFTER 1 FILES AND 0 RECORDS.

FIN5.5B

12/09-69

```

PROGRAM IMPSV
C
C MINSTA KVADRATUPPSKATTNING AV IMPULSSVARSMODELL.
C
C  $Y(T) = a(NA) * U(T-NA) + b(NA+1) * U(T-NA-1) + \dots +$ 
C  $b(NA+n-1) * U(T-NA-n+1) + LAMBDA * E(T)$ 
C SERIE 3, RUN NO. 84 HUSIGNAL C10 OCH P13
C
C FÖRFATTARE, LEIF KLOVER OCH LARS-ERIK OLSSON
C 1777 1969
C
C DIMENSION NU(100), U(100), C10(100), P13(100), RUI(100), RUY(100),
C FSD(100), R(100)
C CALL SKIPFILE(24)
C READ (24) NSC
C READ (24) (U(I), I=1, NSC)
C READ (24) (P13(I), I=1, NSC)
C READ (24) (C10(I), I=1, NSC)
C PRINT 100
C CALL LSTRM(U, C10, 100, 1179, RUI, RUY, 100, R, 0, 16, V, VI, ALAMBDA, STD, 1)
C PRINT 102
C CALL LSTRM(U, P13, 100, 1179, RUI, RUY, 100, R, 0, 16, V, VI, ALAMBDA, STD, 1)
100 FORMAT(5X, 45HBERÄKNADE Koefficienter I IMPULSSVARSMODELLEN, Z, 5X,
C 45H(MINSTA KVADRATUPPSKATTNING) / 5X, 59HDATA FRÅN SERIE 3, RUN NO. 84
C 45H I HUSIGNAL REAKTIVITET (PRBS), //, 5X, 12HUSIGNAL C10)
102 FORMAT(//, 5X, 12HUSIGNAL P13)
C END

```

BERAKNADE KOEFFICIENTER I IMPULSSVARSMODELLEN
(MINSTA KVADRATUPPSKATTNING)

DATA FRÅN SERIE 3, RÖM NO. 84, INSIGNAL REAKTIVITET (PROS).

UTSIGNAL C10

COEFFICIENT	ESTIMATED VALUE	STANDARD DEVIATION
0	-8.6679018883-001	6.5876162898-001
1	2.2254685275-002	9.2946263973-001
2	-3.5682481397-003	9.2959818012-001
3	1.2709304039-002	9.2959041258-001
4	7.1592134845-003	9.2915574636-001
5	-3.6964709318-002	9.2959873336-001
6	1.1401822849-003	9.2994911258-001
7	-7.4989558160-003	9.2989772246-001
8	-6.7718688950-003	9.2989772088-001
9	-5.9506449732-002	9.2994951217-001
10	1.4503157497-002	9.2959873697-001
11	4.6735610982-005	9.2915575004-001
12	-4.2683628619-002	9.2959041658-001
13	-2.9223061487-002	9.2950818003-001
14	-4.8163887049-002	9.2946264073-001
15	3.2460588776-001	6.5876162961-001

LOSS FUNCTION 1.0156277752+001 1.0030039144+001

ESTIMATE OF LAMBDA 3.1868915501+000

UTSIGNAL P13

COEFFICIENT	ESTIMATED VALUE	STANDARD DEVIATION
0	-3.0682855283-001	4.1631519012-001
1	-5.2789025903-003	5.8732216479-001
2	-1.9286554445-002	5.8764408013-001
3	2.5054358598-003	5.8893978312-001
4	-8.9099066462-003	5.8780279112-001
5	-1.2407677359-002	5.8798938582-001
6	1.2472714880-002	5.8812207363-001
7	-1.2995934199-002	5.8807924002-001
8	1.0618054453-003	5.8807924002-001
9	-2.2794679317-001	5.8812207405-001
10	2.3782961419-003	5.8798938579-001
11	-5.2860269889-003	5.8780279083-001
12	-4.2600547895-003	5.8803978254-001
13	-1.9870640414-002	5.8764407923-001
14	-5.0148256123-003	5.8732216433-001
15	-1.2142968457-001	4.1631518997-001

