

ISSN 0280-5316
ISRN LUTFD2/TFRT--5632--SE

Automatisk övervakning och diagnos av pappersmaskin

Pär Olsson

Department of Automatic Control
Lund Institute of Technology
November 1999

Department of Automatic Control Lund Institute of Technology Box 118 SE-221 00 Lund Sweden	<i>Document name</i> MASTER THESIS	
	<i>Date of issue</i> November 1999	
	<i>Document Number</i> ISRN LUTFD2/TFRT-5632--SE	
<i>Author(s)</i> Pär Olsson	<i>Supervisor</i> Kenneth Ohlsson, Stefan Snygg Stora Enso Hylte AB, Tore Hägglund, Reglerteknik	
	<i>Sponsoring organisation</i>	
<i>Title and subtitle</i> Automatisk övervakning och diagnos av pappersmaskin (Automatic supervision and diagnosis of a paper machine)		
<i>Abstract</i> <p>A well-known fact within the control community is that up to 40 controllers in the industry has never been properly tuned. This means that these controllers are operating with the same control parameters as originally set by the manufacturer.</p> <p>Another problem often found with control loops is oscillations. Possible causes of oscillations are, for example, non-linear actuators or poorly selected operating points.</p> <p>This master thesis addresses these problems by applying known theories to detect abnormalities such as oscillations and sluggish controllers in the operational performance of control loops.</p> <p>The theories have been incorporated into the Matlab's programming language and combined with a graphical user interface. The work was carried out in conjunction with the maintenance department at StoraEnso's paper mill in Hyltebruk, Sweden.</p> <p>The majority of work has been focused on assembling the theory into functional Matlab algorithms and the presentation of the result to an end user who possesses both the practical and theoretical knowledge of tuning a controller in control loops in the process industry.</p> <p>The result is a Matlab application that analysis recorded data from control loops and presents the result to the user by means of computer graphics. From this the end user can decide on further actions how to properly tune the controller.</p>		
<i>Key words</i>		
<i>Classification system and/or index terms (if any)</i>		
<i>Supplementary bibliographical information</i>		
<i>ISSN and key title</i> 0280-5316		<i>ISBN</i>
<i>Language</i> Swedish	<i>Number of pages</i> 90	<i>Recipient's notes</i>
<i>Security classification</i>		

The report may be ordered from the Department of Automatic Control or borrowed through:
University Library 2, Box 3, SE-221 00 Lund, Sweden
Fax +46 46 222 44 22 E-mail ub2@ub2.lu.se

Förord

Jag vill rikta ett speciellt tack till mina handledare på Hylte Bruk, Kenneth Ohlsson och Stefan Snygg samt övrig personal på StoraEnso. Kenneth och Stefan har varit mycket behjälpliga under hela examensarbetet och vi har haft ett intressant och roligt samarbete.

Innehållsförteckning

INLEDNING	1
1 TEORI	2
1.1 METODER FÖR DETEKTERING AV SVÄNGNINGAR	2
1.2 METOD FÖR ÖVERVAKNING AV PRESTANDA	5
1.3 METOD FÖR ÖVERVAKNING AV TRÖGHET	6
1.4 STATISKA SAMBAND	8
1.5 METOD FÖR ATT SKATTA BÖRVÄRDE OCH DETEKTERA BÖRVÄRDESÄNDRINGAR	9
2 SYSTEMBESKRIVNING	12
2.1 GENERELL IDÉ	12
2.2 ÖVERSIKT AV VERKTYGET	12
2.3 DATAHANTERING	13
2.4 TILLSTÅNDSMASKIN	13
3 SIGNALBEHANDLING	16
3.1 FÖRFILTRERING	16
3.2 METOD FÖR ATT MINSKA SAMPLINGSFREKVENSEN	16
4 IMPLEMENTATION - ANALYSMETODER	17
4.1 TORE HÄGGLUNDS METOD FÖR SVÄNGNINGSDETEKTERING	17
4.2 A STATTINS METOD FÖR SVÄNGNINGSDETEKTERING	18
4.3 HARRIS INDEX	20
4.4 IDLE INDEX, NYCKELTAL FÖR TRÖGHET	20
4.5 STATISKA SAMBAND	22
5 IMPLEMENTATION - GRAFISKT ANVÄNDARGRÄNSSNITT	23
5.1 INLEDNING	23
5.2 HUVUDFÖNSTRET	23
5.3 PRESENTATIONSFÖNSTER	24
5.4 MÄDATAFÖNSTER	32
6 RESULTAT FRÅN UTVÄRDERING AV VERKTYGET.	33
7 REFERENSER	36
8 BILAGA A	37
8.1 BESKRIVNING AV MATLAB - FUNKTIONER.	37
8.2 DATASTRUKTUR FÖR KRETSDATA	38
9 BILAGA B	55
9.1 ANVÄNDARHANDLEDNING	55

Inledning

Målet med examensarbetet var att ta fram ett verktyg i MATLAB att användas vid diagnostik av regulatorer i pappersmaskiner. I verktyget skall det ingå algoritmer för att detektera fenomen som t ex svängningar, friktion, samt förändringar i regulatorer över längre tidsintervall. Verktyget skall inte vara avsett för att användas i realtid utan användas för analys av inspelad mätdata. För att verifiera verktygets funktionalitet sattes som delmål att utföra analys av data från prioriterade reglerkretsar.

Det resulterande verktyget ger utifrån insamlad processdata en möjlighet för användaren att ställa diagnos på reglerkretsen. Verktyget är i grunden en samling av algoritmer med tillhörande stödfunktioner skrivna i MATLABs interna programmeringsspråk som tillåter användaren importera mätdata från fil för att sedan presentera resultatet grafiskt. Data från analyserade reglerkretsar kan sparas undan till fil, för att sedan ligga till grund för jämförelse när en ny mätserie från en specifik reglerkrets finns tillgänglig. Detta möjliggör analys av hur/om en reglerkrets prestanda förändras med tiden.

Verktyget använder mer eller mindre kända analysmetoder för analysen. Det har under arbetets gång visat sig att vissa metoders algoritmer bör modifieras för att fungera helt tillfredsställande, men det har i examensarbetet inte funnits tid till att göra en ordentlig undersökning av huruvida dessa förbättringar bör se ut. Viss modifiering av algoritmerna har skett för att optimera deras respektive implementering i MATLAB och även för att anpassa resultatet till att presenteras grafiskt.

I rapporten ges en förklaring av i arbetet använda teorier, men tyngdpunkten återfinns vid beskrivningen av hur algoritmerna har implementerats i MATLAB och hur systemeringen av systemet är upplagd.

Kapitel 1, Teori, ger en beskrivning av teorierna som använts i arbetet och som finns implementerade i verktyget.

Kapitel 2, Systembeskrivning, ger en beskrivning av systemeringen i verktyget.

Kapitel 3, Signalbehandling, beskriver de olika moment av signalbehandling som utförs i verktyget.

Kapitel 4, Implementation – Analysmetoder, beskriver hur analysmetoderna implementerats i verktyget. Här beskrivs de viktigaste delarna av MATLAB implementationen.

Kapitel 5, Implementation – Grafiskt användargränssnitt, beskriver hur det grafiska användargränssnittet är implementerat.

Kapitel 6, Resultat från utvärdering av verktyget, beskriver de resultat som kommit fram under utvärderingen.

Kapitel 7, innehåller en referenslista och i sista kapitlet, 8, återfinns bilagor. I Bilaga A återfinns beskrivning av samtliga funktioner i verktyget samt en beskrivning av datastrukturen för kretsdata. Bilaga B innehåller en användarinstruktion för verktyget.

1 Teori

Detta avsnitt beskriver de grundläggande teorier som används i verktyget. För en djupare insyn i teorierna hänvisas till referenslitteraturen.

1.1 Metoder för detektering av svängningar

Ett mycket vanligt fenomen hos reglerkretsar¹ är att de uppvisar någon form av svängning. Svängningen återfinns i regulatorns utsignal och i ärvärdet. Då svängningar är ett vanligt fenomen och det faktum att de sliter onödigt på ställdon vill man minska deras inverkan i processen.

I verktyget har två metoder för detektering av svängning använts. Metoderna angriper problemet ur olika vinklar och därför är det intressant att jämföra dem båda. Detta avsnitt ger en teoretisk beskrivning av de båda metoderna.

1.1.1 Tore Hägglunds metod

I [1] beskriver Tore Hägglund sin metod för att detektera svängningar. Grundkonceptet i metoden är att undersöka laststörningarnas inverkan på reglerfelet² och utifrån detta dra slutsatser om det finns svängningar i reglerkretsen.

Genom att mellan successiva nollgenomgångar av reglerfelet studera storleken hos det integrerade absoluta reglerfelet, Integrated Absolute Error (IAE), kan man dra slutsatser om det finns laststörningar i reglerkretsen. Det integrerade absoluta reglerfelet definieras som

$$IAE = \int_{t_{i-1}}^{t_i} |e(t)| dt \quad (1)$$

där t_i och t_{i-1} är tiden för två successiva nollgenomgångar.

Studeras reglerfelet under perioder av bra reglering kommer det att anta små värden och tiden mellan nollgenomgångar är kort. Detta ger att det integrerade absoluta reglerfelet enligt (1) kommer att anta små värden då regleringen är bra. I gengäld kommer laststörningar att ge stort reglerfel och längre perioder utan nollgenomgångar, vilket i sin tur resulterar i ett stort IAE.

Med ovanstående som grundval kan man dra slutsatsen att det integrerade absoluta felet IAE kan användas för att detektera laststörningar. Genom att införa ett tröskelvärde IAE_{Lim} kan man dra slutsatsen att det troligen uppstått en laststörning när IAE passerade denna. Valet av tröskel är en kompromiss mellan krav på hög sannolikhet för detektering och krav på låg felfrekvens.

Ett värde på tröskeln IAE_{Lim} kan bestämmas ur följande resonemang: Antag att reglerfelet är en ren sinusvåg med amplitud α , frekvens ω samt att en dylik signal skall tolkas som svängande. Under antagandet måste då integralen av varje halvperiod i signalen överstiga IAE_{Lim} och vi erhåller följande övre gräns för IAE_{Lim} :

$$IAE_{Lim} \leq \int_0^{\pi/\omega} |\alpha \sin(\omega t)| dt = \frac{2\alpha}{\omega} \quad (2)$$

¹ Med termen reglerkrets avses regulator, process och styrdon under återkoppling.

² Reglerfelet $e(t)$ definieras som skillnaden mellan börvärde och ärvärde, $Y_{sp}(t) - Y(t)$

Det är önskvärt att detektera frekvenser upp till egenfrekvensen T_u och ω väljs lämpligen till ω_u . Genom att välja α till 1% kommer signaler med högre amplitud att tolkas som svängningar och signaler med lägre amplitud som brus. Under dessa förutsättningar kan (2) skrivas som

$$IAE_{Lim} = \frac{2}{\omega_u} \quad (3)$$

Om egenfrekvensen inte är känd kan man under förutsättning att regulatoren är korrekt inställd använda regulatorns integrationstid T_i . ω_u kommer då i (3) att ersättas av

$$\omega_i = \frac{2\pi}{T_i} \quad (4)$$

vilket leder till

$$IAE_{Lim} = \frac{T_i}{\pi} \quad (5)$$

Den grundläggande idén bakom algoritmen för svängningsdetektering är att dra slutsatsen att reglerkretsen svänger när frekvensen av antalet detekterade laststörningar blir hög. Kalla den tid då reglerkretsen övervakas för T_{sup} . Om antalet laststörningar överstiger en gräns n_{lim} under övervakningstiden kan slutsatsen dras att reglerkretsen svänger.

Om varje halvperiod tolkas som en laststörning och n_{lim} detekteringar skall göras under övervakningstiden måste följande gälla:

$$T_{sup} \geq n_{lim} \frac{T_i}{2} \quad (6)$$

Om det är önskvärt att detektera svängning som har längre periodtid än T_i så bör övervakningstiden ökas. Hägglund har inte specificerat någon parameter för att möjliggöra en förlängning av övervakningstiden, men i examensarbetet har en faktor F_i införts och (6) kan skrivas om enligt

$$T_{sup} \geq F_i \cdot n_{lim} \cdot \frac{T_i}{2} \quad (7)$$

Vidare ger Hägglund exempel på algoritm för att detektera svängning. Följande utförs varje samplingsögonblick:

```
load := 1 om laststörning detekterades, annars 0;
x :=  $\gamma x$  + load;
Om  $x \geq n_{lim}$  så dra slutsatsen att kretsen svänger
```

Programkod 1, Svängningsdetektering

Det är x i Programkod 1 som bildar nyckeltalet i svängningsdetekteringen. I algoritmen ovan har parametern γ införts vilken kan relateras till övervakningstiden enligt

$$\frac{1}{1-\gamma} = \frac{T_{sup}}{h} \quad (8)$$

där h är samplingsintervallet. Ur (8) ges γ som

$$\gamma = 1 - \frac{h}{T_{\text{sup}}} \quad (9)$$

Hägglunds metod kan sammanfattas i:

1. Bestäm en nivå för vad som skall tolkas som svängningar, t ex $\alpha = 1\%$ av maximala mätområdet för ärvärdet.
2. Beräkna den gräns IAE_{Lim} vilken avgör om en halvperiod av signalen skall tolkas som en laststörning enligt:

$$IAE_{Lim} = \frac{\alpha \cdot T_i}{\pi}$$

3. Beräkna den tid T_{sup} under vilken övervakningen skall ske enligt

$$T_{sup} \geq F_t \cdot n_{lim} \cdot \frac{T_i}{2}$$

4. Bestäm en gräns n_{Lim} för hur många laststörningar skall få förekomma under övervakningstiden T_{sup} innan det skall tolkas som en svängning.

1.1.2 Stattins metod

I [2] beskriver A Stattin en metod för att övervaka svängningar i reglerkretsar. Metoden skiljer sig från Hägglunds metod främst med avseende på att den delar upp reglerfelet i positiva och negativa störningar. Principen bygger på att för två efterföljande reglerfel studera förhållandet mellan felens areor och felens tidsutsträckning.

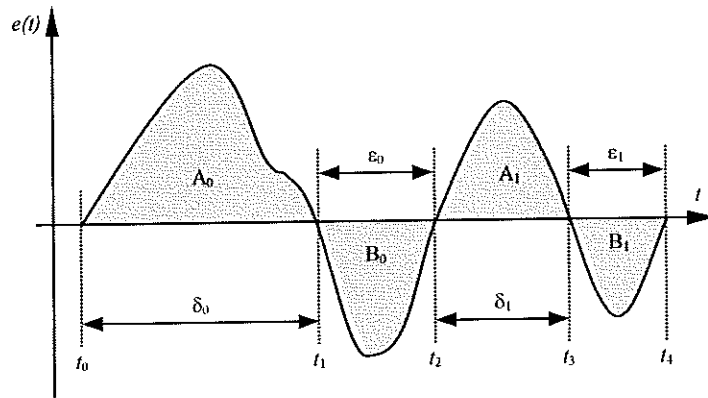
Under antagande att reglerfelet $e(t)$ har ändligt antal nollställen numreras de och benämns: $t_0, t_1, t_2, \dots, t_N$. Definiera tiden mellan två nollgenomgångar enligt:

$$\delta_i = t_{2i+1} - t_{2i}, \quad \varepsilon_i = t_{2i+2} - t_{2i+1}, \quad i = 0, 1, \dots, N/2 \quad (10)$$

där N är totala antalet nollgenomgångar.

Integralen av absolutbeloppet av $e(t)$ definieras enligt:

$$A_i = \int_{t_{2i}}^{t_{2i+1}} |e(\tau)| d\tau, \quad B_i = \int_{t_{2i+1}}^{t_{2i+2}} |e(\tau)| d\tau, \quad i = 0, 1, \dots, N/2 \quad (11)$$



Figur 1, Reglerfelet

Figur 1 ger en bild av (10) och (11).

En störning tolkas som svängning om följande är uppfyllt för positiva fel i reglerfelet

$$h_A(N) = \# \left\{ i < \frac{N}{2}; \alpha < \frac{A_{i+1}}{A_i} < \frac{1}{\alpha} \wedge \gamma < \frac{\delta_{i+1}}{\delta_i} < \frac{1}{\gamma} \right\} \quad (12)$$

samt om följande är uppfyllt för negativa fel.

$$h_B(N) = \# \left\{ i < \frac{N}{2}; \alpha < \frac{B_{i+1}}{B_i} < \frac{1}{\alpha} \wedge \gamma < \frac{\epsilon_{i+1}}{\epsilon_i} < \frac{1}{\gamma} \right\} \quad (13)$$

I (12) och (13) avser $\#R$ antal element i R

Nyckeltalet uppdateras enligt:

$$h = \frac{h_A(N) + h_B(N)}{N} \quad (14)$$

Ur (14) får vi att $0 \leq h \leq 1$. h nära 0 indikerar låg andel svängningar och h nära 1 indikerar svängningar.

Fördelen med metoden jämfört med Häggblunds metod är att signalen delas upp i positiva och negativa delar. Detta innebär att asymmetriska störningar lättare upptäcks.

En nackdel med metoden är att det konvergerar. Man ser detta tydligt i (14) då N kommer att fortsätta öka även om varken $h_A(N)$ eller $h_B(N)$ gör det. För stora mätserier och analys i realtid konvergerar h mot 0 vilket gör metoden mindre lämplig i dessa fall.

1.2 Metod för övervakning av prestanda

I [3] beskriver Harris en metod, allmänt kallad Harris Index, för att undersöka hur en reglerkrets prestanda förändras sig med tiden. Metoden bygger på att processens överföringsfunktion är

känd och därigenom den minimala variansen hos reglerkretsen. Regulatorn skall även vara en minimalvariansregulator. Under dessa förutsättningar definieras Harris Index enligt:

$$I_H = 1 - \frac{\sigma_{mv}^2}{\sigma_Y^2} \quad (15)$$

där σ_{mv}^2 är den minimala variansen
 σ_Y^2 är variansen hos ärvärdet.

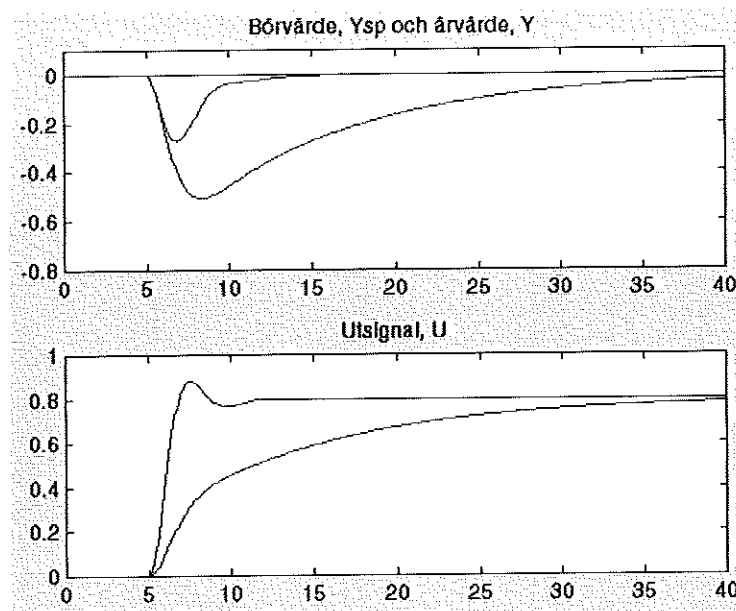
Ur (15) följer att I_H är ett tal begränsat mellan 0 och 1. Ett värde på I_H nära 0 anger optimal reglering och ett värde nära 1 anger dålig reglering.

Är processens överföringsfunktion ej känd och regulatorn ej är en minimalvariansregulator kan Harris Index användas som ett relativt mått istället för ett absolut mått. Genom att vid en bestämd tidpunkt låta mätsignalens varians definiera den minimala variansen får man ett relativt mått på hur variansen förändras över tiden. I den nya definitionen är inte Harris Index nedåt begränsat och ett värde mindre än 0 för det omdefinierade nyckeltalet ger att den aktuella variansen hos ärvärdet är mindre än referensvariansen. Detta indikerar att regleringen är bättre än vid referenstillfället.

1.3 Metod för övervakning av tröghet

I [4] beskriver Tore Hägglund en metod för att detektera tröghet i reglerkretsar vilket uppkommer av konservativt inställda regulatorer. Hägglund definierar ett nyckeltal *Idle Index* som ett mått på förhållandet mellan tid av positiv och negativ korrelation för förändringar i ärvärde och utsignal. Metoden benämns även *Tröghetsindex* i examensarbetet.

Figur 2 visar två svar på laststörning, i form av ett steg, i en reglerkrets med positiv processförstärkning. Ett av svaren är bra, med snabb reaktion på störningen. Det andra svaret med långsam återhämtning är inte bra. Karakteristiskt för det senare svaret är att det är en lång period där mätsignalen och utsignalen driver åt samma håll.



Figur 2, Laststörning i form av steg. Positiv processförstärkning.

För båda svaren är det inledningsvis ett intervall där signalerna går i motsatt riktning, d v s $\Delta y \Delta u < 0$, där Δy och Δu är ändringen i respektive signal sedan senaste samplingstidpunkt.

I den senare delen av svaret är det ett intervall där signalerna går i samma riktning, det vill säga $\Delta y \Delta u > 0$. Det som skiljer svaren åt är intervalllängderna. För svaret med bra reglering är förhållandet mellan intervallen för positiv respektive negativ korrelation nära 1, medan för det långsamma svaret är förhållandet större än 1.

För definition av *Idle Index* måste vissa förutsättningar gälla:

1. Tecknet på processförstärkningen måste vara känd. I definitionen förutsätts den vara positiv.
2. Uppdatering av nyckeltal sker ej vid börvärdesändring.

För att beräkna *Idle Index* skall perioderna av positiv och negativ korrelation beräknas. Vid varje samplingstidpunkt utgörs följande beräkningar

$$t_{pos} = \begin{cases} t_{pos} + h & \text{om } \Delta u \Delta y > 0 \\ t_{pos} & \text{om } \Delta u \Delta y \leq 0 \end{cases}$$

$$t_{neg} = \begin{cases} t_{neg} + h & \text{om } \Delta u \Delta y < 0 \\ t_{neg} & \text{om } \Delta u \Delta y \geq 0 \end{cases}$$

där h är samplingsintervallet.

Idle Index I_i definieras som

$$I_i = \frac{t_{pos} - t_{neg}}{t_{pos} + t_{neg}} \quad (16)$$

Ur definitionen av *Idle Index* följer att $-1 \leq I_i \leq 1$. Där ett värde nära 1 indikerar att regleringen är trög. Ett värde nära -1 är ett tecken på bra regleringen men det kan också vara så att kretsen svänger.

Vidare ger Hägglund ett exempel på en rekursiv procedur av *Idle Index*.

Om $\Delta u \Delta y > 0$ så $s = 1$

annars om $\Delta u \Delta y < 0$ så $s = -1$

annars $s = 0$;

Om $s \neq 0$ så $I_i = \gamma I_i + (1 - \gamma) s$;

I exemplet ovan anger γ övervakningstiden för *Idle Index*. För icke-rekursiva varianten av *Idle Index* är övervakningstiden $T_{sup} = T_{pos} + T_{neg}$. T_{sup} och γ relateras enligt

$$\gamma = 1 - \frac{h}{T_{sup}} \quad (17)$$

Vad T_{sup} skall väljas till vid rekursiv procedur klargörs aldrig i [4], men T_{sup} bör rimligtvis relateras till T_i varvid (6) bör följas.

Hägglund anger inte hur nyckeltalet skall uppdateras vid negativ processförstärkning, men den rekursiva proceduren anpassas enkelt till att hantera båda fallen.

Om $\text{ProcessGain} > 1$ så $\Delta s = 1$
annars $\Delta s = -1$
Om $\Delta u \Delta y > 0$ så $s = \Delta s$
annars om $\Delta u \Delta y < 0$ så $s = -\Delta s$
annars $s = 0$;
Om $s \neq 0$ så $I_i = \gamma I_i + (1 - \gamma) s$;

I [5] beskriver J Karlsson inverkan av högfrekvent brus på *Idle Index*. Hans slutsats är att bruset har stark inverkan på resultatet och att det måste reduceras. Karlsson beskriver en metod för att minska brusets inverkan genom att använda linjärregression.

I examensarbetet har två alternativa metoder använts för att reducera det högfrekventa bruset:

1. sampla om signalen vid en lägre frekvens, se avsnitt 3.2
2. filtrera signalen.

