



LUND UNIVERSITY

Övningar för IDPAC

Nilsson, Ann-Britt; Gustavsson, Ivar

1979

Document Version:
Förlagets slutgiltiga version

[Link to publication](#)

Citation for published version (APA):
Nilsson, A.-B., & Gustavsson, I. (1979). *Övningar för IDPAC*. (Technical Reports TFRT-7169). Department of Automatic Control, Lund Institute of Technology (LTH).

Total number of authors:
2

General rights

Unless other specific re-use rights are stated the following general rights apply:
Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal

Read more about Creative commons licenses: <https://creativecommons.org/licenses/>

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

LUND UNIVERSITY

PO Box 117
221 00 Lund
+46 46-222 00 00

CODEN: LUTFD2/(TFRT-7169)/1-55/(1979)

ÖVNINGAR FÖR IDPAC

I GUSTAVSSON OCH A B NILSSON

Lunds universitet
Reprocentralen

DEPARTMENT OF AUTOMATIC CONTROL
LUND INSTITUTE OF TECHNOLOGY
AUGUST 1979

ÖVNINGAR FÖR IDPAC

I Gustavsson och A B Nilsson

Detta arbete har till stor del understöts av Styrelsen
för Teknisk Utveckling under anslag nr 78-3763.

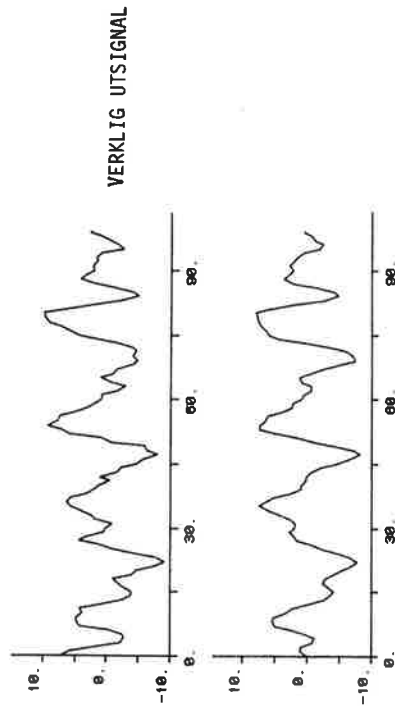


Fig 3.6f - Den verkliga utsignalen i DATA2 (de 100 sista data) jämförd med utsignalen från den deterministiska delen av den andra ordningens maximum likelihoodmodell, som erhållits för de 100 första data i DATA2, med de 100 sista insignalvärdena i DATA2 som insignal.

Dokumentgivare
Lund Institute of Technology
Department of Automatic Control
Hälsögräse
I Gustavsson
Förlagare
I Gustavsson and A.B. Nilsson

ii

Dokumentnamn
REPORT
Utgivningsdatum
August 1979
Dokumentbeteckning
LUTFD2/(TFRT-7169)/1-55/(1979)
Ärendebeteckning

Dokumenttitel och undertitel
ÖVNINGAR FÖR IDPAC
(Exercises for IDPAC)

Referat (sammandrag)

This report contains three exercises with solutions intended to teach a beginner how to use the interactive identification program package IDPAC.

Referat skrivet av
Authors
Förlag till ytterligare nyckelord

Klassifikationssystem och -klass(er)

Index termer (unga kalla)

Omfång
55 pages
Språk
Swedish
Sekretessuppgifter

Ovriga bibliografiska uppgifter

Dokumentet kan erhållas från

Department of Automatic Control

Lund Institute of Technology

Box 725, S-220 07 LUND 7, Sweden

Price

ISSN

ISBN

Mottagarens uppgifter

DOKUMENTDATABLAD enligt SIS 62 10 12

SIS
DB 1

Blankett LU 11:25 1976-07

Fig 3.6b - Autokorrelationsfunktionen för residualerna från andra ordningens maximum likelihoodmodell för de 100 första data i DATA2.

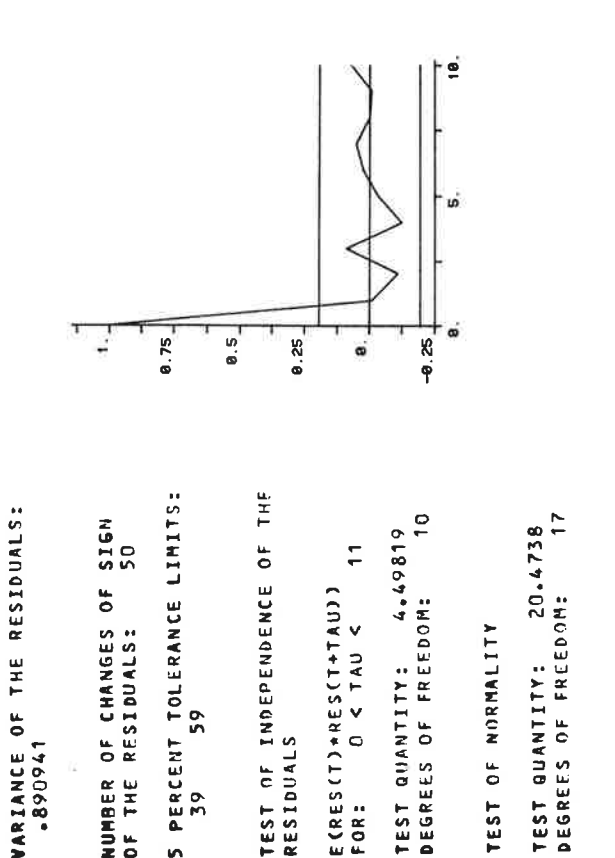
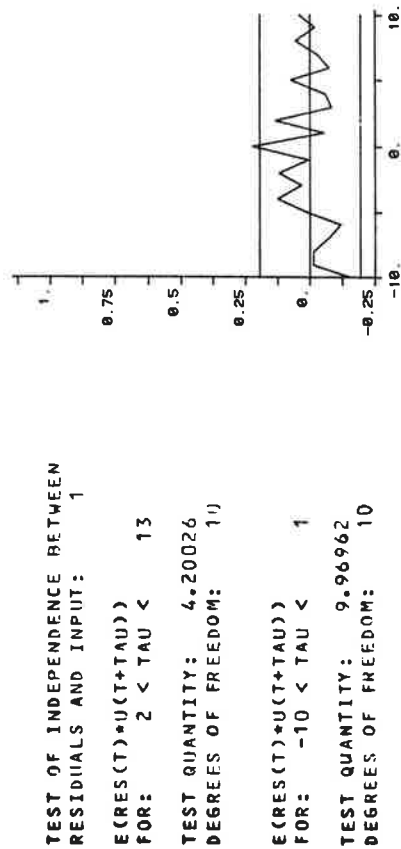


Fig 3.6c - Korskorrelationsfunktionen mellan signalen och residualerna från andra ordningens maximum likelihoodmodell för de 100 första data av DATA2.



INNEHÅLLSFÖRTECKNING

INLEDNING	sida 1
ÖVNING 1	
Uppgifter	3
Lösningar	4
Uppgift 1	5
Uppgift 2	7
Uppgift 3	9
Uppgift 4	
ÖVNING 2	
Uppgifter	15
Kommandoförteckning	16
Lösningar	17
Uppgift 1	19
Uppgift 2	
ÖVNING 3	
Uppgifter	26
Kommandoförteckning	27
Lösningar	28
Uppgift 1	36
Uppgift 2	38
Uppgift 3	46
Uppgift 4	48
Uppgift 5	49
Uppgift 6	

5. Beräkning av störningsspektra.

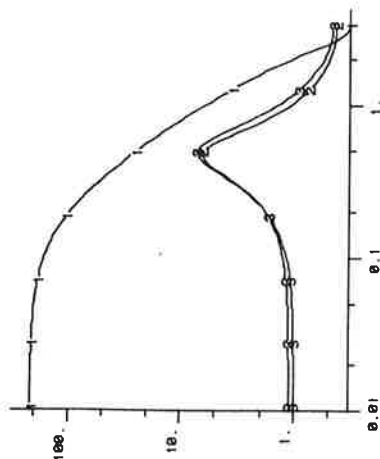


Fig 3.5 - Störningsspektra (effektspektra) för maximumlikelihoodmodellerna av ordning 1 (1) och 2 (2) samt för systemet SYS2 (3).

INLEDNING

Avsikten med denna rapport är att presentera ett antal övningar med lösningar, som skall kunna användas för att introducera en nybörjare i konsten att använda det interaktiva programpaketet IDPAC.

Rapporten innehåller tre övningar. Den första av dessa behandlar korrelations- och spektralanalys. Avsikten är att denna övning skall lösas med hjälp av en MACRO, CORANA (*correlation analysis*), som möjliggör en fråge/svarsstyrd interaktion med IDPAC. Det är naturligtvis möjligt att lösa denna övning direkt med kommandon i stället, men detta kan vara besvärligt för en nybörjare. Den andra övningen behandlar preliminär dataanalys och är förhållandevis enkel. Meningen är att introducera kommandostrukturen med hjälp av begreppsmässigt enkla operationer på givna data. Den tredje övningen behandlar sedan minsta kvadrat- och maximum likelihoodidentifiering. I denna övning är det en fördel att använda en del MACRO's, t.ex. LSID och LSORD för minsta kvadratidentifieringen och FIST för F-test av ordningstal. Dessa MACRO's liksom den tidigare nämnda CORANA finns beskrivna i Gustavsson (1979). För övningarna 2 och 3 bifogas en förenklad kommandolista innehållande de kommandon som behövs i respektive övning. För en utförligare beskrivning av IDPAC, se Wieslander (1976). Filosofin bakom de interaktiva programmen av typ IDPAC finns behandlad i Wieslander (1979).

En lämplig uppstart av IDPAC för körning av dessa övningar på UNIVAC är:

```

*ASG,AX KURS*GRUPP2.
*XQT ID*IDPAC.
>GETFIL GRUPP2 START
>START GRUPP2
>Här skall övningen börja!
```

Filen KURS*GRUPP2. innehåller de MACRO's och de datafiler som behövs för att genomföra övningarna. MACRO'n START kallar in dessa MACRO's och datafiler och sätter en del utskriftsparametrar. Beroende på hur plottningen skall göras och vilken baudhastighet som skall användas kan det hända att XQT-satsen måste modifieras. Rådfråga aktuell beskrivning vid terminalen.

IDPAC ÖVNING 1

Korrelationsanalys

4. Identifiering av data i DATA2 med minsta kvadratmetoden med olika ordningstal.

Fig 3.4a - Resultat från identifiering av data i filen DATA2 med minsta kvadratidentifiering (ordningstal från 10 till 1).

RESULT OF PARAMETER REDUCTION(S):

DISCARDED PAR.	VLOSS	AIC
NONE	84.917	614.88
A (10)	84.969	611.80
B (10)	85.231	607.62
A (9)	86.047	605.52
B (9)	86.230	601.94
A (8)	86.466	598.49
B (8)	86.595	594.79
A (7)	89.810	598.08
B (7)	90.510	595.63
A (6)	91.180	593.11
B (6)	91.246	589.25
A (5)	94.920	593.15
B (5)	95.456	590.27
A (4)	111.24	616.87
B (4)	113.57	617.83
A (3)	147.06	665.93
B (3)	156.12	672.67
A (2)	232.80	748.57
B (2)	359.21	831.32

1. Filen DATA5 innehåller 3 kolonner och är 200 data lång.

Plotta data.

Beräkna autokorrelationsfunktionerna och jämför dessa.

Beräkna autospektra och jämför.

Tips: Använd 20 lags.

2. Filen DATA6 innehåller 3 kolonner och är 100 data lång. Dessa data är genererade av samma process.

Beräkna autokorrelationsfunktionerna och jämför.

Beräkna autospektra och jämför.

Tips: Använd 20 lags.

3. Filen DATA7 innehåller 1 kolonn med 256 data.

Beräkna autospektra med olika antal lags, dvs med olika tidsfönster. Jämför resultaten.

Tips: Använd 4, 8, 16, ... lags.

Beräkna autospektrum med DFT utan fönster.

4. Filen DATA8 innehåller signalen till ett system i kolonn 1 och utsignalen från systemet i kolonn 2. Filen är 200 data lång.

Beräkna korskorrelationsfunktionerna, korspektra och överföringsfunktionerna för dessa data och för de data som erhålles sedan prewhitening utförts.

Beräkna också koherensfunktionen.

Hela denna övning genomföres med hjälp av en macro (CORANA). Denna macro är ett exempel på hur fråge/svar program kan implementeras i IDPAC. De saker man kan göra i denna macro framgår av nedanstående tabell.

```
ACOF - COMPUTATION OF THE AUTOCORRELATION FUNCTION
ASPEC - COMPUTATION OF THE AUTOSPECTRUM
CCOF - COMPUTATION OF THE CROSSCORRELATION FUNCTION
CSPEC - COMPUTATION OF THE CROSSSPECTRUM
TRF - ESTIMATION OF THE TRANSFER FUNCTION
COH - ESTIMATION OF THE COHERENCE FUNCTION
DFT - ESTIMATION OF THE SPECTRUM USING DFT
TRDFT - ESTIMATION OF THE TRANSFER FUNCTION USING DFT
PREWHITE - PREWHITENING OF DATA FOR CROSSCORRELATION ANALYSIS
BODE - PLOTTING OF SPECTRA AND TRANSFER FUNCTIONS
PLOT - PLOTTING OF TIME SERIES
EXIT - EXIT TO COMMAND MODE
```

Macro'n startas med kommandot

>CORANA

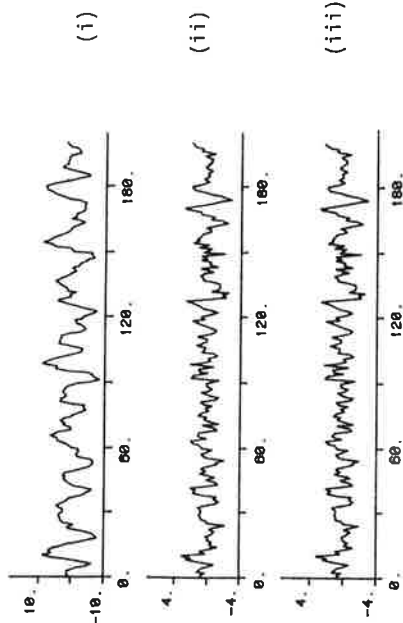


Fig 3.31 - Modellfelen för modellerna av ordning 1 (i), 2 (ii) och 3 (iii).

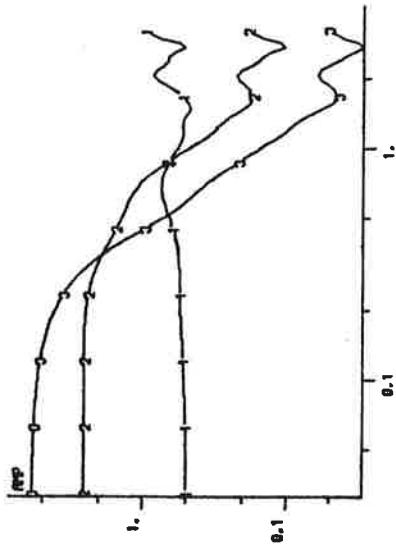


Fig 1.1c - Autospektra för data från DATA5, kolonn 1, 2 och 3 (20 lags)

DATA5 kolonn 1 innehåller vitt brus genererat med kommando INSI, subkommando NORM.

DATA5 kolonn 2 innehåller $y(t)$ med $(1-0.7q^{-1})y(t) = e(t)$.

DATA5 kolonn 3 innehåller $y(t)$ med $(1-0.95q^{-1})y(t) = e(t)$.

Variansen för alla signalerna är normerad till 1.

2. Undersökning av data från datafilen DATA6

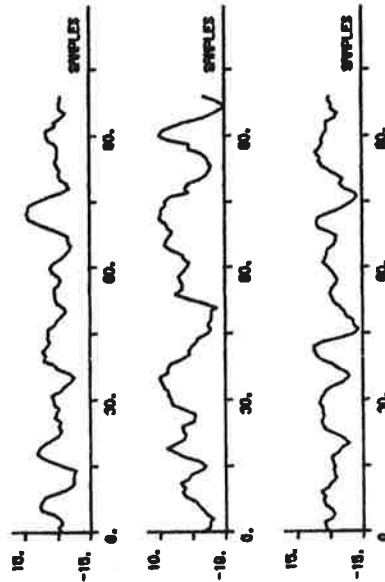


Fig 1.2a - Plottning av data från DATA6, kolonn 1, 2 och 3

Fig 3.3i - Autokorrelationsfunktionen för residualerna från tredje ordningens modell.

VARIANCE OF THE RESIDUALS:
.847175

NUMBER OF CHANGES OF SIGN
OF THE RESIDUALS: 100

5 PERCENT TOLERANCE LIMITS:
85 113

TEST OF INDEPENDENCE OF THE
RESIDUALS

$E(\text{RES}(T) * \text{RES}(T + \text{TAU}))$
FOR: $0 < \text{TAU} < 11$

TEST QUANTITY: 6.67121
DEGREES OF FREEDOM: 10

TEST OF NORMALITY

TEST QUANTITY: 13.0525
DEGREES OF FREEDOM: 17

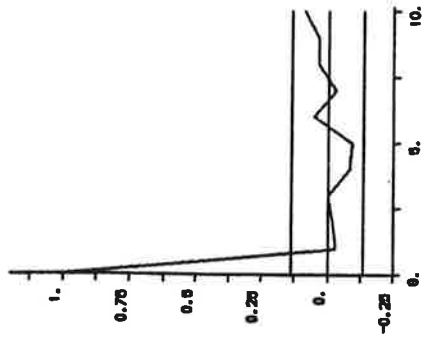


Fig 3.3j - Korskorrelationsfunktionen mellan insignalen och residualerna från tredje ordningens modell.

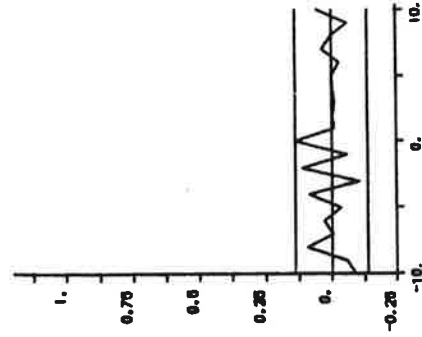
TEST OF INDEPENDENCE BETWEEN
RESIDUALS AND INPUT: 1

$E(\text{RES}(T) * U(T + \text{TAU}))$
FOR: $3 < \text{TAU} < 14$

TEST QUANTITY: 2.77105
DEGREES OF FREEDOM: 10

$E(\text{RES}(T) * U(T + \text{TAU}))$
FOR: $-10 < \text{TAU} < 1$

TEST QUANTITY: 12.0503
DEGREES OF FREEDOM: 10



DATA6 kolonn 1 innehåller $y(t)$ för $t = 1 - 100$
DATA6 kolonn 2 innehåller $y(t)$ för $t = 101 - 200$
DATA6 kolonn 3 innehåller $y(t)$ för $t = 201 - 300$

3. Undersökning av data från datafilen DATA7.

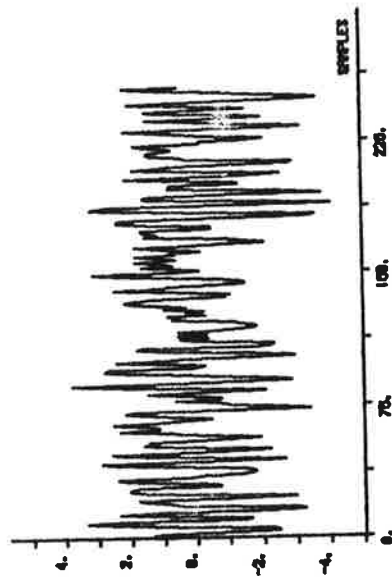


Fig 1.3a - Plottning av data från DATA7

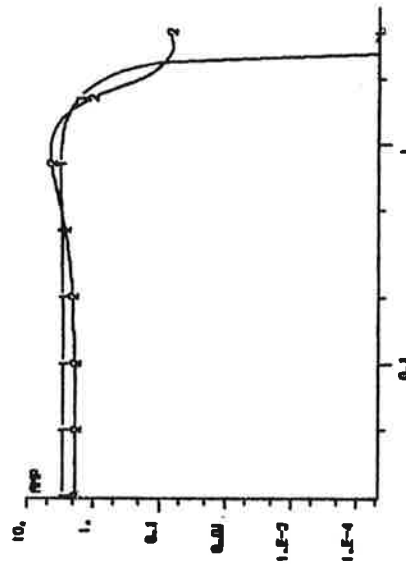


Fig 1.3b - Autospektra för data från DATA7 med 4 och 8 lags

Fig 3.3e - Autokorrelationsfunktionen för residualerna från första ordningens modell.

VARIANCE OF THE RESIDUALS:
3.07706

NUMBER OF CHANGES OF SIGN
OF THE RESIDUALS: 88

5 PERCENT TOLERANCE LIMITS:
85 113

TEST OF INDEPENDENCE OF THE
RESIDUALS

$E(\text{RES}(T) \cdot \text{RES}(T+\text{TAU}))$
FOR: $0 < \text{TAU} < 11$

TEST QUANTITY: 63.1004
DEGREES OF FREEDOM: 10

TEST OF NORMALITY

TEST QUANTITY: 18.5041
DEGREES OF FREEDOM: 17

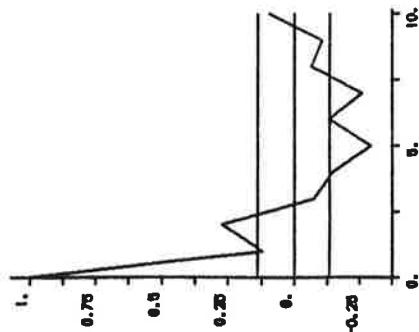


Fig 3.3f - Korskorrelationsfunktionen mellan insignalen och residualerna från första ordningens modell.

TEST OF INDEPENDENCE BETWEEN
RESIDUALS AND INPUT: 1

$E(\text{RES}(T) \cdot U(T+\text{TAU}))$
FOR: $1 < \text{TAU} < 12$

TEST QUANTITY: 99.5433
DEGREES OF FREEDOM: 10

$E(\text{RES}(T) \cdot U(T+\text{TAU}))$
FOR: $-10 < \text{TAU} < 1$

TEST QUANTITY: 11.9226
DEGREES OF FREEDOM: 10

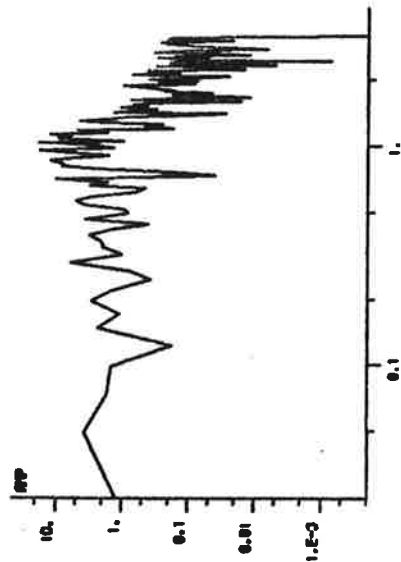
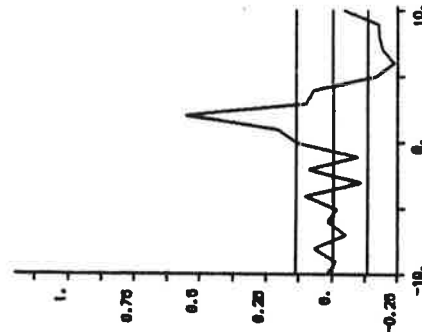


Fig 1.3f - Autospektra för data från DATA7 med DFT utan fönster

DATA7 har genererats med systemet (dvs innehåller $y(t)$ från)

$$\text{SYS3} : (1 - 1.8q^{-1} + 1.54q^{-2} - 0.592q^{-3})y(t) = (1.9^{-1} - 0.9q^{-2} + 0.196q^{-3})u(t) + 0.2(1 - 0.5q^{-1} + 0.24q^{-2} + 0.37q^{-3})e(t)$$

$u(t)$ PRBS, $e(t) \in N(0,1)$

4. Undersökning av data från datafilen DATA8.

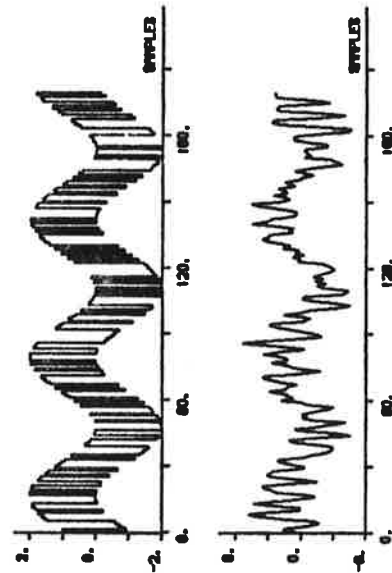


Fig 1.4a - Plottning av data från DATA8, insignalen i kolonn 1 och utsignalen i kolonn 2

Prewhitening utfördes på data från DATA8 med gradtalet 10, 20 resp. 30 på filtret.