LOSS FUNCTION 4.6553877824+000 4.7836100302+000

ESTIMATE OF LAMBDA 2.1576347657+000

FTN5.4B

12/08-69

PROGRAM IDENT3FM

```

C
C IDENTIFIERING MED MAXIMUM-LIKELYHOOD-METODEN
C RUN NO. 84 (SERIE 3)
C MISOIDM ANVANDES
C KOEFF. A(N) OCH C(N) SATTES LIKA MED 0
C VILKET GER (N-1)-ORDN.MODELL DA MAN HAR DIREKT
C GENOMGAENDE TERM
C INSIGNAL PRBS,ROD 11
C UTSIGNAL C10 OCH P13
C FORFATTARE, LEIF KLOVER OCH LARS-ERIK OLSSON
C 8/8 1969
C
DIMENSION U1(780),P13(780),C10(780),NRA(70)
COMMON EE,V,Y,U(5),E(10),C(70),EC(70), V1(70),VCC(140),
FECC(140),V2(70,70),DAT(6000)
CALL SKIPFILE(24)
READ(24) NSC
READ(24) (U1(I),I=1,NSC)
READ(24) (P13(I),I=1,NSC)
READ(24) (C10(I),I=1,NSC)
READ 100,K
. 100 FORMAT (I5)
NSC=NSC-K
DO 1 I=1,NSC
J=I+K
DAT(2*I-1)=U1(J)
1 DAT(2*I)=C10(I)
DO 30 I=2,5
DO 25 I25=1,15
25 NRA(I25)=0
NRA(I)=1
NRA(3*I)=1
30 CALL MISOIDM(I,1,NSC,IER,NRA)
DO 2 I=1,NSC
J=I+K
DAT(2*I-1)=U1(J)
2 DAT(2*I)=P13(I)
DO 40 I=2,5
DO 35 I35=1,15
35 NRA(I35)=0
NRA(I)=1
NRA(3*I)=1
40 CALL MISOIDM(I,1,NSC,IER,NRA)
END

```

```

LOAD
RUN,30,5000,,1

```

```

EXECUTION STARTED AT 2207 -02

```

```
PROGRAM IDRES3
C
C IDENTIFIKATION MED RESTARTM MED STARTVARDEN FRAN
C TIDIGARE IDENTIFIKATION
C RUN NO. 84 (SERIE 3)
C INSIGNAL PRBS,ROD 11
C UTSIGNAL C10 ORDNING 5, STARTVARDEN FRAN MISOIDM ORDN 4
C
C FORFATTARE, LEIF KLOVER OCH LARS-ERIK OLSSON
C 15/8 1969
C
```

```
    DIMENSION U1(780),P13(780),C10(780),NRA(70)
    COMMON EE,V,Y,U(5),E(10),C(70),EC(70), V1(70),VCC(140),
    FECC(140),V2(70,70),DAT(6000)
    CALL SKIPFILE(24)
    READ(24) NSC
    READ(24) (U1(I),I=1,NSC)
    READ(24) (P13(I),I=1,NSC)
    READ(24) (C10(I),I=1,NSC)
    NSC=NSC-1
    DO 1 I=1,NSC
    J=I+1
    DAT(2*I-1)=U1(J)
1   DAT(2*I)=C10(I)
    DO 25 I25=1,18
25  NRA(I25)=0
    NRA(6)=1
    NRA(18)=1
    CALL RESTARTM(6,1,NSC,10,0,IER,NRA)
    END
```