För att ytterligare öka tillförlitligheten i metoden bör den endast användas på de avsnitt i signalen där laststörningar lokaliserats. Detta kan enkelt åstadkommas genom att endast uppdatera nyckeltalet då systemet inte befinner sig i stationaritet.

1.4 Statiska samband

Betydelsen statiska samband kan inrymma mycket och i arbetet har ett urval av samband identifierats och implementerats.

Ett enkelt men viktigt samband är förhållandet mellan maximalt ärvärde och maximal utsignal. Ett teoretiskt idealvärde för förhållandet är 1, d v s maximal utstyrning ger maximalt ärvärde. Ett värde kring 1 kräver dock att komponenter i kretsen inte avviker från givna teoretiska värden. Ett mer praktiskt förhållande är ett värde kring 1.5 vilket ger marginal med avseende på toleransgränser i t ex styrdon. Tabell 1 visar hur förhållandet skall tolkas. Sambandet är inte det samma som processförstärkning.

Tabell 1, Tolkning av förhållande mellan maximalt ärvärde och maximal utsignal

Förhållande	Tolkning
Mindre än 1.0 ggr	Regulatorn kommer aldrig att lyckas styra ut tillräckligt för att ärvärdet skall nå sin övre gräns. Styrdon (ventil eller dylikt) är för litet i förhållande till den process det är satt till att reglera.
1.0 – 2.0 ggr	Inget att anmärka på, bra förhållande.
Större än 2.0 ggr	Styrdonet är för stort i förhållande till den process det är satt att reglera. Man utnyttjar ej regulatorns fulla arbetsområde, kan vara orsak till eventuell dålig reglering.

Ett annat intressant område är linjaritet. Detta kan enklast åskådliggöras genom att rita ett diagram med ärvärde som funktion av utsignal.

1.5 Metod för att skatta börvärde och detektera börvärdesändringar

Då börvärdet inte fanns att tillgå och flertalet av de tidigare beskrivna analysmetoderna använder börvärdet måste detta skattas. Dessutom så är det önskvärt att i analyserna undvika områden i direkt anslutning till börvärdesändringar. För att lösa dessa problem har en metod att skatta börvärde och identifiera områden med börvärdesändringar tagits fram i examensarbetet.

Metoden arbetar efter följande steg:

1. Skatta börvärde
2. Detektera alla förändringar i reglerfelet som överstiger en gräns, t ex 1%, och markera dessa intervall.
3. Dela in utsignalen med avseende på medelvärde inom intervallen i områden om 5%.
4. Förkasta de intervall som kan relateras till laststörningar.
5. Ta bort falska störningar.
6. Förkasta de områden som är för korta med avseende på en tidsgräns.
7. Gör en ny uppdelning av utsignalen för de längre intervall som eventuellt har uppstått i punkterna 4 - 6.
8. Undersök en sista gång om det finns falska störningar.

Resultatet är en sekvens med vektorindex vilka pekar ut positioner i vektorn med reglerfelet där troliga börvärdesändringar finns.

Börvärdet skattas från ärvärdet genom ett FIR-filter av MA-karaktär med längd på 100 sekunder. Längden på filtret är en kompromiss mellan att inte införa för mycket processvariationer i skattningen och att få rimlig längd på skattningen. Oftast ligger börvärdet fast under längre perioder, ett undantag är kaskadkopplade regulatorer, och för att skatta ett liknande beteende används med fördel ett långt filter. Samtidigt vill man i skattningen efterlikna att börvärdesändringar oftast görs i form av små steg vilket bäst skattas med ett kort filter. Tiden 100 sekunder har baserats på empiriska tester och visat sig fungera bra för reglerkretsarna i Hyltebruk.

För att detektera börvärdesändringar studeras reglerfelet, $e(t)$. När reglerfelet avviker från en gräns, typiskt 1%, så antas detta vara början på en börvärdesändring. Börvärdesändringen antas vara över när reglerfelet bytt tecken en gång. Det kan tyckas vara tidigt att anta att ändringen är över redan efter en nollgenomgång och att det borde tillåtas fler nollgenomgångar innan ändringen antas vara slut. Återigen är det en kompromiss mellan två extremer. Å ena sidan en vältrimmad krets med högst en eller rent av ingen nollgenomgång, å andra sidan en inte så vältrimmad krets men flera nollgenomgångar. Sekvensen med reglerfelet är nu uppdelad i intervall åtskilda av troliga börvärdesändringar.

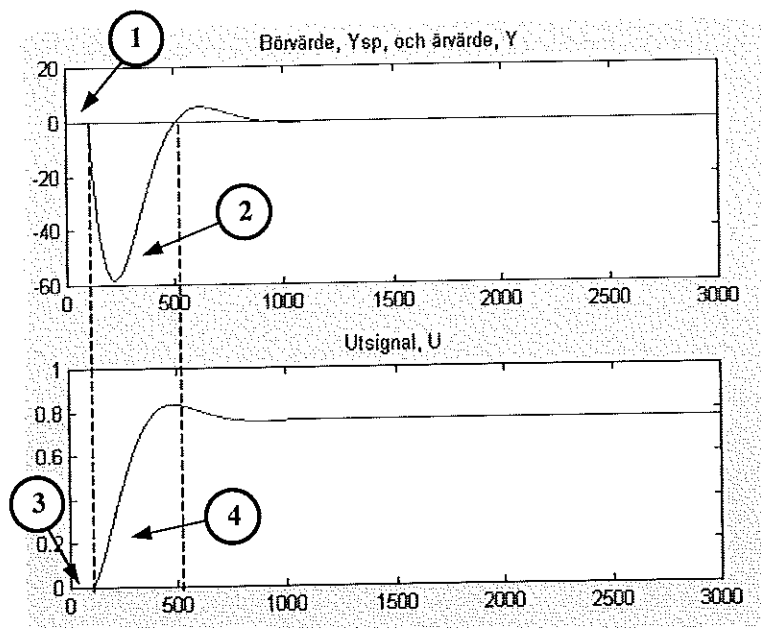
När troliga börvärdesändringar detekterats delas utsignalen upp 5% områden med avseende på dess värde. Anledningen är att kretsens prestanda ofta varierar beroende i vilket område utsignalen befinner sig och det är intressant att relatera resultat från analysmetoder till aktuellt värde på utsignalen. Orsaken till en störning kan till exempel vara en ventil med stiktion och det kan vara så att stiktionen är större i ett ventilläge än i ett annat. I och med uppdelningen av utsignalen fångas dylika fenomen lättare.

För att avgöra om en trolig börvärdesändring verkligen är en börvärdesändring och inte en laststörning så undersöks skillnaden i medelvärdet för utsignal och ärvärde i intervallen före och under den troliga börvärdesändringen. Följande gäller:

Tabell 2, Klassificering av störning

	Ärvärdets medelvärde		Utsignalens medelvärde		Laststörning
	Före	Under	Före	Under	
Positiv	Högre	Lägre	Högre	Lägre	Nej
			Lägre	Högre	Ja
	Lägre	Högre	Högre	Lägre	Ja
			Lägre	Högre	Nej
Negativ	Högre	Lägre	Högre	Lägre	Ja
			Lägre	Högre	Nej
	Lägre	Högre	Högre	Lägre	Nej
			Lägre	Högre	Ja

I Figur 3 ges ett exempel på hur algoritmen arbetar för att avgöra om funnen störning är en laststörning eller ej. Processen i exemplet har positiv processförstärkning.



1. Ärvärdets medelvärde innan funnen störning. I detta fall 0.
2. Ärvärdets medelvärde under funnen störning. I detta fall c:a -30.
3. Utsignalens medelvärde innan funnen störning. I detta fall 0.
4. Utsignalens medelvärde under funnen störning. I detta fall c:a 0.4.

Streckade linjer markerar detekterad början och slut på störningen.

Figur 3, Exempel på detektering av laststörning.

Med hjälp av Tabell 2 och resultatet i punkt 1 - 4 i figuren ovan klassificeras störningen som en laststörning och skall därmed ingå i analyserna.

När störningarna har klassificerats undersöks om det finns intervall där utsignalen är den samma före och efter störningen, här kallade falska störningar. Orsaken kan vara brus eller effekter från identifiering av laststörningar och med tanke på det senare utförs detta steg ej tidigare i algoritmen.

När väl alla falska störningar plockats bort filtreras störningarna med avseende på deras utsträckning i tiden. Alla störningar kortare än en angiven tid plockas bort.

Sedan uppdateras 5% - områden för utsignalen för att återspegla signalen efter alla ändringar som gjort på vektorn under steg 4 - 6 i algoritmen.

Slutligen undersöks intervallen med avseende på falska störningar då en ny uppdelning utfördes i steget innan.

2 Systembeskrivning

Detta avsnitt syftar till att beskriva hur verktyget är implementerat i MATLAB. Metodernas implementation redovisas i avsnitt 4.

2.1 Generell idé

Hela verktyget är uppbyggt kring MATLABs funktionsbegrepp och det som i MATLAB kallas för m-filer. Från verktyget lagras data i MATLABs filformat av typ MAT. Verktyget är modulariserat vilket förenklar eventuell framtida utveckling.

Mycket tanke har lagts på att få verktyget stabilt och på så sätt undvika att data i systemet förstörs på grund av olika omständigheter. Samtliga kommandon i verktyget utförs via menyer vilket underlättar att styra användaren till att utföra moment i rätt ordning. Verktygets grafiska utseende har i möjligaste mån anpassats till att efterlikna arbetsmiljön i Microsoft Windows 95 och NT vilka är de vanligaste operativsystemen på Stora Hylte AB.

2.2 Översikt av verktyget

Verktygets olika moduler klassificeras enligt

- Filhantering
- Signalbehandling
- Analyismetoder
- Grafiskt användargränssnitt

I filhantering ingår moment som rör import av mätserie, lagra och hämta sparad data för specifik reglerkrets.

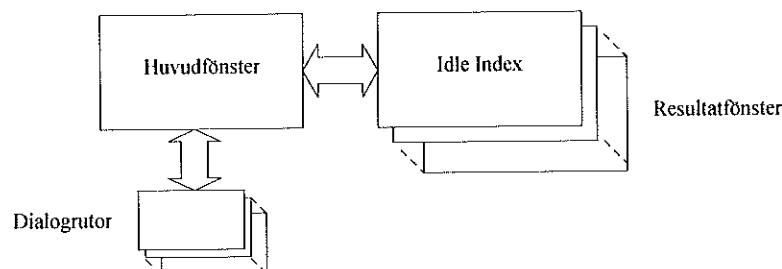
I signalbehandling ingår moment kring skattning av börvärde.

I analyismetoder ingår de moment som rör analyserna vilka beskrivs i avsnitten 1.1 - 1.5.

I det grafiska användargränssnittet ingår funktioner för att hantera kommunikationen med användaren samt att presentera resultat från analyismetoderna.

2.2.1 Fönsterstruktur

Verktygets fönsterstruktur visas i Figur 4.



Figur 4, Fönsterstruktur

All interaktion med användaren utgår från huvudfönstret. Från huvudfönstret kan användaren välja att importera mätdata, lagra data rörande reglerkretsar, initiera analys samt studera resultat från analyismetoderna. I resultatfönstren visas resultat från de olika analyismetoderna. I verktyget ingår också ett antal dialogrutor för att till exempel informera användaren om felaktigheter eller för att lagra kretsdata.

2.3 Datahantering

I detta avsnitt ges en förklaring till hur data hanteras och lagras i verktyget.

2.3.1 Datatyper

I verktyget har all information som tillhör en specifik reglerkrets samlats i en egen struktur. Detta förenklar passning av data mellan funktioner och ger en logisk koppling mellan data. För en överblick av verktygets datastruktur för reglerkretsar hänvisas till avsnitt 8.2.

2.3.2 Dataintegritet

Verktyget är uppbyggt av en mängd mindre funktioner. Funktionerna är antingen externa i form av en egen m-fil eller lokala. Lokala funktioner har ingen egen m-fil utan är placerade i en extern funktions m-fil. Detta tillsammans med att verktyget är händelsestyrt ställer krav på att data alltid är uppdaterad och om ej så är fallet, att data skyddas. För att skydda data används MATLAB-primitiverna *uiwait* och *uiresume*. Instruktionspar kan liknas vid en enkel variant av realtidsprimitiven semafor. Med *uiwait* ges möjlighet att blockera exekveringen till dess att kommandot *uiresume* ges eller att den figur som instruktionerna är kopplade till tas bort.

2.3.3 Lagring

I MATLAB har varje funktion eget arbetsområde workspace i vilket alla variabler är lokala om inget annat angivits. När en funktion avslutats så försvinner dess arbetsområde och all data däri. För att möjliggöra datalagring i samband med fönsterhantering kan data lagras i själva fönsterobjektet. Huvudfönstret och analysfönstren skapas av funktioner vars arbetsområde försvinner när fönstren väl är uppritade men innan funktionen avslutas lagras all data nödvändig för att kontrollera fönstret samt data från aktuell krets i fönstrets dataarea.

2.4 Tillståndsmaskin

Alla moment i verktyget initieras från *Huvudfönstret*. För att hantera händelser i fönstret används följande tillståndsvariabler för att definiera en tillståndsmaskin.

Tabell 3, Tillståndsvariabler

Tillståndsvariabel	Funktion
MainState	Används för att styra övergripande händelser kring huvudfönstret. Händelser som spara, öppna ny fil och att avsluta programmet styrs med hjälp av denna variabel.
FileSavedBefore	Används för att indikera om kretsen sparats förut. Avgör om <i>Spara</i> eller <i>Spara Som...</i> skall utföras när användaren väljer <i>Spara</i> .
ParState	Används för att styra händelser efter import av mätdata.
AnalyseState	Används för att styra om och i så fall vilka analysmetoder som skall få utföras.
ViewState	Används för att styra vilka presentationsfönster som skall få öppnas.

I följande tabeller ges förklaring till tillstånden för de olika tillståndsvariablerna. Med kolumnen *Bit* avses att motsvarande bitnummer i variabeln skall vara satt för att motsvarande innebörd skall vara aktuell. Tillståndsmaskinen visas ej grafiskt då komplexiteten omöjliggör en överskådlig och läsbar bild.

Tabell 4, Tillstånd hos tillståndsvariabel *MainState*

MainState	
Bit	Betydelse
-	Ingen krets i verktyget.
1	Krets i verktyget. Ingen förändringar gjorda i kretsen eller så är aktuell krets sparad efter ändringar. Det är tillåtet att stänga ned verktyget utan åtgärd.
2	Krets i verktyget. Ändringar gjorda i kretsen. Kretsen är inte sparad. Vill användaren öppna ny krets eller avsluta verktyget visas en fråga.

Tabell 5, Tillstånd hos tillståndsvariabel *FileSavedBefore*

FileSavedBefore	
Värde	Betydelse
0	Kretsen har inte sparats förut. Variabeln sätts till 0 när man öppnar en ny krets.
1	Kretsen har sparats förut. Variabeln sätts till 1 när man öppnar en befintlig krets från disk eller när man sparar den för första gången.

Tabell 6, Tillstånd hos tillståndsvariabel *ParState*

ParState	
Bit satt	Betydelse
-	Inga parametrar har ändrats av användaren.
1	Det är tillåtet att skatta börvärdet, då ärvärdets mätområde har ändrats sedan initiering.
2	Det är tillåtet att utvärdera mätdata med avseende på svängningsdetektering (Hägglund) då I-delen och ärvärdets mätområde har giltiga värden.

Tabell 7, Tillstånd hos tillståndsvariabel *AnalyseState*

AnalyseState	
Bit	Betydelse
-	Det finns ingen data i kretsen.
1	Data har hämtats in till kretsen.
2	Börvärdet har skattats.
3	Utvärdering med avseende på svängningsindikering (Hägglund) har körts och får inte köras igen. Menyalternativet skuggas.
4	Utvärdering med avseende på svängningsindikering (Stattin) har körts och får inte köras igen. Menyalternativet skuggas.
5	Utvärdering med avseende på Harris Index har körts och får inte köras igen. Menyalternativet skuggas.
6	Utvärdering med avseende på Idle Index har körts och får inte köras igen. Menyalternativet skuggas.
7	Utvärdering med avseende på statiska samband har körts och får inte köras igen. Menyalternativet skuggas.

Tabell 8, Tillstånds hos tillståndsvariabel *ViewState*

ViewState	
Bit	Betydelse
-	Det finns ingen data i kretsen.
1	Ingen betydelse
2	Ingen betydelse
3	Utvärdering med avseende på svängningsindikering (Hägglund) har körts och presentationsfönstret för analysmetoden får öppnas.
4	Utvärdering med avseende på svängningsindikering (Stattin) har körts och presentationsfönstret för analysmetoden får öppnas.
5	Utvärdering med avseende på Harris Index har körts och presentationsfönstret för analysmetoden får öppnas.
6	Utvärdering med avseende på Idle Index har körts och presentationsfönstret för analysmetoden får öppnas.
7	Utvärdering med avseende på statiska samband har körts och presentationsfönstret för analysmetoden får öppnas.

3 Signalbehandling

3.1 Förfiltrering

För att ta bort eventuellt icke önskade höga frekvenser i mätdata och vid omsampling av mätdata, se avsnitt 3.2, finns ett filter implementerat. Filtret är ett Besselfilter, se [6], av andra ordningen med valbar gränshfrekvens.

3.2 Metod för att minska samplingsfrekvensen

I MATLAB finns färdiga funktioner för att i efterhand ändra samplingsfrekvensen i en dataserie. Dessvärre inför anti-vikningsfiltren i dessa funktioner initiala transienter i dataserierna. För att undvika transienterna utvecklades en egen metod. Det som skiljer den nya metoden från de i MATLAB är att den initierar koefficienterna i filtret innan filtrering sker.

De viktigaste stegen i den nya metoden är

1. Hitta lämpligt startvärde för filtret genom att bilda medelvärdet över ett antal mätvärden ur mätserien.
2. Bestäm filterkoefficienter ur startvärdet.
3. Filtrera signalen för att ta bort vickningseffekter.
4. Plocka var n :te värde ur mätserien där n bestäms beroende på ny samplingsfrekvens.

4 Implementation - Analysmetoder

Detta avsnitt beskriver hur de olika analysmetoderna implementerats i MATLAB. I de fall där det finns rikligt med kommentarer i MATLAB - koden har inga ytterligare kommentarer gjorts i texten.

4.1 Tore Hägglunds metod för svängningsdetektering

När Hägglund i [1] beskriver sin metod för att detektera svängningar är den uppdelad i två delmoment:

1. Detektera laststörningar
2. Avgör om det finns svängning i signalen

För att öka prestanda har i implementationen de två delmomenten sammanförts till ett moment.

Tabell 9 visar de viktigaste datastrukturerna som använts i implementationen.

Tabell 9, Viktiga datastrukturer i implementationen av Hägglunds metod

Datastruktur	Beskrivning
E	Vektor innehållande reglerfelet.
I	Aktuell position i vektor med reglerfelet.
IAE	Aktuellt värde för det integrerade absoluta reglerfelet.
LocLoadVec	Vektor där laststörning indikeras med 1.
LocIAEVec	Vektor där utvecklingen av värdet för integrerade absoluta reglerfelet lagras.
Result	Vektor med resultat från algoritmen. Motsvarar x i Programkod 1.

Kärnan i implementationen av analysmetoden består av en For-sats, se Programkod 2. Merparten av For-satsen relateras till algoritmen för att detektera laststörning och det är endast sista raden i satsen som relateras till svängningsdetektering.

```

IAE = 0;
gamma = 1 - h / Tsup;
Length = length(e);
LocLoadVec = zeros(Length,1);
LocIAEVec = zeros(Length,1);
Result = zeros(Length,1);
for i = 2:Length;
    if(sign(e(i)) == sign(e(i - 1)))
        IAE = IAE + abs(e(i)) * h;
        LocIAEVec(i) = IAE;
    else
        if (IAE > IAELim)
            LocLoadVec(i) = 1;
        end;
        IAE = abs(e(i)) * h;
        LocIAEVec(i) = IAE;
    end
    Result(i) = gamma * Result(i-1) + LocLoadVec(i);
end
OutData = Result;

```

Programkod 2, Implementation av Hägglunds metod för svängningsdetektering

4.2 A Stattins metod för svängningsdetektering

Stattins metod för att detektera svängningar är något mer komplex att implementera än Hägglunds. Areorna skall beräknas och bearbetas separat med avseende på om de representerar en positiv eller negativ störning. Motsvarande gäller för tid mellan nollgenomgångar. För att analys av data skall vara möjlig måste mätserien innehålla minst 4 nollgenomgångar.

För att i algoritmen separera positiva laststörningar från negativa dubleras alla lokala variabler. I (12) och (13) kopplas index A till positiva areor och index B till negativa areor. För att förenkla algoritmen görs inte denna koppling i implementationen. Index A relateras till första arean, tredje arean o s v, oavsett om första störningen är positiv eller negativ. Algoritmen arbetar sedan under antagande att efter en positiv störning så följer en negativ störning eller ingen störning alls. Ett antagande som håller eftersom en nollgenomgång i algoritmen definieras av ett teckenbyte.

Algoritmen inleder med att lokalisera samtliga nollgenomgångar och därefter beräkna tiden mellan dem. Efter att inledande areor har beräknats upprepas följande steg till dess att alla nollgenomgångar analyserats:

1. Beräkna area för föregående samt för aktuell nollgenomgång
2. Beräkna förhållande mellan areor.
3. Beräkna förhållande för tid mellan nollgenomgångar.
4. Undersök om störningarna uppfyller kriteriet för att tolkas som svängningar.
5. Uppdatera nyckeltal.

Tabell 10 visar de viktigaste datastrukturerna som använts i implementationen.

Tabell 10, Viktiga datastrukturer i implementationen av Stattins metod

Datastruktur	Beskrivning
e	Reglerfelet.
ZC	Matris vars första kolumn innehåller nollgenomgångarnas positioner i vektorn för reglerfelet e och vars andra kolumn innehåller motsvarande nollgenomgångs ordningstal.
TimeDiff	Vektor innehållande tider mellan nollgenomgångar.
TimeRatio	Vektor där förhållandet mellan tiderna lagras.
TheArea	Vektor innehållande samtliga areor för ytor mellan nollgenomgångar.
TheAreaRatio	Vektor där förhållandet mellan areor lagras
hACount	Antalet areor som uppfyller kriterium (12). Areorna tillhör antingen positiva eller negativa störningar beroende på vilken störning som påträffades först.
hBCount	Antalet areor som uppfyller kriterium (13). Areorna tillhör antingen positiva eller negativa störningar beroende på vilken störning som påträffades först.
h	Nyckeltalet
N	Antalet nollgenomgångar

Programkod 3 visar implementationen av Stattins metod för svängningsdetektering. Efter att samtliga nollgenomgångar bestämt utförs avgörs om antalet överstiger 4. Om inte så körs ej algoritmen och endast en tom vektor returneras. I de fall då antalet överstiger 4 körs algoritmen. Stommen i algoritmen är en For-sats vilken används för att stega genom vektorn med nollgenomgångar i steg om två nollgenomgångar.

```

% Find all zero crossings and count them.
% First column of ZC holds the index of
% the sign changes and the second column
% holds the consecutive number of the sign
% change.
ZC = [ZC' [find(sign(e(i)) ~= sign(e(i-1))))]'];
ZC = [ZC [0:(length(ZC) - 1)]]; % Add zero crossings counter

% Enough oscillations to continue the calculation?
if(length(ZC) > 4)
    TimeDiff = [1 [diff(ZC(:,1))]]'; % The 1 is to sync the vector length
    TimeRatio = [0 0]'; % and it is better to divide by 1 than
    zero.

    % Compute the area between the zero crossings.
    TheArea = [1 [sum(e((ZC(1,1) + 1):(ZC(2,1))))]]'; % Same reason as above.
    TheAreaRatio = [0 0]';
    hACount = 0;
    hBCount = 0;
    h = [];
    % The actual computation
    for i = 4:2:length(ZC)
        % Calculate areas.
        TheArea = [TheArea' [sum(e((ZC(i - 2,1) + 1):(ZC(i - 1,1))))]]'];
        TheArea = [TheArea' [sum(e((ZC(i - 1,1) + 1):(ZC(i,1))))]]'];
    end

```

```

% Find ratios
TheAreaRatio = [TheAreaRatio' [(TheArea(i - 1)/TheArea(i - 3))]]';
TheAreaRatio = [TheAreaRatio' [(TheArea(i)/TheArea(i - 2))]]';
TimeRatio = [TimeRatio' [TimeDiff(i - 1)/TimeDiff(i - 3)]]';
TimeRatio = [TimeRatio' [TimeDiff(i)/TimeDiff(i - 2)]]';
% Test ratios according to criteria
FirstAreaRatio = TheAreaRatio(length(TheAreaRatio) - 1);
SecondAreaRatio = TheAreaRatio(length(TheAreaRatio));
FirstTimeRatio = TimeRatio(length(TimeRatio) - 1);
SecondTimeRatio = TimeRatio(length(TimeRatio));
hACriteria = ((A < FirstAreaRatio) & (FirstAreaRatio < InvA)) & ...
    ((G < FirstTimeRatio) & (FirstTimeRatio < InvG));
hBCriteria = ((A < SecondAreaRatio) & (SecondAreaRatio < InvA)) & ...
    ((G < SecondTimeRatio) & (SecondTimeRatio < InvG));
hACount = hACount + hACriteria;
hBCount = hBCount + hBCriteria;
hA = [hA' hACriteria]';
hB = [hB' hBCriteria]';
N = ZC(i,2);
h = [[h' (hACount + hBCount)/N]]';
end
% "Manually" add last element when ZC of odd length.
if(i < length(ZC))
    TheArea = [TheArea' [sum(e((ZC(i,1) + 1):(ZC(i + 1,1))))]]';
    TheAreaRatio = [TheAreaRatio' [(TheArea(i + 1)/TheArea(i - 1))]]';
    TimeRatio = [TimeRatio' [TimeDiff(i + 1)/TimeDiff(i - 1)]]';
    hACriteria = ((A < TheAreaRatio(end)) & (TheAreaRatio(end) < InvA)) &
        ((G < TimeRatio(end)) & (TimeRatio(end) < InvG));
    hACount = hACount + hACriteria;
    hA = [hA' hACriteria]';
    N = ZC(i + 1,2);
    h = [[h' (hACount + hBCount)/N]]';
end
% Remove "faulty" ones needed not to cause divide by zero.
TimeDiff(1) = 0;
TheArea(1) = 0;
TimeRatio(3) = 0;
TheAreaRatio(3) = 0;
else
    h = [NaN;NaN];
end
end

```

Programkod 3, Implementation av Stattins metod för svängningsdetektering

4.3 Harris Index

Kärnan i implementationen av Harris Index består av två rader kod:

```

% Remove sample mean and linear trend
dy = dtrend(signal.Yf(data.index(index):data.index(index + 1)),1);
% Compute variance of the current interval.
VarY = cov(dy);

```

Programkod 4, Implementation av Harris Index

Funktionen *dtrend* tar bort eventuellt medelvärde och linjär trend i mätserien.