3. Identifiering av data i filen DATA2 med maximum likelihoodmetoden.

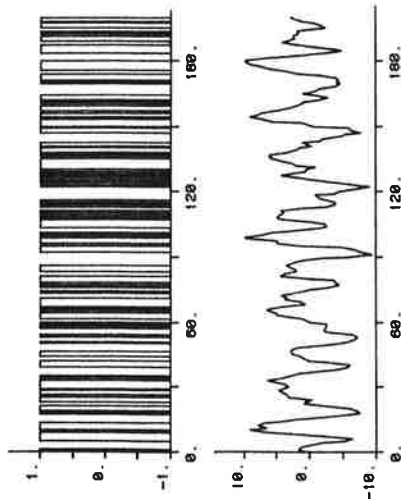


Fig 3.3a - Plottning av data i filen DATA2, insignalen i kolumn 1 överst, utsignalen i kolumn 2 nederst (jfr Fig 3.2a)

Fig 3.3b - Modell av ordningstal 1 identifierad med maximum likelihoodmetoden.

```
CONVERGENCE (DV/V < 1e-007)
*****
A1      -.83382      +- 3.99663-002
B1      .43661      +- .13207
C1      .39411      +- 6.30885-002
LAMBDA  1.7549      +- 8.77464-002
LOSS FUNCTION  307.98
AIC      798.55
```

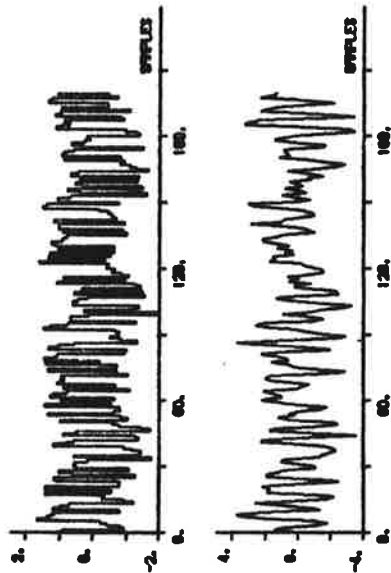


Fig 1.4e - Plottning av data från DATA8 efter prewhitening gjorts med gradtalet 10 på filtret

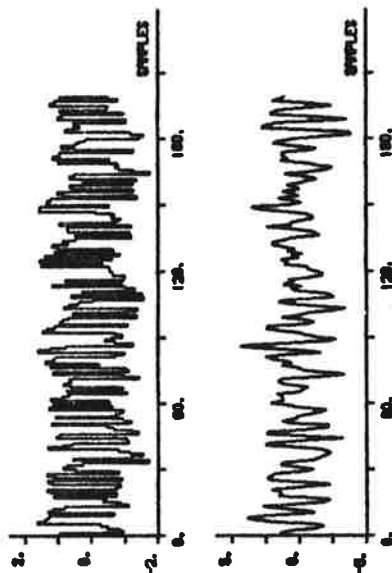


Fig 1.4f - Plottning av data från DATA8 efter prewhitening gjorts med gradtalet 20 på filtret

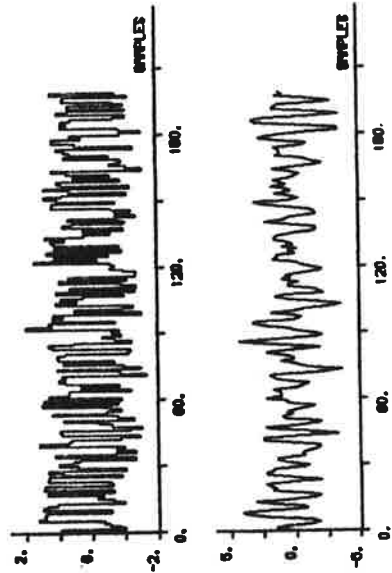


Fig 1.4g - Plottning av data från DATA8 efter prewhitening gjorts med gradtalet 30 på filtret

2. Identifiering av data i filen DATA2 med minsta kvadratmetoden.

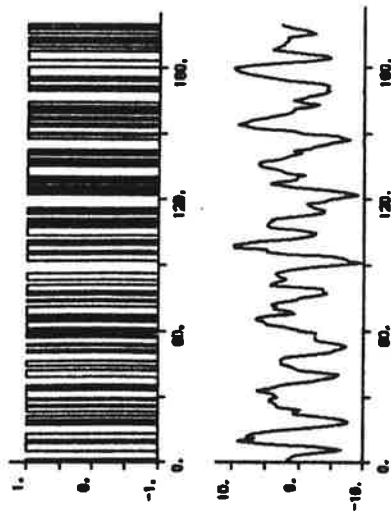


Fig 3.2a - Plottning av data från DATA2, insignalen i kolumn 1 överst, utsignalen i kolumn 2 underst.

Dessa data har genererats med systemet:

$$\begin{aligned} \text{SYS2: } (1-1.5q^{-1}+0.7q^{-2})y(t) &= \\ &= (1q^{-1}+0.5q^{-2})u(t) + \\ &+ (1-1q^{-1}+0.2q^{-2})e(t) \\ u(t) &\in \text{PRBS}; e(t) \in \text{N}(0,1) \\ \text{DATA2} &\text{ innehåller 200 data.} \end{aligned}$$

Fig 3.2b - Modell av ordningstal 2 identifierad med minsta kvadratmetoden.

```
DISCRETE MISO TRANSFER FUNCTION
SAMPLE INTERVAL 1.5
LAMBDA 1.24968 +- 0.0624742
LOSS FUNCTION 156.121
AIC 672.667
APOLYNOMIAL
1. q^-0 - 1.23841 q^-1 + 0.454504 q^-2
UNCERTAINTIES
0. q^-0 + 0.046898 q^-1 + 0.0458587 q^-2
BPOLYNOMIAL 1
q^-1 + (0.842207 q^-0 + 0.784084 q^-1 )
UNCERTAINTIES
q^-1 + (0.0891455 q^-0 + 0.098383 q^-1 )
CPOLYNOMIAL
1. q^-0
END
```

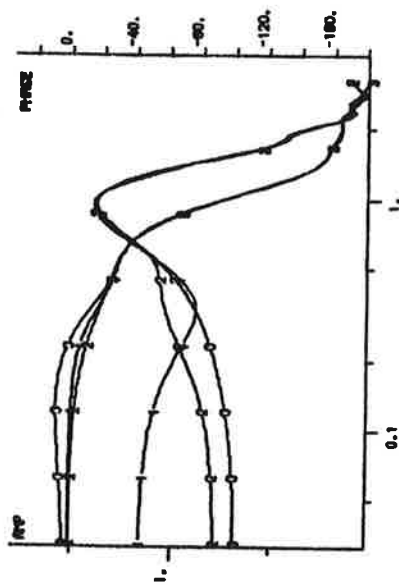


Fig 1.4k - Korspektra för data från DATA8 efter prewhitening gjorts med gradtalet 10, 20 resp. 30 på filtret (20 lags)

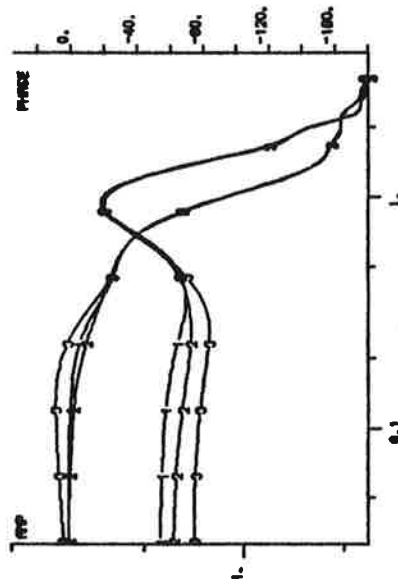


Fig 1.4l - Överföringsfunktionerna för data från DATA8 efter prewhitening gjorts med gradtalet 10, 20 resp. 30 på filtret (20 lags)

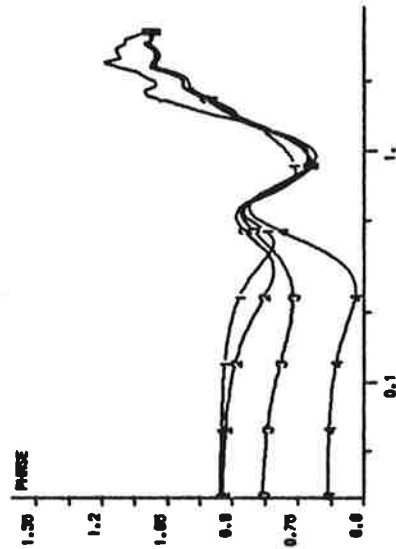


Fig 1.4m - Koherensfunktionerna för data från DATA8 innan och efter prewhitening gjorts med gradtalet 10, 20 resp. 30 på filtret (20 lags)

IDPAC ÖVNING 2

Dataanalys

1. Undersök DATA3. Beräkna medelvärde, standardavvikelse, maximala och minimala värden. Jämför standardavvikelse och medelvärde med maximum och minimum. Vad är fel? Korrigera felaktiga värden. Undersök ånyo dataserien och beräkna statistiska storheter som ovan. Ta bort medelvärdet (SCLOP). Titta på resultatet. Vad säger autokovariansfunktionen om brusets karaktär?
2. Undersök DATA4. Kontrollera att data ser rimliga ut. Renodla störningarna genom att ta bort den nyttiga signalen. Prova gärna olika gradtal på det approximerande polynomet. Titta på resultatet- både störningssignalen och den nyttiga signalen. Dela upp störningen i två bitar. Kontrollera varje bit för sign-beräkna statistik, jämför med plottar och beräkna autokovariansfunktionerna.

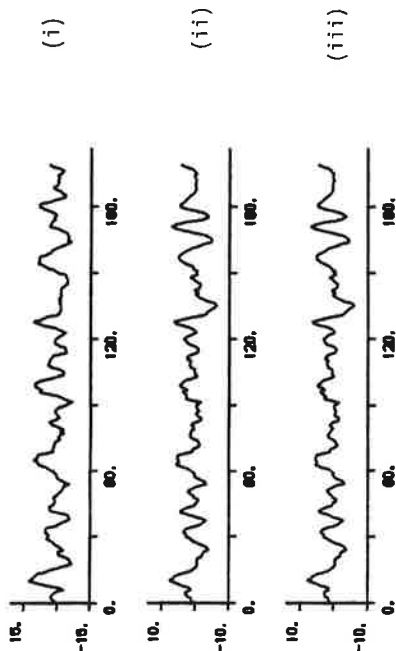


Fig 3.11 - Modellfelen för modellerna av ordning 1 (i), 2 (ii) och 3 (iii).

Anm.

Två macro's finns tillgängliga som underlättar användandet av IDPAC.

HELPSYN ger på skärmen den fullständiga syntaxen för ett visst kommando. Om man vill veta syntaxen för kommandot STAT skriver man

HELPSYN STAT

HELPIF ger dessutom litet ytterligare information om vad ett visst kommando gör. Man skriver exempelvis

HELPIF STAT

Fig 3.1i - Autokorrelationsfunktionen för residualerna från tredje ordningens modell.

```

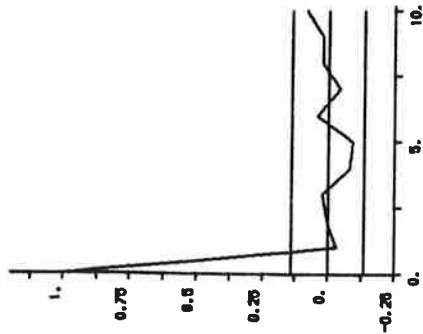
VARIANCE OF THE RESIDUALS:
.855002

NUMBER OF CHANGES OF SIGN
OF THE RESIDUALS: 102

5 PERCENT TOLERANCE LIMITS:
85 113

TEST OF INDEPENDENCE OF THE
RESIDUALS
E(RES(T)*RES(T+TAU))
FOR: - 0 < TAU < 11
TEST QUANTITY: 5.55926
DEGREES OF FREEDOM: 10

TEST OF NORMALITY
TEST QUANTITY: 7.68138
DEGREES OF FREEDOM: 17
    
```



IDPAC ÖVNING 2

Dataanalys

1. Undersökning av data från datafilen DATA3.

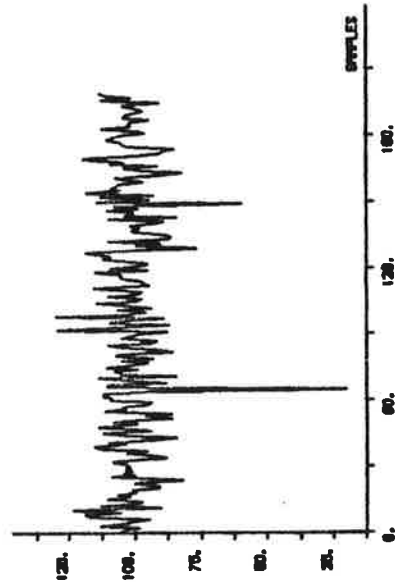


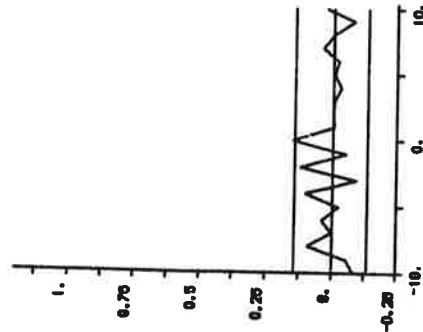
Fig 2.1a - Plottning av data från DATA3

Fig 3.1j - Korskorrelationsfunktionen mellan insignalen och residualerna från tredje ordningens modell.

```

TEST OF INDEPENDENCE BETWEEN
RESIDUALS AND INPUT: 1
E(RES(T)*U(T+TAU))
FOR: 3 < TAU < 14
TEST QUANTITY: 4.35400
DEGREES OF FREEDOM: 10

E(RES(T)*U(T+TAU))
FOR: -10 < TAU < 1
TEST QUANTITY: 12.8703
DEGREES OF FREEDOM: 10
    
```



Statistik beräknade på data från DATA3.

```

SUM      = 20231.9
MEAN     = 101.159
VARIANCE = 123.265
ST.DEV.  = 11.1025
MINIMUM  = 20.0490
MAXIMUM  = 129.865
LENGTH   = 200
    
```

Fig 3.1e - Autokorrelationsfunktionen för residualerna från första ordningens modell.

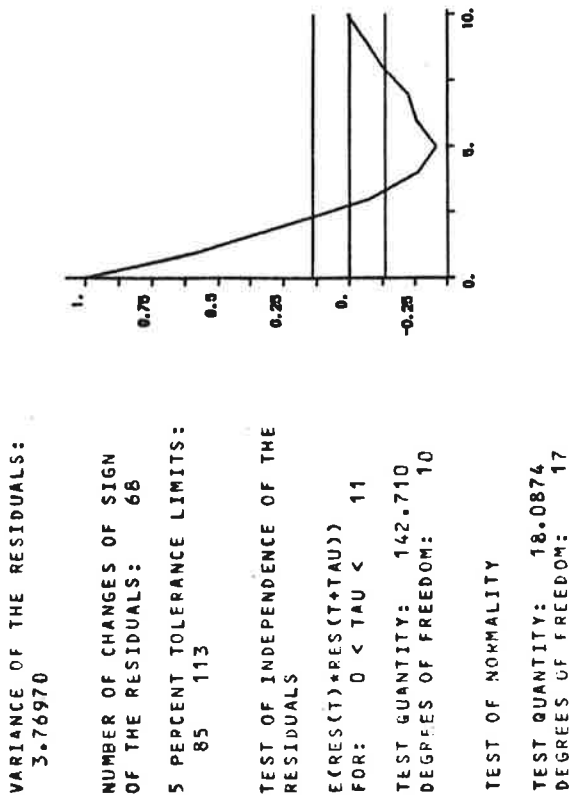
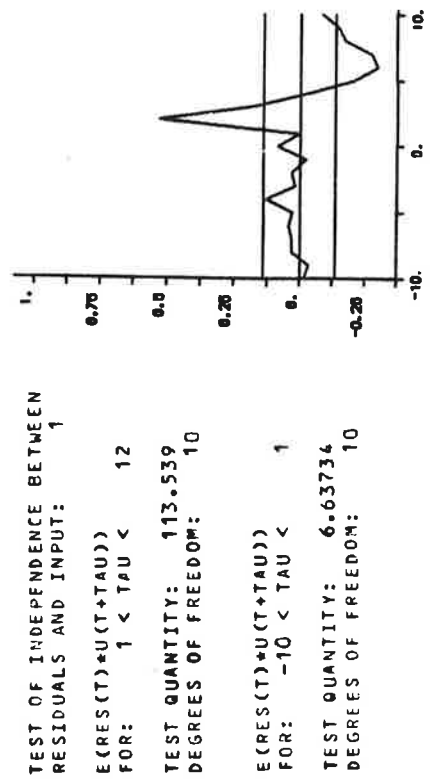


Fig 3.1f - Korskorrelationsfunktionen mellan signalen och residualerna från första ordningens modell.



DATA3 innehåller 200 data och är genererad med kommandot INSI, subkommandot NORM 100 10. Filen innehåller 2 outliers.

2. Undersökning av data från datafilen DATA4.

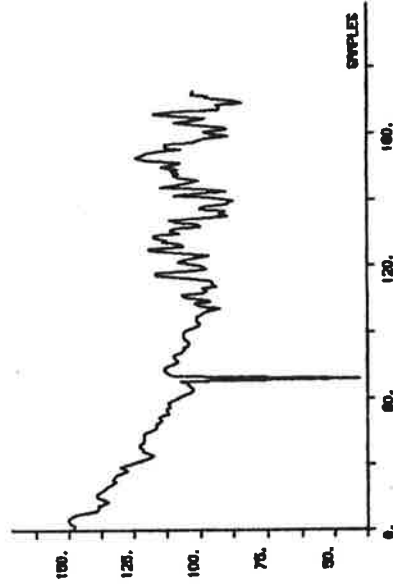
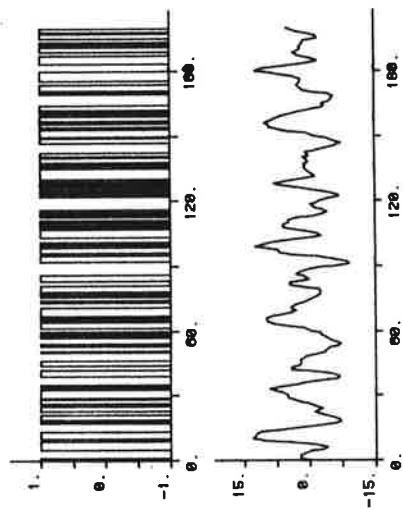


Fig 2.2a - Plotting av data från DATA4

Statistik beräknade på data från DATA4.

SUM = 22159.7
MEAN = 110.798
VARIANCE = 234.804
ST.DEV. = 15.3233
MINIMUM = 40.2910
MAXIMUM = 150.221
LENGTH = 200

Minsta kvadrat och maximum likelihood identifiering



1. Identifiering av data i filen DATA1 med minsta kvadratmetoden.

Fig 3.1a - Plottning av data från DATA1, insignalen i kolumn 1 överst, utsignalen i kolumn 2 nederst.

Dessa data har genererats med systemet

$$\text{SYS1: } (1 - 1.5q^{-1} + 0.7q^{-2})y(t) = (1 - q^{-1} + 0.5q^{-2})u(t) + e(t)$$

$u(t) \in \text{PRBS}; e(t) \in N(0,1)$

DATA1 innehåller 200 data.

Fig. 3.1b - Modell av ordningstal 1 estimerad med minsta kvadratmetoden.

DISCRETE MISO TRANSFER FUNCTION

```

SAMPLE INTERVAL 1. S
LAMBDA 1.94386 +- 0.0971928
LOSS FUNCTION 377.857
AIC 841.445
APOLYNOMIAL
1. q^-0 - 0.894954 q^-1
UNCERTAINTIES
0. q^-0 + 0.027377 q^-1
BPOLYNOMIAL 1
q^-1 * (1.00897 q^-0 )
UNCERTAINTIES
q^-1 * (0.137907 q^-0 )
CPOLYNOMIAL
1. q^-0
END

```

Statistik beräknade på den första biten av störningssignalen, data 1 - 100.

```

SUM      = 2.63218
MEAN     = 2.63218E-02
VARIANCE = 21.5562
ST.DEV.  = 4.64287
MINIMUM  = -10.3484
MAXIMUM  = 9.82495
LENGTH  = 100

```

Statistik beräknade på den andra biten av störningssignalen, data 101 - 200.

```

SUM      = 734.843
MEAN     = 7.34843
VARIANCE = 81.5718
ST.DEV.  = 9.03171
MINIMUM  = -11.6569
MAXIMUM  = 27.9142
LENGTH  = 100

```

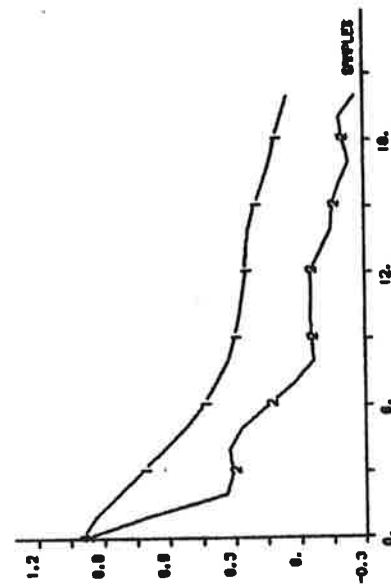


Fig 2.2e - Autokorrelationsfunktionerna för störningssignalerna, bit 1 och 2

IDPAC ÖVNING 3

Minsta kvadrat och maximum likelihoodidentifiering.

1. Identifiera DATA1 med minsta kvadratmetoden. Insignalen ligger i första kolonnen och utsignalen i den andra.

Starta med ordningstal 1 och öka successivt.
Titta på skattningar och skattade osäkerheter.
Jämför AIC.
Jämför förlustfunktionens värden för olika ordningstal.
Gör F-test.
Beräkna deterministiska utsignalerna och modellfelen.
Beräkna modellernas överföringsfunktioner.
Testa residualerna.

2. Identifiera DATA2 med minsta kvadratmetoden. Insignalen ligger i första kolonnen och utsignalen i den andra.

Identifiera med ordningstal 2.

Jämför skattningarna med de som erhöles i uppgift 1.
Testa residualerna.

3. Identifiera DATA2 med maximum likelihoodmetoden.

Starta med ordningstal 1 och öka successivt.
Titta på skattningar och skattade osäkerheter.
Jämför AIC.

Jämför förlustfunktionens värden för olika ordningstal.
Jämför med resultatet från uppgift 2.

Gör F-test.

Testa residualerna.

Beräkna deterministiska utsignalerna och modellfelen.

Jämför den erhållna modellen med vad som erhålles med spektralanalys.

Beräkna modellernas och det verkliga systemets överföringsfunktioner och jämför dessa. Det verkliga systemet heter SYS2.

Extrauppgifter.

4. Identifiera DATA2 med olika ordningstal med minsta kvadratmetoden. Vilket ordningstal skulle man acceptera?

Hur bra är denna modell? Tips: Använd SPTRF.

5. Beräkna störningsspektra för några modeller i uppgift 3.

6. Dela DATA2 i två lika delar. Bestäm en ML-modell för den ena halvan. Gör "korsvalidering" genom att testa denna modell på den andra halvan av data. Gör då residualtest och titta på deterministiska utsignalen.