PROGRAM PROJDEM3

```

C
C IDENTIFIKATION MED PROJDEM.
C RUN NO. 84 (SERIE 3)
C INSTIGAL PRNS. 900 11
C DISTIGAL P13 ORDNING 4.
C
C FÖRFATTARE. LEIF KLOVER OCH LARS-ERIK OLSSON
C 2078 1969
C
C DIMENSION U1(780),P13(780),C10(780),NRA(70)
C COMMON EE,M,Y,U(5),E(10),C(70),EC(70),VI(75),VCC(140),
C FECC(140),V2(70,70),DAT(6000)
C CALL SKIPFILE(24)
C READ(24) /JSC
C READ(24) (U1(I),I=1,NSC)
C READ(24) (P13(I),I=1,NSC)
C NSC=NSC-1
C DO 1 I=2,NSC
C R=R+U1(I)
1 S=S+P13(I)
C R=R+U1(NSC)
C S=S+P13(I)
C R=R/NSC
C S=S/NSC
C DO 2 I=2,NSC
C U1(I)=U1(I)-R
2 P13(I)=P13(I)-S
C U1(NSC)=U1(NSC)-R
C P13(I)=P13(I)-S
C DO 3 I=1,NSC
C J=I+1
C DAT(2*I-1)=U1(J)
3 DAT(2*I)=P13(I)
C READ 100, (C(I),I=1,15)
100 FORMAT(E20,10)
C DO 35 I35=1,15
35 NRA(I35)=0
C NRA(5)=1
C NRA(15)=1
C CALL PROJDEM(5,1,NSC,-1,1,0,1.E-006,1.E-004,2,IFRR,NRA)
C CALL PROJDEM(5,1,NSC,0,20,0,1.E-006,1.E-004,0,IFRR,NRA)
C CALL PROJDEM(5,1,NSC,0,5,1,1.E-006,1.E-004,0,IFRR,NRA)
C CALL PROJDEM(5,1,NSC,0,1,1,1.E-006,1.E-004,5,IFRR,NRA)
C END

```

```

LOAD
RUN,5,1500,,1

```

EXECUTION STARTED AT 2217 -40

FTNS.58

29/08-69

```

PROGRAM PROIDEM3
C
C 1. FÖRTEKNING ÖVER PROIDEM.
C 2. 100, 80 (SEITE 3)
C 3. SIGNAL PRBS, P00-11
C 4. SIGNAL P13 0-100 4.
C
C FÖRFATTARE, LEIF KLÖVER OCH LARS-ERIK OLSSON
C 23/8 1969
C
C DIMENSION O1(700), P13(700), C10(700), NRA(70)
C COMMON /E, X, Y, O(5), E(10), C(70), FC(70), VJ(70), MCC(140),
C FCC(140), VZ(70,70), DAT(5000)
C CALL SKIPFILE(24)
C READ(26) MSC
C READ(24) (O1(I), I=1, MSC)
C READ(24) (P13(I), I=1, MSC)
C MSC=MSC-1
C DO 1 I=2, MSC
C R=R+O1(I)
C S=S+P13(I)
C R=R+O1(MSC)
C S=S+P13(1)
C R=R/MSC
C S=S/MSC
C DO 2 I=2, MSC
C O1(I)=O1(I)-R
C P13(I)=(P13(I)-S)*100.
C O1(MSC)=O1(MSC)-R
C P13(1)=(P13(1)-S)*100.
C DO 3 I=1, MSC
C J=I+1
C DAT(2*I-1)=O1(I)
C DAT(2*I)=P13(I)
C 3 READ 100, (C(I), I=1, 15)
C 100 FORMAT(E20,10)
C DO 35 I=1, 15
C 35 NRA(I)=0
C NRA(15)=1
C NRA(5)=1
C CALL PROIDEM(S,1,MSC,-1,1,0,1,E-006,1,E-004,2,1,FPR,NRA)
C CALL PROIDEM(S,1,MSC,0,20,0,1,F-006,1,E-004,2,1,FPR,NRA)
C CALL PROIDEM(S,1,MSC,0,5,1,1,E-006,1,E-004,2,1,FPR,NRA)
C CALL PROIDEM(S,1,MSC,0,1,1,1,E-006,1,E-004,3,1,FPR,NRA)
C END