Därefter utvärderas om nyckeltalet beräknats innan för aktuellt utsignalområde. Om så är fallet beräknas nyckeltalet enligt (15), annars lagras variansen som referensvariens.

4.4 Idle Index, nyckeltal för tröghet

Vid implementation av Idle Index har den rekursiva varianten valts, se avsnitt 1.3. För att öka tillförlitligheten i metoden finns möjlighet att reducera det högfrekventa bruset genom att mätserierna samplas om vid en lägre frekvens, se avsnitt 3.2, eller att filtrera mätserierna i ett besselfilter av andra ordningen, se [6]. Dessutom så undviks stationära områden genom att endast låta algoritmen analysera mätserierna för de områden där reglerfelet överstiger en satt gräns, ϵ_0 .

Följande steg utförs av algoritmen:

1. Sampla om signalen om användaren valt det alternativet.
2. Filtrera signalen om användaren valt det alternativet.
3. Beräkna Idle Index.
4. Upprepa punkt 3 till dess att alla intervall i mätserien har gåtts igenom.

Tabell 11, Viktiga datastrukturer i implementationen av Idle Index

Datastruktur	Beskrivning
E	Reglerfelet
γ	Glömskefaktor, se (17).
$DiffYf$	ΔY , differentierad mätsignal, Y .
$DiffUf$	ΔU , differentierad mätsignal, U .
$DiffProd$	$\Delta Y \Delta U$, elementvis produkt av $diffYf$ och $diffUf$
$SteadyState$	Innehåller de positioner i e som understiger e_0 .
$PosIndex$	Innehåller de positioner där $\Delta Y \Delta U > 0$.
$NegIndex$	Innehåller de positioner där $\Delta Y \Delta U < 0$.
S	Indikerar om aktuell position i mätserierna är en laststörning, $s = 1$, eller ej, $s = -1$.
$SPosValue$	De positioner där $\Delta Y \Delta U > 0$ skall uppdateras med värdet av denna variabel. Beroende på om processförstärkningen är positiv eller negativ antar $SPosValue$ värdet 1 respektive -1.
$SNegValue$	De positioner där $\Delta Y \Delta U < 0$ skall uppdateras med värdet av denna variabel. Beroende på om processförstärkningen är positiv eller negativ antar $SNegValue$ värdet -1 respektive 1.
I	Själva nyckeltalet, Idle Index.

Programkod 5 visar hur kärnan i algoritmen för Idle Index implementerats.

```

% Set up vectors
Length = length(Yf);
i = 1:Length; % Index pointer
s = zeros(Length,1); % Indicates if pos. or neg. product.
I = zeros(Length,1); % The Idle Index

% Decide if positive or negative process gain.
if(P >= 0)
    SPosValue = 1;
    SNegValue = -1;
else
    SPosValue = -1;
    SNegValue = 1;
end
% We shall only update the index when not in steady state,
% ie only update the index when the control error is above

```

```

% a certain limit.
e = Ysp - Yf;

% Calculate the product between the differentiated signals.
diffYf = [0 diff(Yf)']'; % Insert a zero to sync the vector with e
diffUf = [0 diff(Uf)']'; % Insert a zero to sync the vector with e
diffProd = diffUf.*diffYf;

% But as mentioned above, we are only interested in the
% none steady state areas. Set the product to zero when in
% steady state.

% Check whether there's a need to do something at all. This
% might be the case if there's no load disturbance in the
% signal.
if(length(find(abs(e) > e0)) > 10)
    SteadyState = find(abs(e) < e0);
    % The easiest way to exclude the steady state areas is to
    % set them to zero.
    diffProd(SteadyState) = 0;

    % Locate all positive changes
    PosIndex = find(diffProd > 0);
    % Locate all negative changes
    NegIndex = find(diffProd < 0);
    % Indicate whether the change is pos. or neg.
    s(PosIndex) = SPosValue;
    s(NegIndex) = SNegValue;
    % Calculate the Idle Index.
    for i = 2:Length
        if(s(i) ~= 0)
            % Still haven't found a way of doing this
            % in vector notation.
            I(i) = Gamma * I(i - 1) + (1 - Gamma) * s(i);
        else
            % We need to move the old index due to the fact that
            % we are storing the index as a vector. This would not
            % be necessary if I (I is the Idle Index, not the
            % programmer) was a scalar value.
            I(i) = I(i-1);
        end
    end
    fprintf('Gamma = %6.3f\n', Gamma);
    fprintf('Idle Index = %6.3f\n', I(end));
else
    % No load disturbances detected. Return empty matrix.
    I = [];
end

```

Programkod 5, Implementation av Idle Index

4.5 Statiska samband

För att påvisa egenskaper hos en reglerkrets kan enkla statiska samband användas. I arbetet har två metoder används.

Genom att beräkna förhållandet mellan maximal mätsignal och maximal utsignal ges en bild av hur reglerkretsen är dimensionerad. Tabell 1 beskriver hur förhållandet skall tolkas.

Genom att i ett diagram markera ärvärde som funktion av utsignal kommer eventuella olinjäriteter att framträda mycket tydligt. Läsbarheten i diagrammet kan ökas ytterligare genom att med minsta kvadratmetoden anpassa en rät linje till datapunkterna i diagrammet.

5 Implementation - Grafiskt användargränssnitt

I detta avsnitt beskrivs komponenterna i det grafiska användargränssnittet. Först ges en inledande diskussion kring de fönster och metoder vilka bygger upp gränssnittet och därefter beskrivs fönstren mer ingående.

5.1 Inledning

Det finns i verktyget sju större fönster:

1. Huvudfönster
2. Presentationsfönster för svängningsdetektering (Hägglund).
3. Presentationsfönster för svängningsdetektering (Stattin).
4. Presentationsfönster för Harris Index.
5. Presentationsfönster för Idle Index.
6. Presentationsfönster för statiska samband.
7. Fönster för att visa mätdata

Till varje fönster hör en funktions vars uppgift förutom att initialisera fönstret är att ta hand om alla händelser kopplade till komponenter i fönstret. Händelser kopplas till komponenter genom att definiera ett funktionsanrop i komponentens *CallBack* - fält. För komplett beskrivning av komponenter och händelser i MATLAB hänvisas till [7].

I själva verket definieras fönsterfunktionerna av varsin stor *Case*-sats vilken utvärderar det argument som *CallBack*-funktionen bifogar. Då händelser utvärderas av funktioner, *CallBack*, mellanlagras data i fönstrens *UserData*-fält.

För att lokalisera fönstren i *CallBack*-funktionerna används kommandot *FindObj* för att söka efter *Tag*-fältet där namnet på fönstret angivits vid initiering. På så sätt säkerställs att rätt fönster hamnar i fokus men medför att två instanser av verktyget inte kan existera i samma MATLAB-fönster.

5.2 Huvudfönstret

Funktionen för huvudfönstret beskriver en tillståndsmaskin för att hantera händelser initierade av användaren. Fönstret definieras av funktionen *GeneralWin* och det är från denna funktion som anrop till alla andra funktioner utförs. En instans av fönstret existerar under hela sessionen och göms endast då något presentationsfönster är aktivt.

5.2.1 Funktionens struktur

De viktigaste delarna i funktionen är:

1. Initiering
 - a Skapa fönstret
 - b Statusrad
 - c Meny
 - d Skapa fönsterkomponenter.
 - e Lagra handtag till fönsterkomponenter.
2. Metoder för uppdatering av komponenter i fönstret.
3. Hantering av inmatningshändelser (Alla *Ändra*-knappar)
4. Hantera händelser från meny.

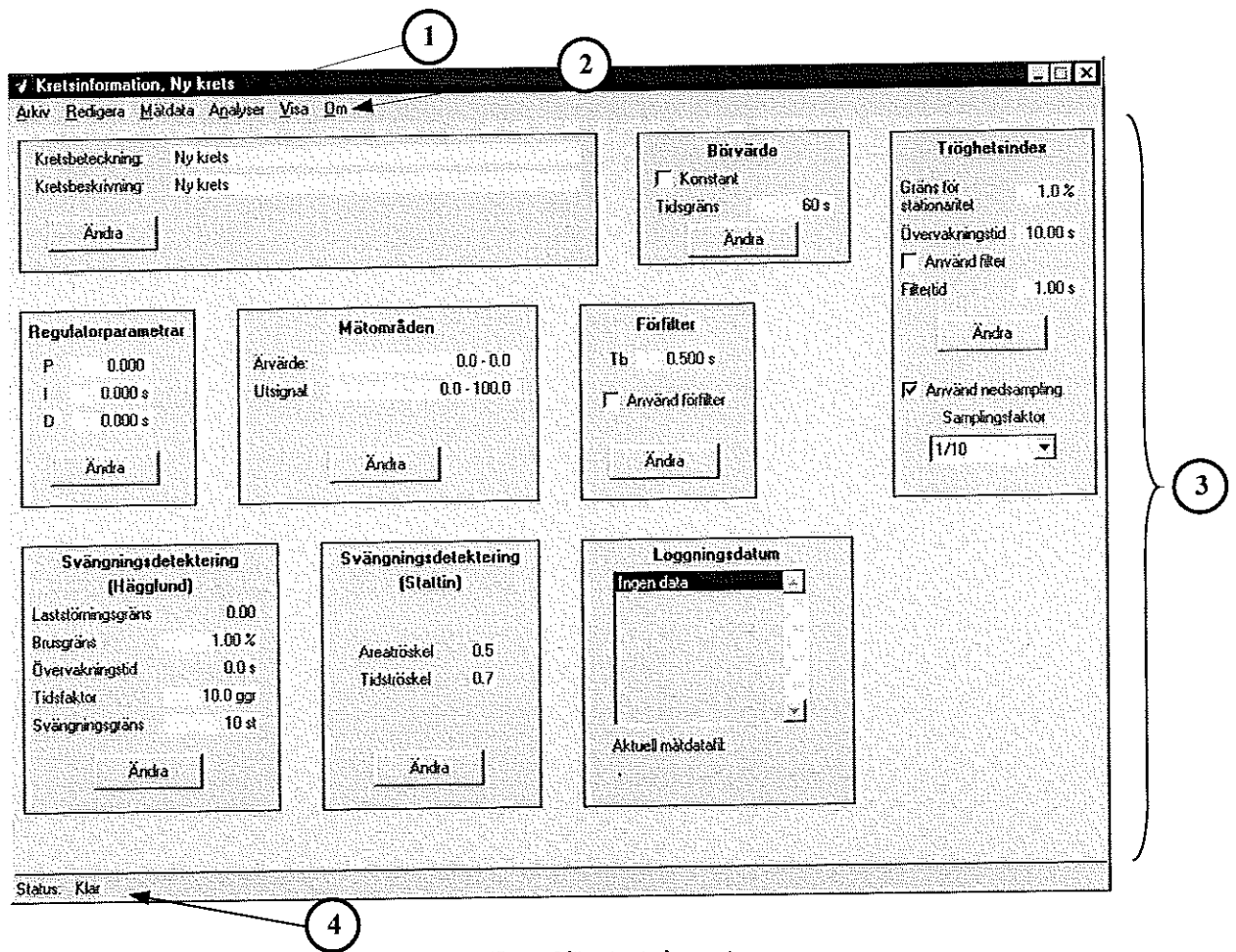
5. Lokal funktion för att uppdatera menyer.

5.2.2 Layout

Huvudfönstrets layout har valts att efterlikna den miljö som datoranvändare vid Stora Hylte AB är mest van vid, det vill säga MS Windows 95/NT, med avseende på menyer och titelrad. Fönstret har fyra huvudkomponenter:

1. titelrad
2. menyer
3. informationsfält
4. statusrad

Figur 5 visar huvudkomponenternas placering i fönstret.



Figur 5, Huvudfönstrets layout

I *Huvudfönstret* gäller att alla värden användaren kan ändra visas med grön bakgrund. Värden som visas med grå bakgrund uppdateras av verktyget då användaren ändrar värden. För att ändra värden i fönstret används dialogrutor vilka aktiveras med motsvarande *Ändra*-knapp. Valet att använda knappar i kombination med dialogrutor istället för att använda kontroller vilka tillåter ändring direkt i fönstret gjordes för att underlätta felkontroll av inmatade värden.

5.3 Presentationsfönster

I presentationsfönstren, med undantag för Statiska Samband, presenteras nyckeltalen på två sätt, siffervärden och diagram.

Siffervärden på nyckeltalen visas till vänster i fönstret, uppdelat med avseende på utsignalområde, historik och senaste mätserie. För de metoder där fasta gränser finns för nyckeltalen, alla utom Hägglunds metod för svängningsdetektering, används färgkodning av för att förtydliga resultatet.

Diagram som visas, förutom för utsignalen, är typiskt nyckeltalets utveckling i senaste mätserien. Anledning till att visa utsignalen är att ge användaren något att relatera de övriga diagrammen till. Genom att klicka i utsignaldiagrammet visas ett fönster där samtliga signaler kan studeras se avsnitt 5.4. Strax till höger om utsignaldiagrammet visas aktuellt utsignalområde samt längd på intervallet.

Dessutom finns en kontroll, så kallad rullist, för att byta intervall i mätserien. För de analysmetoder där även trend över nyckeltalet visas ges också möjlighet att välja andra utsignalområde än de för mätserien aktuella områden. Aktuellt intervall indikeras med grön linje i diagrammen.

För närmare beskrivning av färgkodning, tolkning av siffervärden och diagram samt hur verktyget används hänvisas till användarinstruktionen i Bilaga B.

5.3.1 Tore Hägglunds metod för svängningsdetektering

5.3.1.1 Funktionens struktur

De viktigaste delarna i funktionen *EvalOsc* är:

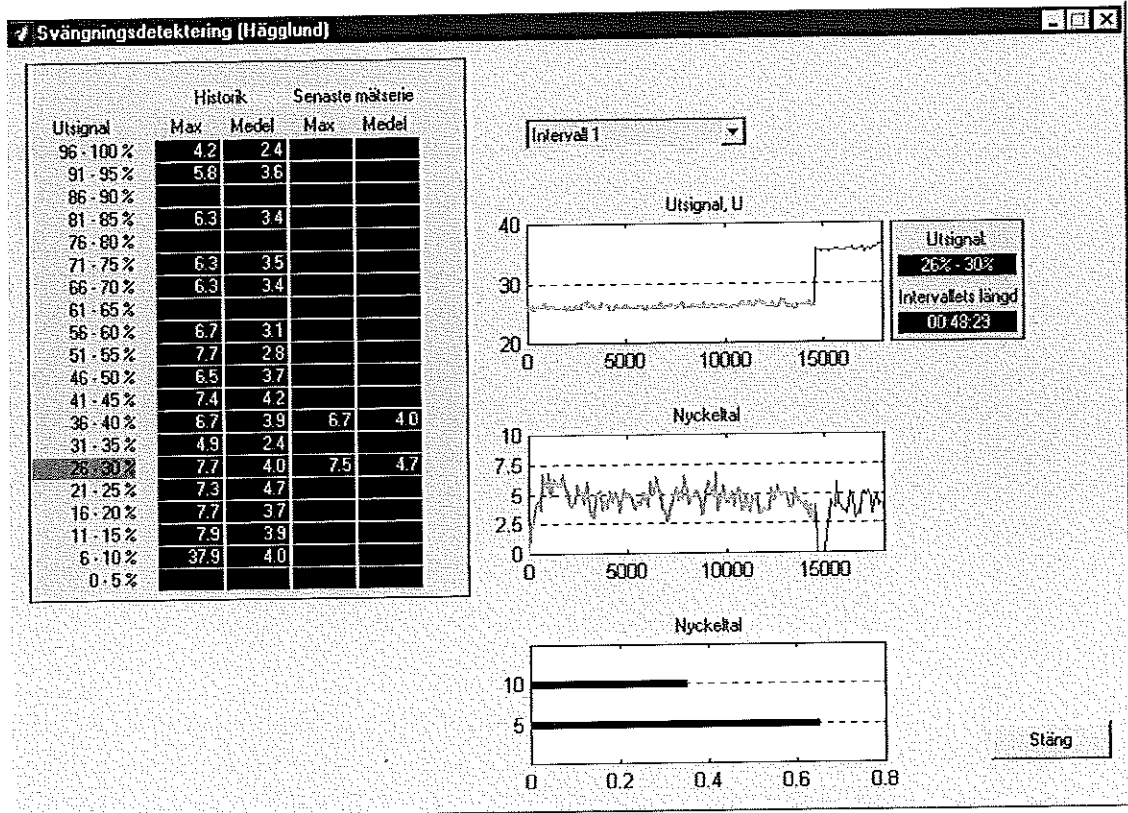
1. Initiering av värdefält.
2. Initiering av diagram.
3. Metoder för uppdatering av diagram

5.3.1.2 Datastrukturer

För datastrukturer vilka berör presentationsfönstret för Hägglunds metod för svängningsdetektering se avsnitt 8.2.44 – 8.2.48.

5.3.1.3 Layout

För att presentera resultatet från Hägglunds metod för svängningsdetektering har layout enligt Figur 6 valts.



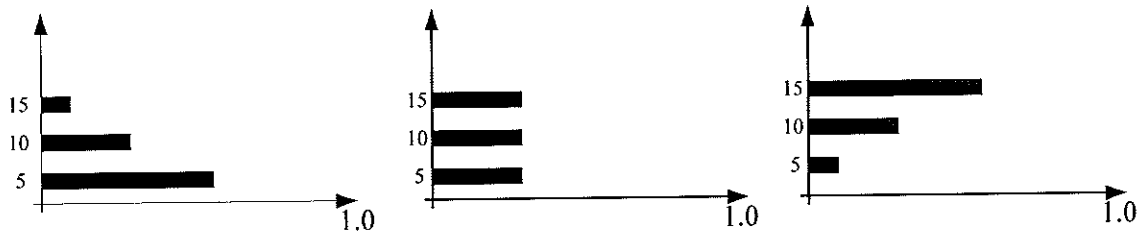
Figur 6, Presentationsfönster för svängningsdetektering (Hägglund)

Till vänster i fönstret visas nyckeltalet uppdelat på utsignalområde för samtliga mätningar, *Historik*, och senaste mätserie, *Senaste mätserie*. Värden som visas är högsta, *Max*, och medelvärde, *Medel*.

Diagrammen med början överst, visar utsignal, nyckeltalets utveckling under senaste mätserie samt nyckeltalets fördelning med avseende på tid och värde under senaste mätserie.

Det mellersta diagrammet visar hur variabeln x i Programkod 1 förändras under mätserien. Gränsen för svängning, n_{lim} enligt (6), visas i diagrammet som en röd linje.

För att underlätta att tolka om kretsen svänger visas i det nedersta diagrammet ett alternativt sätt att presentera nyckeltalet. Här avser en stapel den andelen tid som nyckeltalet tillbringat inom ett visst värdeområde. I Figur 6 visas två staplar i nedersta diagrammet varav den understa stapeln avser den andel tid vilken nyckeltalet tillbringat i intervallet 0 - 5 och den övre stapeln avser den andel tid vilken nyckeltalet tillbringat i intervallet 6 - 10. Staplarnas längd är normerad så att värdet 1 motsvarar hela intervallets längd.



Figur 7, Stapeldiagram i presentationsfönster för svängningsdetektering (Hägglund)

I Figur 7 ges exempel på typiska utseenden hos stapeldiagrammet i presentationsfönstret. Stapeldiagrammet till vänster indikerar att nyckeltalet antar låga värden under största delen av tiden vilket innebär att kretsen ej svänger. I det mittersta diagrammet har staplarna lika längd. Diagrammet kan få dylikt utseende av två anledningar: 1/ Intervallet var för kort vilket medfört att nyckeltalet ej konvergerat, 2/ Kretsen svänger under lika stor andel av tiden som den inte svänger. Här är det svårt att dra någon direkt slutsats. Stapeldiagrammet till höger indikerar att nyckeltalet antar höga värden under störst andel av tiden och slutsatsen är att kretsen svänger.

5.3.2 A Stattins metod för svängningsdetektering

5.3.2.1 Funktionens struktur

De viktigaste delarna i funktionen *EvalNewOsc* är:

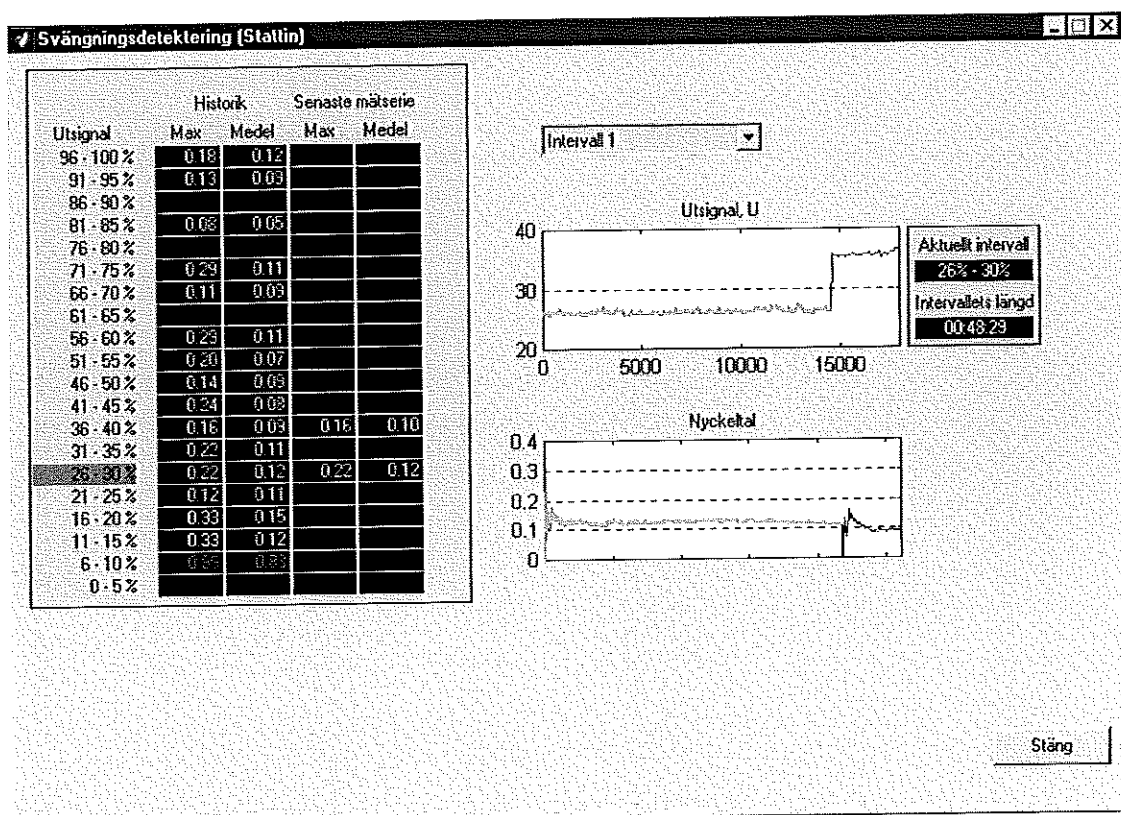
1. Initiering av värdefält.
2. Initiering av diagram.
3. Metoder för uppdatering av diagram

5.3.2.2 Datastrukturer

För datastrukturer vilka berör presentationsfönstret för Stattins metod för svängningsdetektering se avsnitt 8.2.52 – 8.2.57.