Statistik beräknade på den andra biten av störningssignalen,
data 101 - 200.

```
SUM      = -47.7124
MEAN     = -0.477124
VARIANCE = 81.5718
ST.DEV.  = 9.03171
MINIMUM  = -19.6824
MAXIMUM  = 20.0886
LENGTH   = 100
```

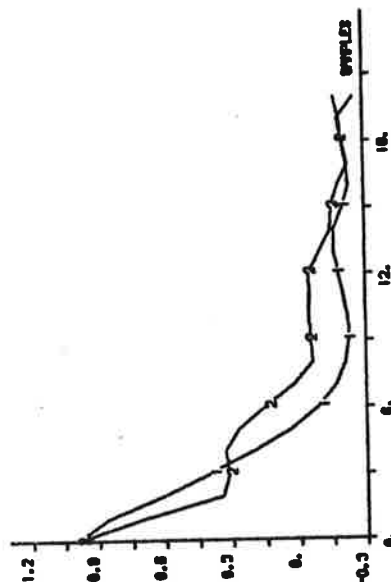


Fig 2.2f - Autokorrelationsfunktionerna för störningssignalerna, bit 1 Och 2

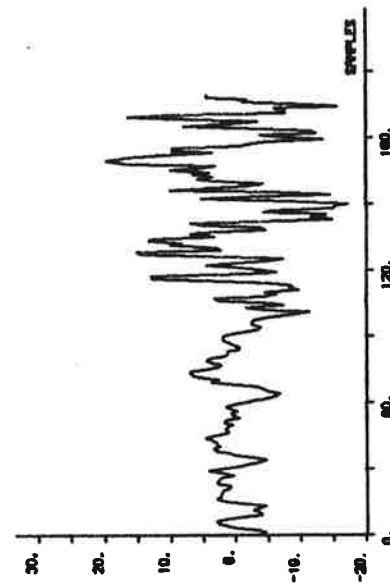


Fig 2.2g - Plotning av störningssignalen, gradtal 3 på det approximerande polynomet (data 1-200)

ÖVNINGAR FÖR IDPAC

I GUSTAVSSON OCH A B NILSSON

DEPARTMENT OF AUTOMATIC CONTROL
LUND INSTITUTE OF TECHNOLOGY
AUGUST 1979

ÖVNINGAR FÖR IDPAC

I Gustavsson och A B Nilsson

Detta arbete har till stor del understötts av Styrelsen
för Teknisk Utveckling under anslag nr 78-3763.

Dokumentutgivare
 01 Lund Institute of Technology
 Department of Automatic Control
 Handläggare
 06T0 Gustavsson
 Författare
 08T0 Gustavsson and A.B. Nilsson

Dokumentnamn
 06T0 REPORT
 Utgivningsdatum
 06T4 August 1979

Dokumentbeteckning
 LUTFD2/(TERT-7169)/1-55/(1979)
 Ärendebeteckning
 06T6

10T4

Dokumenttitel och undertitel

18T0

ÖVNINGAR FÖR IDPAC
 (Exercises for IDPAC)

Referat (sammandrag)

26T0

This report contains three exercises with solutions intended to teach a beginner how to use the interactive identification program package IDPAC.

Referat skrivet av

42T0 Authors

Förslag till ytterligare nyckelord

44T0

Klassifikationssystem och -klass(er)

50T0

Indextermer (ange källa)

52T0

Omfång

55T0 pages

Övriga bibliografiska uppgifter

56T2

Språk

51T0 Swedish

Sekretessuppgifter

60T0

ISSN

60T4

ISBN

60T6

Dokumentet kan erhållas från

62T0

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

Mottagarens uppgifter

62T4

Pris

66T0

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

	sida
INLEDNING	1
ÖVNING 1	
Uppgifter	3
Lösningar	
Uppgift 1	4
Uppgift 2	5
Uppgift 3	7
Uppgift 4	9
ÖVNING 2	
Uppgifter	15
Kommandolista	16
Lösningar	
Uppgift 1	17
Uppgift 2	19
ÖVNING 3	
Uppgifter	26
Kommandolista	27
Lösningar	
Uppgift 1	28
Uppgift 2	36
Uppgift 3	38
Uppgift 4	46
Uppgift 5	48
Uppgift 6	49

INLEDNING

Avsikten med denna rapport är att presentera ett antal övningar med lösningar, som skall kunna användas för att introducera en nybörjare i konsten att använda det interaktiva programpaketet IDPAC.

Rapporten innehåller tre övningar. Den första av dessa behandlar korrelations- och spektralanalys. Avsikten är att denna övning skall lösas med hjälp av en MACRO, CORANA (correlation analysis), som möjliggör en fråge/svarsstyrd interaktion med IDPAC. Det är naturligtvis möjligt att lösa denna övning direkt med kommandon i stället, men detta kan vara besvärligt för en nybörjare. Den andra övningen behandlar preliminär dataanalys och är förhållandevis enkel. Meningen är att introducera kommandostrukturen med hjälp av begreppsmässigt enkla operationer på givna data. Den tredje övningen behandlar sedan minsta kvadrat- och maximum likelihoodidentifiering. I denna övning är det en fördel att använda en del MACRO's, t.ex. LSID och LSORD för minsta kvadratidentifieringen och FTST för F-test av ordningstal. Dessa MACRO's liksom den tidigare nämnda CORANA finns beskrivna i Gustavsson (1979). För övningarna 2 och 3 bifogas en förenklad kommandolista innehållande de kommandon som behövs i respektive övning. För en utförligare beskrivning av IDPAC, se Wieslander (1976). Filosofin bakom de interaktiva programmen av typ IDPAC finns behandlad i Wieslander (1979).

En lämplig uppstart av IDPAC för körning av dessa övningar på UNIVAC är:

```
•ASG,AX KURS*GRUPP2.
```

```
•XQT ID*IDPAC.
```

```
>GETFIL GRUPP2 START
```

```
>START GRUPP2
```

```
>Här skall övningen börja!
```

Filen KURS*GRUPP2. innehåller de MACRO's och de datafiler som behövs för att genomföra övningarna. MACRO'n START kallar in dessa MACRO's och datafiler och sätter en del utskriftsparametrar. Beroende på hur plottningen skall göras och vilken baudhastighet som skall användas kan det hända att XQT-satsen måste modifieras. Rådfråga aktuell beskrivning vid terminalen.

Gustavsson, I (1979): Några MACRO's för IDPAC. Department of Automatic Control, Lund Institute of Technology, Lund, Sweden. CODEN: LUTFD2/(TFRT-7170)/1-39/(1979).

Wieslander, J (1976): IDPAC - User's guide. Revision 1. TFRT-3099, Department of Automatic Control, Lund Institute of Technology, Lund, Sweden.

Wieslander, J (1979): Interaction in Computer Aided Analysis and Design of Control Systems. Department of Automatic Control, Lund Institute of Technology, Lund, Sweden. CODEN: LUTFD2/(TFRT-1019)/1-222/(1979).

IDPAC ÖVNING 1

Korrelationsanalys

1. Filen DATA5 innehåller 3 kolonner och är 200 data lång.

Plotta data.

Beräkna autokorrelationsfunktionerna och jämför dessa.

Beräkna autospektra och jämför.

Tips: Använd 20 lags.

2. Filen DATA6 innehåller 3 kolonner och är 100 data lång. Dessa data är genererade av samma process.

Beräkna autokorrelationsfunktionerna och jämför.

Beräkna autospektra och jämför.

Tips: Använd 20 lags.

3. Filen DATA7 innehåller 1 kolonn med 256 data.

Beräkna autospektra med olika antal lags, dvs med olika tidsfönster. Jämför resultaten.

Tips: Använd 4, 8, 16, ... lags.

Beräkna autospektrum med DFT utan fönster.

4. Filen DATA8 innehåller insignalen till ett system i kolonn 1 och utsignalen från systemet i kolonn 2. Filen är 200 data lång.

Beräkna korskorrelationsfunktionerna, korsspektra och överföringsfunktionerna för dessa data och för de data som erhålles sedan prewhitening utförts.

Beräkna också koherensfunktionen.

Hela denna övning genomföres med hjälp av en macro (CORANA). Denna macro är ett exempel på hur fråge/svar program kan implementeras i IDPAC. De saker man kan göra i denna macro framgår av nedanstående tabell.

ACOF	- COMPUTATION OF THE AUTOCORRELATION FUNCTION
ASPEC	- COMPUTATION OF THE AUTOSPECTRUM
CCOF	- COMPUTATION OF THE CROSSCORRELATION FUNCTION
CSPEC	- COMPUTATION OF THE CROSSPECTRUM
TRF	- ESTIMATION OF THE TRANSFER FUNCTION
COH	- ESTIMATION OF THE COHERENCE FUNCTION
DFT	- ESTIMATION OF THE SPECTRUM USING DFT
TRFDFT	- ESTIMATION OF THE TRANSFER FUNCTION USING DFT
PREWHITE	- PREWHITENING OF DATA FOR CROSSCORRELATION ANALYSIS
BODE	- PLOTTING OF SPECTRA AND TRANSFER FUNCTIONS
PLOT	- PLOTTING OF TIME SERIES
EXIT	- EXIT TO COMMAND MODE

Macro'n startas med kommandot

>CORANA

IDPAC ÖVNING 1

Korrelationsanalys

1. Undersökning av data från datafilen DATA5.

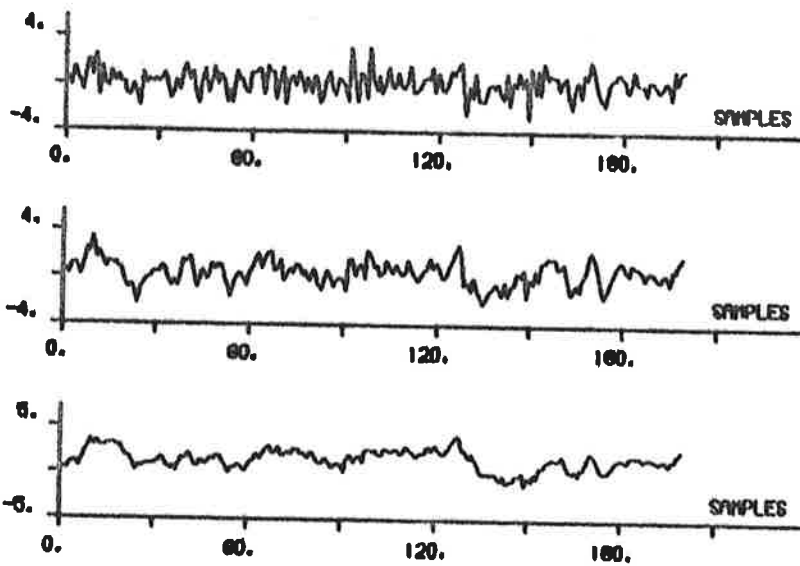


Fig 1.1a - Plottning av data från DATA5, kolonn 1, 2 och 3

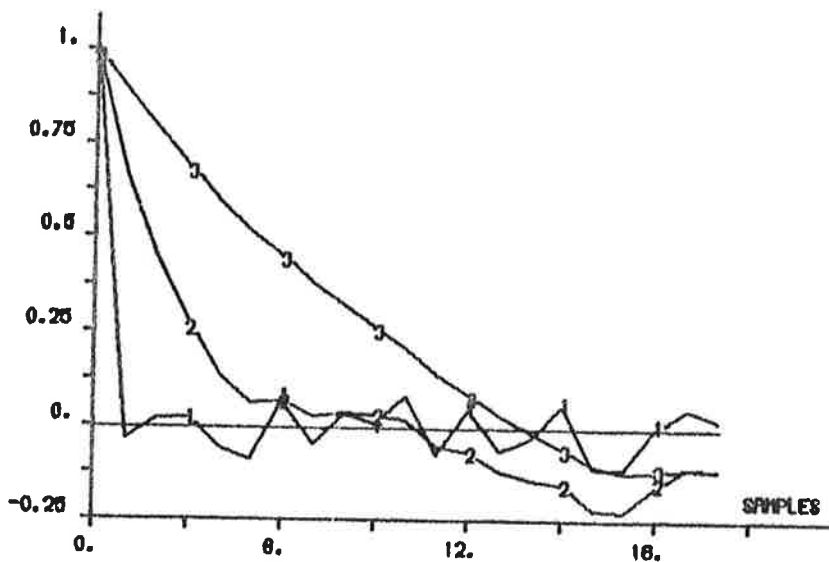


Fig 1.1b - Autokorrelationsfunktionerna för data från DATA5, kolonn 1, 2 och 3

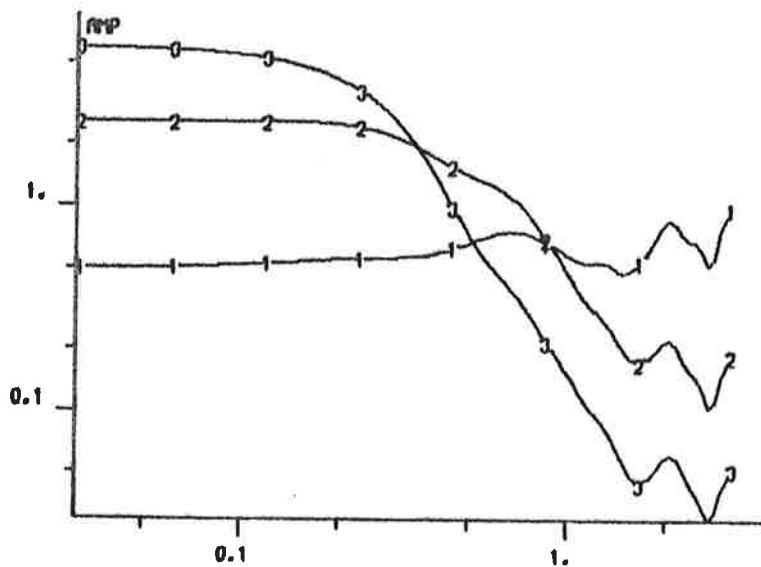


Fig 1.1c - Autospektra för data från DATA5, kolonn 1, 2 och 3 (20 lags)

DATA5 kolonn 1 innehåller vitt brus genererat med kommando INSI, subkommando NORM.

DATA5 kolonn 2 innehåller $y(t)$ med $(1-0.7q^{-1})y(t) = e(t)$.

DATA5 kolonn 3 innehåller $y(t)$ med $(1-0.95q^{-1})y(t) = e(t)$.

Variansen för alla signalerna är normerad till 1.

2. Undersökning av data från datafilen DATA6

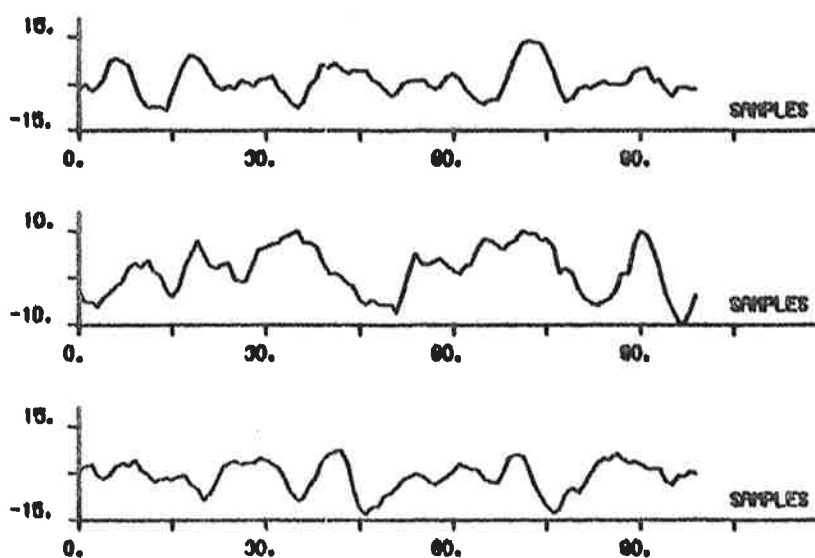


Fig 1.2a - Plottning av data från DATA6, kolonn 1, 2 och 3

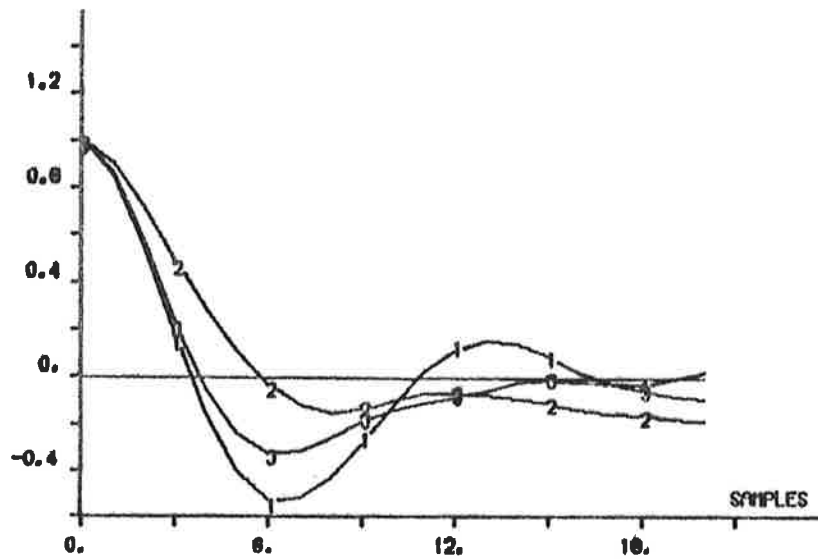


Fig 1.2b - Autokorrelationsfunktionerna för data från DATA6, kolonn 1, 2 och 3

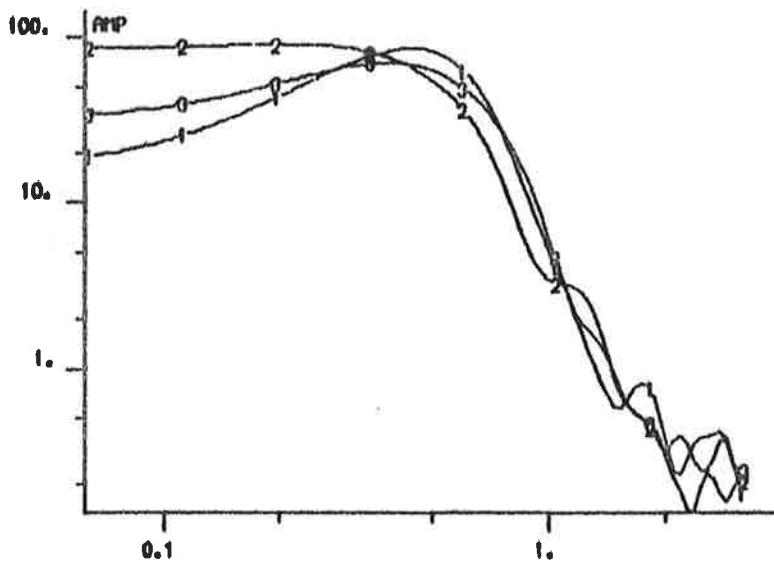


Fig 1.2c - Autospektra för data från DATA6, kolonn 1, 2 och 3 (20 lags)

DATA6 innehåller $y(t)$ genererat med

$$\text{SYS1 : } (1 - 1.5q^{-1} + 0.7q^{-2})y(t) = (1.0q^{-1} + 0.5q^{-2})u(t) + e(t)$$

$$u(t), e(t) \in N(0,1)$$

DATA6 kolonn 1 innehåller $y(t)$ för $t = 1 - 100$

DATA6 kolonn 2 innehåller $y(t)$ för $t = 101 - 200$

DATA6 kolonn 3 innehåller $y(t)$ för $t = 201 - 300$

3. Undersökning av data från datafilen DATA7.

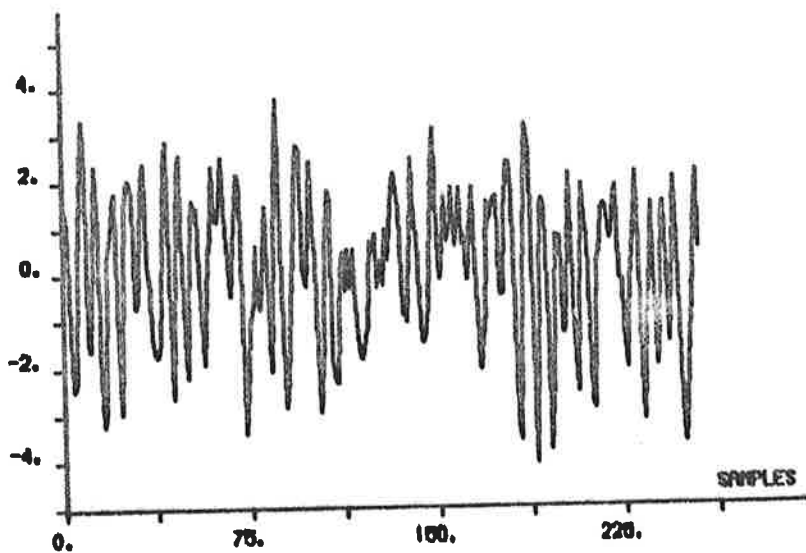


Fig 1.3a - Plottning av data från DATA7

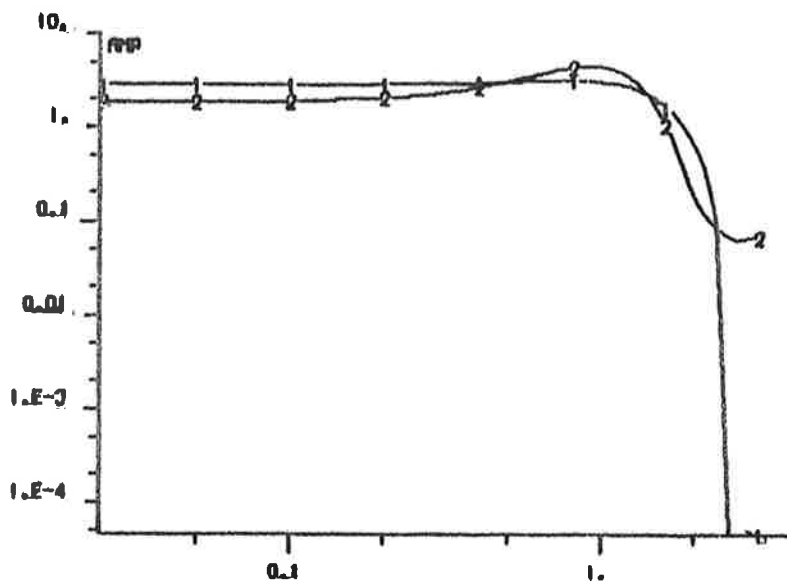


Fig 1.3b - Autospektra för data från DATA7 med 4 och 8 lags

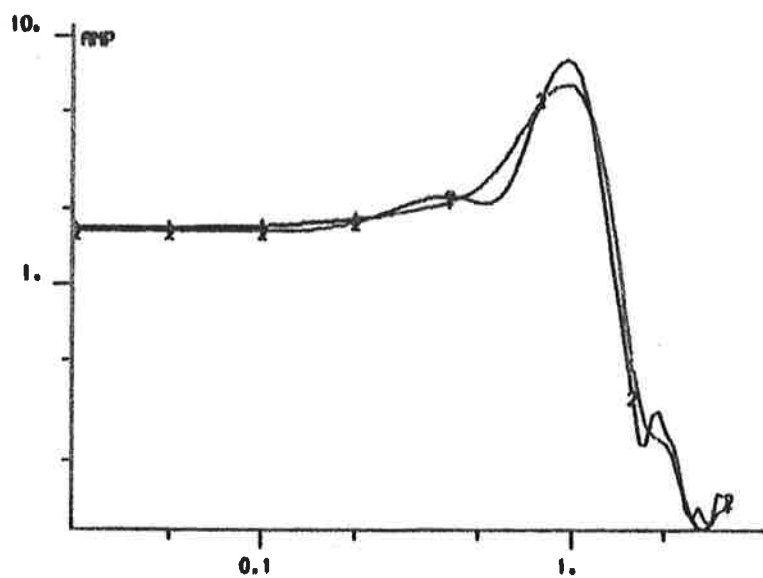


Fig 1.3c - Autospektra för
data från DATA7 med 16 och
32 lags

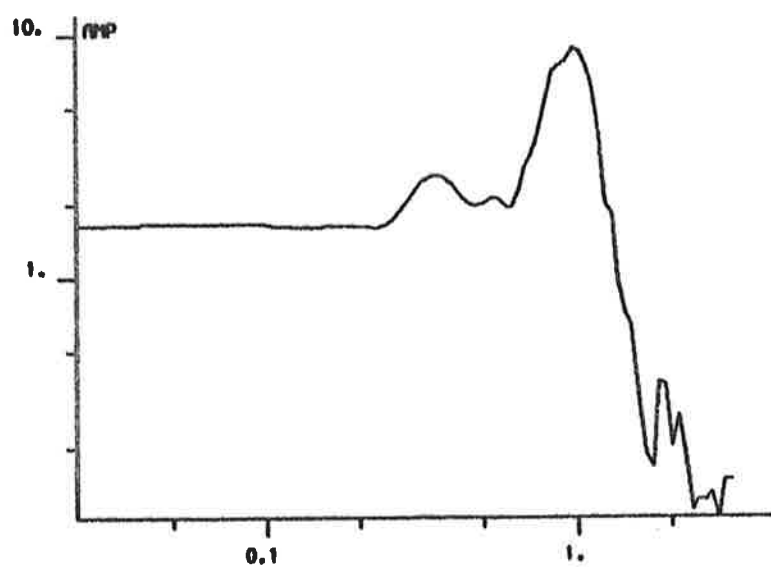


Fig 1.3d - Autospektra för
data från DATA7 med 64 lags

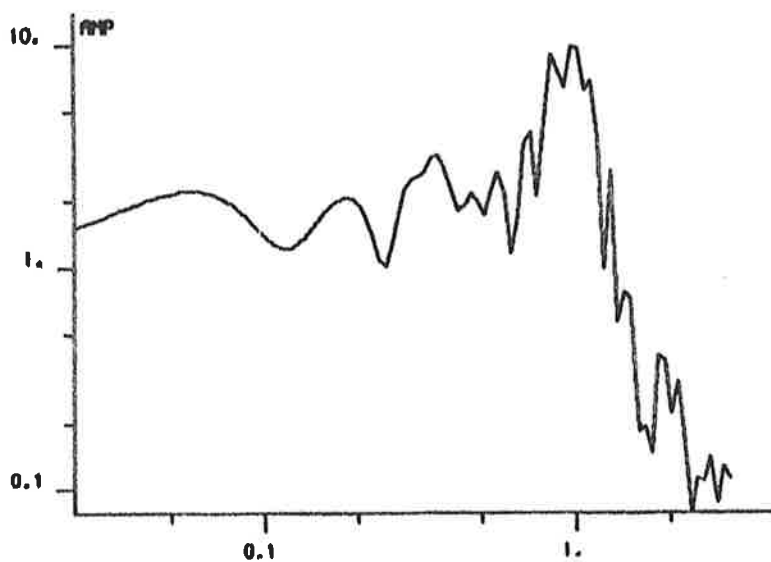


Fig 1.3e - Autospektra för
data från DATA7 med 128 lags

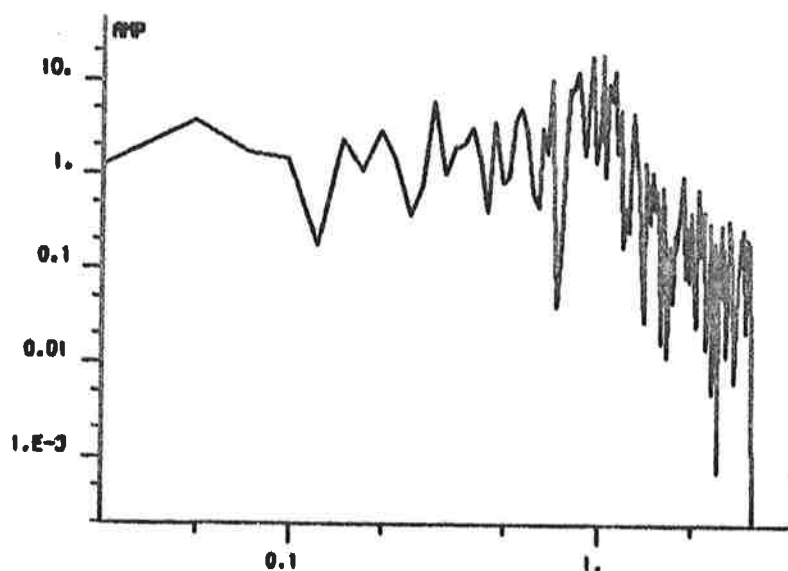


Fig 1.3f - Autospektra för data från DATA7 med DFT utan fönster

DATA7 har genererats med systemet (dvs innehåller $y(t)$ från)

$$\text{SYS3 : } (1 - 1.8q^{-1} + 1.54q^{-2} - 0.592q^{-3})y(t) = (1. q^{-1} - 0.9q^{-2} + 0.196q^{-3})u(t) + 0.2(1 - 0.5q^{-1} + 0.24q^{-2} + 0.37q^{-3})e(t)$$