```

LOAD
 RUN,5,1500,,1

EXECUTION STARTED AT 1050 -20

```

PROGRAM PROIDFM3
C
C IDENTIFIKATION MED PROIDFM.
C RUN NO. 84 (SERIE 3)
C INSTIGAL PRBS-RÖD 11
C DESIGNAL C10 ORDNING 3
C
C FÖRFATTARE, LEIF KLOVER OCH LARS-ERIK OLSSON
C 28/8 1969
C
C DIMENSION U1(780),P13(780),C10(780),NRA(70)
C COMMON EE,V,Y,U(5),E(10),C(70),FC(70),V1(70),VCC(140),
C FCC(140),V2(70,70),DAT(6500)
C CALL SKIPFILE(24)
C READ(24) NSC
C READ(24) (U1(I),I=1,NSC)
C READ(24) (P13(I),I=1,NSC)
C READ(24) (C10(I),I=1,NSC)
C NSC=NSC-1
C DO 1 I=2,NSC
C R=R+U1(I)
1 S=S+C10(I)
C R=R+U1(NSC)
C S=S+C10(I)
C R=R/NSC
C S=S/NSC
C DO 2 I=2,NSC
C U1(I)=U1(I)-R
2 C10(I)=C10(I)-S
C U1(NSC)=U1(NSC)-R
C C10(I)=C10(I)-S
C DO 3 I=1,NSC
C J=I+1
C DAT(2*I-1)=U1(J)
3 DAT(2*I)=C10(I)
C READ 100, (C(I),I=1,12)
100 FORMAT(E20.10)
C DO 35 I35=1,12
35 NRA(I35)=0
C NRA(12)=1
C NRA(4)=1
C CALL PROIDFM(4.1,NSC,-1,1,0,1.E-006,1.E-004,2,IERR,NRA)
C CALL PROIDFM(4.1,NSC,0,20,0,1.E-006,1.E-004,2,IERR,NRA)
C CALL PROIDFM(6.1,NSC,0,5,1,1.E-006,1.E-004,2,IERR,NRA)
C CALL PROIDFM(4.1,NSC,0,1,1,1.E-006,1.E-004,3,IERR,NRA)
C END
LOAD
RUN,5,1500,1
EXECUTION STARTED AT 1432 -22

```

FTN5.5B

11/09-69

```

PROGRAM R00ED
C
C   FÖRFATTARE, LEJF KLOVER OCH LARS-ERIK OLSSON
C   10/9 1969
C
C   BERÄKNING AV BODEDIAGRAM
C   ÖVERFÖRINGSFUNKTIONEN KAN HA KONSTANT TERM (=B(1)=ZPLUS)
C   SKILD FRÅN NOLL. NYA B-KOEFF BERÄKNAS OAV I PROGRAMMET.
C   T=SAMPLINGSTÄRVALL
C   OMEGMIN=MINSTA VÄRDE PÅ VINNLEVERANSFREKVENSEN
C   NDECADE=ANTAL DEKADER
C   N=ORDNINGSTAL FÖR ÖVERFÖRINGSFUNK
C   TVAR=0 FÖR C10. TVAR=1 FÖR P13
C
C   SERIE 3 (RUN NO. 84)
C
C   DIMENSION A(10),B(10),BETA(10)
97 READ 100,NT
   IF (NT-99) 98,98,99
98 READ 100,TVAR,NORDM
100 FORMAT(10I5)
   N=NORDM
   NI=N+1
   READ 101,(A(I),I=2,NI)
   READ 101,(B(I),I=1,NI)
   A(1)=1.
101 FORMAT(8F10.5)
   READ 101,T,OMEGMIN
   READ 100,NDECADE
   DO 1 I=2,NI
1   BETA(I)=B(I)-B(1)*A(I)
   BETA(1)=0.
   ZPLUS=B(1)
   IF (TVAR) 2,2,3
2   PRINT 102,NORDM
   GO TO 4
3   PRINT 103,NORDM
4   CONTINUE
   PRINT 104,ZPLUS
   CALL OVER(A,BETA,N,N,T,OMEGMIN,NDECADE,0,ZPLUS)
   GO TO 97
99   CONTINUE
102 FORMAT(1H),20X,12HUTSIGNAL C10,ZZ,20X,11,18H-ÖRDNINGS SYSTEM
103 FORMAT(1H),20X,12HUTSIGNAL P13,ZZ,20X,11,18H-ÖRDNINGS SYSTEM
104 FORMAT(Z,15H KONSTANT TERM=,F10.5,Z)
   END