5.3.2.3 Layout

För att presentera resultatet från Stattins metod för svängningsdetektering har layout enligt Figur 8 valts.



Figur 8, Presentationsfönster för svängningsdetektering (Stattin)

Till vänster i fönstret visas nyckeltalet uppdelat på utsignalområde för samtliga mätningar, *Historik*, och senaste mätserie, *Senaste mätserie*. Värderna som visas är högsta, *Max*, och medelvärde, *Medel*.

Diagrammen, med början överst visar utsignal samt nyckeltalets (14) utveckling under senaste mätserie.

5.3.3 Harris Index

5.3.3.1 Funktionens struktur

De viktigaste delarna i funktionen *EvalHarris* är:

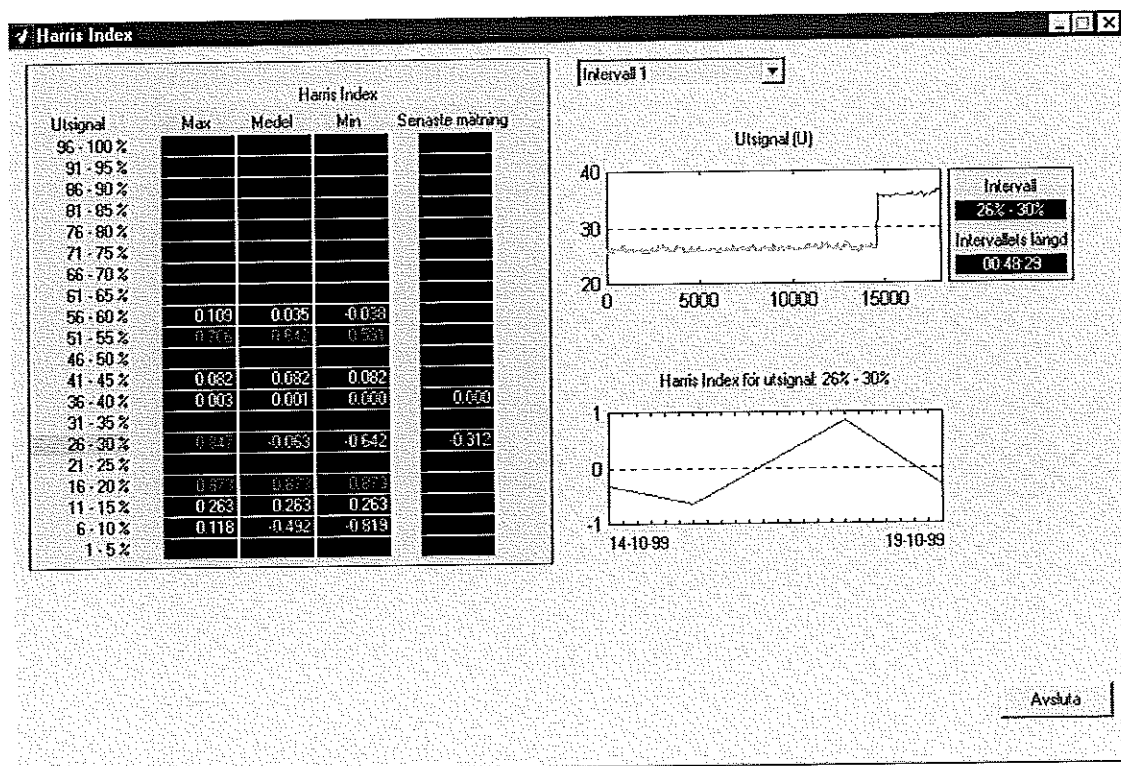
1. Initiering av värdefält.
2. Initiering av diagram.
3. Metoder för uppdatering av diagram

5.3.3.2 Datastrukturer

För datastrukturer vilka berör presentationsfönstret för *Harris Index* se avsnitt 8.2.61 – 8.2.64.

5.3.3.3 Layout

För att presentera resultatet från *Harris Index* har layout enligt Figur 9 valts.

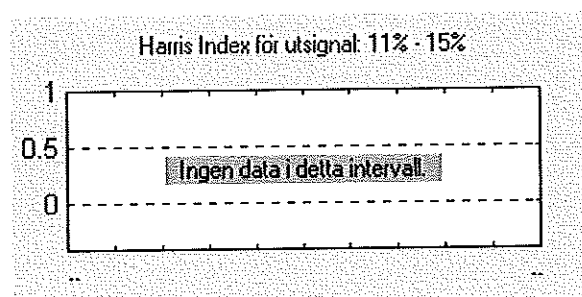


Figur 9, Presentationsfönster för Harris Index

Till vänster i fönstret visas nyckeltalet uppdelat på utsignalområde för samtliga mätningar. Värden som visas är högsta, *Max*, medelvärde, *Medel*, minsta, *Min*, samt senaste nyckeltal för respektive intervall.

Det översta diagrammet visar utsignal för senaste mätserie. Det undre diagrammet visar en trend över nyckeltalet. Trenden baseras på nyckeltalet vid olika loggningstidpunkter för specifikt utsignalområde. I Figur 9 visas nyckeltalstrenden för utsignalområde 26% - 30% under tiden 991014 till 991019.

Om *Harris Index* ej ännu beräknats för ett utsignalområde utan endast referensen lagrats visas detta genom att ett meddelande visas i det nedre diagrammet, se Figur 10



Figur 10, Ingen data i aktuellt intervall för Harris Index

5.3.4 Idle Index

5.3.4.1 Funktionens struktur

De viktigaste delarna i funktionen *EvalIdle* är:

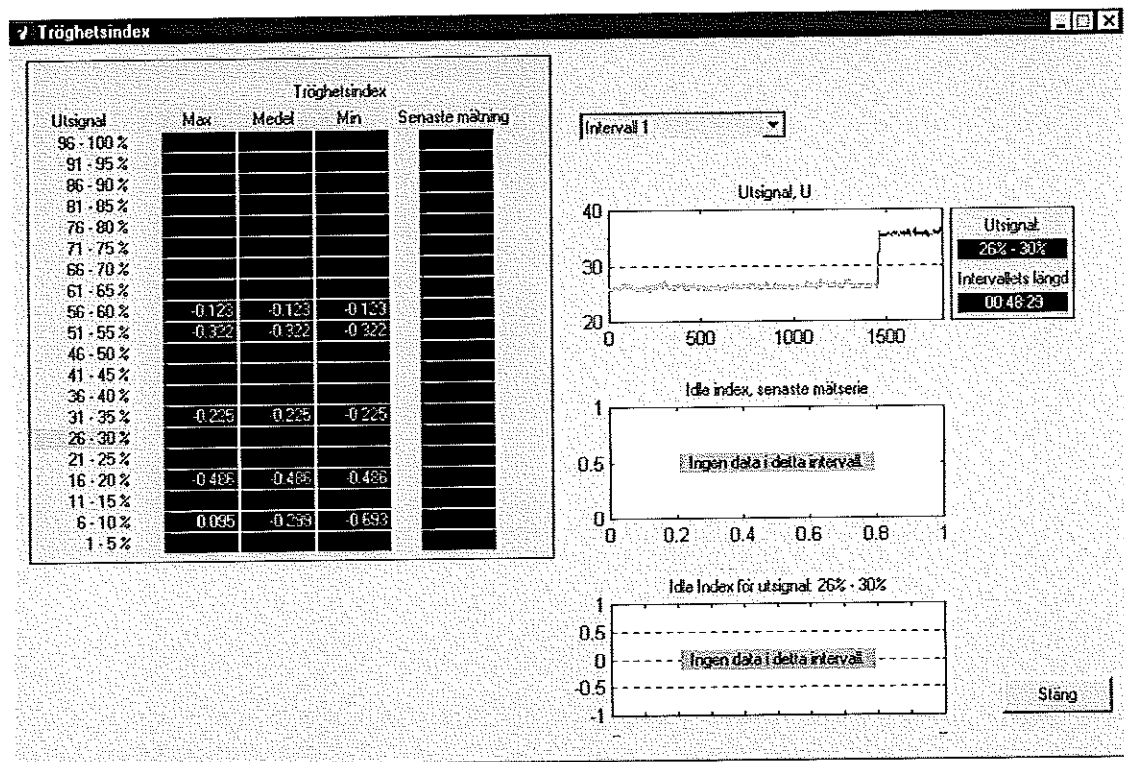
1. Initiering av värdefält.
2. Initiering av diagram.
3. Metoder för uppdatering av diagram

5.3.4.2 Datastrukturer

För datastrukturer vilka berör presentationsfönstret för *Idle Index* se avsnitt 8.2.74 – 8.2.79.

5.3.4.3 Layout

För att presentera resultatet från *Idle Index* har layout enligt Figur 11 valts.



Figur 11, Presentationsfönster för *Idle Index*

Till vänster i fönstret visas nyckeltalet, I_i i (16), uppdelat på utsignalområde för samtliga mätningar. Värden som visas är högsta, *Max*, medelvärde, *Medel*, minsta, *Min*, samt senaste nyckeltal för respektive intervall.

Det översta diagrammet visar utsignal för senaste mätserie. Det mellersta diagrammet visar hur nyckeltalet varierar under analys av mätserien. I Figur 11 har ingen laststörning detekterats och därför visas texten: "Ingen data i detta intervall".

Det undre diagrammet visar en trend över nyckeltalet. Trenden baseras på nyckeltalet vid olika loggningstidpunkter för specifikt utsignalområde. I Figur 11 visas ingen trend då inget nyckeltal beräknats för utsignalområde 26% - 30%.

5.3.5 Statiska samband

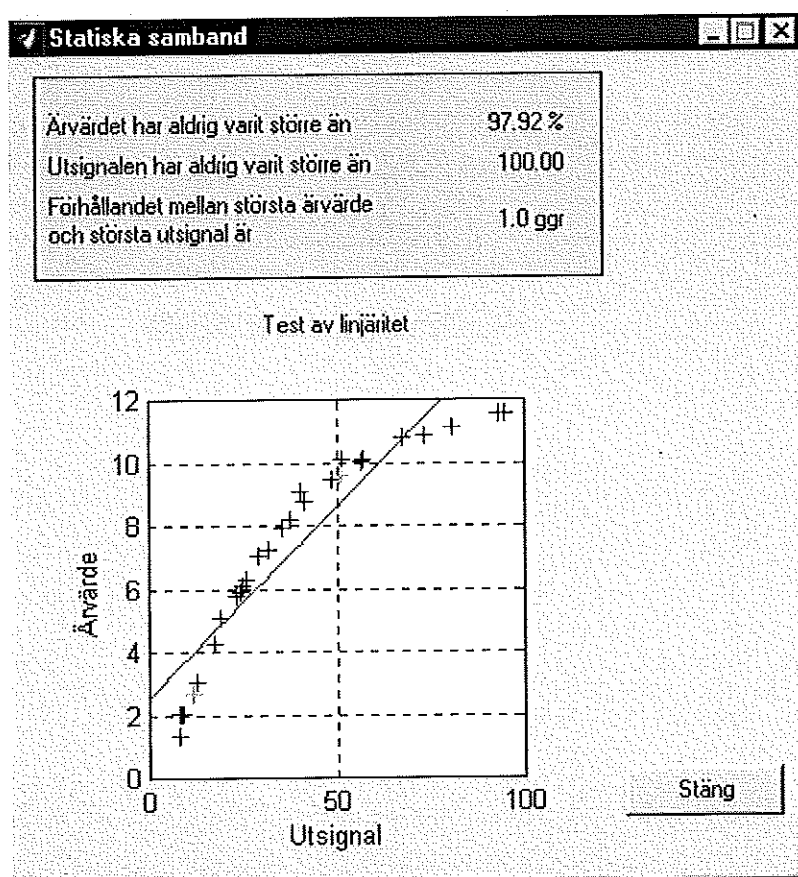
Under statiska samband har två samband implementerats. Dessa skall ses som ett prov på olika enkla samband som kan byggas in i verktyget för att analysera reglerkretsar.

5.3.5.1 Datastrukturer

För datastrukturer vilka berör presentationsfönstret för statiska samband se avsnitt 8.2.81 – 8.2.87.

5.3.5.2 Layout

För att presentera resultatet från statiska samband har layout enligt Figur 12 valts.

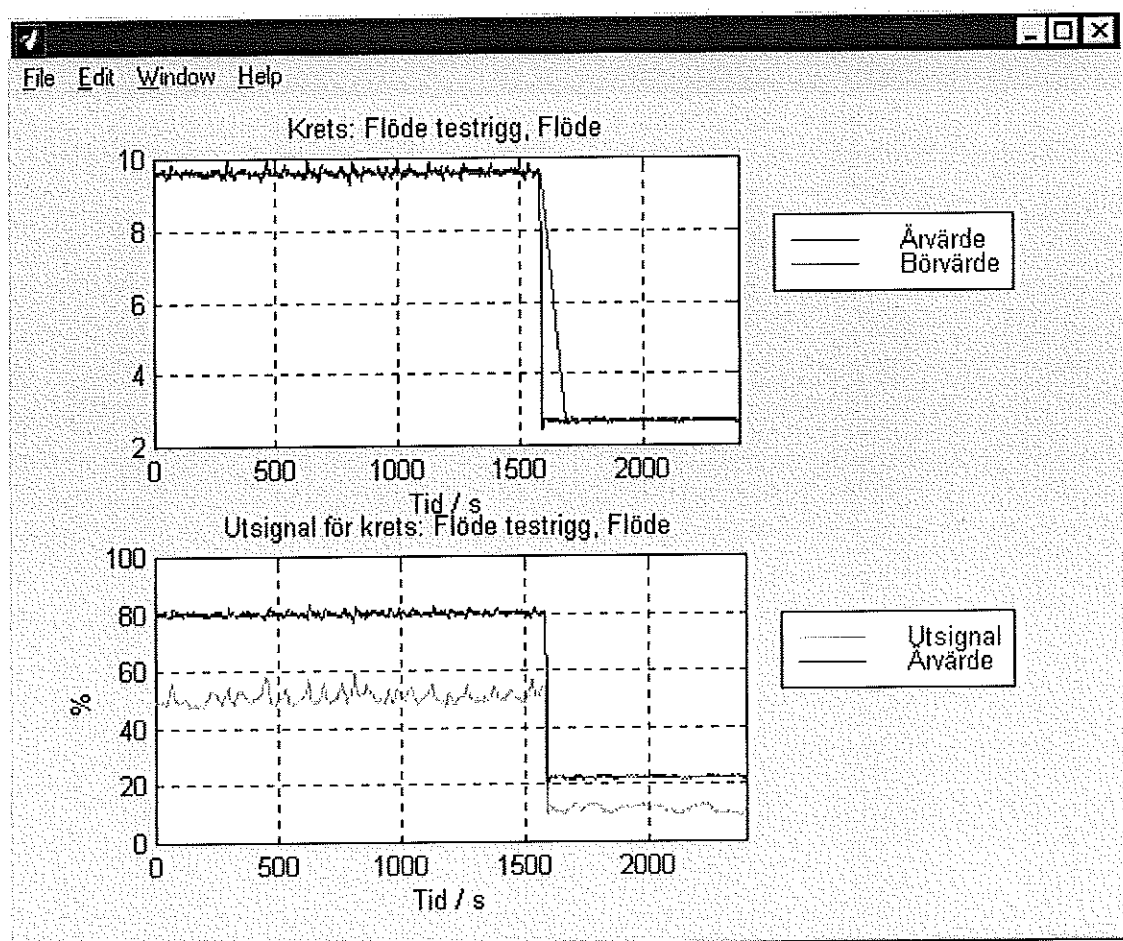


Figur 12, Presentationsfönster för Statiska Samband

Överst i fönstret visas sambandet mellan maximalt ärvärde och maximal utsignal för reglerkretsen. I diagrammet visas ärvärdet som funktion av utsignalen. Varje datapunkt motsvarar ett identifierat intervall i mätserien och linjen är ett försök att anpassa en rät linje till mätpunkterna med hjälp av minstakvadratmetoden.

5.4 Mätdatafönster

För att studera den mätdata vilken importerats till verktyget används mätdatafönstret, se Figur 13.



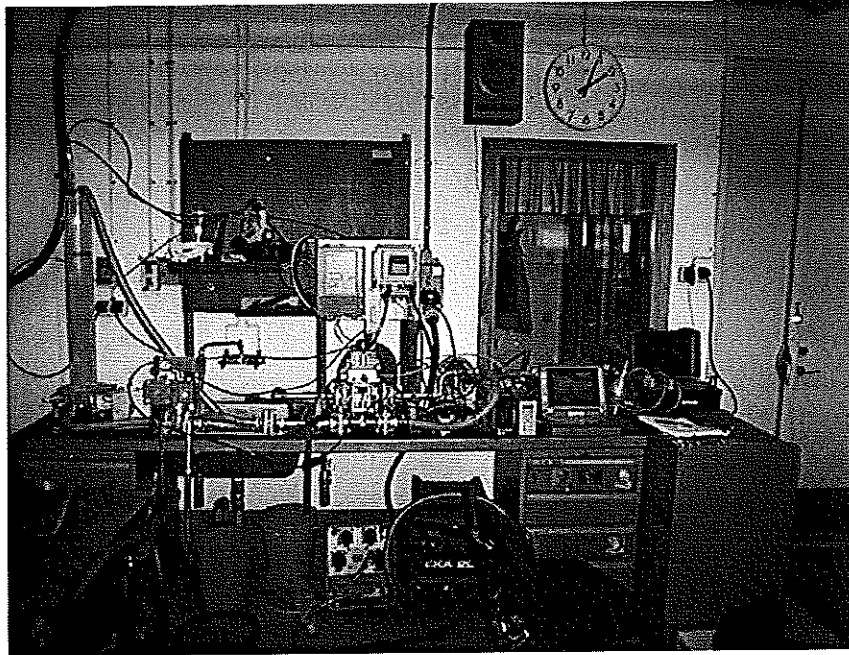
Figur 13, Fönster för att studera mätdata

Fönstret går att öppna via meny eller genom att klicka i utsignaldiagrammet i samtliga presentationsfönster. Det översta diagrammet visar ärvärde och skattat börvärde. Det undre diagrammet visar utsignal och ärvärde. Notera att y-axeln för undre diagrammet är i procent. Diagrammen tillåter förstoring av valda områden.

6 Resultat från utvärdering av verktyget.

Ett av delmålen för examensarbetet var att med hjälp av verktyget utföra analys av prioriterade reglerkretsar i pappersmaskinerna. För att en dylik analys skall vara rättvisande krävs att analysen utförs under en längre tid för att täcka in ett stort antal driftsfall. Tyvärr medgav ej tiden att denna analys utfördes och i stället togs beslut att färdigställa en testrigg där verktygets funktionalitet kunde verifieras. Mycket av resultaten i detta avsnitt baseras på data från testriggen.

Testriggen byggdes upp av standardkomponenter och visas i Figur 14.



Figur 14, Testrigg

Riggen bestod av två reglerkretsar, en nivå och en flödeskrets. Flödeskretsen reglerades av en ECA-60 och nivåkretsen av en Foxboro-regulator av äldre modell. Innan tester påbörjades trimmades regulatorerna och insamling av mätdata påbörjades vid olika driftsfall. När väl tillräckligt med grunddata samlats in infördes olika olinjäriteter i kretsarna genom att till exempel ändra regulatorparametrar, införa glapp och friktion i ventiler. På så sätt framtvingades svängningar vilka användes för att undersöka verktyget och i detta ingående analysmetoder.

Enbart fönstersystemet som sådant har undergått dagliga tester under en period av nära fyra veckor. Fel har korrigerats och förbättringar har gjorts. Fönstersystemet, filhantering av kretsar samt import av mätdata fungerar som det är tänkt.

För Hägglunds metod för svängningsdetektering visar tester att teori och implementation av metoden fungerar enligt det som nämnts tidigare i rapporten. God korrelation mellan justeringar av parametrar i metoden och förväntat genomslag i analysresultat har påvisats.

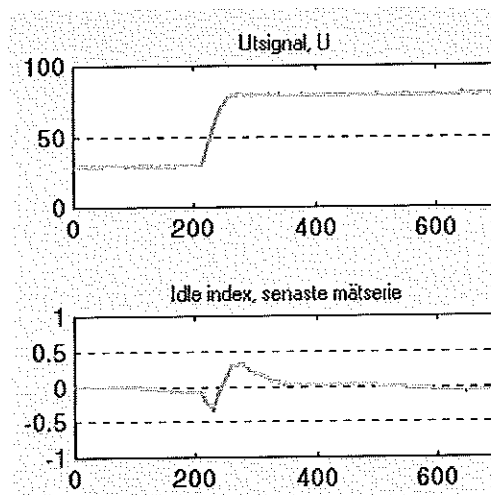
Nyttan med den införda skalningen av övervakningstiden, se (7), har verifierats i testerna. Framförallt kommer den in då det i kretsen finns svängningar vilka inte direkt kan relateras till I -delen, T_i .

För Stattins metod för svängningsdetektering visar tester att teori och implementation av metoden fungerar enligt det som nämnts tidigare i rapporten. Metodens goda egenskaper att identifiera asymmetriska svängningar påvisades. Dock bör metoden kompletteras med någon form av glömskefaktor innan den används i kontinuerlig övervakning, se avsnitt 1.1.2.

I samband med utvärdering av metoderna för svängningsdetektering noterades en brist i de båda metoderna. Under testerna noterades fall då ärvärdet var stabilt och utsignalen påvisade en kraftig svängning. Då båda metoderna använder reglerfelet för att undersöka om det finns en svängning i reglerkretsen upptäckte ingen av dessa svängningen i utsignalen. Ej heller kommer *Harris Index* att notera någon försämring då det nyckeltalet endast tar hänsyn till variansen i ärvärdet. Den här formen av svängning är också viktigt att upptäcka då den sliter onormalt hårt på ställdonen.

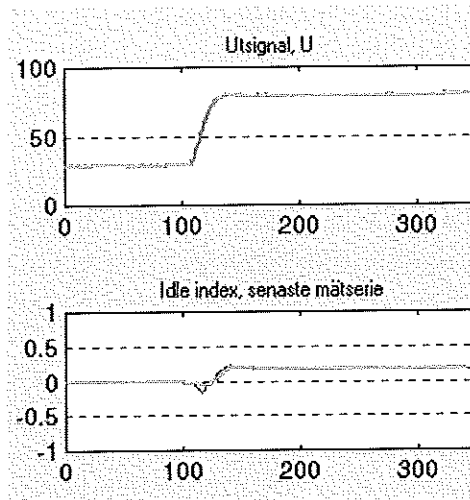
Den omarbetade definitionen av *Harris Index* har visat sig fungera tillfredsställande. Man bör dock vara medveten om att det i applikationen är fråga om en omdefiniering av det ursprungliga nyckeltalet. Det kan finnas behov av att nollställa nyckeltalet genom att definiera en ny σ_{mv}^2 då till exempel en trimning av kretsen utförts.

I implementationen av *Idle Index* ges möjlighet att använda två metoder för att reducera brusets omsampling och lågpasfilter. Dessutom så utförs ingen analys när systemet är stationärt. Vid testerna användes oftast omsampling med en faktor 1/10 tillsammans med att gränsen för stationaritet justerades. Figur 15 och Figur 16 ger exempel på hur brusets inverkan på *Idle Index* kan minskas. I exemplet används data från en konservativt inställd regulator. I Figur 15, där en omsamlingsfaktor 1/10 använts, ses tydligt hur brusnivån påverkar resultatet negativt då nyckeltalet uppdateras i området efter laststörningen.



Figur 15, Inverkan av brus på Idle Index. Omsamlingsfaktor 1/10.