$u(t)$ PRBS, $e(t) \in N(0,1)$

4. Undersökning av data från datafilen DATA8.

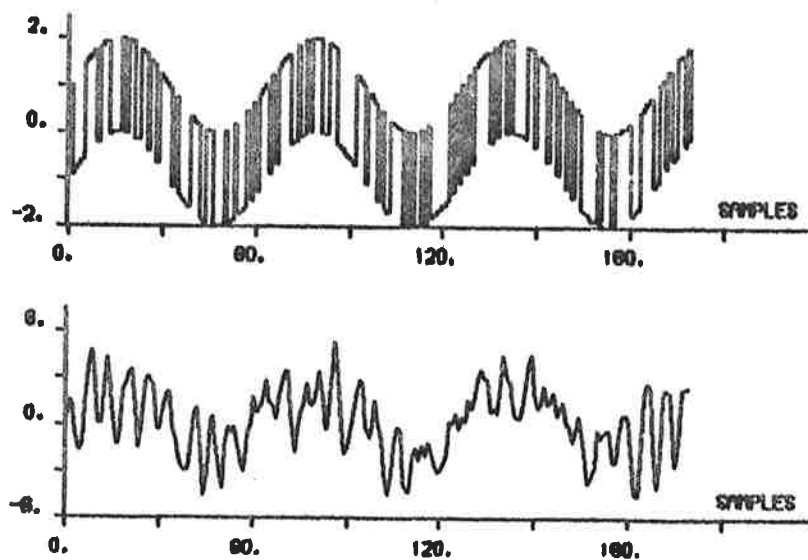


Fig 1.4a - Plottning av data från DATA8, insignalen i kolonn 1 och utsignalen i kolonn 2

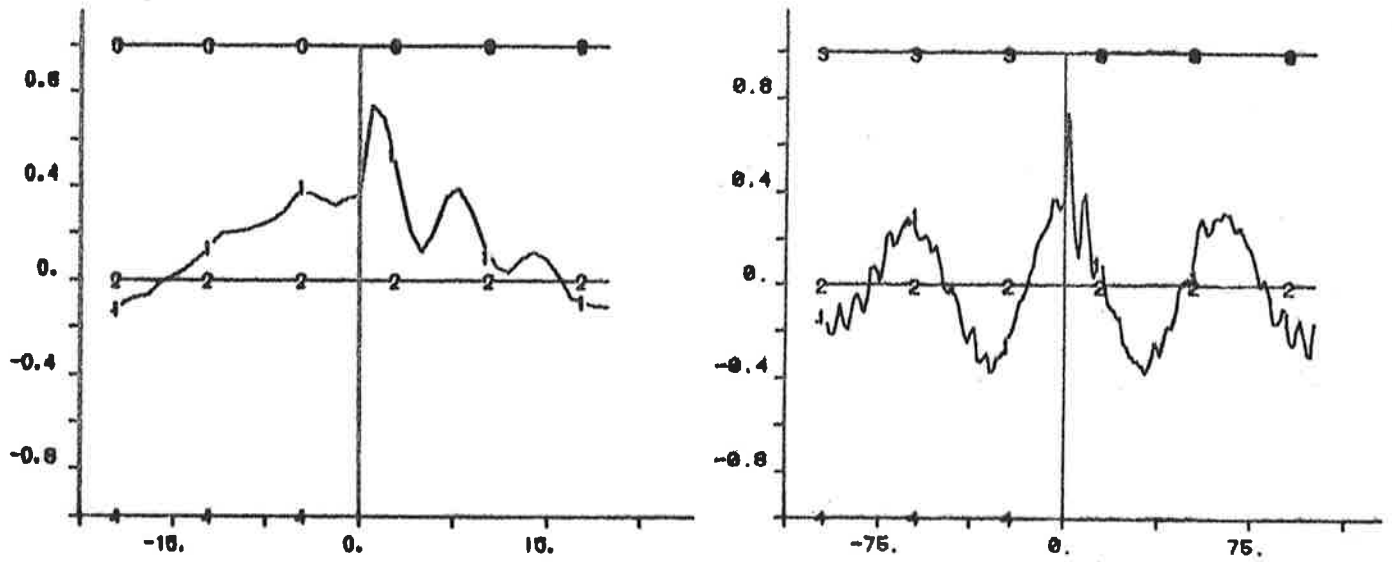


Fig 1.4b - Korskorrelationsfunktionen för data från DATA8 med 20 resp. 100 lags

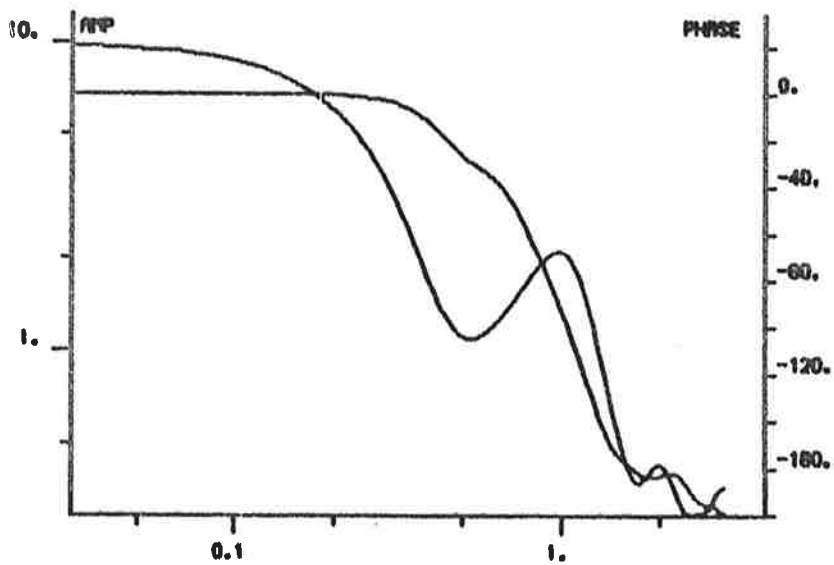


Fig 1.4c - Korsspektra för data från DATA8 (20 lags)

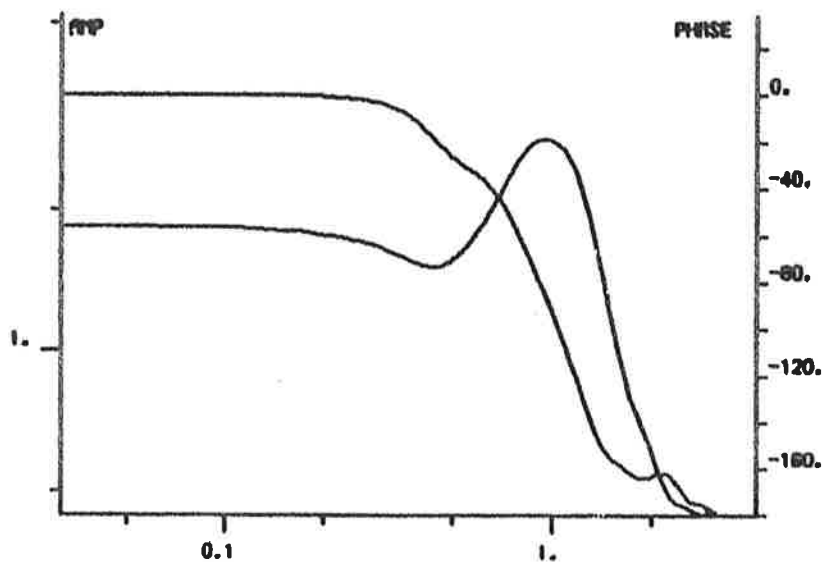


Fig 1.4d - Överföringsfunktionen för data från DATA8 (20 lags)

Prewhitening utfördes på data från DATA8 med gradtalet 10, 20 resp. 30 på filtret.

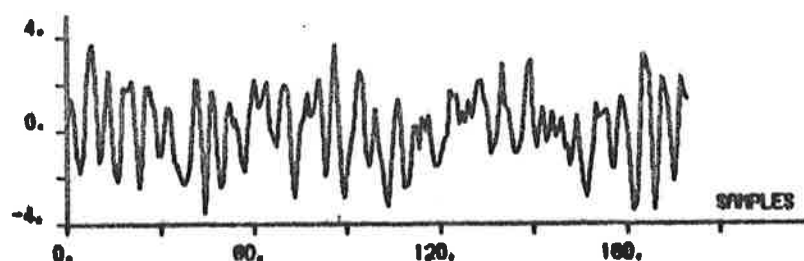
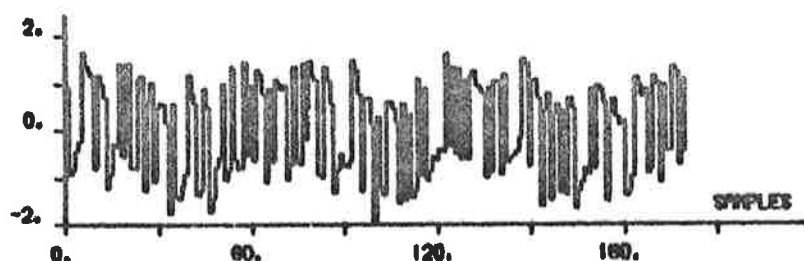


Fig 1.4e - Plottning av data från DATA8 efter prewhitening gjorts med gradtalet 10 på filtret

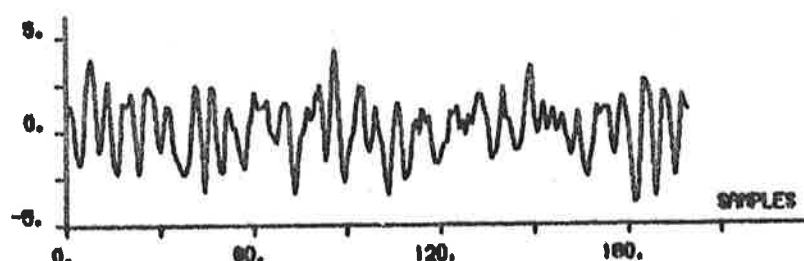
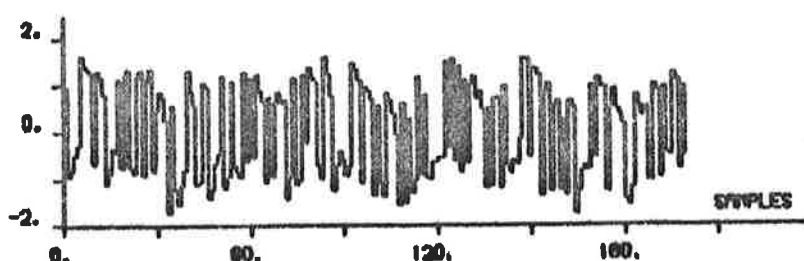


Fig 1.4f - Plottning av data från DATA8 efter prewhitening gjorts med gradtalet 20 på filtret

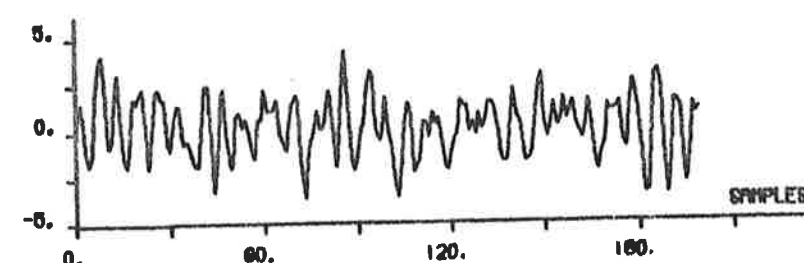
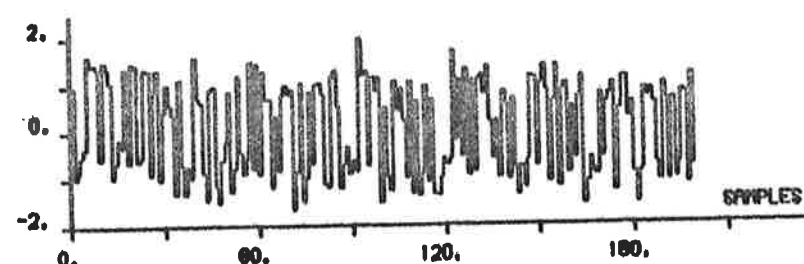


Fig 1.4g - Plottning av data från DATA8 efter prewhitening gjorts med gradtalet 30 på filtret

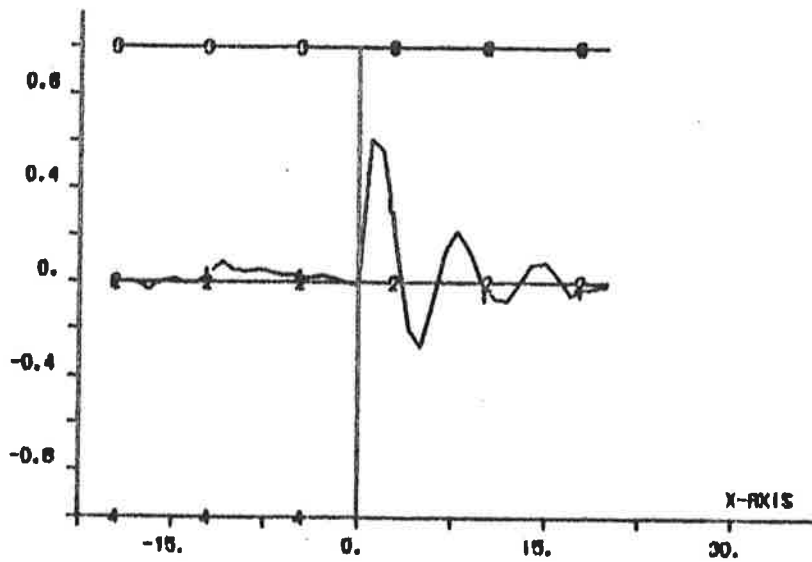


Fig 1.4h - Korskorrelationsfunktion för data från DATA8 efter prewhitening gjorts med gradtalet 10 på filtret

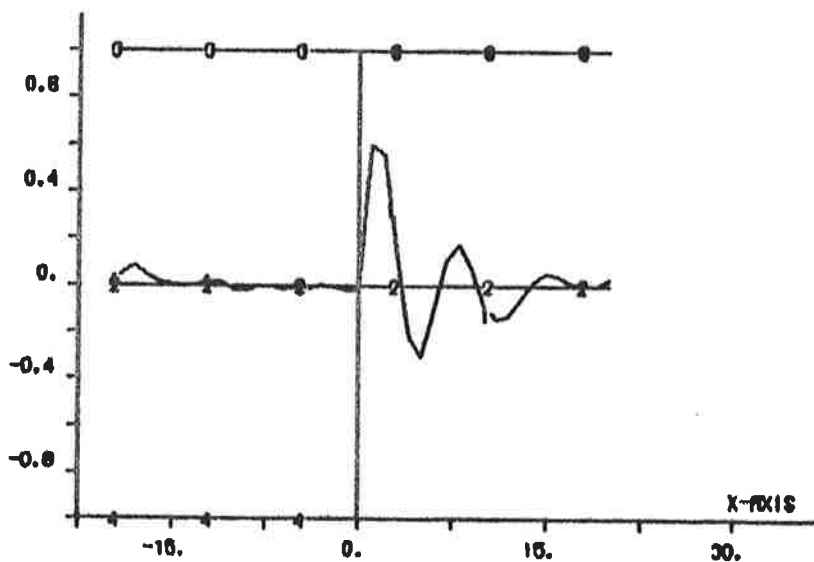


Fig 1.4i - Korskorrelationsfunktion för data från DATA8 efter prewhitening gjorts med gradtalet 20 på filtret

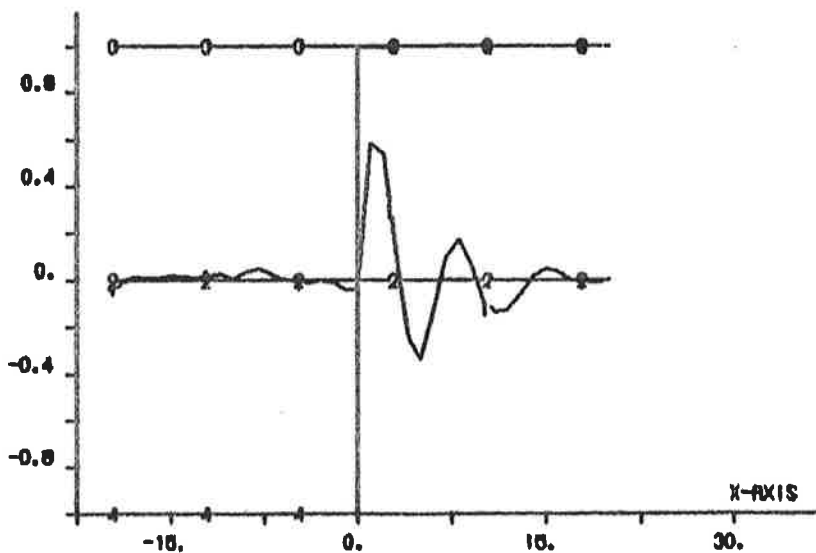


Fig 1.4j - Korskorrelationsfunktion för data från DATA8 efter prewhitening gjorts med gradtalet 30 på filtret

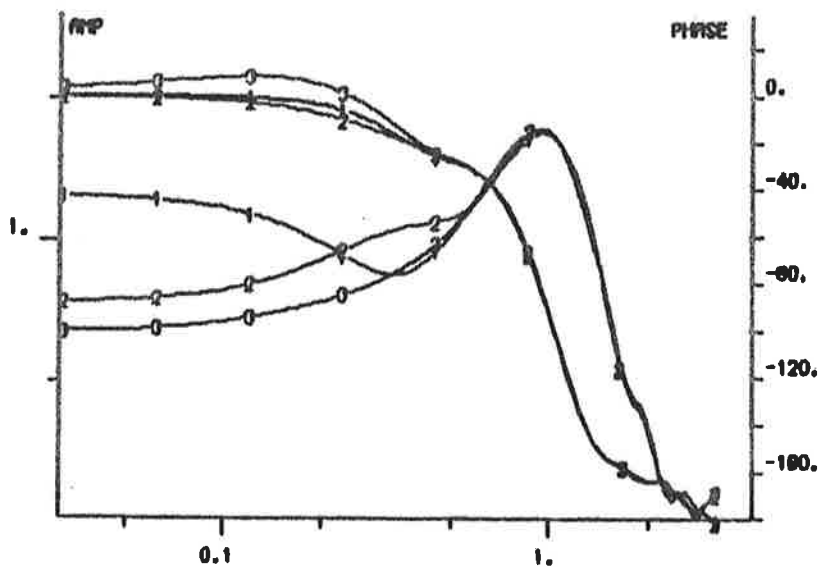


Fig 1.4k - Korsspektra för data från DATA8 efter prewhitening gjorts med gradtalet 10, 20 resp. 30 på filtret (20 lags)

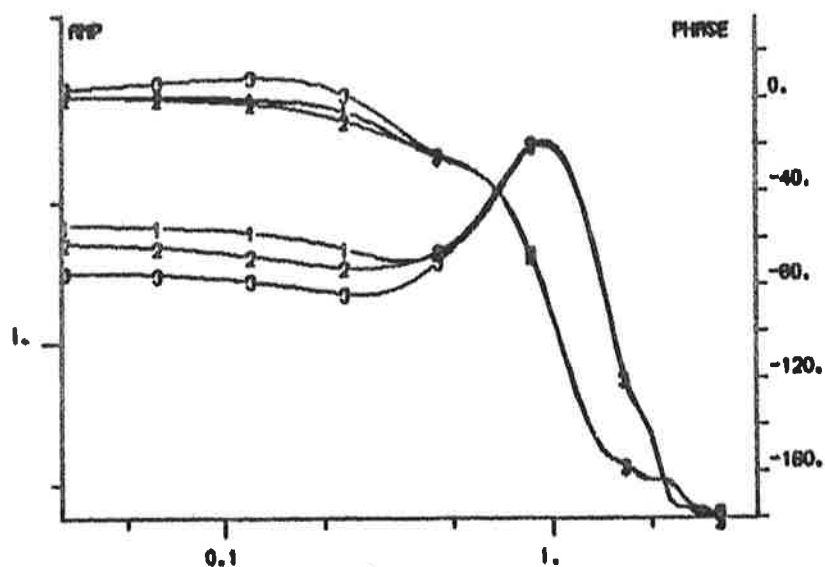


Fig 1.4l - Överföringsfunktionerna för data från DATA8 efter prewhitening gjorts med gradtalet 10, 20 resp. 30 på filtret (20 lags)

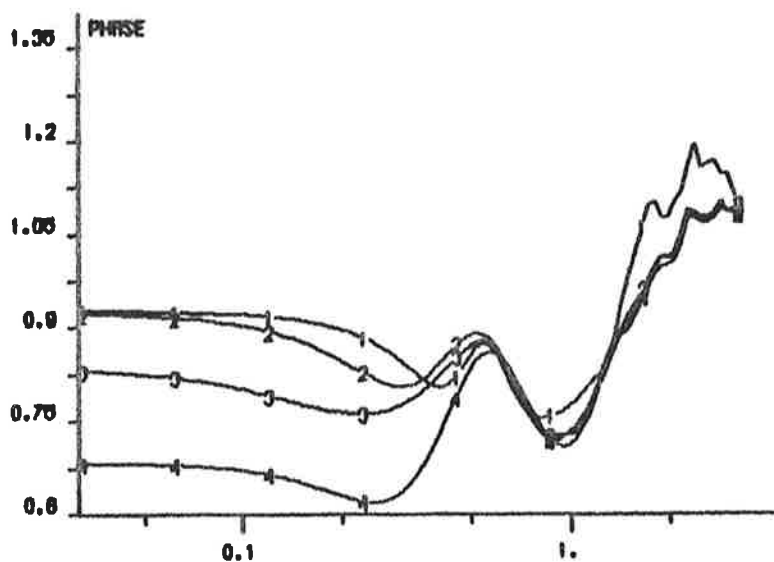


Fig 1.4m - Koherensfunktionerna för data från DATA8 innan och efter prewhitening gjorts med gradtalet 10, 20 resp. 30 på filtret (20 lags)

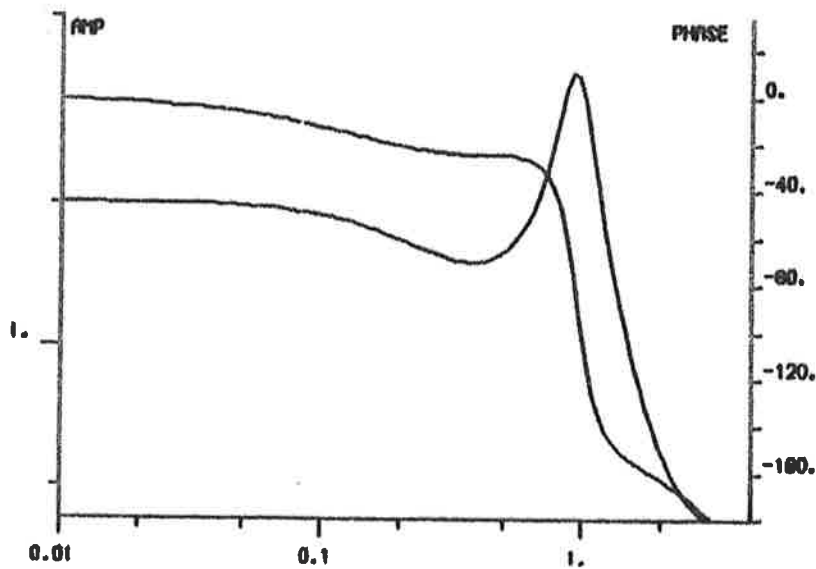


Fig 1.4n - Överföringsfunktion för det simulerade systemet SYS3

DATA8 innehåller samma data som i DATA7 men här finns både in- och utsignalen med.