```

LOAD
RUN,3,1500,1

EXECUTION STARTED AT 2122 -32

FTN5.5B

11/09-69

```

PROGRAM PROTCP3
C
C   SERIE 3. RUN NO 84.
C   RÖTTER TILL A-, B- OCH C-POLYNOMEN BERÄKNAS
C   I IDENTIFIKATIONEN HAR A(N) OCH C(N) SÄTTS LIKA MED NOLL
C   VILKET MEDFÖR ATT MODELLENS ORDNING BLIR (N-1) DA K=0
C   IVAR=0 FÖR C10. IVAR=1 FÖR P13
C
C   FÖRFATTARE. LEIF KLOVER OCH LARS-FRANK OLSSON
C   10/9 1969
C
DIMENSION A(6), B(6), C(6), D(6), R(5), EI(6)
DO 1 N=1,6
1  D(N)=0
2  READ 9, NT
   IF (NT-99) 3, 3, 8
3  READ (60, 9) IVAR, NORDN
   K=1+NORDN
   N=NORDN
   READ (60, 10) (A(I), I=1, K)
   READ (60, 10) (B(I), I=1, K)
   READ (60, 10) (C(I), I=1, K)
   IF (IVAR) 4, 4, 5
4  PRINT 16
   GO TO 6
5  PRINT 17
6  WRITE (61, 11) N, (A(I), I=1, K)
   CALL POLYROOT(A, D, N, R, EI, 0)
   WRITE (61, 14) (R(I), I=1, N)
   WRITE (61, 15) (EI(I), I=1, N)
   WRITE (61, 12) (B(I), I=1, K)
   CALL POLYROOT(B, D, N, R, EI, 0)
   WRITE (61, 14) (R(I), I=1, N)
   WRITE (61, 15) (EI(I), I=1, N)
   WRITE (61, 13) (C(I), I=1, K)
   CALL POLYROOT(C, D, N, R, EI, 0)
   WRITE (61, 14) (R(I), I=1, N)
   WRITE (61, 15) (EI(I), I=1, N)
   GO TO 2
8  CONTINUE
9  FORMAT(2I5)
10 FORMAT(8F10, 5)
11 FORMAT( /, 20X, I1, 18H-ORDNINGENS SYSTEM//5X, 16H-KOEFFICIENTER=,
16F12, 5)
12 FORMAT(////, 5X, 16HB-KOEFFICIENTER=, 6F12, 5)
13 FORMAT(////, 5X, 16HC-KOEFFICIENTER=, 6F12, 5)
14 FORMAT(/, 5X, 9HROTTERNA=, /, 5X, 16HREALDELARNA=, 6F15, 6)
15 FORMAT(21H      IMAGINÄRDELARNA=, 6F15, 6)
16 FORMAT (1H1, 20X, 12HUTSIGNAL C10)
17 FORMAT(1H1, 20X, 12HUTSIGNAL P13)
END

```

PROGRAM PLOTTCP

```

C
C   SERIE 3, RUN NO. 84
C   PROGRAMMET PLOTTCP
C   1 INSIGNAL (P13)
C   2 UTSIGNAL
C   3 RESIDUALERNA, EPS= AY - BU
C   4 DETERMINISTISKA UTSIGNALERN, YD = (RZA) U
C   5 FELLET BOS DET. UTSIGNALERN, Y-YD
C   DESSA KURVOR LAGGES UNDER VARANDRA, X-AXELN AR TIDSAXEL
C   MED SORT 100 SEKZCM (=50 PUNKTERZCM)
C   IVAR=0 FOR C10, IVAR=1 FOR P13
C
C   FÖRFATTARE, LEIF KLÖVER OCH LARS-FRIK OLSSON
C   1179 1969
C
C   DIMENSION U(780),C10(780),Y(780),P13(780),P13M(780),A(10),B(11),
FU(780),E(780),YD(780),DETF(780),C10M(780)
C   CALL SKIPFILE(24)
C   READ(24) NSC
C   READ(24) (U(I),I=1,NSC)
C   READ(24) (P13(I),I=1,NSC)
C   READ(24) (C10(I),I=1,NSC)
C   R=0.
C   S=0.
C   T=0.
C   DO 1 I=1,NSC
C     R=R+U(I)
C     S=S+P13(I)
C   1 T=T+C10(I)
C     R=R/NSC
C     SS=S/NSC
C     T=T/NSC
C   DO 2 I=1,NSC
C     U(I)=U(I)-R
C     P13(I)=P13(I)-SS
C   2 C10M(I)=C10(I)-T
C     CALL PLOTTC (0.,0.,-3)
C   97 READ(101,NT)
C     IF(NT-99) 98,98,99
C   98 READ(101,IVAR,NORON)
C     IF(IVAR) 3,3,31
C   3 AM=T
C     DO 30 I=1,NSC
C   30 Y(I)=C10M(I)
C     GO TO 33
C   31 AM=SS
C     DO 32 I=1,NSC
C   32 Y(I)=P13M(I)
C   33 K=NORON
C     K1=K+1
C     READ(102,(A(I),I=1,K)
C     READ(102,(B(I),I=1,K1)
C     DO 4 I=1,K
C   4 F(I)=0.
C     NP=NSC