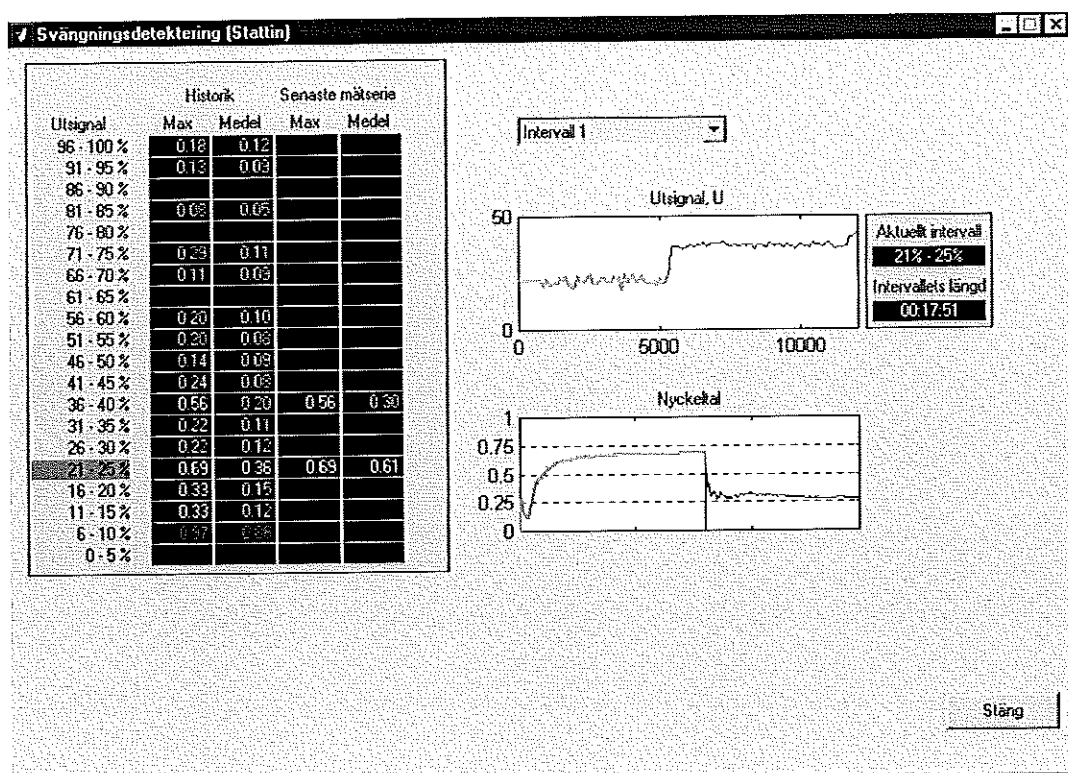
I Figur 16, där en omsamlingsfaktor 1/20 använts, ser vi att brusets reducerats till en för metoden acceptabel nivå vilket innebär att nyckeltalet ej uppdateras i området efter laststörningen och att ett mer korrekt värde på nyckeltalet erhålls.



Figur 16, Inverkan av brus på Idle Index. Omsamlingsfaktor 1/20.

De metoder som implementerades under statistiska sambanden har visat sig användbara. I Figur 12 visas data från testriggen vilken påvisar ett starkt olinjärt samband. Exemplet påvisar tydligt hur enkla samband kan ge värdefull information om en reglerkrets egenskaper.

Testerna i riggen har visat sig värdefulla för utvärdering av algoritmen för skattning av börvärdet. I takt med att tester utfördes förfinades algoritmen och har i slutet visat sig fungera stabilt. Dock kan algoritmen visa sig vara väl försiktig med avseende på att utesluta områden i närheten av börvärdesändringar. Idén med att dela upp utsignalen i olika områden har visat sig vara lyckad. I Figur 17 ses tydligt att nyckeltalet påvisar sämre prestanda i form av ökad närvaro av svängningar för lägre utstyrning.



Figur 17, Uppdelning av utsignal

7 Referenser

- [1] T Hägglund, "A control-loop performance monitor", *Control Eng. Practice*, Vol. 3, No 11, pp 1543-1551, 1995
- [2] A Stattin, "Detection and classification of oscillations in flow control loops", Master Thesis, Linköping University, 1998. (In Swedish)
- [3] L Desborough and T Harris, "Performance assessment measures for univariate feedback control.", *Canadian Journal of Chemical Engineering*, Vol. 70, pp 1186-1197, December, 1992.
- [4] T Hägglund, "The Idle Index", Internal report, Department of Automatic Control, Lund Institute of Technology, Lund University, ISRN LUTFD2/TFRT- -7568- -SE, October 1997
- [5] J Karlsson, "Tools for configuration and analysis of control loops", Master Thesis, Department of Automatic Control, Lund Institute of Technology, Lund University, ISRN LUTFD2/TFRT- -5607- -SE, December 1998
- [6] K. J. Åström and Björn Wittenmark, "Computer Controlled Systems", Third Edition, Prentice-Hall, ISBN 013314899-0, 1997
- [7] "Building GUIs with MATLAB", PDF-document in help files for MATLAB, Mathworks Inc.

8 Bilaga A

8.1 Beskrivning av MATLAB - funktioner.

Filnamn	Funktion
BesselFilt.m	Besselfilter av ordning 2 med valbar gränshfrekvens.
CalcIAELim.m	Beräknar gränsvärdet IAELim.
CalcTsup.m	Beräknar övervakningstiden Tsup.
ClearWin.m	Initierar samt hanterar händelser i det fönster som visas när användaren tar bort historik.
ConvertTime.m	Gör om en tid i sekunder till formatet hh:mm:ss.
DetectSpChange.m	Algoritm för att detektera börvärdesändringar.
DownSample.m	Algoritm för att minska samplingsfrekvensen i mätserie.
Estimate.m	Skattar börvärdet.
EstimateSp.m	Samplingsfunktion vilken utför samtliga steg som ingår i att skatta börvärde och detektera börvärdesändringar.
Estimh.m	Bestämmer vilket samplingsintervall som använts i mätserien.
EvalHarris.m	Analyserar data enligt metod för Harris Index.
EvalIdle.m	Analyserar data enligt metod för Idle Index.
EvalNewOsc.m	Analyserar data enligt Stattins metod för svängningsdetektering.
EvalOsc.m	Analyserar data enligt Hägglunds metod för svängningsdetektering.
EvalStatic.m	Analyserar data med avseende på statiska samband.
GeneralWin.m	Initierar samt hanterar händelser i huvudfönstret.
GetColors.m	Innehåller de färger som används i GeneralWin
HarrisWin.m	Initierar samt hanterar händelser i resultatfönstret för Harris Index.
IdleWin.m	Initierar samt hanterar händelser i resultatfönstret för Idle Index.
InitiateSignal.m	Skapar den struktur i vilken all kretsinformation lagras.
LoadData.m	Importerar mäldata till verktyget.
NewOscWin.m	Initierar samt hanterar händelser i resultatfönstret för svängningsdetektering enligt Stattins metod.
OscWin.m	Initierar samt hanterar händelser i resultatfönstret för svängningsdetektering enligt Hägglunds metod.
CLPMtool.m	Initierar verktyget.
SpInterval.m	Analyserar de intervall som DetectSpChange ger ifrån sig för att undersöka om det finns "falska" intervall samt delar upp utsignalen i intervall om 5%.
StaticWin.m	Initierar samt hanterar händelser i resultatfönstret för statiska samband.
TimeStr.m	Skapar en sträng hh:mm:ss utifrån separata variabler för timme, minut och sekund.
TheLargePlot.m	Initierar samt hanterar händelser i fönstret för mäldata.

8.2 Datastruktur för kretsdata

Datastrukturen för kretsdata går i programmet under variabelnamnet *signal*. I detta avsnitt beskrivs datastrukturen och i den ingående fält.

Hela strukturen ges av:

```

signal.  Dates
        Desc
        Name
        P
        I
        D
        Tb
        UsePreFilter
        Y
        U
        t
        Yf
        Uf
        h
        Ysp
        e_limit
        ConstantSetpoint
        SetPointTimeLimit
        Tu
        a
        n_lim
        IAE_lim
        TsupFactor
        Tsup
        YRangeHigh
        YRangeLow
        URangeHigh
        URangeLow
        Y_Unit
        U_Unit
        MainState
        AnalyseState
        ViewState
        ParState
        Path
        FileName

        data.          SetPoint.      index
                                Interval

        osc.           index
                                Interval
                                data
                                headlines
                                OscVec

                                hist.          XData
                                                YData

        newosc.       index
                                Interval
                                data
                                headlines
                                A
                                G
                                hIndex
                                h

        harris.      index
                                interval
                                headlines
                                IHDataNotifier
                                VarY
                                III

        idle          index
                                Interval
                                ResampleFactor
                                UseIdleResample

```

```

StationaryLimit
Tsup
Tfilter
UseIdleFilter
data
IdleIndex
headlines
Yf
Uf
Ysp
static
maxU
maxY
ratio_maxYmaxU
LinU
LinY
EstimLinU
EstimLinY

```

Nedan följer beskrivningar av de i strukturen ingående fälten.

8.2.1 Fältet – Dates

Fullständigt fältnamn: signal.Dates

Typ: Vektor av format *double*

Förklaring: Innehåller de datum då data importerats till verktyget. Visas i *Huvudfönstret* som *Loggningsdatum*.

8.2.2 Fältet – Desc

Fullständigt fältnamn: signal.Desc

Typ: Vektor av format *char*.

Förklaring: Kretsbeskrivningen. Visas i *Huvudfönstret* som *Kretsbeskrivning*.

8.2.3 Fältet – Name

Fullständigt fältnamn: signal.Name

Typ: Vektor av format *char*.

Förklaring: Kretsbezeichnung. Visas i *Huvudfönstret* som *Kretsbezeichnung*.

8.2.4 Fältet – P

Fullständigt fältnamn: signal.P

Typ: Skalär av format *double*.

Förklaring: Regulatorns P – del.

8.2.5 Fältet – I

Fullständigt fältnamn: signal.I

Typ: Skalär av format *double*.

Förklaring: Regulatorns I – del.

8.2.6 Fältet – D

Fullständigt fältnamn: signal.D
Typ: Skalär av format *double*.
Förklaring: Regulatorns D – del.

8.2.7 Fältet – Tb

Fullständigt fältnamn: signal.Tb
Typ: Skalär av format *double*.
Förklaring: Tidskonstant för förfilter.

8.2.8 Fältet – UsePreFilter

Fullständigt fältnamn: signal.UsePreFilter
Typ: Skalär av format *double*.
Förklaring: Används för att avgöra om förfilter skall användas (1) eller ej (0).
Visas i *Huvudfönstret* som *Använd förfilter* i form av en kryssruta i parameterfältet för *Förfilter*.

8.2.9 Fältet – Y

Fullständigt fältnamn: signal.Y
Typ: Vektor av format *double*.
Förklaring: Rådata för ärvärdet.

8.2.10 Fältet – U

Fullständigt fältnamn: signal.U
Typ: Vektor av format *double*.
Förklaring: Rådata för utsignalen.

8.2.11 Fältet – t

Fullständigt fältnamn: signal.t
Typ: Vektor av format *double*.
Förklaring: Den tidstämpel som finns i mädatafilernas första kolumn.

8.2.12 Fältet – Yf

Fullständigt fältnamn: signal.Yf
Typ: Vektor av format *double*.
Förklaring: Arbetsvektor för ärvärdet. Kopia av signal.Y om inget förfilter används, annars den filtrerade versionen av signal.Y.

8.2.13 Fältet – Uf

Fullständigt fältnamn: signal.Uf
Typ: Vektor av format *double*.
Förklaring: Arbetsvektor för utsignalen. Kopia av signal.U om inget förfilter används, annars den filtrerade versionen av signal.U.

8.2.14 Fältet – h

Fullständigt fältnamn: signal.h
Typ: Skalär av format *double*.
Förklaring: Det med hjälp av signal.t skattade samplingsintervallet.

8.2.15 Fältet – Ysp

Fullständigt fältnamn: signal.Ysp
Typ: Vektor av format *double*.
Förklaring: Det skattade börvärdet.

8.2.16 Fältet – e_limit

Fullständigt fältnamn: signal.e_limit
Typ: Skalär av format *double*.
Förklaring: Används av algoritmen för detektering av börvärdesändringar. Den gräns som reglerfelet måste överstiga för att algoritmen skall markera positionen som kandidat för börvärdesändring.

8.2.17 Fältet – ConstantSetPoint

Fullständigt fältnamn: signal.ConstantSetPoint
Typ: Skalär av format *double*.
Förklaring: Används för att avgöra om börvärdet skall undersökas för förändringar (0) eller om konstant medelvärde (1) förutsätts. Visas i *Huvudfönstret* som *Konstant* i form av en kryssruta i parameterfältet för *Börvärde*.

8.2.18 Fältet – SetPointTimeLimit

Fullständigt fältnamn: signal.SetPointTimeLimit
Typ: Skalär av format *double*.
Förklaring: Anger den tidsgräns under vilken en störning måste fortgå för att störningen skall vara kandidat för börvärdesändring. Visas i *Huvudfönstret* som *Tidsgräns* i parameterfältet för *Börvärde*.

8.2.19 Fältet – Tu

Fullständigt fältnamn: signal.Tu
Typ: Skalär av format *double*.
Förklaring: Processens egenfrekvens. Används ej.

8.2.20 Fältet – a

Fullständigt fältnamn: signal.a
Typ: Skalär av format *double*.
Förklaring: Används i Hägglunds metod för svängningsdetektering för att beräkna hur stor en störning måste vara för att tolkas som en laststörning. Visas i *Huvudfönstret* som *Brusgräns* i parameterfältet för *Svängningsdetektering (Hägglund)*.

8.2.21 Fältet – n_lim

Fullständigt fältnamn: signal.n_lim
Typ: Skalär av format *double*.
Förklaring: Används i Hägglunds metod för svängningsdetektering som en gräns för hur många laststörningar det måste finnas under övervakningstiden innan det skall tolkas som att kretsen svänger. Visas i *Huvudfönstret* som *Svängningsgräns* i parameterfältet för *Svängningsdetektering (Hägglund)*.

8.2.22 Fältet – IAE_lim

Fullständigt fältnamn: signal.IAE_lim
Typ: Skalär av format *double*.
Förklaring: Används i Hägglunds metod för svängningsdetektering som en gräns för hur stor en störning måste vara innan den skall tolkas som en laststörning. Visas i *Huvudfönstret* som *Laststörningsgräns* i parameterfältet för *Svängningsdetektering (Hägglund)*.

8.2.23 Fältet – TsupFactor

Fullständigt fältnamn: signal.TsupFactor
Typ: Skalär av format *double*.
Förklaring: Används i Hägglunds metod för svängningsdetektering för att skala övervakningstiden. Visas i *Huvudfönstret* som *Tidsfaktor* i parameterfältet för *Svängningsdetektering (Hägglund)*.

8.2.24 Fältet – Tsup

Fullständigt fältnamn: signal.Tsup
Typ: Skalär av format *double*.
Förklaring: Övervakningstid i Hägglunds metod för svängningsdetektering. Visas i *Huvudfönstret* som *Övervakningstid* i parameterfältet för *Svängningsdetektering (Hägglund)*.

8.2.25 Fältet – YRangeHigh

Fullständigt fältnamn: signal.YRangeHigh

Typ: Skalär av format *double*.

Förklaring: Anger ärvärdets övre mätområdes gräns. Visas i *Huvudfönstret* som sista värdet i ärvärdets mätområde i parameterfältet för *Mätområden*.

8.2.26 Fältet – YRangeLow

Fullständigt fältnamn: signal.YRangeLow

Typ: Skalär av format *double*.

Förklaring: Anger ärvärdets undre mätområdes gräns. Visas i *Huvudfönstret* som första värdet i ärvärdets mätområde i parameterfältet för *Mätområden*.

8.2.27 Fältet – URangeHigh

Fullständigt fältnamn: signal.URangeHigh

Typ: Skalär av format *double*.

Förklaring: Anger utsignalens övre mätområdes gräns. Visas i *Huvudfönstret* som sista värdet i utsignalens mätområde i parameterfältet för *Mätområden*.

8.2.28 Fältet – URangeLow

Fullständigt fältnamn: signal.URangeLow

Typ: Skalär av format *double*.

Förklaring: Anger utsignalens undre mätområdes gräns. Visas i *Huvudfönstret* som första värdet i utsignalens mätområde i parameterfältet för *Mätområden*.

8.2.29 Fältet – Y_Unit

Fullständigt fältnamn: signal.Y_Unit

Typ: Vektor av format *char*.

Förklaring: Enhet för ärvärdet. Visas i *Huvudfönstret* som enhet för ärvärdets mätområde i parameterfältet för *Mätområden*.

8.2.30 Fältet – U_Unit

Fullständigt fältnamn: signal.U_Unit

Typ: Vektor av format *char*.

Förklaring: Enhet för utsignalen. Visas i *Huvudfönstret* som enhet för utsignalens mätområde i parameterfältet för *Mätområden*.

8.2.31 Fältet – MainState

Fullständigt fältnamn: signal.MainState

Typ: Vektor av format *double*.

Förklaring: Tillståndsvariabel för att kontrollera om data i kretsen ändrats eller ej.

8.2.32 Fältet – AnalyseState

Fullständigt fältnamn: signal.AnalyseState

Typ: Vektor av format *double*.

Förklaring: Tillståndsvariabel för att kontrollera vilka analysmetoder som använts för aktuell mätdata.

8.2.33 Fältet – ViewState

Fullständigt fältnamn: signal.ViewState

Typ: Vektor av format *double*.

Förklaring: Tillståndsvariabel för att kontrollera vilka presentationsfönster som får öppnas.

8.2.34 Fältet – ParState

Fullständigt fältnamn: signal.ParState

Typ: Vektor av format *double*.

Förklaring: Tillståndsvariabel för att kontrollera att parametrar angivits.

8.2.35 Fältet – Path

Fullständigt fältnamn: signal.Path

Typ: Vektor av format *char*.

Förklaring: Anger under vilken sökväg aktuell krets sparats.

8.2.36 Fältet – FileName

Fullständigt fältnamn: signal.FileName

Typ: Vektor av format *char*.

Förklaring: Anger under vilket filnamn som aktuell krets sparats.

8.2.37 Fältet – data

Fullständigt fältnamn: signal.data

Typ: Struktur.

Förklaring: Innehåller gruppering av strukturer med data tillhörande börvärdes-skattning och analysmetoder.

8.2.38 Fältet – data.SetPoint

Fullständigt fältnamn: signal.data.SetPoint

Typ: Struktur.

Förklaring: Innehåller gruppering av fält med data tillhörande börvärdes-skattning.

8.2.39 Fältet – SetPoint.index

Fullständigt fältnamn: signal.data.SetPoint.index

Typ: Vektor av format *double*.

Förklaring: Anger de positioner i Yf och Uf där intervallen mellan börvärdesändringar startar och slutar. Position på udda index i SetPoint.index anger start av intervall och position på jämnt index i SetPoint.index anger slut av intervall. Se Tabell 12 nedan.

Tabell 12, SetPoint.index

SetPoint.index	Anger
1	Start
234	Slut
403	Start
16000	Slut

8.2.40 Fältet – SetPoint.Interval

Fullständigt fältnamn: signal.data.SetPoint.Interval

Typ: Vektor av format *double*.

Förklaring: Anger vilka 5% - områden som utsignalen antar i av SetPoint.index utpekade intervall. Se Tabell 13 nedan.

Tabell 13, SetPoint.Interval

SetPoint.Interval	Anger
3	Område för intervallet mellan 1 – 234 i Tabell 12
5	Område för intervallet mellan 403 – 16000 i Tabell 12

8.2.41 Fältet – data.osc

Fullständigt fältnamn: signal.data.osc

Typ: Struktur.

Förklaring: Innehåller gruppering av fält med data tillhörande Hägglunds metod för svängningsdetektering.

8.2.42 Fältet – osc.index

Fullständigt fältnamn: signal.data.osc.index

Typ: Vektor av format *double*.

Förklaring: Kopia av signal.data.SetPoint.index.

8.2.43 Fältet – osc.Interval

Fullständigt fältnamn: signal.data.osc.Interval
Typ: Vektor av format *double*.
Förklaring: Kopia av signal.data.SetPoint.Interval.

8.2.44 Fältet – osc.data

Fullständigt fältnamn: signal.data.osc.data
Typ: Matris av format *double*.
Förklaring: Innehåller den data som analysmetoden beräknat fram. Data för ett visst utsignalområde lagras i motsvarande rad. Första kolumnen anger om det finns aktuell data i raden och är till för att underlätta att lokalisera existerande data. Andra kolumnen innehåller värden från senaste mätningens intervall. Kolumn 3 – 5 är statistisk information vilken visas i presentationsfönstret tillsammans med värden ur kolumn 2. Kolumn 6 och framåt innehåller data för individuellt intervall. Se vidare Tabell 14.

Tabell 14, osc.data

Kolumn #	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Utsignalområde	Data i raden	Senaste index	Max. index	Medel index	Min index	Index, första intervall	Datum, första intervall	Index, andra intervall	Datum, andra intervall
0–5 %									
6–10 %									
11–15 %									
16–20 %									
21–25 %									
26–30 %									
31–35 %									
36–40 %									
41–45 %									
46–50 %									...
51–55 %									
56–60 %									
61–65 %									
66–70 %									
71–75 %									
76–80 %									
81–85 %									
86–90 %									
91–95 %									
96–100 %									

8.2.45 Fältet – osc.headlines

Fullständigt fältnamn: signal.data.osc.headlines
Typ: Vektor av format *cell*.
Förklaring: Innehåller de rubriker som skall användas i presentationsfönstret.

8.2.46 Fältet – `osc.OscVec`

Fullständigt fältnamn: `signal.data.osc.OscVec`

Typ: Vektor av format *double*.

Förklaring: Innehåller nyckeltalet. Visas i diagrammet för nyckeltalets utveckling under senaste mätserie.

8.2.47 Fältet – `osc.hist.XData`

Fullständigt fältnamn: `signal.data.osc.hist.XData`

Typ: Vektor av format *double*.

Förklaring: Innehåller data tillhörande histogrammets x – axel.

8.2.48 Fältet – `osc.hist.YData`

Fullständigt fältnamn: `signal.data.osc.hist.YData`

Typ: Vektor av format *double*.

Förklaring: Innehåller data tillhörande histogrammets y – axel.

8.2.49 Fältet – `data.newosc`

Fullständigt fältnamn: `signal.data.newosc`

Typ: Struktur.

Förklaring: Innehåller gruppering av fält med data tillhörande Stattins metod för svängningsdetektering.

8.2.50 Fältet – `newosc.index`

Fullständigt fältnamn: `signal.data.newosc.index`

Typ: Vektor av format *double*.

Förklaring: Kopia av `signal.data.SetPoint.index`.

8.2.51 Fältet – `newosc.Interval`

Fullständigt fältnamn: `signal.data.newosc.Interval`

Typ: Vektor av format *double*.

Förklaring: Kopia av `signal.data.SetPoint.Interval`.

8.2.52 Fältet – `newosc.data`

Fullständigt fältnamn: `signal.data.newosc.data`

Typ: Matris av format *double*.

Förklaring: Innehåller den data som analysmetoden beräknat fram. Data för ett visst utsignalområde lagras i motsvarande rad. De tre första kolumnerna innehåller information för presentationsfönstret. Kolumn 4 anger om det finns aktuell data i raden och är till för att underlätta att lokalisera existerande data. Kolumner 5 och 6 är historisk statistisk information. Kolumner 7 och 8 innehåller statistisk information för senaste mätserien. Kolumnerna 5 – 8 visas i presentationsfönstret. Se vidare Tabell 15.

Tabell 15, newosc.data

Kolumn #	1	2	3	4	5	6	7	8
Utsignal- område	Intervall #	Start värde intervall	Stoppvärde intervall	Data i raden	Max över alla mätningar	Medel över alla mätningar	Max senaste mätning	Medel senaste mätning
0 – 5 %	1	0	5					
6 – 10 %	2	6	10					
11 – 15 %	3	11	15					
16 – 20 %	4	16	20					
21 – 25 %	5	21	25					
26 – 30 %	6	26	30					
31 – 35 %	7	31	35					
36 – 40 %	8	36	40					
41 – 45 %	9	41	45					
46 – 50 %	10	46	50					
51 – 55 %	11	51	55					
56 – 60 %	12	56	60					
61 – 65 %	13	61	65					
66 – 70 %	14	66	70					
71 – 75 %	15	71	75					
76 – 80 %	16	76	80					
81 – 85 %	17	81	85					
86 – 90 %	18	86	90					
91 – 95 %	19	91	95					
96 – 100 %	20	96	100					

8.2.53 Fältet – newosc.headlines

Fullständigt fältnamn: signal.data.newosc.headlines

Typ: Vektor av format *char*.