Till båda har adderats en sinussignal genererad med kommandot INSI, subkommando SINE 0.1 0.

IDPAC ÖVNING 2

Dataanalys

1. Undersök DATA3. Beräkna medelvärde, standardavvikelse, maximala och minimala värden. Jämför standardavvikelse och medelvärde med maximum och minimum. Vad är fel?
Korriger felaktiga värden. Undersök ånyo dataserien och beräkna statistiska storheter som ovan.
Ta bort medelvärdet (SCLOP). Titta på resultatet.
Vad säger autokovariansfunktionen om brusets karaktär?
2. Undersök DATA4. Kontrollera att data ser rimliga ut.
Renodla störningarna genom att ta bort den nyttiga signalen. Prova gärna olika gradtal på det approximerande polynomet. Titta på resultatet- både störningssignalen och den nyttiga signalen.
Dela upp störningen i två bitar. Kontrollera varje bit för sig- beräkna statistik, jämför med plottar och beräkna autokovariansfunktionerna.

Anm.

Två macro's finns tillgängliga som underlättar användandet av IDPAC.

HELPSYN ger på skärmen den fullständiga syntaxen för ett visst kommando. Om man vill veta syntaxen för kommandot STAT skriver man

HELPSYN STAT

HELPIF ger dessutom litet ytterligare information om vad ett visst kommando gör. Man skriver exempelvis

HELPIF STAT

KOMMANDON FÖR ÖVNING 2

Beräkna medelvärde, varians, max., min.m.m.

STAT DATA

Lista en datafil [från punkt IF, antal NUM].

LIST DATA [IF NUM]

Plotta en datafil [eller två] med 200 data per sida. Automatskalning om ej YMI, YMA ges.

PLOT (200) DATA1 [DATA2][YMI YMA]
PAGE (Nästa 200 data)
KILL (Avbryt plottning)

Plotta data med möjlighet till korrigering av enstaka punkter. Plottar i block om 50 punkter med automatskalning. Med subkommandot ALTER NR skrivs värdet av punkt NR ut varefter ett korrigerat värde kan instoppas. Med < och > stegas bakåt resp. framåt i datafilen.

PLMAG DATA
P[LBEG] NR (Börja i punkt NR)
PA[GE] (Nästa block)
KILL (Glöm ändringarna)
X (Klart, återvänd)
A[ALTER] NR (Ändra punkt NR)

Gör en ny fil av punkt 25 till 75 i DATA.

CUT NYFIL < DATA 25 75

Tag bort en trend i form av polynom av gradtal 2 [anpassat till punkter 1 till 100].

TREND NYFIL < DATA 2 [1 100]

Addera/Subtrahera/Multiplitera/Dividera varje element i DATA med CONST.

SCLOP NYFIL < DATA OP CONST
OP: '+'/'-'/'*'/'/'

Addera/Subtrahera/Multiplitera/Dividera varje element i DATA1 med motsv. i DATA2.

VECOP NYFIL < DATA1 OP DATA2
OP: '+'/'-'/'*'/'/'

Beräkna autokovariansfunktionen för DATA med upp till 30 lags.

ACOF NYFIL < DATA 30

OBS. Denna kommandolista innehåller ej den fullständiga kommandosyntaxen för de använda kommandona. Uttryck inom [...] betecknar optioner som ej behöver användas eller skrivas på terminalen.

Följande kommandon kan också tas upp på denna övning:

FHEAD, MOVE, CONC, SLIDE, FILT, DELET, EDIT, GETFIL, SAVFIL

IDPAC ÖVNING 2

Dataanalys

1. Undersökning av data från datafilen DATA3.

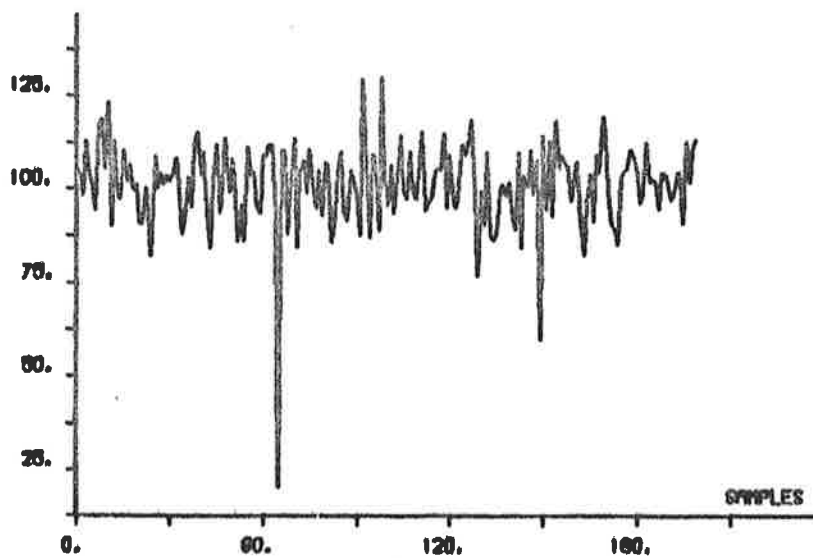


Fig 2.1a - Plottning av data
från DATA3

Statistik beräknade på data från DATA3.

SUM	=	20231.9
MEAN	=	101.159
VARIANCE	=	123.265
ST.DEV.	=	11.1025
MINIMUM	=	20.0490
MAXIMUM	=	129.865
LENGTH	=	200

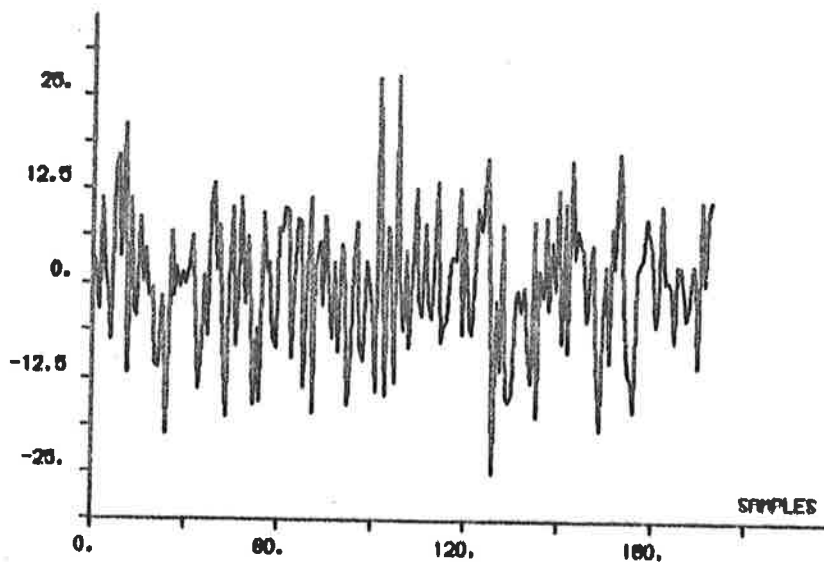


Fig 2.1b - Plottning av data från DATA3 efter felaktiga värden korrigerats och medelvärdet dragits bort

Statistik beräknade på data från DATA3 efter felaktiga värden korrigerats och medelvärdet dragits bort.

```
SUM      = -6.950665E-02
MEAN     = -3.475332E-04
VARIANCE = 81.8943
ST.DEV.  = 9.04955
MINIMUM  = -25.1256
MAXIMUM  = 28.1004
LENGTH   = 200
```

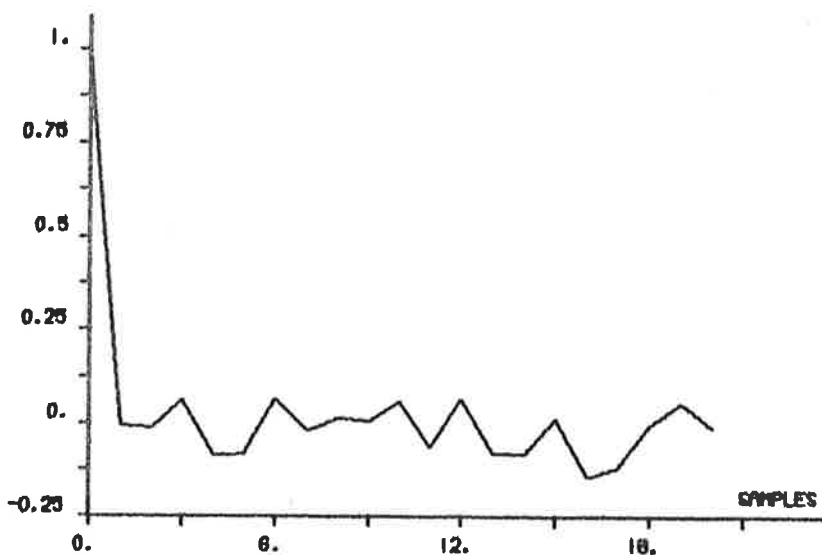


Fig 2.1c - Autokorrelationsfunktionen för data från DATA3 efter felaktiga värden korrigerats och medelvärdet dragits bort

DATA3 innehåller 200 data och är genererad med kommandot INSI, subkommandot NORM 100 10. Filen innehåller 2 outliers.

2. Undersökning av data från datafilen DATA4.

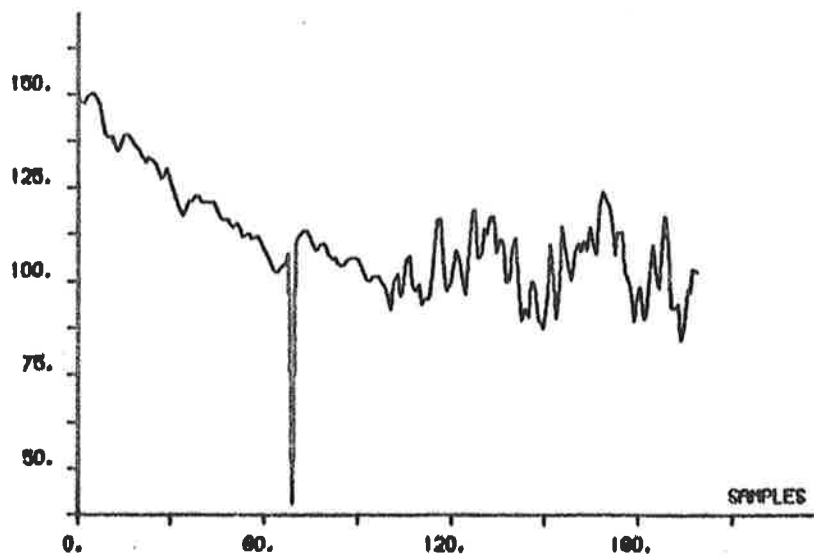


Fig 2.2a - Plottning av data från DATA4

Statistik beräknade på data från DATA4.

SUM	=	22159.7
MEAN	=	110.798
VARIANCE	=	234.804
ST.DEV.	=	15.3233
MINIMUM	=	40.2910
MAXIMUM	=	150.221
LENGTH	=	200

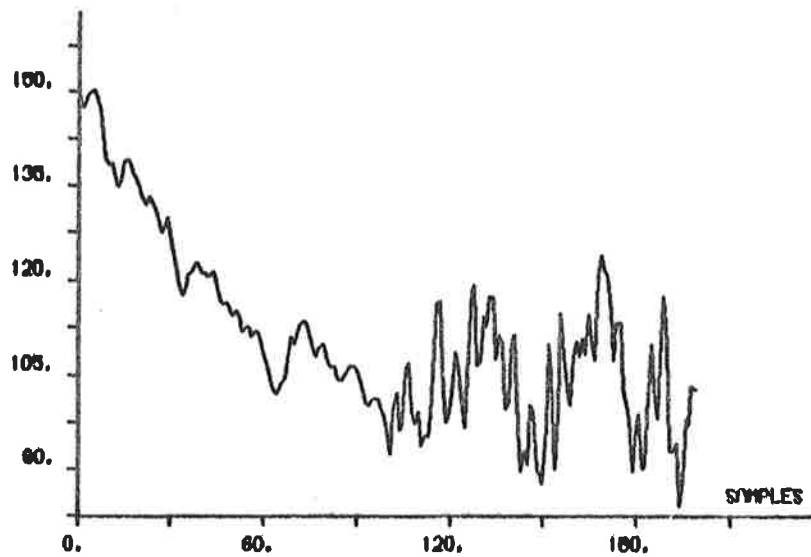


Fig 2.2b - Plottning av data från DATA4 efter felaktigt värde korrigerats

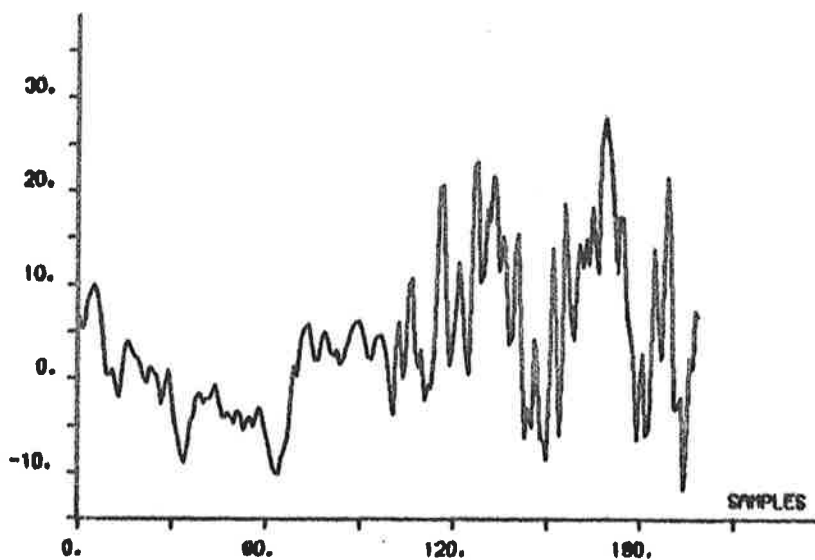


Fig 2.2c - Plottning av störningssignalen, gradtal 1 på det approximerande polynomet (data 1-100)

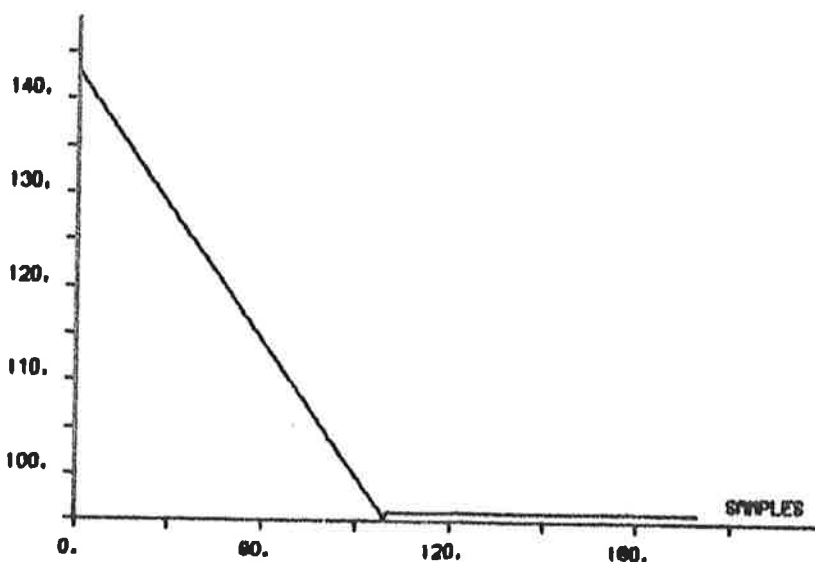


Fig 2.2d - Plottning av den nyttiga signalen, gradtal 1 på det approximerande polynomet (data 1-100)

Statistik beräknade på den första biten av störningssignalen,
data 1 - 100.

```
SUM      = 2.63218
MEAN     = 2.632182E-02
VARIANCE = 21.5562
ST.DEV.  = 4.64287
MINIMUM  = -10.3484
MAXIMUM  = 9.82495
LENGTH   = 100
```

Statistik beräknade på den andra biten av störningssignalen,
data 101 - 200.

```
SUM      = 734.843
MEAN     = 7.34843
VARIANCE = 81.5718
ST.DEV.  = 9.03171
MINIMUM  = -11.8569
MAXIMUM  = 27.9142
LENGTH   = 100
```

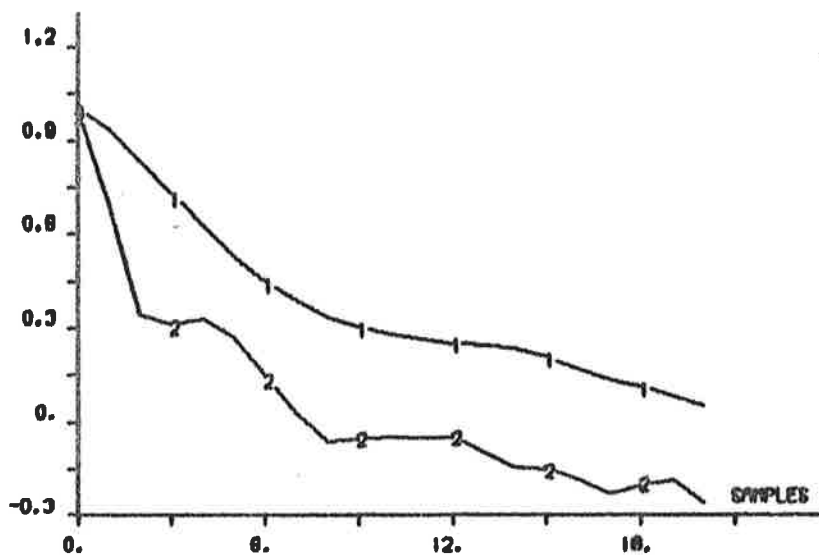


Fig 2.2e - Autokorrelationsfunktionerna för störningssignalerna, bit 1 och 2

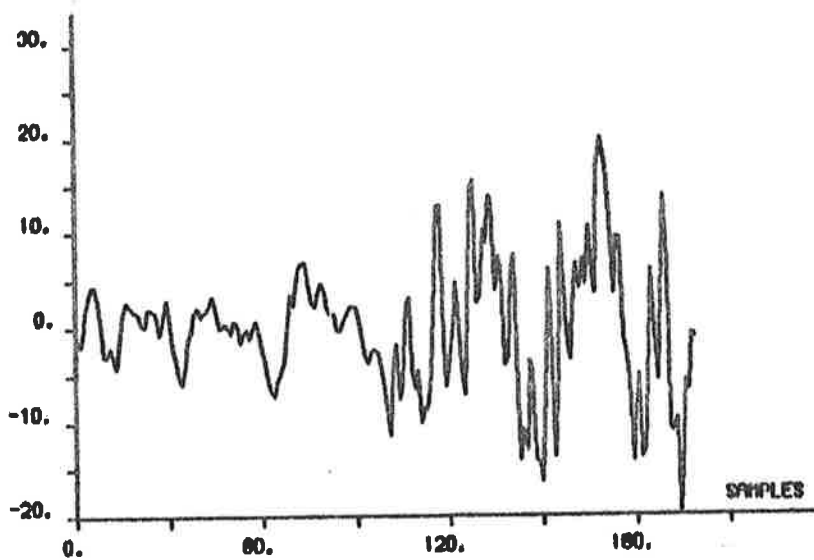


Fig 2.2f - Plottning av störningssignalen, gradtal 2 på det approximerande polynomet (data 1-100)

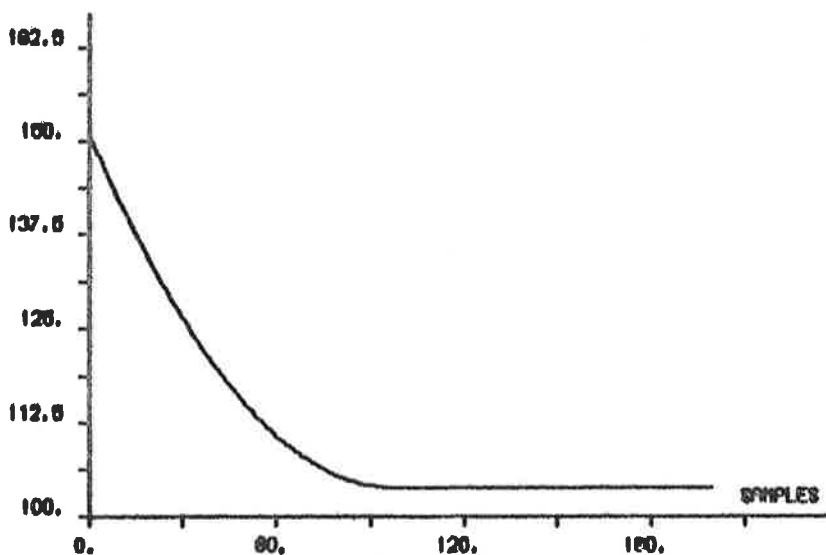


Fig 2.2g - Plottning av den nyttiga signalen, gradtal 2 på det approximerande polynomet (data 1-100)

Statistik beräknade på den första biten av störningssignalen, data 1 - 100.

SUM	=	-5.68228
MEAN	=	-5.682282E-02
VARIANCE	=	8.92426
ST.DEV.	=	2.98735
MINIMUM	=	-7.42591
MAXIMUM	=	6.84232
LENGTH	=	100

Statistik beräknade på den andra biten av störningssignalen,
data 101 - 200.