```



```

DO 7 I=K1,MP
  S=0.
  DO 5 J=1,K
5  S=S+A(J)*Y(I-J)
  S=S+Y(I)
  DO 6 J=1,K1
6  S=S-B(J)*U(I-J+1)
7  F(I)=S
  DO 8 I=1,K
8  Y0(I)=Y(I)
  DO 11 I=K1,MP
  S=0.
  DO 9 J=1,K
9  S=S-A(J)*Y0(I-J)
  DO 10 J=1,K1
10 S=S+B(J)*U(I-J+1)
11 Y0(I)=S
  DO 12 I=1,MP
12 DETF(I)=Y(I)-Y0(I)
  DO 13 I=1,MP
13 Y0(I)=Y0(I)+AM
  HX=50
  S=16.
  SY=4.
  READ 102,YMIN,YMAX
  PRINT 200
  CALL RITA(DETF,780,NSC,YMIN,YMAX,IX,S,SY,0)
  PRINT 201
  READ 102,YMIN,YMAX
  CALL PLOTTA(0.,5.,-3)
  CALL RITA(Y0,780,NSC,YMIN,YMAX,IX,S,SY,0)
  PRINT 202
  READ 102,YMIN,YMAX
  CALL PLOTTA(0.,5.,-3)
  CALL RITA(F,780,NSC,YMIN,YMAX,IX,S,SY,0)
  PRINT 203
  CALL PLOTTA(0.,5.,-3)
  READ 102,YMIN,YMAX
  IF (FVAR) 14,14,15
14 CALL RITA(C10,780,NSC,YMIN,YMAX,IX,S,SY,0)
  PRINT 204
  GO TO 16
15 CALL RITA(P13,780,NSC,YMIN,YMAX,IX,S,SY,0)
  PRINT 205
16 CALL PLOTTA(0.,5.,-3)
  READ 102,YMIN,YMAX
  SY=2.
  CALL RITA(U1,780,NSC,YMIN,YMAX,IX,S,SY,0)
  PRINT 206
  CALL PLOTTA(30.,-20.,-3)
  GO TO 97
99 CONTINUE
101 FORMAT(10I5)
102 FORMAT(8F10.5)
200 FORMAT(10H PLOTTNINGEN BORJAK)
201 FORMAT(13H DETF PLOTTAD)

```

FTN5.5B

```
202 FORMAT(11H YD PLOTTAD)
203 FORMAT(10H E PLOTTAD)
204 FORMAT(12H C) PLOTTAD)
205 FORMAT(12H P13 PLOTTAD)
206 FORMAT(19H INSTIGNALEM PLOTTAD)
END
```

PROGRAM SPEKTRA

C
C BEKÄNNING AV SPEKTRALFUNKTIONER FÖR TERSIGNALEN I RUN 00 04, SE 3.
C
C FÖRFATTARE • LEIF BLOVER OCH LARS-ERIK OLSSON
C 2678 1969
C

DIMENSION U(780),Y(780)
CALL SKIPFILE (24)
READ (24) #SC
READ (24) (U(I),I=1,#SC)
CALL SPECTRUM(U,Y,780,780,100,2.,1)
CALL SPECTRUM(U,Y,780,780,50,2.,1)
END

LOAD
RUN,3,1500.,1

EXECUTION STARTED AT 1447 -39