Förklaring: Innehåller de rubriker som skall användas i presentationsfönstret.

8.2.54 Fältet – newosc.A

Fullständigt fältnamn: signal.data.newosc.A

Typ: Skalär av format *double*.

Förklaring: Tröskelvärde för förhållandet mellan areor, α .

8.2.55 Fältet – newosc.G

Fullständigt fältnamn: signal.data.newosc.G

Typ: Skalär av format *double*.

Förklaring: Tröskelvärde för förhållandet mellan tider, γ .

8.2.56 Fältet – newosc.hIndex

Fullständigt fältnamn: signal.data.newosc.hIndex

Typ: Vektor av format *double*.

Förklaring: Intervallen mellan börvärdesändringar (SetPoint.index) översatt till positioner i newosc.h.

8.2.57 Fältet – newosc.h

Fullständigt fältnamn: signal.data.newosc.h
Typ: Vektor av format *double*.
Förklaring: Nyckeltalet. Visas i diagrammet för nyckeltalets utveckling under senaste mätserie.

8.2.58 Fältet – data.harris

Fullständigt fältnamn: signal.data.harris
Typ: Struktur.
Förklaring: Innehåller gruppering av fält med data tillhörande Harris Index.

8.2.59 Fältet – harris.index

Fullständigt fältnamn: signal.data.harris.index
Typ: Vektor av format *double*.
Förklaring: Kopia av signal.data.SetPoint.index.

8.2.60 Fältet – harris.Interval

Fullständigt fältnamn: signal.data.harris.Interval
Typ: Vektor av format *double*.
Förklaring: Kopia av signal.data.SetPoint.Interval.

8.2.61 Fältet – harris.headlines

Fullständigt fältnamn: signal.data.harris.headlines
Typ: Vektor av format *char*.
Förklaring: Innehåller de rubriker som skall användas i presentationsfönstret.

8.2.62 Fältet – harris.IHDataNotifier

Fullständigt fältnamn: signal.data.harris.IHDataNotifier
Typ: Matris av format *double*.
Förklaring: Används i funktionen EvalHarris för att indikera vara data placeras i matrisen harris.IH.

8.2.63 Fältet – harris.VarY

Fullständigt fältnamn: signal.data.harris.VarY
Typ: Matris av format *double*.
Förklaring: Innehåller referensvarianserna. En specifik rad motsvarar ett visst utsignalområde. Första kolumnen innehåller en indikering på om det finns data i raden. Den andra kolumnen innehåller referensvariansen för motsvarande utsignalområde.

8.2.64 Fältet – harris.IH

Fullständigt fältnamn: signal.data.harris.IH

Typ: Matris av format *double*.

Förklaring: Innehåller den data som analysmetoden beräknat fram. Data för ett visst utsignalområde lagras i motsvarande rad. Första kolumnen anger om det finns aktuell data i raden och är till för att underlätta att lokalisera existerande data. Andra kolumnen innehåller värden från senaste mätningens intervall. Kolumn 3 – 5 är statistisk information som tillsammans med kolumn 2 visas i presentationsfönstret. Kolumn 6 och framåt innehåller data för trenddiagrammet. Se vidare Tabell 16.

Tabell 16, harris.IH

Kolumn #	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Utsignalområde	Data i raden	Senaste index	Max. index	Medel index	Min index	Index, första intervall	Datum, första intervall	Index, andra intervall	Datum, andra intervall
0 – 5 %									
6 – 10 %									
11 – 15 %									
16 – 20 %									
21 – 25 %									
26 – 30 %									
31 – 35 %									
36 – 40 %									
41 – 45 %									
46 – 50 %									...
51 – 55 %									
56 – 60 %									
61 – 65 %									
66 – 70 %									
71 – 75 %									
76 – 80 %									
81 – 85 %									
86 – 90 %									
91 – 95 %									
96 – 100 %									

8.2.65 Fältet – data.idle

Fullständigt fältnamn: signal.data.idle

Typ: Struktur.

Förklaring: Innehåller gruppering av fält med data tillhörande Idle Index.

8.2.66 Fältet – idle.index

Fullständigt fältnamn: signal.data.idle.index

Typ: Vektor av format *double*.

Förklaring: Anger de positioner i signal.data.idle.Yf och signal.data.idle.Uf där intervallen mellan börvärdesändringar startar och slutar. Notera att fältet ej behöver vara det samma som SetPoint.index då idle.Yf och idle.Uf kan vara både omsamlade och filtrerade.

8.2.67 Fältet – idle.Interval

Fullständigt fältnamn: signal.data.idle.Interval

Typ: Vektor av format *double*.

Förklaring: Anger vilka 5% - områden som utsignalen antar i av idle.index utpekade intervall. Notera att fältet ej behöver vara det samma som SetPoint.Interval då idle.Yf och idle.Uf kan vara både omsamlade och filtrerade.

8.2.68 Fältet – idle.ResampleFactor

Fullständigt fältnamn: signal.data.idle.ResampleFactor

Typ: Skalär av format *double*.

Förklaring: Anger den faktor med vilken signalerna skall samplas om.

8.2.69 Fältet – idle.UseIdleResample

Fullständigt fältnamn: signal.data.idle.UseIdleResample

Typ: Skalär av format *double*.

Förklaring: Anger om signalerna skall samplas om (1) eller ej (0).

8.2.70 Fältet – idle.StationaryLimit

Fullständigt fältnamn: signal.data.idle.StationaryLimit

Typ: Skalär av format *double*.

Förklaring: Anger den gräns för vilken kretsen skall tolkas som stationär.

8.2.71 Fältet – idle.Tsup

Fullständigt fältnamn: signal.data.idle.Tsup

Typ: Skalär av format *double*.

Förklaring: Övervakningstiden.

8.2.72 Fältet – idle.TFilter

Fullständigt fältnamn: signal.data.idle.TFilter

Typ: Skalär av format *double*.

Förklaring: Tidskonstant för filtret i metoden.

8.2.73 Fältet – idle.UseIdleFilter

Fullständigt fältnamn: signal.data.idle.UseIdleFilter

Typ: Skalär av format *double*.

Förklaring: Anger om filtret skall användas (1) eller ej (0).

8.2.74 Fältet – idle.data

Fullständigt fältnamn: signal.data.idle.data

Typ: Matris av format *double*.

Förklaring: Innehåller den data som analysmetoden beräknat fram. Data för ett visst utsignalområde lagras i motsvarande rad. Första kolumnen anger om det finns aktuell data i raden och är till för att underlätta att lokalisera existerande data. Andra kolumnen innehåller värden från senaste mätningens intervall. Kolumn 3 – 5 är statistisk information som tillsammans med andra kolumnen visas i presentationsfönstret. Kolumn 6 och framåt innehåller data för trenddiagrammet. Se vidare Tabell 17.

Tabell 17, idle.data

Kolumn #	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Utsignalområde	Data i raden	Senaste index	Max. index	Medel index	Min index	Index, första intervall	Datum, första intervall	Index, andra intervall	Datum, andra intervall
0 – 5 %									
6 – 10 %									
11 – 15 %									
16 – 20 %									
21 – 25 %									
26 – 30 %									
31 – 35 %									
36 – 40 %									
41 – 45 %									
46 – 50 %									...
51 – 55 %									
56 – 60 %									
61 – 65 %									
66 – 70 %									
71 – 75 %									
76 – 80 %									
81 – 85 %									
86 – 90 %									
91 – 95 %									
96 – 100 %									

8.2.75 Fältet – idle.IdleIndex

Fullständigt fältnamn: signal.data.idle.IdleIndex

Typ: Vektor av format *double*.

Förklaring: Nyckeltalet. Visas i diagrammet för nyckeltalets utveckling under senaste mätserie.

8.2.76 Fältet – idle.headlines

Fullständigt fältnamn: signal.data.idle.headlines

Typ: Vektor av format *char*.

Förklaring: Innehåller de rubriker som skall användas i presentationsfönstret.

8.2.77 Fältet – idle.Yf

Fullständigt fältnamn: signal.data.idle.Yf

Typ: Vektor av format *double*.

Förklaring: Innehåller ärvärdet, vilket kan vara både omsamplat och filtrerat i förhållande till signal.Yf.

8.2.78 Fältet – idle.Uf

Fullständigt fältnamn: signal.data.idle.Uf

Typ: Vektor av format *double*.

Förklaring: Innehåller utsignalen, vilken kan vara både omsamplat och filtrerat i förhållande till signal.Yf.

8.2.79 Fältet – idle.Ysp

Fullständigt fältnamn: signal.data.idle.Ysp

Typ: Vektor av format *double*.

Förklaring: Det skattade börvärdet, vilket kan vara omsamplat.

8.2.80 Fältet – data.static

Fullständigt fältnamn: signal.data.static

Typ: Struktur.

Förklaring: Innehåller gruppering av fält med data tillhörande Statiska samband.

8.2.81 Fältet – static.maxU

Fullständigt fältnamn: signal.data.static.maxU

Typ: Skalär av format *double*.

Förklaring: Anger det högsta medelvärde ett utsignalintervall antagit. Visas i presentationsfönstret som maximalt värde för ärvärdet.

8.2.82 Fältet – static.maxY

Fullständigt fältnamn: signal.data.static.maxY

Typ: Skalär av format *double*.

Förklaring: Anger det högsta medelvärde ett ärvärdesintervall antagit. Visas i presentationsfönstret som maximalt värde för ärvärdet.

8.2.83 Fältet – static.ratio_maxYmaxU

Fullständigt fältnamn: signal.data.static.ratio_maxYmaxU

Typ: Skalar av format *double*.

Förklaring: Anger förhållandet mellan idle.maxY och idle.maxU. Visas i presentationsfönstret som förhållande mellan maximalt ärvärde och maximal utsignal.

8.2.84 Fältet – static.U

Fullständigt fältnamn: signal.data.static.U

Typ: Vektor av format *double*.

Förklaring: Innehåller medelvärden för samtliga utsignalintervall. Representerar värden längs x-axeln på linjäritetsdiagrammet i presentationsfönstret.

8.2.85 Fältet – static.Y

Fullständigt fältnamn: signal.data.static.Y

Typ: Vektor av format *double*.

Förklaring: Innehåller medelvärden för samtliga ärvärdesintervall. Representerar värden längs y-axeln på linjäritetsdiagrammet i presentationsfönstret.

8.2.86 Fältet – static.EstimLinU

Fullständigt fältnamn: signal.data.static.EstimLinU

Typ: Vektor av format *double*.

Förklaring: Linjär vektor för att skatta ett linjärt samband mellan utsignal och ärvärde. Ligger till grund för den räta linje som visas i linjäritetsdiagrammet i presentationsfönstret.

8.2.87 Fältet – static.EstimLinY

Fullständigt fältnamn: signal.data.static.EstimLinY

Typ: Vektor av format *double*.

Förklaring: Skattat ärvärde utifrån linjär modell anpassad till verklig mätdata. Ligger till grund för den räta linje som visas i linjäritetsdiagrammet i presentationsfönstret.

9 Bilaga B

9.1 Användarhandledning

Efterföljande sidor är en användarhandledning vilken beskriver hur verktyget används för att analysera reglerkretsar. För att förenkla duplicering av handledningen har all numrering (sidor, figurer) hanterats separat i handledningen, helt skild från övriga i rapporten.

CLPM*tool*

Ett Matlab™-verktyg

Användarhandledning

Denna handledning är en del av ett examensarbete utfört av Pär Olsson, Institutionen för Reglerteknik, Lunds Tekniska Högskola, i samarbete med Stora Hylte AB.

MATLAB och Simulink är registrerade varumärken för The Mathworks Inc.

Argus är registrerat varumärke för ABB.

12 november 1999

Innehållsförteckning

1	ALLMÄNT	1
1.1	HUR KRETSINFORMATIONEN LAGRAS	1
1.2	ANGE VÄRDEN I MATLAB	1
2	BESKRIVNING AV VERKTYGET	2
2.1	STARTA VERKTYGET	2
2.2	HUVUDFÖNSTER	2
2.3	ANALYSMETODER	4
3	ANVÄNDA VERKTYGET	6
3.1	NY KRETS	6
3.2	ÖPPNA BEFINTLIG KRETS	6
3.3	SPARA KRETS	6
3.4	AVSLUTA VERKTYGET	7
3.5	RADERA DATA	7
3.6	IMPORTERA MÄTDATA	8
3.7	SKATTNING AV BÖRVÄRDE	10
3.8	UNDERSÖKA MÄTDATA	10
3.9	VAL AV ANALYSMETODER	11
3.10	VISA RESULTAT FRÅN ANALYSER	12
3.11	ÄNDRA PARAMETRAR I INFORMATIONSFÄLTET	12
3.12	BESKRIVNING AV PARAMETRAR I INFORMATIONSFÄLTET	13
4	UNDERSÖKA RESULTAT FRÅN ANALYSER	20
4.1	SVÄNGNINGSDETEKTERING (HÄGGLUND)	20
4.2	SVÄNGNINGSDETEKTERING (STATTIN)	23
4.3	HARRIS INDEX	25
4.4	TRÖGHETSINDEX (IDLE INDEX)	28
4.5	STATISKA SAMBAND	32
5	BILAGA A, SPECIFIKATION AV MATLAB	35

1 Allmänt

Handledningen beskriver ett verktyg *CLPMtool*, Control Loop Performance Monitoring tool, för att analysera och diagnostisera reglerkretsar. Med reglerkrets avses regulator, process och styrdon under återkoppling.

Verktyget är skrivet i MATLAB, ett kommersiellt program för matematisk analys.

1.1 Hur kretsinformationen lagras

1.1.1 I Matlab

I MATLAB kan information lagras i en abstrakt datatyp som kallas: *struct*. *Struct* är en förkortning av engelskans *structure* och närmaste svenska översättning är struktur. En *struct* är en samling variabler vilka lagras under ett gemensamt variabelnamn. Variabler i en struktur kallas för fält och nås med så kallad punktnotation.

Exempel: Om *Namn* är en struktur med fälten *Olle*, *Sven* och *Kalle* nås värdet i *Kalle* genom att skriva:
Namn.Kalle.

I MATLAB:

```
» Namn.Olle = 1;  
» Namn.Sven = 2;  
» Namn.Kalle = 3;  
» Namn
```

```
Namn =
```

```
    Sven: 2
```

```
    Olle: 1
```

```
    Kalle: 3
```

I verktyget lagras all information tillhörande en viss reglerkrets i en specifik struktur.

1.1.2 På disk

I MATLAB har man möjlighet att spara information på disk. Dels finns det speciella format avsedda för MATLAB, dels finns möjlighet att exportera till format som kan läsas av andra applikationer.

I verktyget lagras all information om en viss krets i en egen fil. Typiskt heter filen för kretsen *81c050*, *s81c050.mat*. Filformatet ".mat" används av MATLAB när man använder kommandot: *save*.

1.2 Ange värden i MATLAB

I MATLAB lagras information med fördel i matriser. Det finns ett flertal sätt att skapa och ange värden till en matris. Vanliga sätt att indikera ny kolumn i en matris är att lämna mellanrum mellan värden eller att separera dem med kommatecken. För att ange ny rad används semikolon. Detta är viktigt att ha i åtanke när inmatning av värden sker i verktyget. Oftast utförs en kontroll för att upptäcka felaktigheter vid inmatningar, men det är inte alltid möjligt utföra kontrollen. Det är därför viktigt att tänka på följande:

1. Använd alltid decimalpunkt för att ange decimaltal. D v s ej: 3,2 utan 3.2
2. Var noga med var mellanslag används. Vid inskrivning av texter är det inga problem att använda mellanslag eller för den delen kommatecken.

2 Beskrivning av verktyget

2.1 Starta verktyget

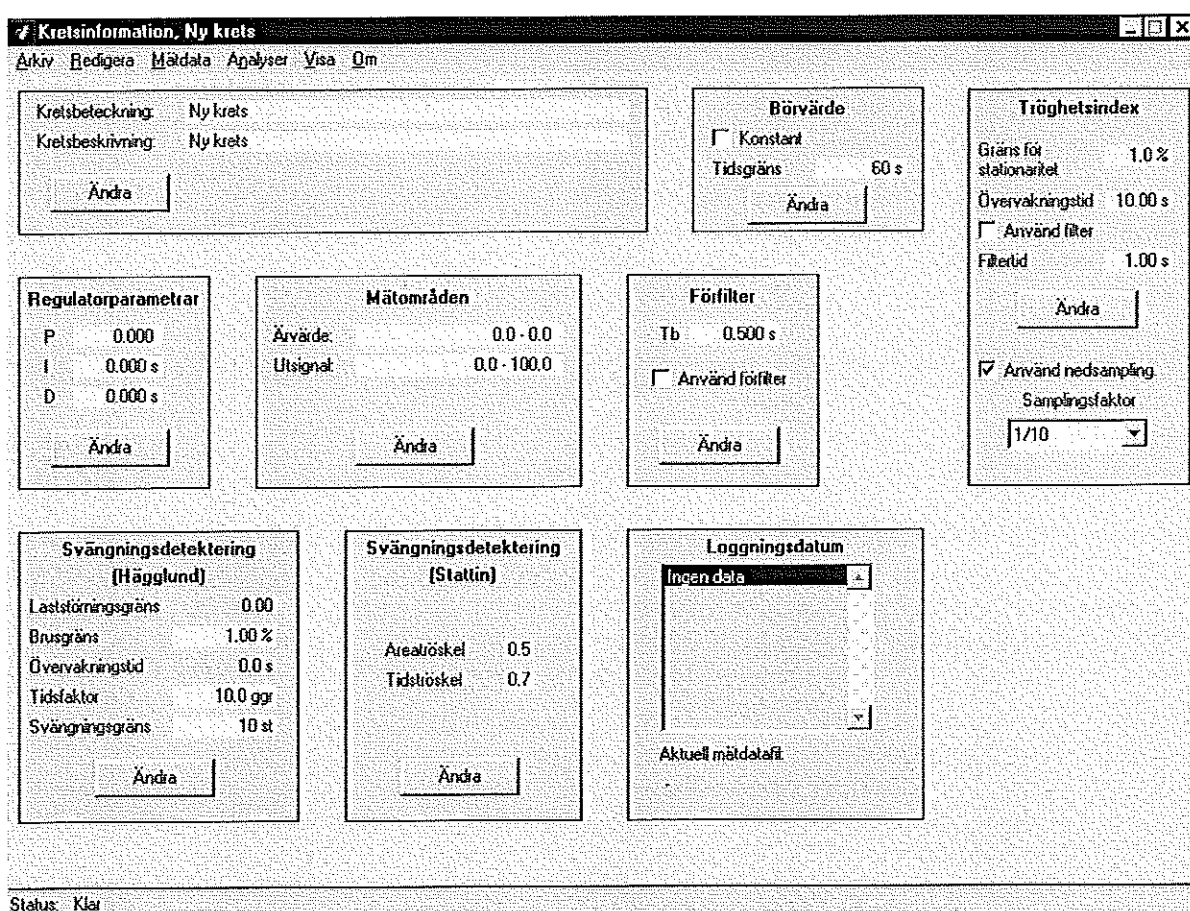
För att köra verktyget måste MATLAB™ vara installerat på din dator. Förutom MATLAB krävs också så kallade toolbox:ar vilka är moduler med specialskrivna funktioner. Vissa av dessa funktioner används i verktyget. Se Bilaga A, Specifikation av MATLAB, för en specifikation av vilka toolbox:ar som krävs.

När MATLAB har startat startas verktyget via kommandot *CLPMtool* och huvudfönstret visas, se avsnitt 2.2.

Notera att även om det är möjligt att starta två instanser av programmet kommer det inte att gå att använda. Starta därför bara en instans av verktyget.

2.2 Huvudfönster

Från huvudfönstret, se Figur 1, utgår samtliga arbetsmoment. Presentation av analysresultat visas i speciella fönster, se avsnitt 4.



Figur 1, Huvudfönstret

Huvudfönstret har fyra huvudkomponenter: titelrad, meny, informationsfält och statusfält.

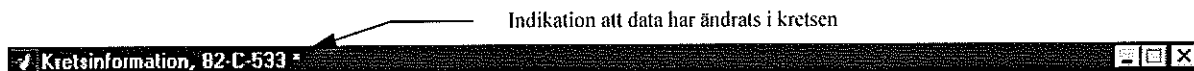
2.2.1 Titelrad

I titelraden för verktygets huvudfönster ges förutom fönstrets namn information om aktuell reglerkrets i systemet samt om data har ändrats sedan kretsen senast sparades, se Figur 2.



Figur 2, Titelrad

Om förändring är gjord i kretsdata anges detta genom att en asterisk (stjärna) visas direkt till höger om kretsbeteckningen i titelraden, se Figur 3. Asterisken försvinner i samband med att kretsen sparas till fil eller om man begär en ny krets.



Figur 3, Titelrad

Knapparna längs till höger i titelraden fungerar som normalt. Dock kan storleken inte ändras på fönster i verktyget, undantag är fönstret för att visa mätdata, se avsnitt 3.8.

2.2.2 Menyrad

I huvudfönstrets menyrad, Figur 4, och i underliggande menyer återfinns samtliga kommandon i verktyget. För att underlätta arbetsgången vid analys av data skuggas de kommandon som vid tillfället ej kan utföras. Efterhand som moment utförs tas skuggningen bort från kommandon och möjlighet att använda dem ges. Kommandon som efter ett moment inte får upprepas skuggas.



Figur 4, Menyrad

2.2.3 Informationsfält

I informationsfältet, Figur 5, visas information för aktuell krets. Här visas parametrar och andra inställningar som används i analyserna. Information från analyserna visas ej i informationsfältet utan visas i analysmetodernas egna fönster. Se avsnitt 3.11 och 3.12 för hur parametrar ändras.

2.2.4 Statusfält

I statusfältet, Figur 6, visas information om vad verktyget arbetar med för delmoment. Om inget arbete utförs eller att ett moment är klart anges detta med texten: Klar. Under tiden ett moment pågår låses kommandon och ett nytt moment kan inte påbörjas.

Kretsbezeichnung: Ny krets Kretsbeskrivning: Ny krets <input type="button" value="Ändra"/>	Börvärde <input type="checkbox"/> Konstant Tidsgräns: 60 s <input type="button" value="Ändra"/>	Tröghetsindex Gräns för stationaritet: 1.0 % Övervakningstid: 10.00 s <input type="checkbox"/> Använd filter Filtertid: 1.00 s <input type="button" value="Ändra"/> <input checked="" type="checkbox"/> Använd nedsampling Samplingsfaktor: 1/10
Regulatorparametrar P: 0.000 I: 0.000 s D: 0.000 s <input type="button" value="Ändra"/>	Mätområden Ärvärde: 0.0 - 0.0 Utsignal: 0.0 - 100.0 <input type="button" value="Ändra"/>	Förfilter T _b : 0.500 s <input type="checkbox"/> Använd förfilter <input type="button" value="Ändra"/>
Svängningsdetektering (Hägglund) Laststörningsgräns: 0.00 Brusgräns: 1.00 % Övervakningstid: 0.0 s Tidsfaktor: 10.0 gg Svängningsgräns: 10 st <input type="button" value="Ändra"/>	Svängningsdetektering (Stattin) Areatröskel: 0.5 Tidströskel: 0.7 <input type="button" value="Ändra"/>	Loggningsdatum Ingen data Aktuell mätdatafil:

Figur 5, Informationsfält

Status: Klar

Figur 6, Statusfält

2.3 Analyismetoder

Avsnittet beskriver kort vad de olika analyismetoderna ger för resultat. För ingående beskrivning av parametrar till metoderna se avsnitt 3.12. och för hur analysresultaten skall tolkas se avsnitt 4.

2.3.1 Svängningsdetektering (Hägglund)

Analysmetoden Svängningsdetektering (Hägglund) ger indikation om en reglerkrets uppvisar svängning. Metoden ger ifrån sig ett nyckeltal vilket indikerar om kretsen svänger eller ej. Ett högt värde är indikation för svängning och ett lågt värde indikerar att det ej svänger. Vad som är högt respektive lågt relateras till gränsen *Svängningsgräns* i metoden. Se vidare avsnitt 3.12.6.

2.3.2 Svängningsdetektering (Stattin)

Analysmetoden Svängningsdetektering (Stattin) ger indikation om en reglerkrets uppvisar svängning. Metoden ger ifrån sig ett nyckeltal vilket indikerar om kretsen svänger eller ej. Ett värde nära 1 är indikation för svängning och ett värde nära 0 indikerar att det inte finns svängning i kretsen. Se vidare avsnitt 3.12.7.