SUM	=	-47.7124
MEAN	=	-.477124
VARIANCE	=	81.5718
ST.DEV.	=	9.03171
MINIMUM	=	-19.6824
MAXIMUM	=	20.0886
LENGTH	=	100

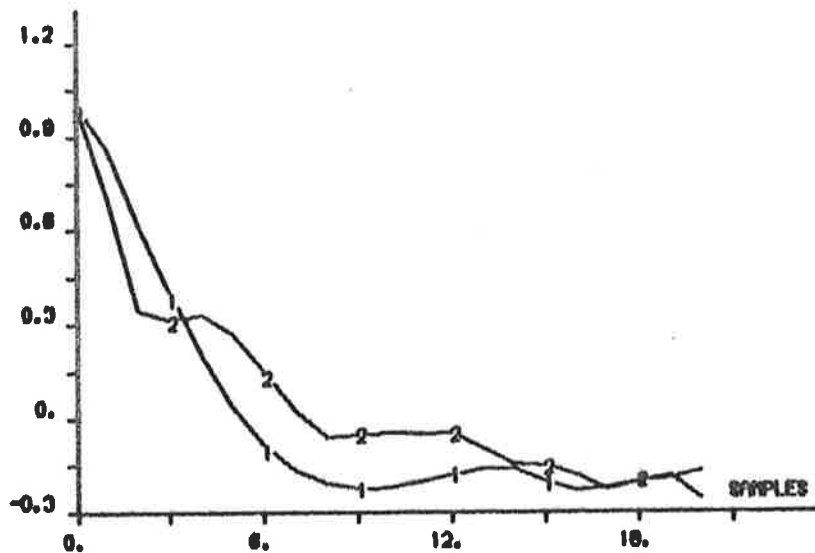


Fig 2.2f - Autokorrelationsfunktionerna för störningssignalerna, bit 1 och 2

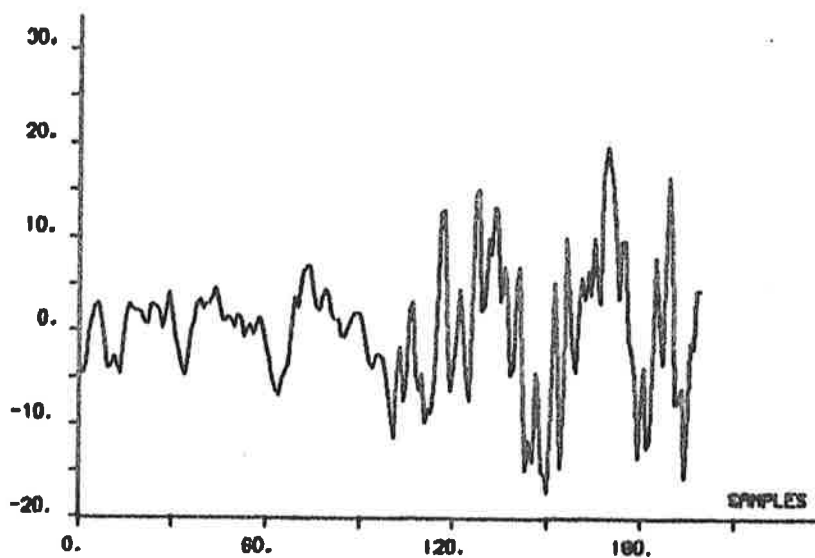


Fig 2.2g - Plotting av störningssignalen, gradtal 3 på det approximerande polynomet (data 1-200)

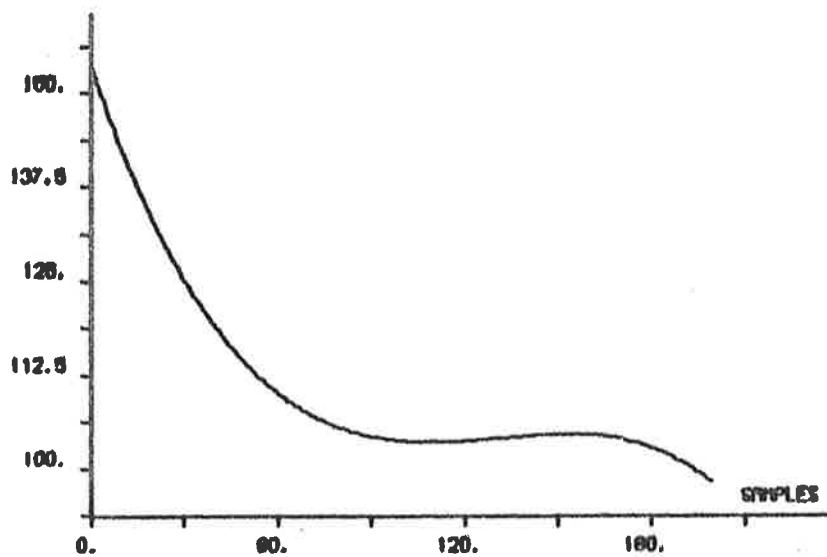


Fig 2.2h - Plottning av den nyttiga signalen, gradtal 3 på det approximerande polynomet (data 1-200)

Statistik beräknade på den första biten av störningssignalen, data 1 - 100.

SUM	=	20.5991
MEAN	=	.205991
VARIANCE	=	9.29502
ST.DEV.	=	3.04877
MINIMUM	=	-6.92056
MAXIMUM	=	6.94927
LENGTH	=	100

Statistik beräknade på den andra biten av störningssignalen, data 101 - 200.

SUM	=	-16.3777
MEAN	=	-.163777
VARIANCE	=	77.4297
ST.DEV.	=	8.79942
MINIMUM	=	-17.4421
MAXIMUM	=	19.7879
LENGTH	=	100

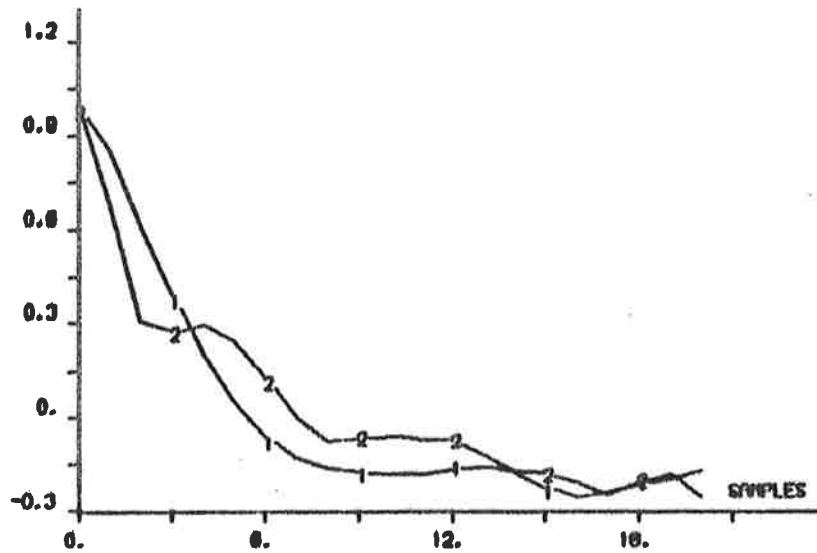


Fig 2.2h - Autokorrelationsfunktionerna för störningssignalerna, bit 1 och 2

DATA4 innehåller 200 data ("insvängningsförlopp + bortfall av mätgivare").

$$y(t) = \begin{cases} 100 + \frac{(t-100)^2}{200} + e_1(t) & 1 \leq t \leq 100 \\ 100 + e_2(t) & \end{cases}$$

$e_1(t)$ och $e_2(t)$ är filtrerade brus. Lågpasfilter med cut-off frekvenserna 0.1 resp. 1. rad/s genererades med FILT.
 $y(70)$ är en outlier.

IDPAC ÖVNING 3

Minsta kvadrat och maximum likelihoodidentifiering.

1. Identifiera DATA1 med minsta kvadratmetoden. Insignalen ligger i första kolonnen och utsignalen i den andra.

Starta med ordningstal 1 och öka successivt.
 Titta på skattningar och skattade osäkerheter.
 Jämför AIC.
 Jämför förlustfunktionens värden för olika ordningstal.
 Gör F-test.
 Beräkna deterministiska utsignalerna och modellfelen.
 Beräkna modellernas överföringsfunktioner.
 Testa residualerna.

2. Identifiera DATA2 med minsta kvadratmetoden. Insignalen ligger i första kolonnen och utsignalen i den andra.

Identifiera med ordningstal 2.
 Jämför skattningarna med de som erhöles i uppgift 1.
 Testa residualerna.

3. Identifiera DATA2 med maximum likelihoodmetoden.

Starta med ordningstal 1 och öka successivt.
 Titta på skattningar och skattade osäkerheter.
 Jämför AIC.
 Jämför förlustfunktionens värden för olika ordningstal.
 Jämför med resultatet från uppgift 2.
 Gör F-test.
 Testa residualerna.
 Beräkna deterministiska utsignalerna och modellfelen.
 Jämför den erhållna modellen med vad som erhålles med spektralanalys.
 Beräkna modellernas och det verkliga systemets överföringsfunktioner och jämför dessa. Det verkliga systemet heter SYS2.

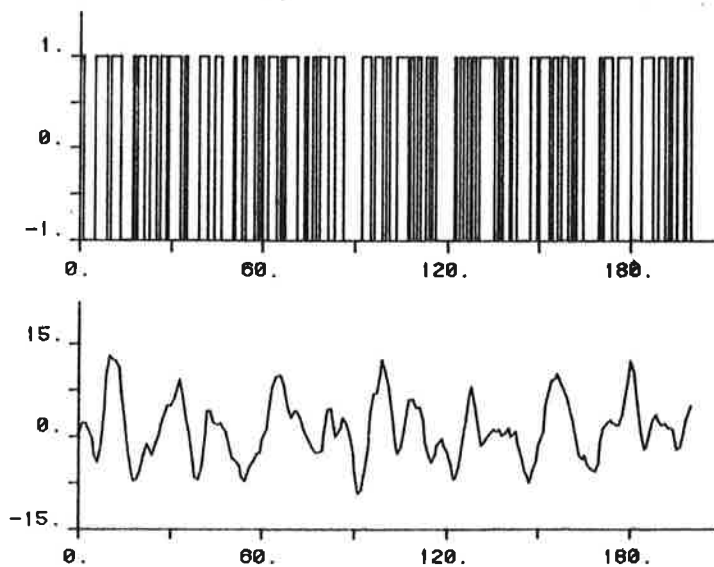
Extrauppgifter.

4. Identifiera DATA2 med olika ordningstal med minsta kvadratmetoden. Vilket ordningstal skulle man acceptera?
 Hur bra är denna modell? Tips: Använd SPTRF.
5. Beräkna störningsspektra för några modeller i uppgift 3.
6. Dela DATA2 i två lika delar. Bestäm en ML-modell för den ena halvan. Gör "korsvalidering" genom att testa denna modell på den andra halvan av data. Gör då residualtest och titta på deterministiska utsignalen.

KOMMANDON FÖR ÖVNING 3

Beräkna en modell med minsta kvadratmetoden av ordning N. Insignalen ligger i kolonn N1 och utsignalen i kolonn N2 av filen DATA.	LSID LSN < DATA(N1 N2) N
Testa vilket ordningstal som är lämpligt vid minsta kvadratidentifiering. Det högsta ordningstalet som testas är NMAX.	LSORD DATA(N1 N2) NMAX
Beräkna en modell med maximum likelihoodmetoden av ordning N.	ML MLN < DATA N
Gör residualtest för modellen MLN.	RESID RES < MLN DATA
Beräkna den deterministiska utsignalen från modellen MLN.	DETER DET < MLN DATA(1)
Beräkna modellfelet.	VECOP ERR < DATA(2) - DET
Beräkna den predikterade utsignalen.	VECOP PRED < DATA(2) - RES
Beräkna modellens överföringsfunktion.	SPTRF SS < MLN B/A
Lista en modellfil.	LIST (T) LSN
Plotta en datafil med 200 data på 1 sida.	PLOT (200) DATA(2)
Plotta en överföringsfunktion.	BODE SS
Dela en datafil i två delar.	CUT D1 < DATA2 1 100 CUT D2 < DATA2 101 200
Bestäm autospektrum för DATA(1), 50 lags	ASPEC AS < DATA(1) 50
Bestäm korsspektrum mellan DATA(1) och DATA(2), 50 lags. Resultatet i CS.	CSPEC CS < DATA(1 2) 50
Dividera korsspektrum med autospektrum för att få överföringsfunktionen, TRF.	FROP TRF < CS / AS
OBS: Denna kommandolista ger ej den fullständiga kommandosyntaxen.	

IDPAC ÖVNING 3

Minsta kvadrat och maximum likelihood identifiering

1. Identifiering av data i filen DATA1 med minsta kvadratmetoden.

Fig 3.1a - Plottning av data från DATA1, insignalen i kolumn 1 överst, utsignalen i kolumn 2 nederst.

Dessa data har genererats med systemet

$$\text{SYS1: } (1 - 1.5q^{-1} + 0.7q^{-2})y(t) = (1.0q^{-1} + 0.5q^{-2})u(t) + e(t)$$

$$u(t) \in \text{PRBS}; e(t) \in N(0,1)$$

DATA1 innehåller 200 data.

Fig. 3.1b - Modell av ordningstal 1 estimerad med minsta kvadratmetoden.

DISCRETE MISO TRANSFER FUNCTION

SAMPLE INTERVAL 1. S

LAMBDA 1.94386 +- 0.0971928

LOSS FUNCTION 377.857

AIC 841.445

APOLYNOMIAL

1. $q^{-0} - 0.894954 q^{-1}$

UNCERTAINTIES

0. $q^{-0} + 0.027377 q^{-1}$

BPOLYNOMIAL 1

$q^{-1} * (1.00897 q^{-0})$

UNCERTAINTIES

$q^{-1} * (0.137907 q^{-0})$

CPOLYNOMIAL

1. q^{-0}

END

Fig 3.1c - Modell av ordningstal 2 estimerad med minsta kvadratmetoden.

```

DISCRETE MISO TRANSFER FUNCTION
SAMPLE INTERVAL 1. S
LAMBDA 0.941999 +- 0.0470999
LOSS FUNCTION 88.7362
AIC 559.675

APOLYNOMIAL
1.  $q^{-0} - 1.47478 q^{-1} + 0.668105 q^{-2}$ 

UNCERTAINTIES
0.  $q^{-0} + 0.0344963 q^{-1} + 0.0335634 q^{-2}$ 

BPOLYNOMIAL 1
 $q^{-1} * (0.949416 q^{-0} + 0.487406 q^{-1} )$ 

UNCERTAINTIES
 $q^{-1} * (0.0670857 q^{-0} + 0.0754527 q^{-1} )$ 

CPOLYNOMIAL
1.  $q^{-0}$ 

END

```

Fig 3.1d - Modell av ordningstal 3 estimerad med minsta kvadratmetoden.

```

DISCRETE MISO TRANSFER FUNCTION
SAMPLE INTERVAL 1. S
LAMBDA 0.939136 +- 0.0469568
LOSS FUNCTION 88.1977
AIC 566.457

APOLYNOMIAL
1.  $q^{-0} - 1.49367 q^{-1} + 0.675084 q^{-2} + 0.00633101 q^{-3}$ 

UNCERTAINTIES
0.  $q^{-0} + 0.071834 q^{-1} + 0.111147 q^{-2} + 0.0583925 q^{-3}$ 

BPOLYNOMIAL 1
 $q^{-1} * (0.949794 q^{-0} + 0.464774 q^{-1} - 0.0899949 q^{-2} )$ 

UNCERTAINTIES
 $q^{-1} * (0.0675662 q^{-0} + 0.0955361 q^{-1} + 0.0836022 q^{-2} )$ 

CPOLYNOMIAL
1.  $q^{-0}$ 

END

```

Fig 3.1e - Autokorrelationsfunktionen för residualerna från första ordningens modell.

VARIANCE OF THE RESIDUALS:
3.76970

NUMBER OF CHANGES OF SIGN
OF THE RESIDUALS: 68

5 PERCENT TOLERANCE LIMITS:
85 113

TEST OF INDEPENDENCE OF THE
RESIDUALS

$E(\text{RES}(T) * \text{RES}(T + \text{TAU}))$
FOR: $0 < \text{TAU} < 11$

TEST QUANTITY: 142.710
DEGREES OF FREEDOM: 10

TEST OF NORMALITY

TEST QUANTITY: 18.0874
DEGREES OF FREEDOM: 17

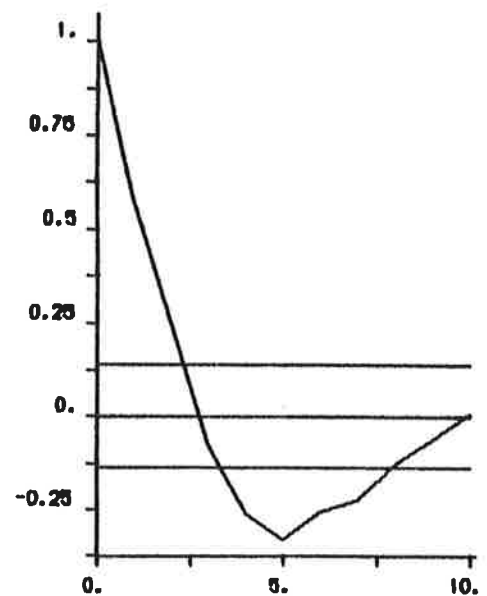


Fig 3.1f - Korskorrelationsfunktionen mellan insignalen och residualerna från första ordningens modell.

TEST OF INDEPENDENCE BETWEEN
RESIDUALS AND INPUT: 1

$E(\text{RES}(T) * U(T + \text{TAU}))$
FOR: $1 < \text{TAU} < 12$

TEST QUANTITY: 113.539
DEGREES OF FREEDOM: 10

$E(\text{RES}(T) * U(T + \text{TAU}))$
FOR: $-10 < \text{TAU} < 1$

TEST QUANTITY: 6.63734
DEGREES OF FREEDOM: 10

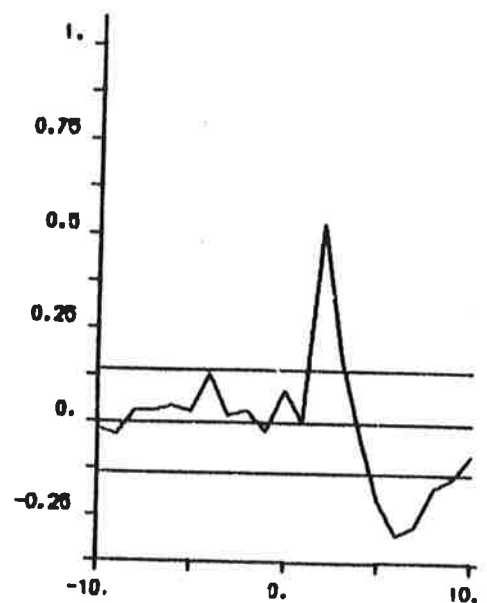


Fig 3.1g - Autokorrelationsfunktionen för residualerna från andra ordningens modell.

VARIANCE OF THE RESIDUALS:
.859957

NUMBER OF CHANGES OF SIGN
OF THE RESIDUALS: 102

5 PERCENT TOLERANCE LIMITS:
85 113

TEST OF INDEPENDENCE OF THE
RESIDUALS

$E(\text{RES}(T) * \text{RES}(T + \text{TAU}))$
FOR: $0 < \text{TAU} < 11$

TEST QUANTITY: 5.70785
DEGREES OF FREEDOM: 10

TEST OF NORMALITY

TEST QUANTITY: 13.3700
DEGREES OF FREEDOM: 17

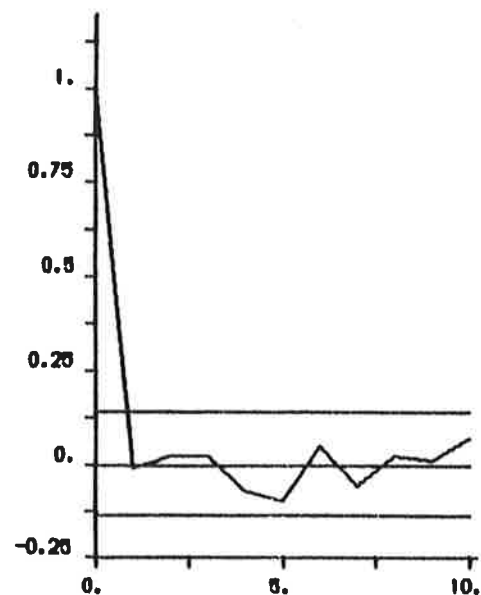


Fig 3.1h - Korskorrelationsfunktionen mellan insignalen och residualerna från andra ordningens modell.

TEST OF INDEPENDENCE BETWEEN
RESIDUALS AND INPUT: 1

$E(\text{RES}(T) * U(T + \text{TAU}))$
FOR: $2 < \text{TAU} < 13$

TEST QUANTITY: 5.74761
DEGREES OF FREEDOM: 10

$E(\text{RES}(T) * U(T + \text{TAU}))$
FOR: $-10 < \text{TAU} < 1$

TEST QUANTITY: 13.4755
DEGREES OF FREEDOM: 10

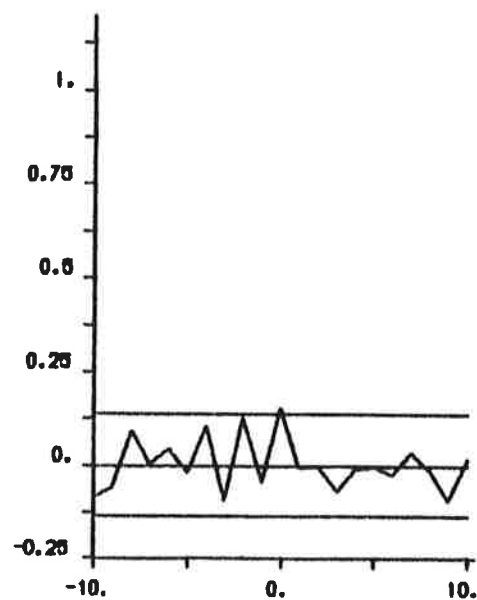


Fig 3.1i - Autokorrelationsfunktionen för residualerna från tredje ordningens modell.

VARIANCE OF THE RESIDUALS:
.855002

NUMBER OF CHANGES OF SIGN
OF THE RESIDUALS: 102

5 PERCENT TOLERANCE LIMITS:
85 113

TEST OF INDEPENDENCE OF THE
RESIDUALS

$E(\text{RES}(T) * \text{RES}(T + \text{TAU}))$
FOR: $0 < \text{TAU} < 11$

TEST QUANTITY: 5.55926
DEGREES OF FREEDOM: 10

TEST OF NORMALITY

TEST QUANTITY: 7.68138
DEGREES OF FREEDOM: 17

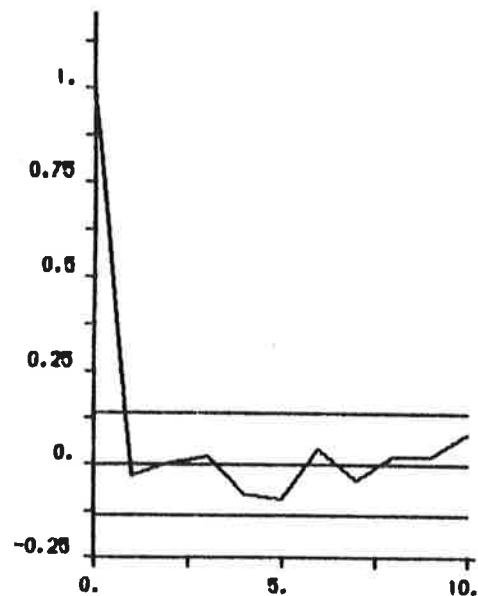


Fig 3.1j - Korskorrelationsfunktionen mellan insignalen och residualerna från tredje ordningens modell.