2.3.3 Harris Index

Analysmetoden Harris Index är en statistisk metod för att ge indikation hur en reglerkrets prestanda förändras med tiden. I verktyget är nyckeltalet definierat som ett relativt mått på hur prestanda förändrats mot ett referensvärde. Metoden bygger på att undersöka hur variansen i ärvärdet varierar mellan mätningar. Ett värde mindre än 0 är indikation på att regleringen har blivit bättre än vid referenstillfället. Ett värde över men nära 0 är indikation på att regleringen är sämre än vid referenstillfället men fortfarande bra. Ett värde nära 1 är indikation på mycket dålig reglering.

2.3.4 Tröghetsindex (Idle Index)

Analysmetoden Idle Index är ett nyckeltal för att ge indikation hur en reglerkrets är intrimmad. Ett värde nära -1 anger antingen att kretsen är bra intrimmad eller att det finns svängning i kretsen. Ett värde mellan 0 och 0.3 anger att kretsen är bra intrimmad men något konservativt inställd. Ett värde nära 1 anger att kretsen är för slött intrimmad. Metoden bör alltid kompletteras med svängningsdetektering för att skilja på bra trimning och svängning. Se vidare avsnitt 3.12.8.

2.3.5 Statiska samband

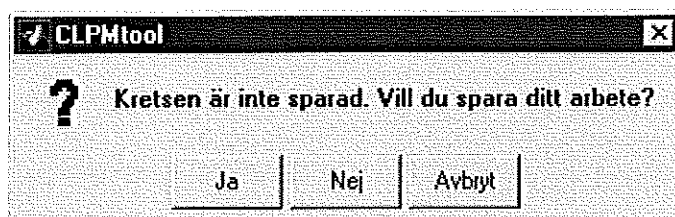
Statiska samband ger ofta en enkel men bra inblick i kretsens prestanda. I verktyget finns ett par samband implementerade.

3 Använda verktyget

I avsnittet beskrivs hur olika kommandon fungerar och vad man bör tänka på vid användning av dem. Se även avsnitt 4.

3.1 Ny krets

En ny krets erhålls genom att välja *Arkiv – Ny Krets*. Befintlig data i verktyget raderas och allt återställs till utgångsläge. Om befintligt arbete ej är sparad frågar verktyget om det skall göras innan information raderas, se Figur 7.



Figur 7, Varning – Spara arbete

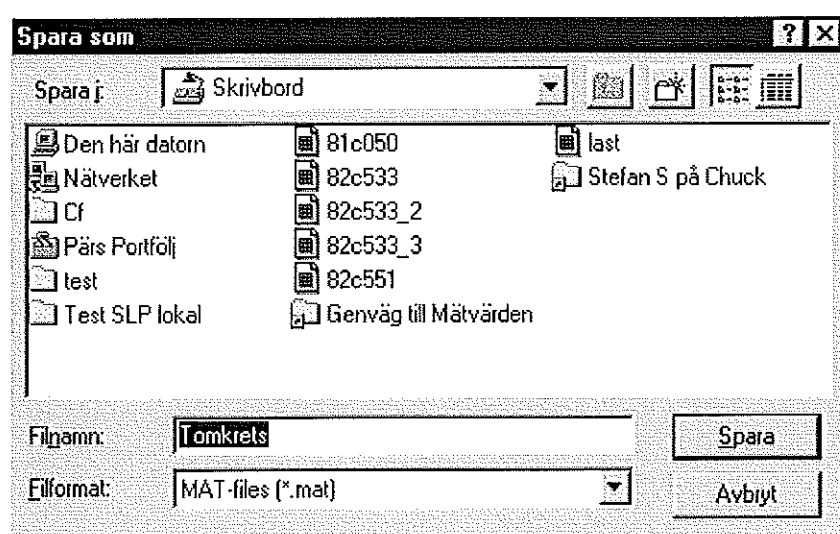
Välj *Ja* för att spara ditt arbete, *Nej* för att inte spara ditt arbete och *Avbryt* om du vill avbryta kommandot *Arkiv – Ny Krets*.

3.2 Öppna befintlig krets

För att öppna en på disk lagrad krets väljs *Arkiv – Öppna*. Om befintligt arbete inte är sparad frågar verktyget om det skall göras, se Figur 7. Det kan bara finnas en krets i taget i verktyget.

3.3 Spara krets

All information om en krets i verktyget kan sparas på disk. Genom att välja *Arkiv – Spara* eller *Arkiv – Spara som...* ges möjlighet till att spara arbetet. Vid val av *Arkiv – Spara som...* visas dialogrutan Spara Som, Figur 8, där möjlighet till att välja filnamn och sökväg ges. Om en krets inte har sparats innan fungerar båda menyalternativen enligt *Arkiv – Spara som...*. Anges ett existerande filnamn frågar verktyget om filen skall ersättas.



Figur 8, Dialogruta – Spara som

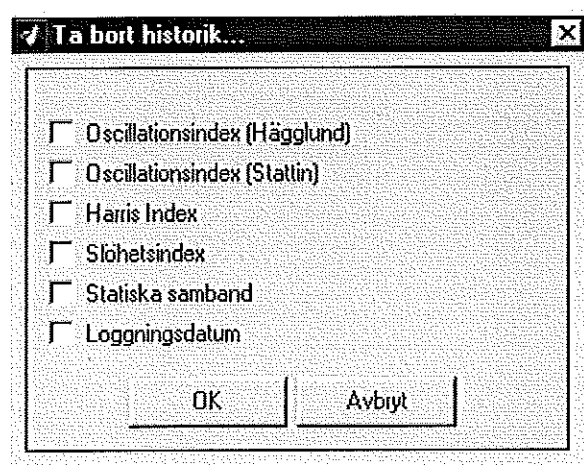
3.4 Avsluta verktyget

Verktyget avslutas genom menyalternativet *Arkiv – Avsluta* eller genom att klicka i kryssset i titelraden. Har inte arbetet sparats frågar verktyget om det skall göras innan verktyget avslutas.

3.5 Radera data

Data i verktyget kan raderas i två nivåer:

- a) Genom menyalternativet *Arkiv – Ny Krets* tas all data i verktyget bort.
- b) Under meny *Redigera* finns menyalternativet *Ta bort historik...* och med detta kommando raderas all data skapad i samband med analyserna. D v s all den information som inte visas i huvudfönstret, med undantag för loggningsdatum.
När menyalternativet *Redigera – Ta bort historik...* väljs, visas en dialogruta där möjligheten att välja den historik som skall raderas, ges. Se Figur 9.

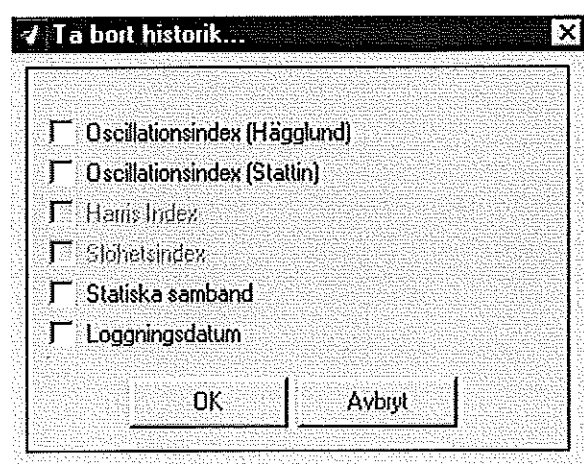


Figur 9, Dialogruta – Ta bort historik...

Val av data som skall raderas görs genom att klicka i kryssrutan för respektive analysmetod. Data raderas först i samband med att dialogrutan stängs genom att klicka på *OK*-knappen. Väljs *Avbryt* raderas ingen data även om kryssrutor är valda.

OBS! Det finns inget sätt att ångra en radering. Enda möjligheten att återskapa data är om kretsen är sparad efter det att analys utfördes.

Finns det ingen data att radera för viss analysmetod är detta alternativet skuggat, se Figur 10.

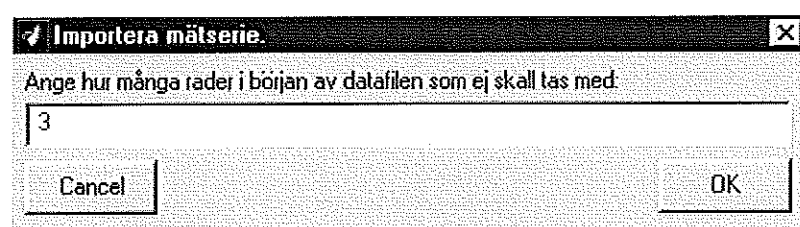


Figur 10, Dialogruta – Ta bort historik...

3.6 Importera mätdata

Mätdata förs in i systemet genom så kallad import. Menyalternativet *Mätdata – Importera ny mätdata...* startar importsekvensen. Innan import påbörjas skall mätområden för ärvärde och utsignal anges. Anledningen är att under importen utförs en kontroll att värden i filerna håller sig inom givna intervall. Påbörjas import utan att mätområden angivits kommer importen att avbrytas i samband med sista steget.

Sekvensen börjar med att ange hur många rader i datafilerna som skall hoppas över, Figur 11.



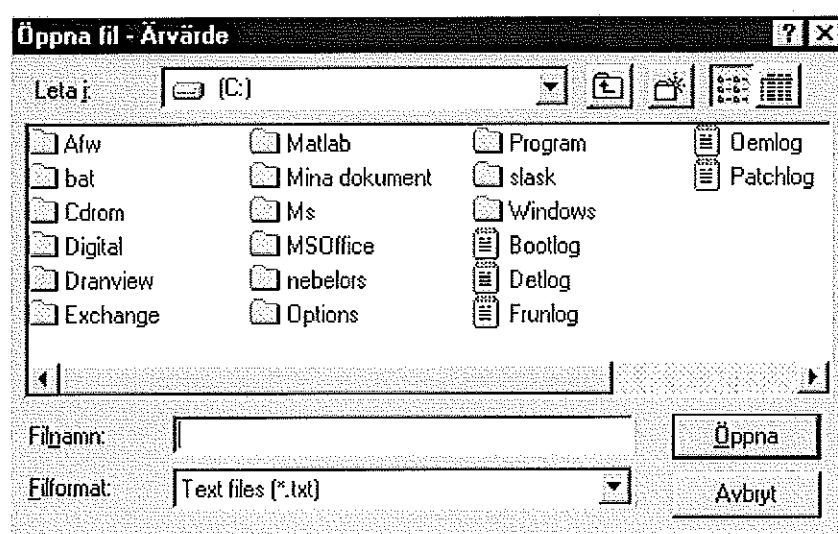
Figur 11, Dialogruta – Importera mätserie

Anledningen är att kunna importera datafiler där inledande information ej är numerisk. Så är fallet för datafiler exporterade från Argus™. I Figur 12 ges ett exempel på hur en datafil från Argus kan se ut. I just detta exempel skall man ange 3 på frågan enligt Figur 11.

```
1 channel
TIME sec
A1A18 82-C-533 Flöde Utskott: Utsignal %
0 17.37
0.09999 17.37
0.19998 17.43
0.29998 17.37
0.39997 17.37
0.49996 17.37
0.59995 17.37
```

Figur 12, Mätdatafil från Argus

Nästa steg i sekvensen är att lokalisera datafilen med data för ärvärdet, se Figur 13. När filen lokaliserats och markerats, öppnas den genom att klicka på *Öppna*. Har datafilen en annan ändelse än TXT visas dessa filer genom att välja *All files (*.*)* i fältet Filformat. OBS! Formatet på data i filen är viktigt, se avsnitt 3.6.2.

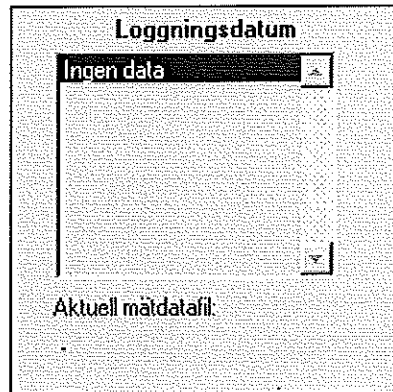


Figur 13, Dialogruta – Öppna fil – Ärvärde

Sista steget i sekvensen för att importera mätdata är att lokalisera datafilen med data för utsignalen. Motsvarande dialogruta för utsignalen öppnas och efter att datafilen lokaliserats och markerats öppnas den genom att klicka *Öppna*.

Man kan i alla tre stegen välja att avbryta med *Avbryt* (*Cancel* i första steget) och återgå till huvudfönstret utan att befintlig mätdata förstörts.

När importen av mätdata är klar uppdateras fältet för *Loggningsdatum* i huvudfönstret, se Figur 14. Notera att tidsangivelsen baseras på när data importerades i verktyget och inte när insamling av data skedde.



Figur 14, Loggningsdatum

Under fältet för *Loggningsdatum* visas namnet på senast importerad mätdatafil.

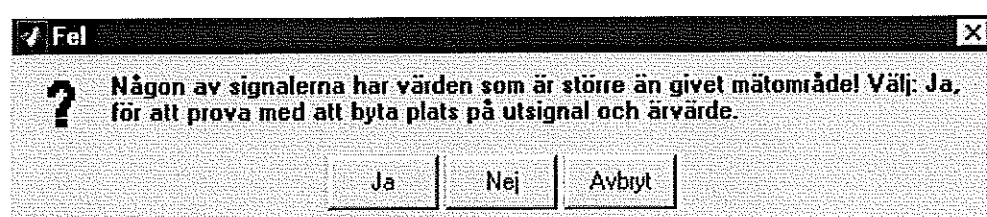
3.6.1 Fel vid import av mätdata.

Ett antal fel kan uppstå vid import av mätdata. I detta avsnitt beskrivs felen och hur de kan avhjälpas.

3.6.1.1 Förväxling av filer

Om filer för ärvärde och utsignal förväxlas kommer verktyget att upptäcka detta. Dock kommer verktyget inte att upptäcka förväxling i de fall då inget värde i mätdataserien för ärvärdet överstiger mätområdet för utsignalen eller tvärtom.

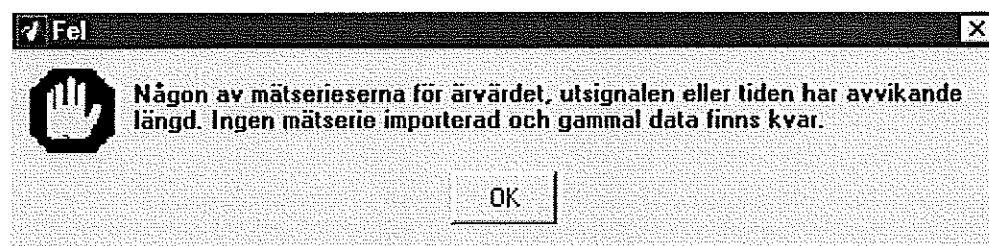
Då fel av denna typ upptäcks föreslår verktyget att prova med byte av mätdata mellan utsignal och ärvärde, se Figur 15. Skulle detta visa sig att inte fungera bör man välja avbryt när dialogrutan visas återigen. Val av *Nej* kan ge fel i senare funktioner.



Figur 15, Varning – Felaktiga mätdatafiler

3.6.1.2 Olika längd

Verktyget kräver mätserier av lika längd. Om verktyget upptäcker att filer för ärvärde och utsignal innehåller mätserier av olika längd ges ett felmeddelande, Figur 16.

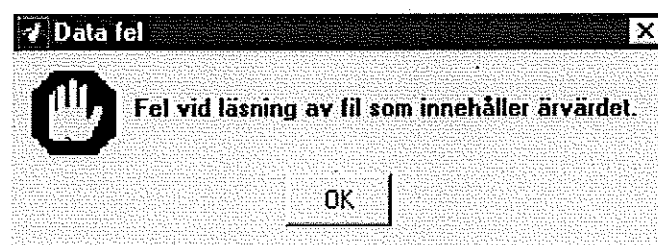


Figur 16, Varning – Olika längd på mätserier

Man bör i detta fall öppna filerna i en textredigerare och tillse att mätserierna får samma längd. Notera att ingen data har importerats och alla data som fanns i verktyget innan importen initierades, finns kvar.

3.6.1.3 Felaktig fil

Innan verktyget importerar data undersöks data i filerna. Skulle det visa sig att verktyget inte kan tolka informationen i någon fil ges ett felmeddelande, Figur 17.



Figur 17, Varning – Felaktig fil för ärvärdet.

Efter kvittens av felmeddelandet ges nytt försök att lokalisera rätt fil. Är det säkert att rätt fil markerats bör den undersökas så att data i filen följer riktlinjerna i avsnitt 3.6.2.

3.6.2 Format på mätdatafiler.

En fil med mätdata som skall importeras till verktyget måste uppfylla fyra viktiga kriterier:

- 1) Värden skall vara separerade med tabbar.
- 2) För att ange decimaltal används punkt och inte komma.
- 3) Filen skall innehålla två kolumner separerade enligt 1). Den första kolumnen skall innehålla tiden och den andra kolumnen skall innehålla mätvärdet.
- 4) Båda kolumnerna i samma fil skall vara av lika längd.

Verktyget försöker upptäcka avvikelser från ovanstående punkter och i de fall avvikelser upptäcks avbryts importen.

3.7 Skattning av börvärde

Normalt sker alltid skattning av börvärdet automatiskt i direkt anslutning till import av mätdata. Skulle skattningen av någon anledning ej genomföras kan skattning initieras genom menyalternativet *Mätdata – Skatta börvärde*. Analys av data kan ske först då börvärdet skattats.

3.8 Undersöka mätdata

Genom menyalternativet *Mätdata – Visa Mätdata...* ges möjlighet att undersöka ärvärde, utsignal samt skattat börvärde. Vid val av menyalternativet visas ett fönster med två diagram, se Figur 18. I översta diagrammet visas ärvärde och skattat börvärde och i det undre diagrammet visas utsignal och ärvärde. Notera att i det undre diagrammet anges ärvärdet i procent.

Diagrammen kan förstoras på två sätt:

- Klicka i centrum av området som skall förstoras. MATLAB förstorar då området godtyckligt.
- Markera området som skall förstoras genom att klicka och dra. Under tiden markering sker visas området i form av en streckad rektangel.

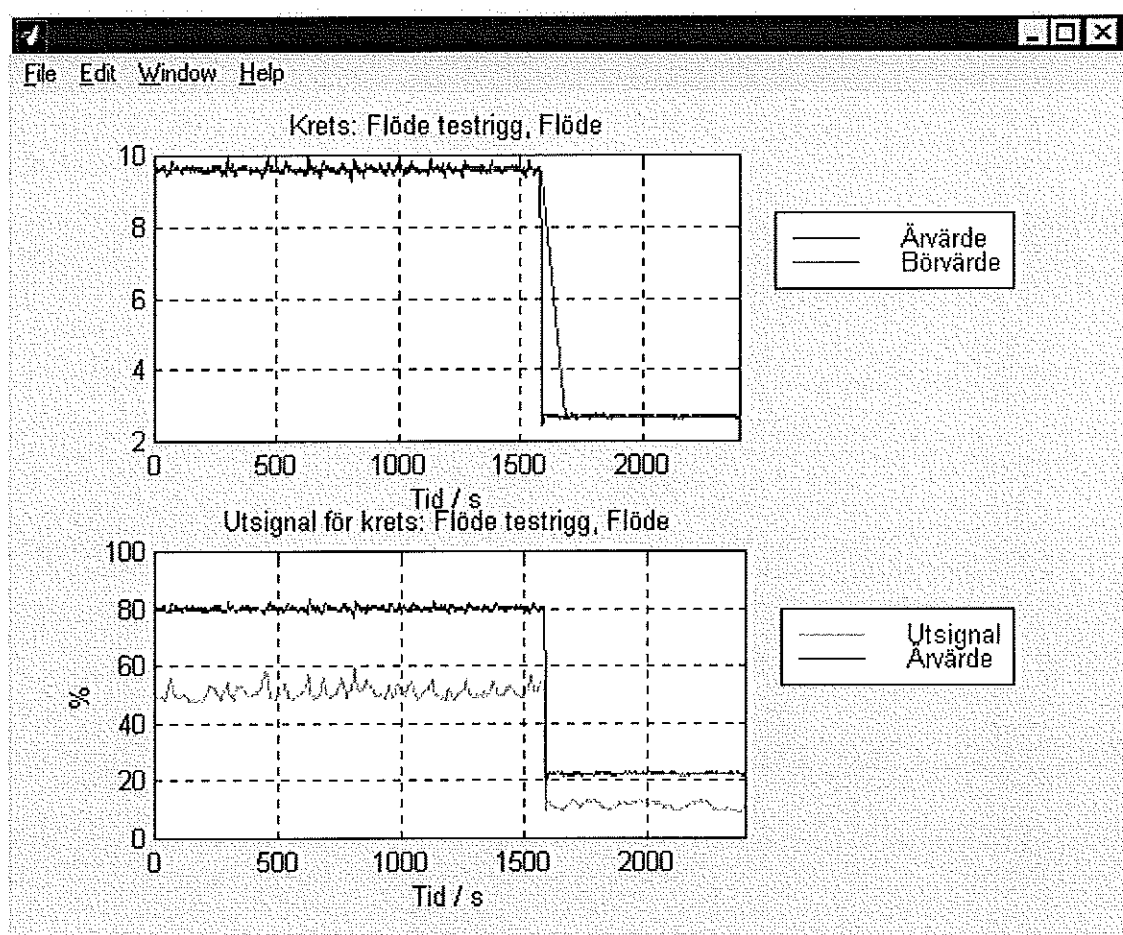
Förminskning av området kan utföras på två sätt:

- Klicka i diagrammet med höger musknapp. MATLAB förminskar området godtyckligt.
- Dubbeltklick med höger musknapp ger återgång till ursprungsstorlek.

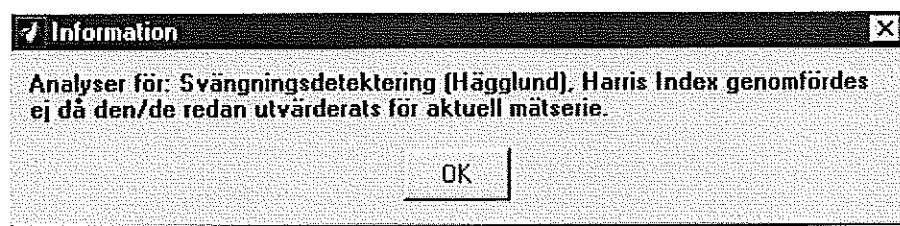
Fönstret stängs genom att klicka i kryssrutan i fönstrets titelrad eller då verktyget avslutas.

3.9 Val av analysmetoder

Normalt utförs analys av mätdata automatiskt anslutning till import av mätdata. I meny *Analys* visas de analyser som kan utföras samt möjlighet till manuell initiering av analys. Om menyalternativet för en analysmetod föregås av en bock kommer analysen att utföras vid automatisk eller manuell av analys. Analys initieras manuellt genom menyalternativet *Analys – Kör valda analyser nu*. Har analys redan utförts för någon metod anges detta med en dialogruta, Figur 19. Genom att radera historik, se avsnitt 3.5, för redan använd analysmetod ges möjlighet att upprepa metoden.



Figur 18, Mätdatafönster



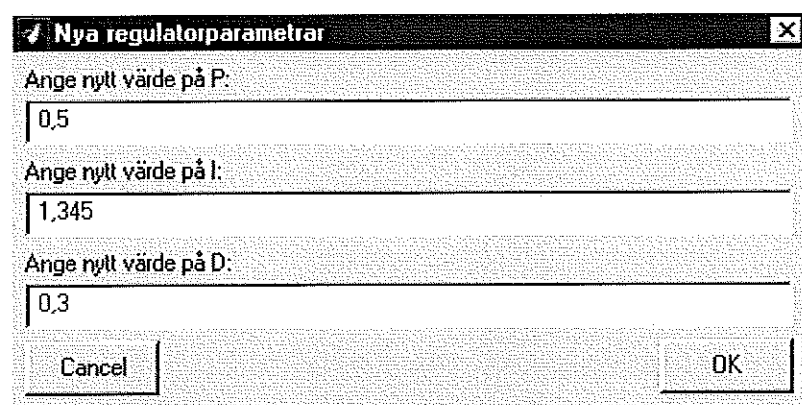
Figur 19, Information – Icke utförda analyser.