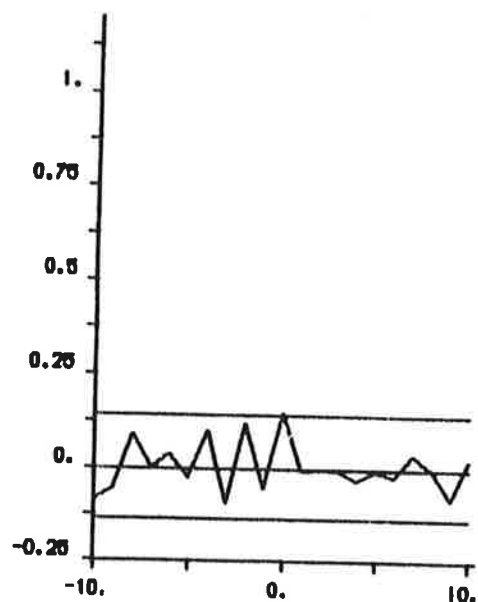
TEST OF INDEPENDENCE BETWEEN
RESIDUALS AND INPUT: 1

$E(\text{RES}(T) * U(T + \text{TAU}))$
FOR: $3 < \text{TAU} < 14$

TEST QUANTITY: 4.35400
DEGREES OF FREEDOM: 10

$E(\text{RES}(T) * U(T + \text{TAU}))$
FOR: $-10 < \text{TAU} < 1$

TEST QUANTITY: 12.8703
DEGREES OF FREEDOM: 10



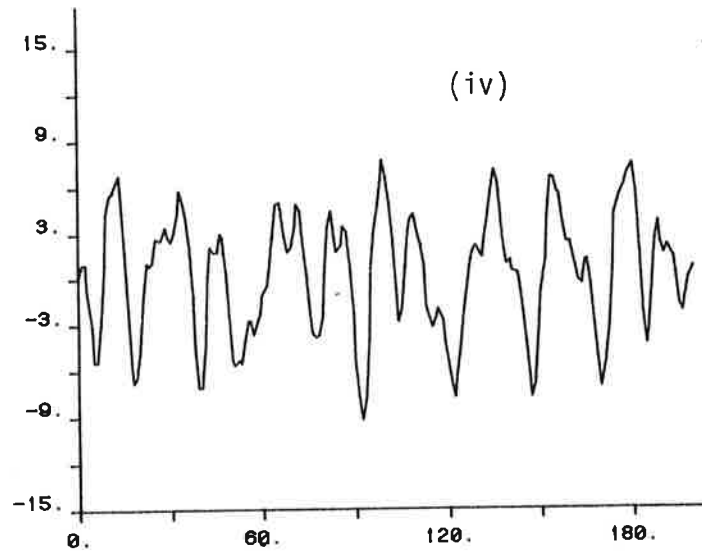
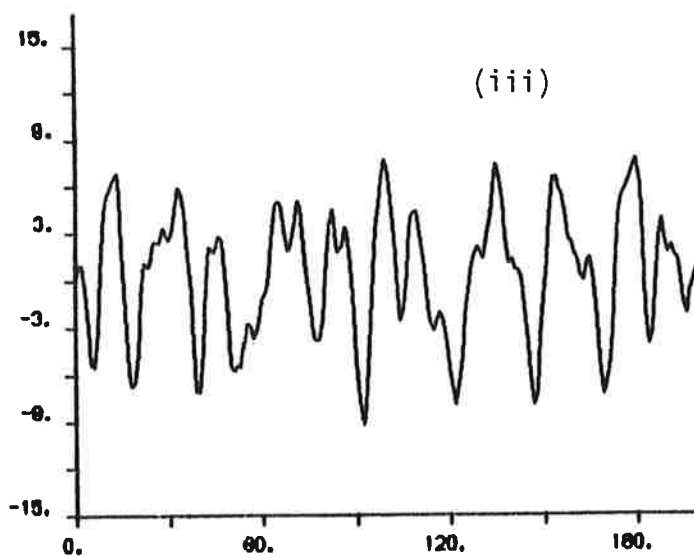
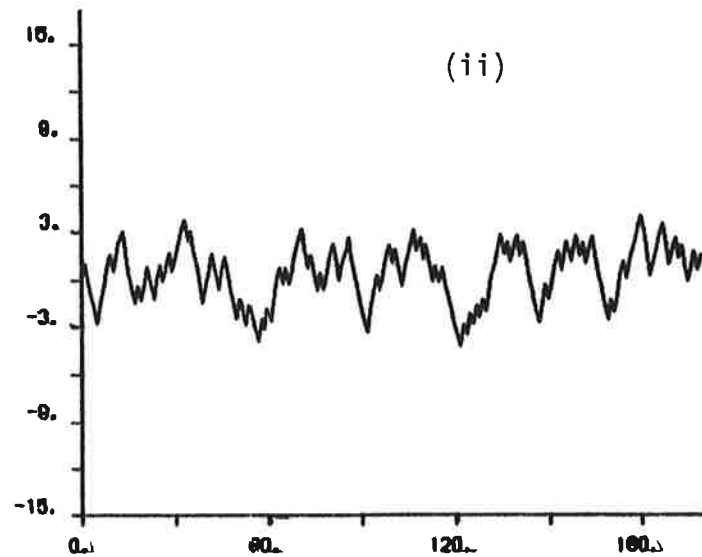
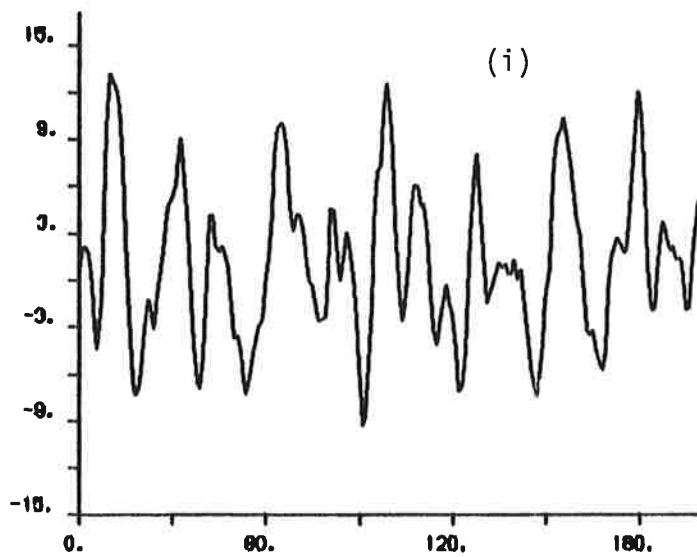


Fig 3.1k - Den verkliga utsignalen (i) och utsignalerna från den deterministiska delen av modellerna av ordning 1 (ii), 2 (iii) och 3 (iv).

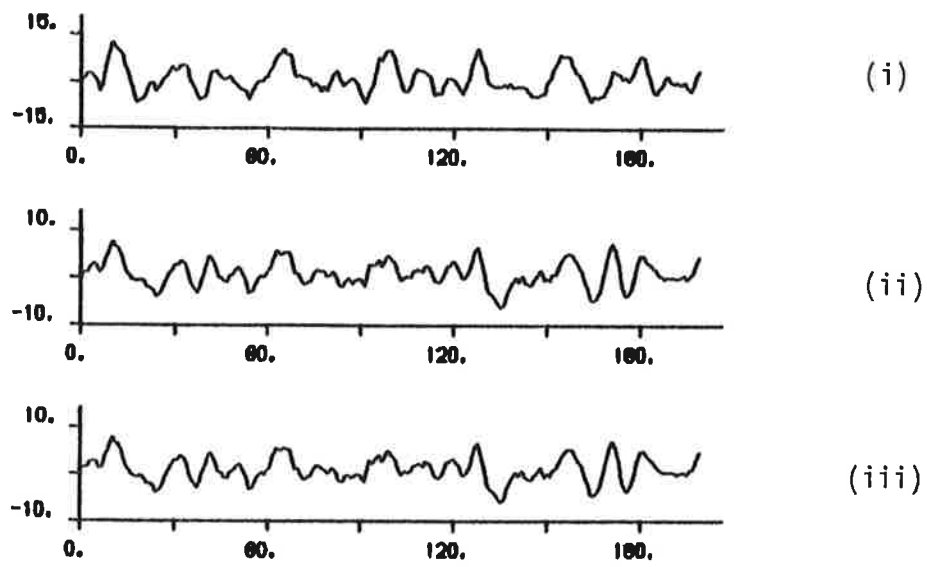


Fig 3.11 - Modellfelen för modellerna av ordning 1 (i), 2 (ii) och 3 (iii).

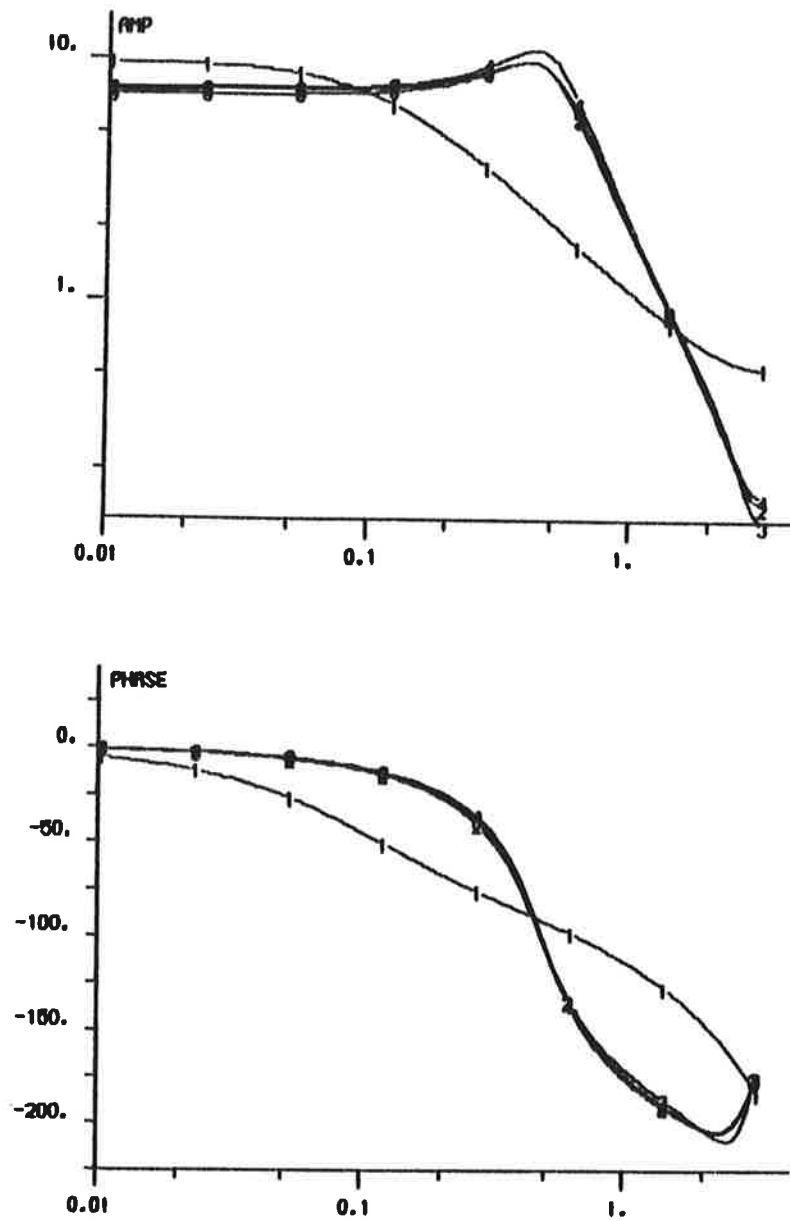


Fig 3.1m - Överföringsfunktionerna för modellerna av ordning 1 (1), 2 (2) och 3 (3) samt för systemet SYS1 (4).

2. Identifiering av data i filen DATA2 med minsta kvadratmetoden.

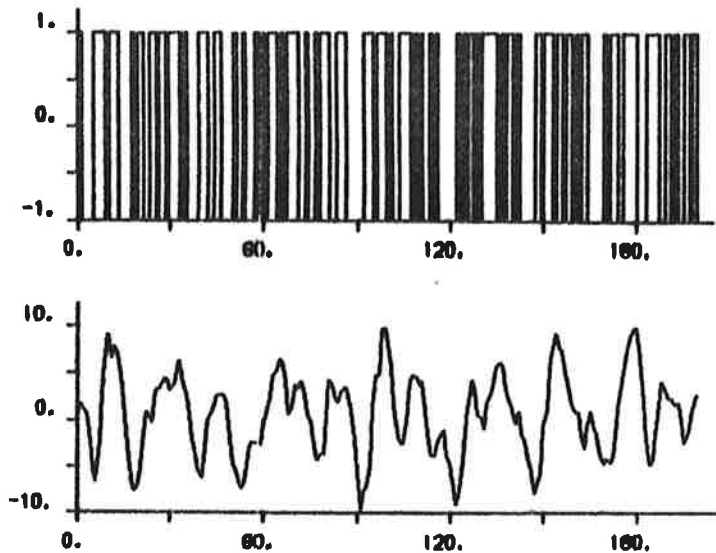


Fig 3.2a - Plottning av data från DATA2, insignalen i kolumn 1 överst, utsignalen i kolumn 2 underst.

Dessa data har genererats med systemet:

$$\begin{aligned} \text{SYS2: } (1 - 1.5q^{-1} + 0.7q^{-2})y(t) &= \\ &= (1.0q^{-1} + 0.5q^{-2})u(t) + \\ &+ (1 - 1.0q^{-1} + 0.2q^{-2})e(t) \end{aligned}$$

$u(t) \in \text{PRBS}$; $e(t) \in N(0,1)$

DATA2 innehåller 200 data.

Fig 3.2b - Modell av ordningstal 2 identifierad med minsta kvadratmetoden.

DISCRETE MISO TRANSFER FUNCTION

SAMPLE INTERVAL 1. S

LAMBDA 1.24948 +- 0.0624742

LOSS FUNCTION 156.121

AIC 672.667

APOLYNOMIAL

1. $q^{-0} - 1.23841 q^{-1} + 0.454504 q^{-2}$

UNCERTAINTIES

0. $q^{-0} + 0.046898 q^{-1} + 0.0458587 q^{-2}$

BPOLYNOMIAL 1

$q^{-1} * (0.842207 q^{-0} + 0.784084 q^{-1})$

UNCERTAINTIES

$q^{-1} * (0.0891455 q^{-0} + 0.098383 q^{-1})$

CPOLYNOMIAL

1. q^{-0}

END

Fig 3.2c - Autokorrelationsfunktionen för residualerna från andra ordningens modell.

VARIANCE OF THE RESIDUALS:
1.55939

NUMBER OF CHANGES OF SIGN
OF THE RESIDUALS: 124

5 PERCENT TOLERANCE LIMITS:
85 113

TEST OF INDEPENDENCE OF THE
RESIDUALS

$E(\text{RES}(T) * \text{RES}(T + \text{TAU}))$
FOR: $0 < \text{TAU} < 11$

TEST QUANTITY: 40.1348
DEGREES OF FREEDOM: 10

TEST OF NORMALITY

TEST QUANTITY: 7.55065
DEGREES OF FREEDOM: 17

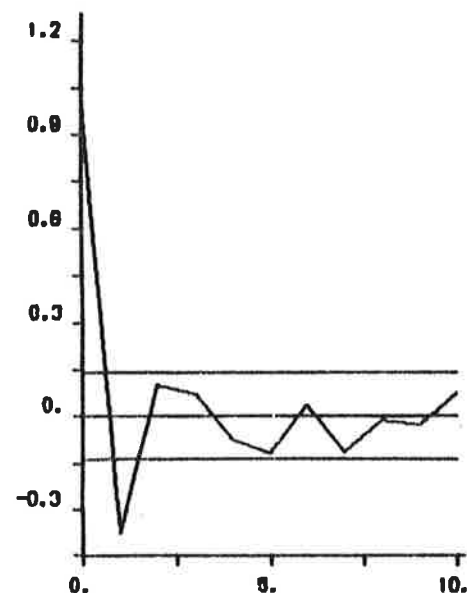


Fig 3.2d - Korskorrelationsfunktionen mellan insignalen och residualerna från andra ordningens modell.

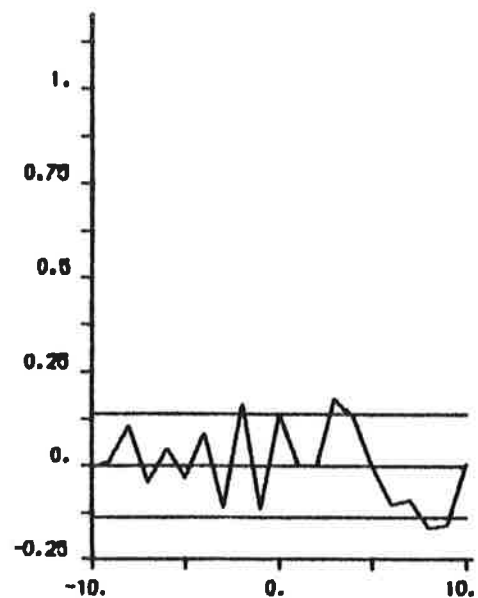
TEST OF INDEPENDENCE BETWEEN
RESIDUALS AND INPUT: 1

$E(\text{RES}(T) * U(T + \text{TAU}))$
FOR: $2 < \text{TAU} < 13$

TEST QUANTITY: 26.8278
DEGREES OF FREEDOM: 10

$E(\text{RES}(T) * U(T + \text{TAU}))$
FOR: $-10 < \text{TAU} < 1$

TEST QUANTITY: 17.1393
DEGREES OF FREEDOM: 10



3. Identifiering av data i filen DATA2 med maximum likelihoodmetoden.

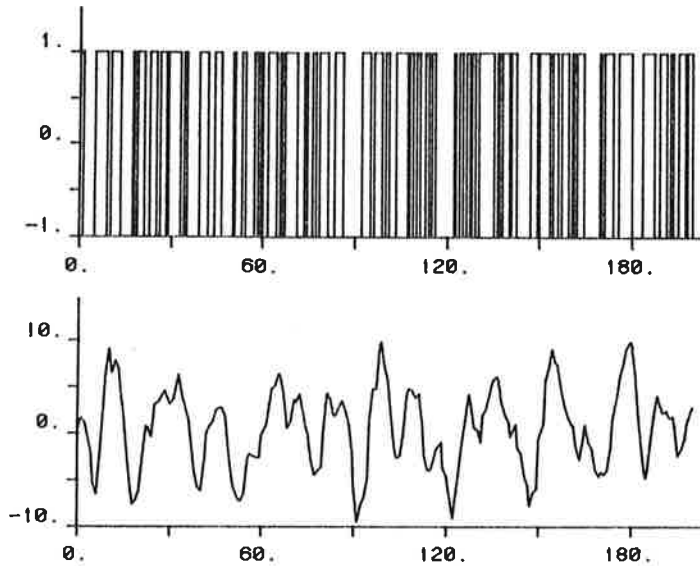


Fig 3.3a - Plottning av data i filen DATA2, insignalen i kolumn 1 överst, utsignalen i kolumn 2 nederst (jfr Fig 3.2a)

Fig 3.3b - Modell av ordningstal 1 identifierad med maximum likelihood-metoden.

```

CONVERGENCE (DV/V< 1.-007)
*****

A1          -.83382      +- 3.99663-002
B1           .43661      +- .13207
C1           .39411      +- 6.30885-002

LAMBDA      1.7549      +- 8.77464-002
LOSS FUNCTION 307.98
AIC      798.55
  
```

Fig 3.3c - Modell av ordningstal 2 identifierad med maximum likelihood-metoden.

```

CONVERGENCE (DV/V< 1.-007)
*****

A1      -1.5285      +- 1.98822-002
A2       .72035      +- 1.69203-002

B1       .95224      +- 6.60538-002
B2       .43370      +- 8.67974-002

C1      -1.0423      +- 7.37461-002
C2       .25826      +- 6.78134-002

LAMBDA   .93698      +- 4.68490-002
LOSS FUNCTION 87.793
AIC      553.54

```

Fig 3.3d - Modell av ordningstal 3 identifierad med maximum likelihood-metoden.

```

CONVERGENCE (DV/V< 1.-007)
*****

A1      -1.1393      +- .74321
A2       .11535      +- 1.1326
A3       .28746      +- .53330

B1       .94231      +- 6.72171-002
B2       .84961      +- .69513
B3      9.83255-002+- .35728

C1      -.65099      +- .74970
C2      -.16016      +- .78770
C3       .10708      +- .21256

LAMBDA   .93513      +- 4.67565-002
LOSS FUNCTION 87.447
AIC      558.75

```

Fig 3.3e - Autokorrelationsfunktionen för residualerna från första ordningens modell.

VARIANCE OF THE RESIDUALS:
3.07706

NUMBER OF CHANGES OF SIGN
OF THE RESIDUALS: 88

5 PERCENT TOLERANCE LIMITS:
85 113

TEST OF INDEPENDENCE OF THE
RESIDUALS

$E(\text{RES}(T) * \text{RES}(T + \text{TAU}))$
FOR: $0 < \text{TAU} < 11$

TEST QUANTITY: 63.1004
DEGREES OF FREEDOM: 10

TEST OF NORMALITY

TEST QUANTITY: 18.5041
DEGREES OF FREEDOM: 17

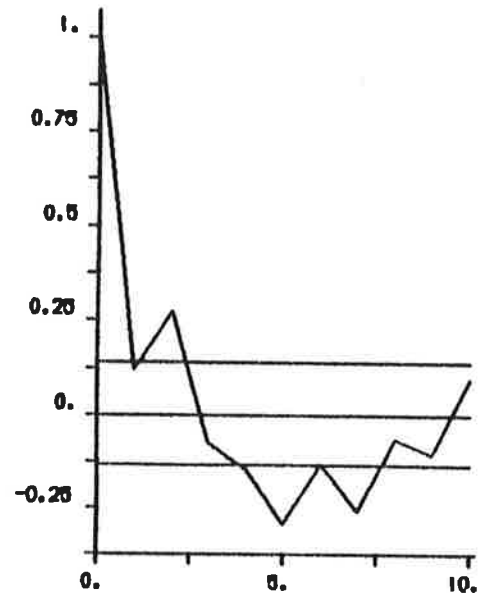


Fig 3.3f - Korskorrelationsfunktionen mellan insignalen och residualerna från första ordningens modell.

TEST OF INDEPENDENCE BETWEEN
RESIDUALS AND INPUT: 1

$E(\text{RES}(T) * U(T + \text{TAU}))$
FOR: $1 < \text{TAU} < 12$

TEST QUANTITY: 99.5433
DEGREES OF FREEDOM: 10

$E(\text{RES}(T) * U(T + \text{TAU}))$
FOR: $-10 < \text{TAU} < 1$

TEST QUANTITY: 11.9226
DEGREES OF FREEDOM: 10

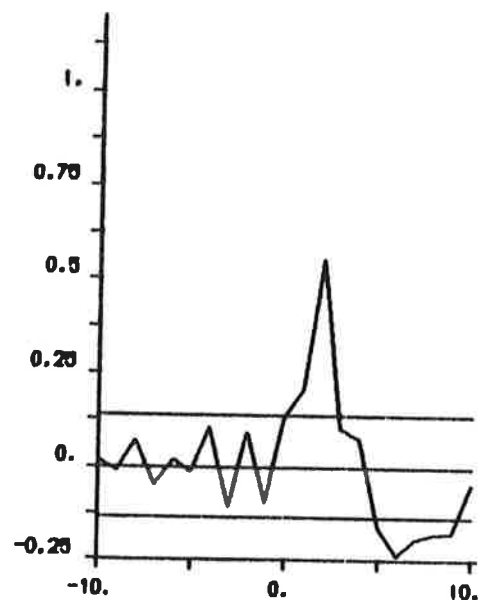


Fig 3.3g - Autokorrelationsfunktionen för residualerna från andra ordningens modell.

VARIANCE OF THE RESIDUALS:
.851397

NUMBER OF CHANGES OF SIGN
OF THE RESIDUALS: 102

5 PERCENT TOLERANCE LIMITS:
85 113

TEST OF INDEPENDENCE OF THE
RESIDUALS

$E(\text{RES}(T) * \text{RES}(T + \text{TAU}))$
FOR: $0 < \text{TAU} < 11$

TEST QUANTITY: 7.01166
DEGREES OF FREEDOM: 10

TEST OF NORMALITY

TEST QUANTITY: 13.4017
DEGREES OF FREEDOM: 17

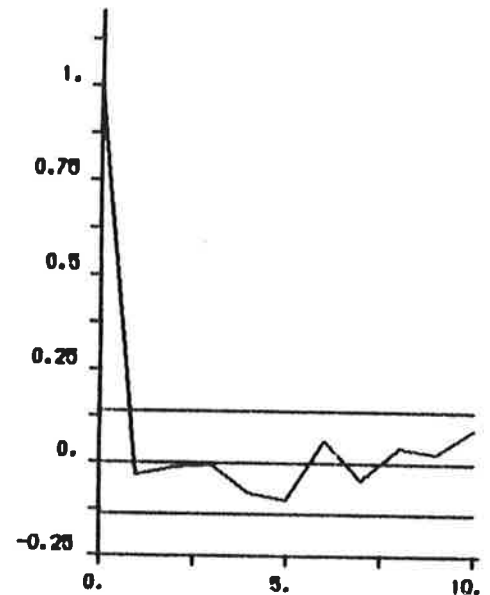


Fig 3.3h - Korskorrelationsfunktionen mellan insignalen och residualerna från andra ordningens modell.

TEST OF INDEPENDENCE BETWEEN
RESIDUALS AND INPUT: 1

$E(\text{RES}(T) * U(T + \text{TAU}))$
FOR: $2 < \text{TAU} < 13$

TEST QUANTITY: 3.36524
DEGREES OF FREEDOM: 10

$E(\text{RES}(T) * U(T + \text{TAU}))$
FOR: $-10 < \text{TAU} < 1$

TEST QUANTITY: 12.5748
DEGREES OF FREEDOM: 10

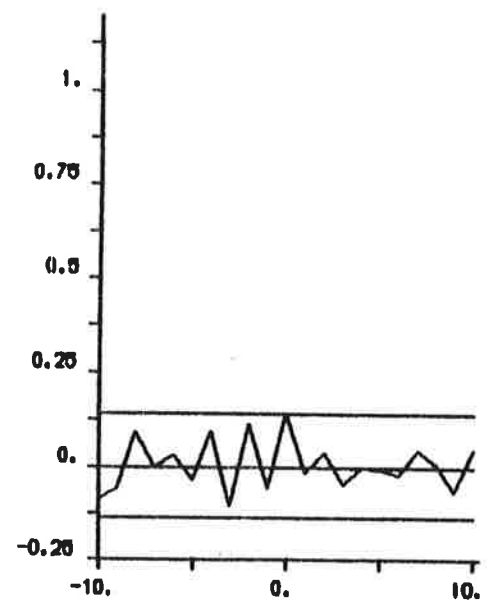


Fig 3.3i - Autokorrelationsfunktionen för residualerna från tredje ordningens modell.

VARIANCE OF THE RESIDUALS:
.847175

NUMBER OF CHANGES OF SIGN
OF THE RESIDUALS: 100

5 PERCENT TOLERANCE LIMITS:
85 113

TEST OF INDEPENDENCE OF THE
RESIDUALS

$E(\text{RES}(T) * \text{RES}(T + \text{TAU}))$
FOR: $0 < \text{TAU} < 11$

TEST QUANTITY: 6.67121
DEGREES OF FREEDOM: 10

TEST OF NORMALITY

TEST QUANTITY: 13.0525
DEGREES OF FREEDOM: 17

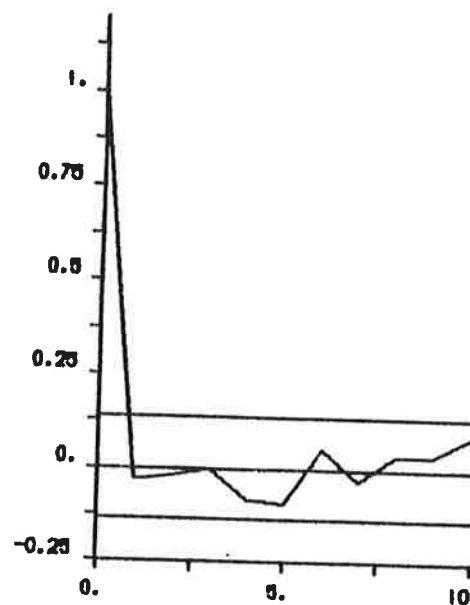


Fig 3.3j - Korskorrelationsfunktionen mellan insignalen och residualerna från tredje ordningens modell.

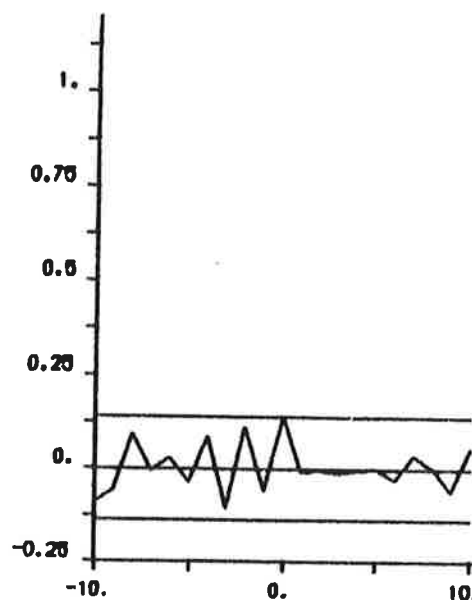
TEST OF INDEPENDENCE BETWEEN
RESIDUALS AND INPUT: 1

$E(\text{RES}(T) * U(T + \text{TAU}))$
FOR: $3 < \text{TAU} < 14$

TEST QUANTITY: 2.77105
DEGREES OF FREEDOM: 10

$E(\text{RES}(T) * U(T + \text{TAU}))$
FOR: $-10 < \text{TAU} < 1$

TEST QUANTITY: 12.0503
DEGREES OF FREEDOM: 10



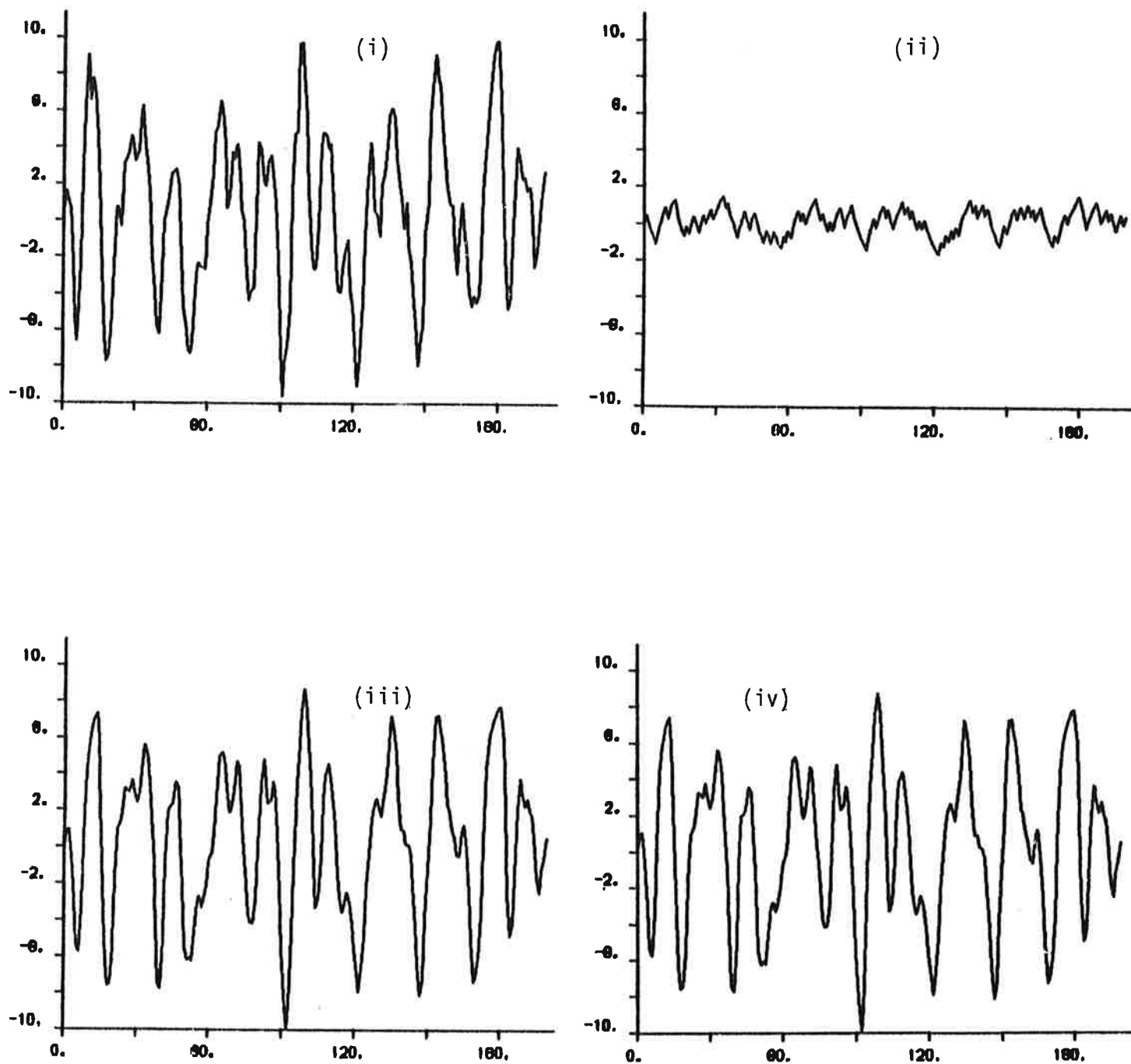


Fig 3.3k - Den verkliga utsignalen (i) och utsignalerna från den deterministiska delen av modellerna av ordning 1 (ii), 2 (iii) och 3 (iv).

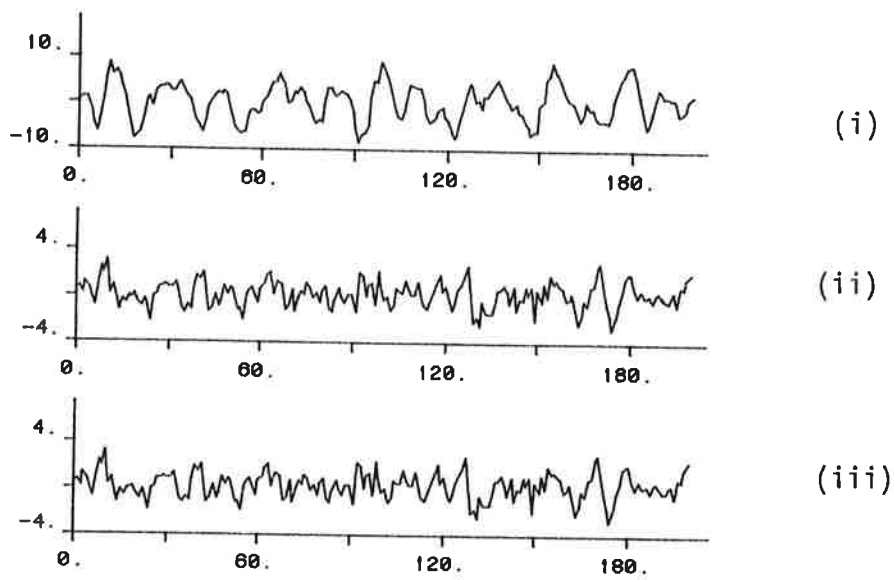


Fig 3.31 - Modellfelen för modellerna av ordning 1 (i), 2 (ii) och 3 (iii).

4. Identifiering av data i DATA2 med minsta kvadratmetoden med olika ordningstal.

Fig 3.4a - Resultat från identifiering av data i filen DATA2 med minsta kvadratidentifiering (ordningstal från 10 till 1).

RESULT OF PARAMETER REDUCTION(S):

DISCARDED PAR.	VLOSS	AIC
NONE	84.917	614.88
A (10)	84.969	611.00
B 1(10)	85.231	607.62
A (9)	86.047	605.52
B 1(9)	86.230	601.94
A (8)	86.466	598.49
B 1(8)	86.595	594.79
A (7)	89.810	598.08
B 1(7)	90.510	595.63
A (6)	91.180	593.11
B 1(6)	91.246	589.25
A (5)	94.920	593.15
B 1(5)	95.456	590.27
A (4)	111.24	616.87
B 1(4)	113.57	617.03
A (3)	147.96	665.93
B 1(3)	156.12	672.67
A (2)	232.80	748.57
B 1(2)	359.21	831.32

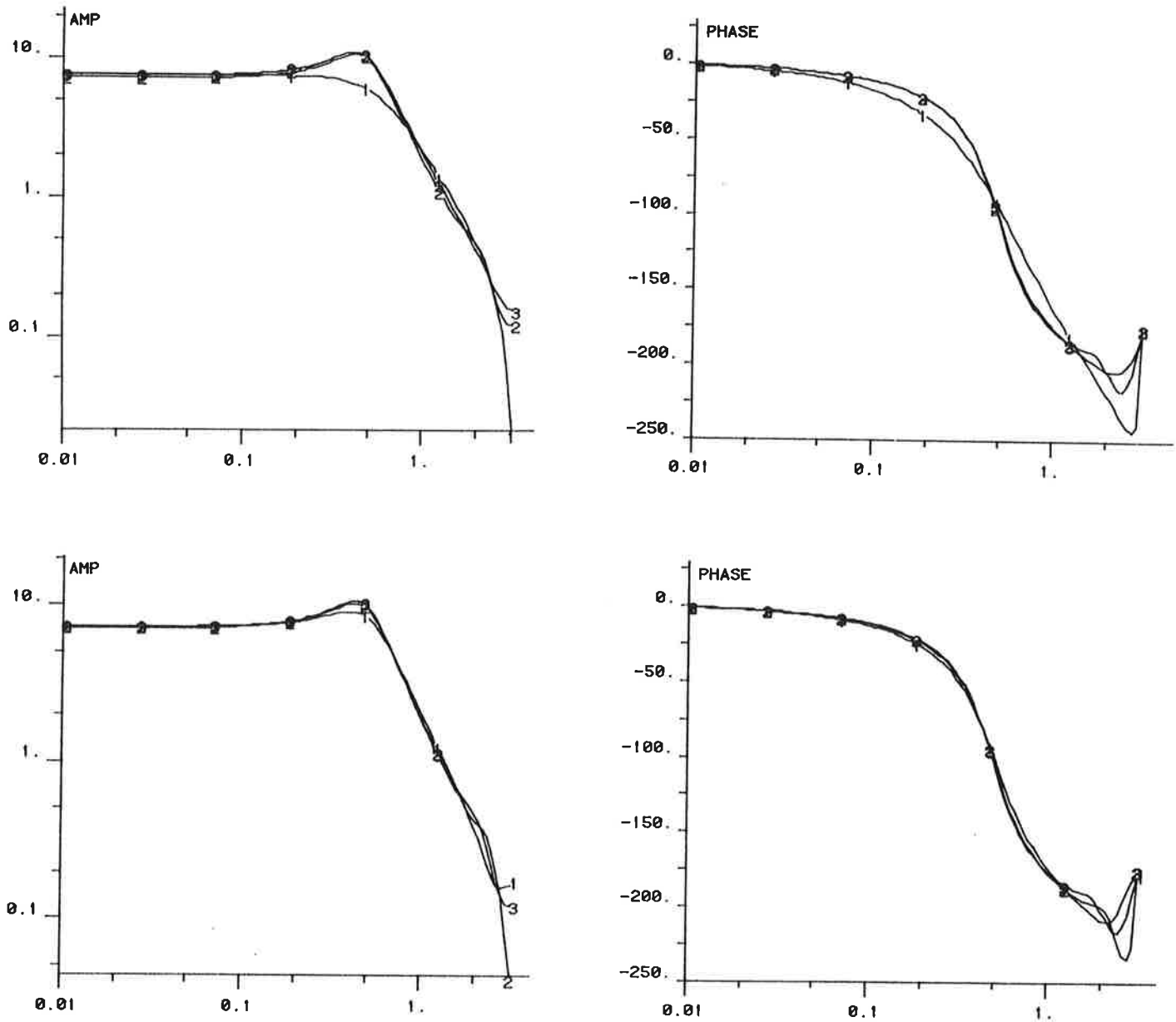


Fig 3.4b - Överföringsfunktionerna för minsta kvadratmodellerna av ordning 2 (1) och 5 (2) och för systemet SYS2 (3) (översta raden) samt samt av ordningen 3 (1), 4 (2) och 5 (3) (nedersta raden).

5. Beräkning av störningsspektra.

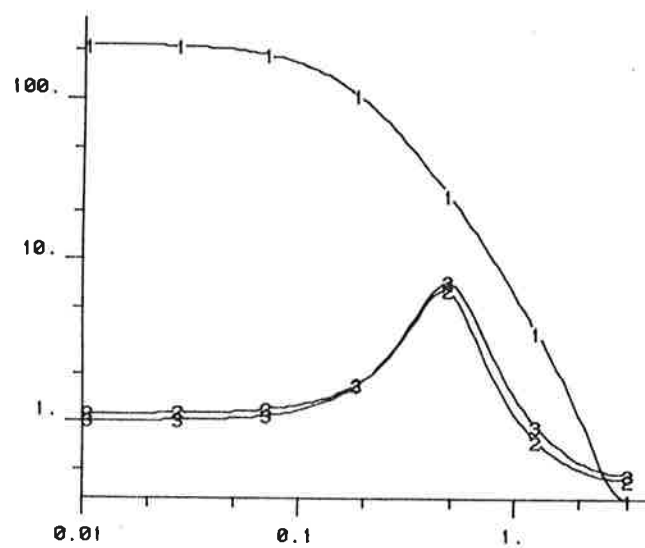


Fig 3.5 - Störningsspektra (effektspektra) för maximumlikelihood-modellerna av ordning 1 (1) och 2 (2) samt för systemet SYS2 (3).

6. Korsvalidering

Fig 3.6a - Modell av ordningstal 2 identifierad med maximum likelihood-metoden för de 100 första data i DATA2.

```

CONVERGENCE (DV/V< 1.-007)
*****

A1      -1.5319      +- 2.89858-002
A2      .72206      +- 2.46513-002

B1      1.0059      +- 9.65806-002
B2      .38164      +- .13687

C1      -1.1536      +- .11746
C2      .37751      +- .10813

LAMBDA   .96172      +- 6.80041-002
LOSS FUNCTION 46.246
AIC      287.98

```

Fig 3.6b - Autokorrelationsfunktionen för residualerna från andra ordningens maximum likelihoodmodell för de 100 första data i DATA2.

VARIANCE OF THE RESIDUALS:
 .890941

NUMBER OF CHANGES OF SIGN
 OF THE RESIDUALS: 50

5 PERCENT TOLERANCE LIMITS:
 39 59

TEST OF INDEPENDENCE OF THE
 RESIDUALS

$E(\text{RES}(T) * \text{RES}(T + \text{TAU}))$
 FOR: $0 < \text{TAU} < 11$

TEST QUANTITY: 4.49819
 DEGREES OF FREEDOM: 10

TEST OF NORMALITY

TEST QUANTITY: 20.4738
 DEGREES OF FREEDOM: 17

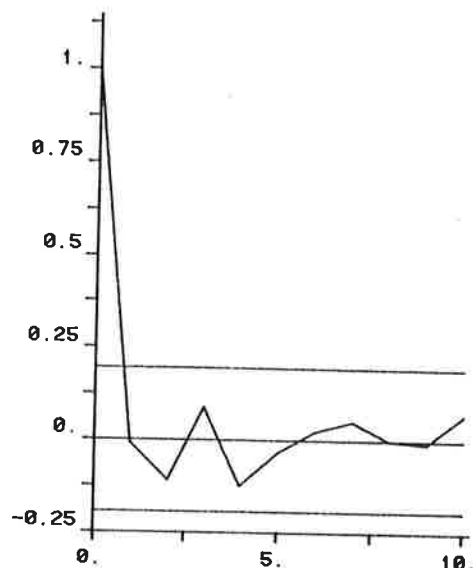


Fig 3.6c - Korskorrelationsfunktionen mellan insignalen och residualerna från andra ordningens maximum likelihoodmodell för de 100 första data av DATA2.

TEST OF INDEPENDENCE BETWEEN
 RESIDUALS AND INPUT: 1

$E(\text{RES}(T) * U(T + \text{TAU}))$
 FOR: $2 < \text{TAU} < 13$

TEST QUANTITY: 4.20026
 DEGREES OF FREEDOM: 10

$E(\text{RES}(T) * U(T + \text{TAU}))$
 FOR: $-10 < \text{TAU} < 1$

TEST QUANTITY: 9.96962
 DEGREES OF FREEDOM: 10

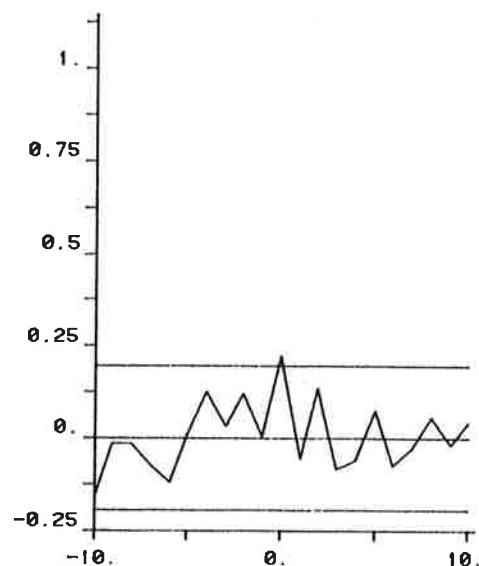


Fig 3.6d - Autokorrelationsfunktionen för residualerna då andra ordningens modell för de 100 första data i DATA2 appliceras på de 100 sista data i samma fil.

VARIANCE OF THE RESIDUALS:
1.44036

NUMBER OF CHANGES OF SIGN
OF THE RESIDUALS: 42

5 PERCENT TOLERANCE LIMITS:
39 59

TEST OF INDEPENDENCE OF THE
RESIDUALS

$E(\text{RES}(T) * \text{RES}(T + \text{TAU}))$
FOR: $0 < \text{TAU} < 11$

TEST QUANTITY: 16.4839
DEGREES OF FREEDOM: 10

TEST OF NORMALITY

TEST QUANTITY: 13.6866
DEGREES OF FREEDOM: 17

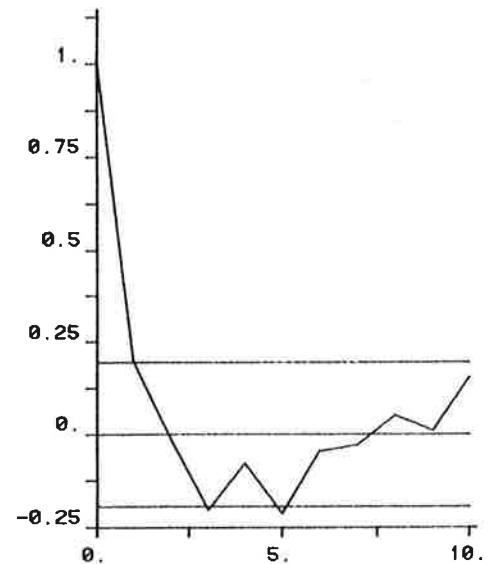


Fig 3.6e - Korskorrelationsfunktionen mellan insignalen och residualerna då andra ordningens modell för de 100 första data i DATA2 appliceras på de 100 sista data i samma fil.

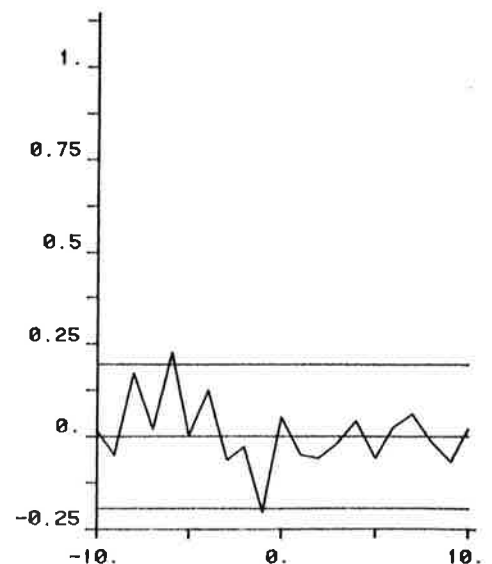
TEST OF INDEPENDENCE BETWEEN
RESIDUALS AND INPUT: 1

$E(\text{RES}(T) * U(T + \text{TAU}))$
FOR: $2 < \text{TAU} < 13$

TEST QUANTITY: 1.99958
DEGREES OF FREEDOM: 10

$E(\text{RES}(T) * U(T + \text{TAU}))$
FOR: $-10 < \text{TAU} < 1$

TEST QUANTITY: 13.8140
DEGREES OF FREEDOM: 10



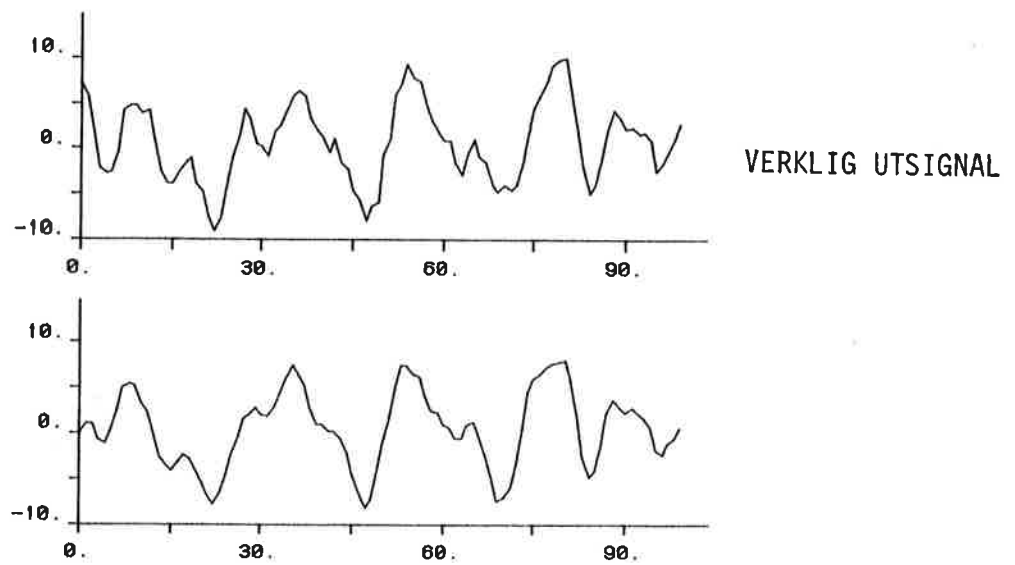


Fig 3.6f - Den verkliga utsignalen i DATA2 (de 100 sista data) jämförd med utsignalen från den deterministiska delen av den andra ordningens maximum likelihoodmodell, som erhållits för de 100 första data i DATA2, med de 100 sista insignalvärdena i DATA2 som insignal.