3.10 Visa resultat från analyser

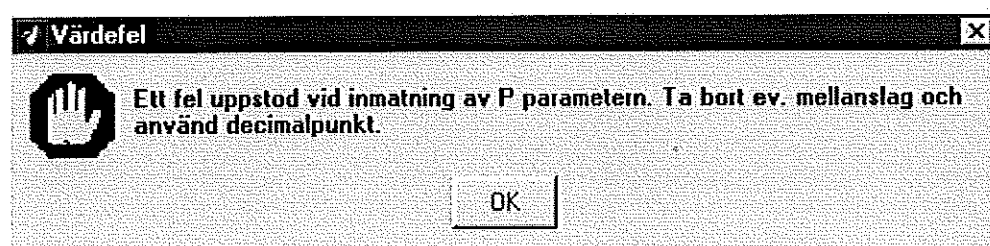
I meny *Visa* finns menyalternativ för att öppna respektive analysmetods presentationsfönster. Har någon analysmetod ej använts för aktuell mätdata visas detta i form av att menyalternativet för analysmetoden skuggas. Det går då inte att öppna metodens fönster såvida inte kompletterande analys utförs. För ingående beskrivning av resultat från respektive analysmetod, se avsnitt 4.

3.11 Ändra parametrar i informationsfältet

Parametrarna i informationsfältet lagras tillsammans med övrig kretsinformation då kretsdata sparas till fil. För att ändra parametrar finns inom varje grupp en knapp, *Ändra*. Aktivering av respektive *Ändra*-knapp öppnar dialogruta för inmatning av nya parametrar. Figur 20 visar dialogruta för inmatning av PID-parametrar. I figuren ser vi att decimalkomma används för att ange decimaltal. När dialogrutan stängs kontrolleras värden, verktyget upptäcker att decimalkomma använts och ger ett felmeddelande, se Figur 21. När felmeddelandet kvitterats genom att klicka på *OK*-knappen ges chans att rätta felen i och med att dialogrutan visas igen har eventuella kommatecken ersatts av blanksteg.



Figur 20, Dialogruta – Inmatning av PID – parametrar

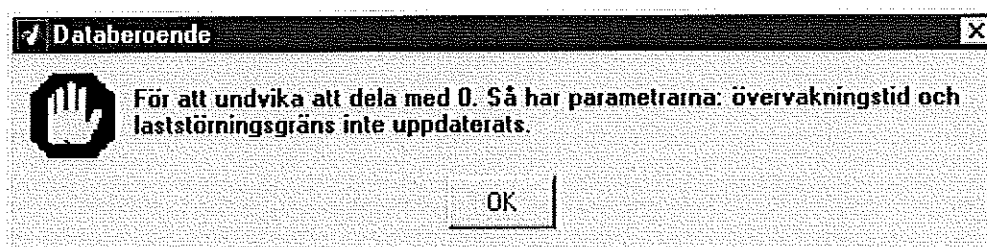


Figur 21, Varning – Fel vid inmatning av värde

3.12 Beskrivning av parametrar i informationsfältet

Generellt för alla fält gäller att värden vilka anges med grön bakgrund kan ändras av användaren. Övriga parametrar räknas ut av verktyget.

Mellan parametrarna: mätområde för ärvärde, I-del, *övervakningstid* och *laststörningsgräns* råder ett beroende vilket innebär att *övervakningstid* och *laststörningsgräns* ej kan beräknas av verktyget innan mätområdet och I-delen angivits. För att påvisa detta visas ett meddelande, se Figur 22.



Figur 22, Parameterberoende

3.12.1 Kretsdata

I fältet för kretsdata anges kretsbezeichnung och kretsbeskrivning.

Kretsbezeichnung:	Ny krets
Kretsbeskrivning:	Ny krets
<input type="button" value="Ändra"/>	

Figur 23, Fält för kretsdata.

3.12.2 Börvärdesskattning

I fältet börvärdesskattning finns möjlighet att ange om verktyget skall detektera börvärdesändringar eller ej. Genom att kryssa för kryssrutan *konstant* avses att mätserierna har konstant börvärde. Verktyget kommer i detta fall endast att skatta börvärdet i form av ett medelvärde för hela mätserien. Är kryssrutan ej förkryssad detekterar verktyget börvärdesändringar och dessa utelämnas i analysmetoderna.

I fältet för *Tidsgräns* anger man hur lång en störning måste vara för att den skall tolkas som en börvärdesändring. Innehåller mätserien mycket brus kan det vara en fördel att öka tidsgränsen.

Börvärde	
<input type="checkbox"/>	Konstant
Tidsgräns	60 s
<input type="button" value="Ändra"/>	

Figur 24, Fält för parametrar till börvärdesskattning

3.12.3 Regulatorparametrar

I fältet för regulatorparametrar anges P, I och D-parametrar för regulator i reglerkretsen. Har reglerkretsen negativ processförstärkning anges detta genom att sätta ett minustecken framför P-parametern. OBS! Det är mycket viktigt för analysmetoderna att negativ förstärkning anges. Notera att ändring av I-delen medför att

parametrarna *laststörningsgräns* och *övervakningstid* (både svängningsdetektering och tröghetsindex) uppdateras om även mätområdet för ärvärdet har angivits.

Figur 25, Fält för parametrar till regulatorparametrar

3.12.4 Mätområden

I fältet för mätområden anges inom vilka områden ärvärdet och utsignalen arbetar. Det finns även en möjlighet att ange enheter. Notera att gräns för *Ärvärde* måste anges innan import av mätdata kan utföras. Denna gräns används vid skattning av börvärdet och även för viss kontroll av datafiler.

Figur 26, Fält för parametrar till mätområden

3.12.5 Förfilter

Om det finns behov av att filtrera mätserier vid import kan ett förfilter aktiveras. Filtret aktiveras genom att kryssa i kryssrutan: *Använd förfilter*. Filtret är ett andra ordningens besselfilter av lågpasskaraktär, och brytfrekvens $F_b = 1 / T_b$. Filtrets effekt på signalen kan för låga frekvenser approximeras med en tidskonstant.

För filtret i verktyget är tidsfördröjningen $T_d = \frac{1.3 \cdot T_b}{2 \cdot \pi}$. T_b ändras i huvudfönstret och följande riktlinjer gäller

för val av tid:

1. $T_b \geq 1.3 \times T_s$, där T_s är samplingstiden använd av Argussystemet eller motsvarande,
2. $T_b \leq (0.2 - 0.5) \times T_i$, T_i är integraltiden

Figur 27, Fält för parametrar till förfilter

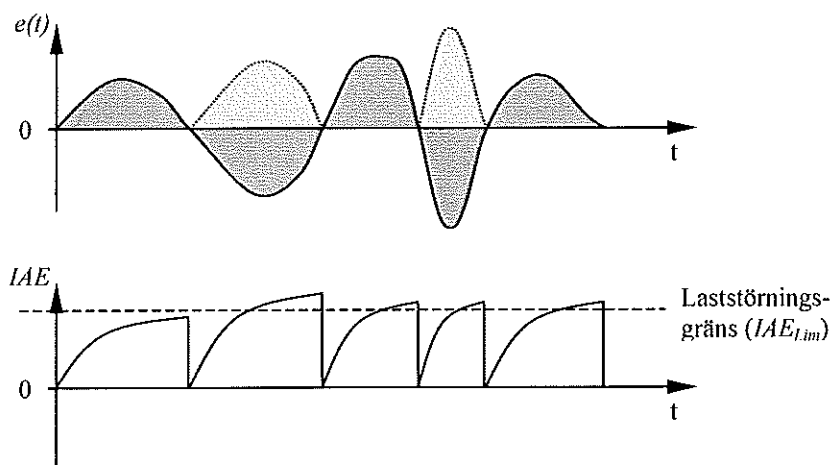
3.12.6 Svängningsdetektering (Hägglund)

För svängningsdetektering (Hägglund) finns det tre parametrar: *Brusgräns*, *Tidsfaktor* samt *Svängningsgräns* vilka kan ändras.

Svängningsdetektering (Hägglund)	
Laststörningsgräns	0.00
Brusgräns	1.00 %
Övervakningstid	0.0 s
Tidsfaktor	10.0 ggr
Svängningsgräns	10 st
<input type="button" value="Ändra"/>	

Figur 28, Fält för parametrar till svängningsdetektering (Hägglund)

Laststörningsgräns anger hur stor area en störning måste ha för att tolkas som laststörning. Arealen som avses är arean för absolutbeloppet av reglerfelet, *IAE* i Figur 29. Enheten för gränsen är areaenheter, a.e.



Figur 29, Beskrivning av *laststörningsgräns*

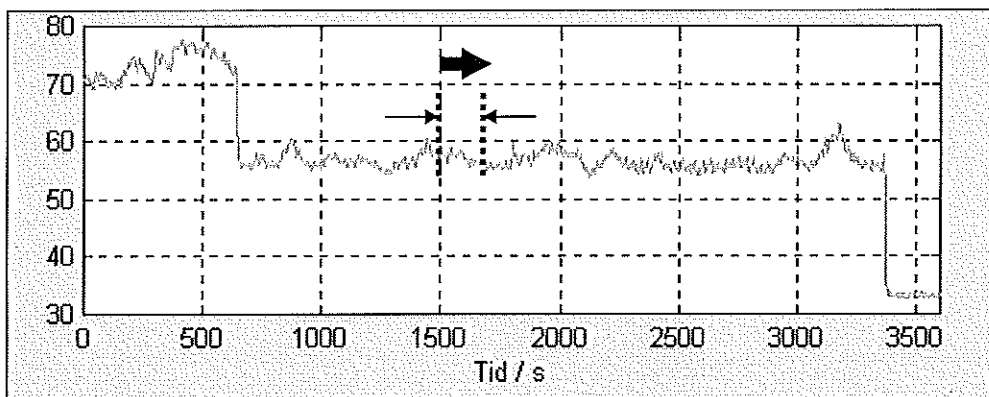
Brusgräns anger nivån för att tolka förändringar i signalen som brus, se exemplet nedan. *Brusgränsen* bestämmer hur stor area en störning skall ha innan den tolkas som en laststörning, se Figur 29. Gränsen för storleken på arean anges i fältet *Laststörningsgräns* och bestäms ur sambandet

$$IAE_{lim} = \frac{a \cdot Y_{range}}{\pi \cdot T_i} \quad (1)$$

där IAE_{lim} är laststörningsgränsen
 a är brusgränsen
 Y_{range} är mätområdet
 T_i är integraltiden för regulatorn

Övervakningstid anger den tid under vilken signalerna analyseras, se (2). *Övervakningstiden* är en tidslucka i vilken analys av signalerna sker. Tidsluckan flyttas framåt i tiden i steg om

sampeltidpunkter. Figur 30 visar övervakningstiden i form av två streckade linjer. I figuren är övervakningstiden satt till c:a 200 sekunder. Den kraftiga pilen anger hur tidsluckan propagerar i mätserien.



Figur 30, Övervakningstid

Svängningsgräns anger hur många laststörningar som skall få förekomma under övervakningstiden för att det skall tolkas som att kretsen svänger.

Tidsfaktor används för att öka övervakningstiden genom skalning om misstanke föreligger att svängningar kan ha längre period än vad som kan härröras till integraltiden. Övervakningstiden T_{sup} bestäms ur sambandet

$$T_{sup} = n_{lim} \cdot \frac{T_i}{2} \quad (2)$$

där T_i är integraltiden hos regulatoren
 n_{lim} är svängningsgränsen.

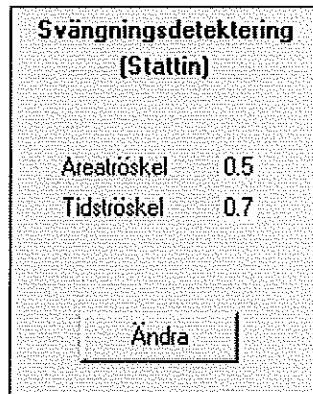
Med tidsfaktorn F_t fås uttrycket

$$T_{sup} = F_t \cdot n_{lim} \cdot \frac{T_i}{2} \quad (3)$$

Exempel: Om brusgränsen är 1% och mätområdet för ärvärdet är 0 – 7000 l/min kommer alla signalförändringar mindre än 70 l/min att tolkas som brus.

3.12.7 Svängningsdetektering (Stattin)

För svängningsindex (Stattin) finns två parametrar: *Areatröskel* och *Tidströskel*, vilka kan varieras.



Figur 31, Fält för parametrar till svängningsdetektering (Stattin)

Areatröskel anger ett tröskelvärde för kvoten mellan areorna på två på varandra följande svängningar i reglerfelet, se Figur 32. Ett litet värde anger att areorna får variera mycket och ett stort värde anger att areorna skall variera lite för att signalen skall tolkas som en svängning. Tröskeln benämns α i (6) och (7).

Tidströskel anger ett tröskelvärde för kvoten mellan tiden för två på varandra följande nollgenomgångar i reglerfelet, se Figur 32. Ett litet värde anger att tiden får variera mycket och ett stort värde anger att tiden skall variera lite för att signalen skall tolkas som en svängning. Tröskeln benämns γ i (6) och (7).

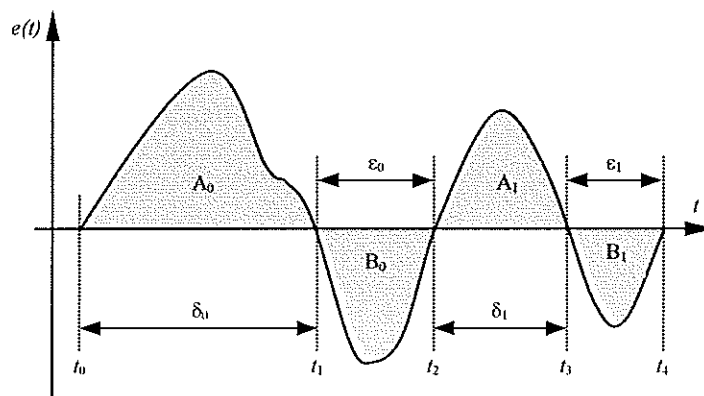
Under antagande att reglerfelet $e(t)$ har ändligt antal nollställen numreras de och benämns: $t_0, t_1, t_2, \dots, t_N$. Definiera tiden mellan två nollgenomgångar enligt:

$$\delta_i = t_{2i+1} - t_{2i}, \quad \varepsilon_i = t_{2i+2} - t_{2i+1}, \quad i = 0, 1, \dots, N/2 \quad (4)$$

där N är totala antalet nollgenomgångar.

Integralen av absolutbeloppet av $e(t)$ definieras enligt:

$$A_i = \int_{t_{2i}}^{t_{2i+1}} |e(\tau)| d\tau, \quad B_i = \int_{t_{2i+1}}^{t_{2i+2}} |e(\tau)| d\tau, \quad i = 0, 1, \dots, N/2 \quad (5)$$



Figur 32, Beskrivning av svängningsdetektering (Stattin)

En störning anses vara en svängning om följande är uppfyllt för positiva fel i reglerfelet

$$h_A(N) = \# \left\{ i < \frac{N}{2}; \alpha < \frac{A_{i+1}}{A_i} < \frac{1}{\alpha} \wedge \gamma < \frac{\delta_{i+1}}{\delta_i} < \frac{1}{\gamma} \right\} \quad (6)$$

samt om följande är uppfyllt för negativa fel.

$$h_B(N) = \# \left\{ i < \frac{N}{2}; \alpha < \frac{B_{i+1}}{B_i} < \frac{1}{\alpha} \wedge \gamma < \frac{\varepsilon_{i+1}}{\varepsilon_i} < \frac{1}{\gamma} \right\} \quad (7)$$

I (6) och (7) gäller att

N	är totala antalet nollgenomgångar för reglerfelet
A	är positiva areor i reglerfelet
B	är negativa areor i reglerfelet
δ	är tiden mellan nollgenomgångar som omsluter en positiv area
ε	är tiden mellan nollgenomgångar som omsluter en negativ area
α	är tröskelvärde för kvoten mellan areor
γ	är tröskelvärde för kvoten mellan tider
$\#R$	avser antal element i R

$h_A(N)$ och $h_B(N)$ räknar de störningar, positiva respektive negativa, där tid mellan nollgenomgångarna och amplitud varierar lite. Det finns ingen gräns för hur stora störningarna måste vara med avseende på amplitud eller långa med avseende på tid.

Nyckeltalet uppdateras enligt:

$$h = \frac{h_A(N) + h_B(N)}{N} \quad (8)$$

Nyckeltalet är således ett mått på andelen störningar med små inbördes förändringar utav totala antalet störningar. En nackdel med nyckeltalet är att det konvergerar d v s att efterhand mätningen pågår kommer inte nyckeltalet att variera speciellt mycket även om antalet svängningar ökar. Man ser detta tydligt i (8) då N kommer att fortsätta öka även om varken $h_A(N)$ eller $h_B(N)$ gör det.

3.12.8 Tröghetsindex (Idle Index)

Till tröghetsindex (Idle Index) hör två parametrar: "Gräns för stationaritet" och Övervakningstid. Förutom dessa finns även möjlighet att aktivera filter och omsampling.

Gräns för stationaritet anger inom vilket område kretsen skall anses vara stationärt.

Övervakningstid anger storleken på tidsluckan algoritmen skall använda. Övervakningstiden bör vara i paritet med utsträckningen på de laststörningar man kan vänta sig. Se även avsnitt 3.12.6 för närmare förklaring till begreppet övervakningstid.

För att minska bruset i signalerna innan de analyseras av metoden kan ett filter aktiveras. Filtret är aktivt då kryssrutan *Använd filter* är förkryssad. En alternativ metod för att minska bruset är att sampla om signalen vid en lägre frekvens. Genom att kryssa för *Använd nedsampling* kommer signalerna att samplas om med faktorn *Samplingsfaktor*. Innan nedsampling sker filtreras signalerna genom att anti-vikningsfilter (anti-aliasing) för att motverka vikningsfenomen. OBS! Använd nedsampling i första hand.

Exempel: Har signalen samplats med sampeltiden 0.1 s kommer en samplingsfaktor på 1/10 ge en sampeltid på 1 s efter nedsampling.

Tröghetsindex

Gräns för stationaritet 1.0 %

Övervakningstid 10.00 s

Använd filter

Filtertid 1.00 s

Ändra

Använd nedsampling.

Samplingsfaktor

1/10

Figur 33, Fält för parametrar till tröghetsdetektering

4 Undersöka resultat från analyser

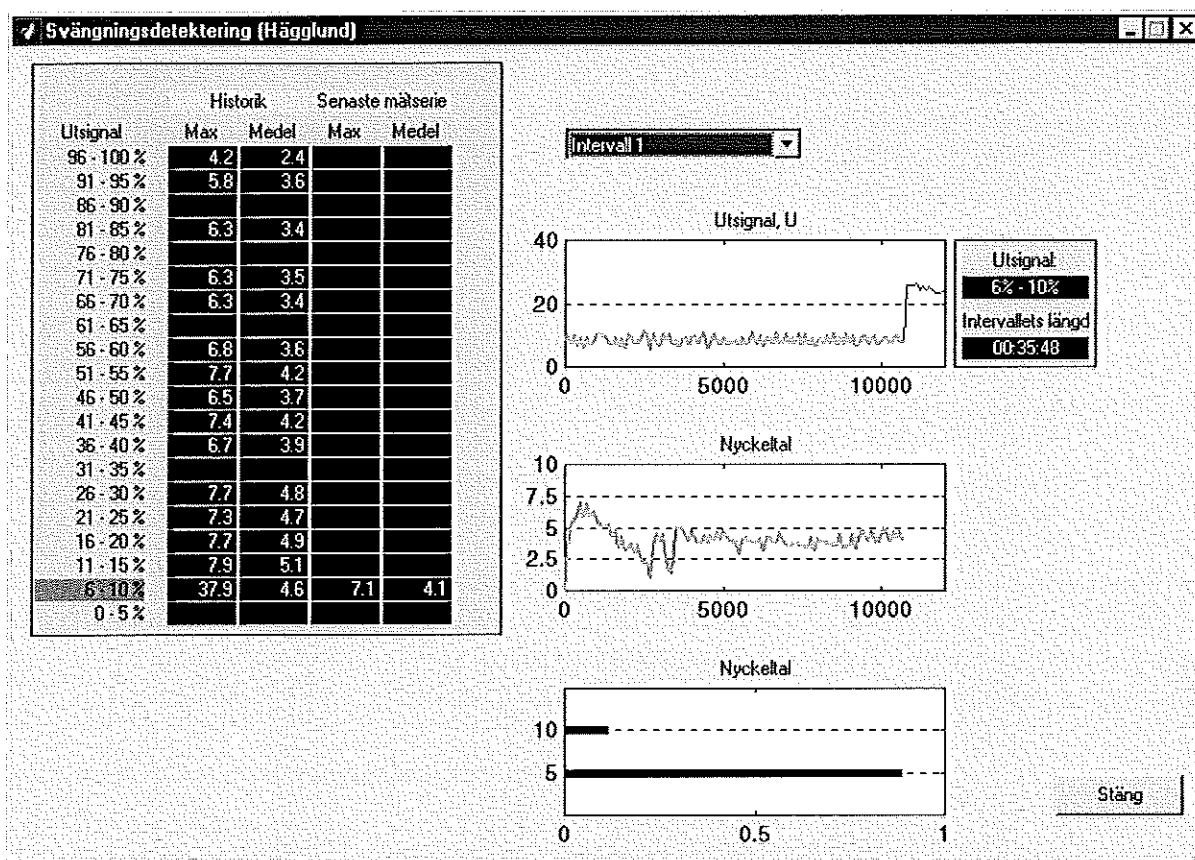
Efter att analys utförts på mätdata ges möjlighet att öppna fönstren för de olika analysmetoderna. Om någon analysmetod utelämnats kan inte motsvarande fönster öppnas vilket indikeras genom att metodens menyalternativ skuggas under *Visa*.

Generellt gäller att den totala mätdataserien delas upp i intervall avgränsade av börvärdesändringar. Den främsta anledningen till att dela upp mätserien är att skilja ut börvärdesändringar från analysen. Val av intervall sker med en rullist i anslutning till diagrammen i fönstren.

4.1 Svängningsdetektering (Hägglund)

4.1.1 Fönstret

Presentationsfönstret tillhörande svängningsdetektering (Hägglund) visas i Figur 34.



Figur 34, Fönster för analys av resultat från svängningsdetektering (Hägglund)

Till vänster i fönstret visas resultat från analysen uppdelat i utsignalområde, se Figur 35. Längst till vänster anges utsignalområde, därefter följer två kolumner med historisk data. Den första av de två anger maximalt nyckeltal och den andra nyckeltalets medelvärde inom respektive utsignalområde sedan start (eller senast data raderades). De två kolumnerna till höger anger maximalt nyckeltal och nyckeltalets medelvärde inom respektive område under aktuell mätning.

Utsignal	Historik		Senaste mätserie	
	Max	Medel	Max	Medel
96 - 100 %	4.2	2.4		
91 - 95 %	5.8	3.6		
86 - 90 %				
81 - 85 %	6.3	3.4		
76 - 80 %				
71 - 75 %	6.3	3.5		
66 - 70 %	6.3	3.4		
61 - 65 %				
56 - 60 %	6.8	3.6		
51 - 55 %	7.7	4.2		
46 - 50 %	6.5	3.7		
41 - 45 %	7.4	4.2		
36 - 40 %	6.7	3.9		
31 - 35 %				
26 - 30 %	7.7	4.8		
21 - 25 %	7.3	4.7		
16 - 20 %	7.7	4.9		
11 - 15 %	7.9	5.1		
6 - 10 %	37.9	4.6	7.1	4.1
0 - 5 %				

Figur 35, Analysresultat uppdelat på utsignalområde

Överst i mitten av fönstret visas en rullist där val av intervall för senaste mätning kan ske. Vid byte av intervall uppdateras diagrammen till att visa data för aktuellt intervall.

Diagrammen, med början överst, visar utsignal, nyckeltal samt hur nyckeltalet är fördelat över tiden med avseende på värde.

Genom att klicka i utsignaldiagrammet visas ett fönster med ärvärde, börvärde och utsignal. Det är samma fönster som erhålls då *Mätdata – Visa Mätdata* väljs i huvudfönstret. Direkt i till höger om utsignaldiagrammet visas aktuellt utsignalområde samt intervallens längd.

För de båda översta diagrammen visas hela mätserien med blå linje och aktuellt intervall färgas grönt. Notera att x-axeln ej visar tid utan sampeltidpunkter. I diagrammet med nyckeltal visas *Svängningsgräns* som en röd linje.

Stapeldiagrammet visar hur stor andel av tiden nyckeltalet antagit ett visst värde. Värden är uppdelade i intervall om 5%. Y-axeln anger övre gräns för respektive intervall. Stapel med markering 10 anger att den tillhör intervall 6% - 10%.

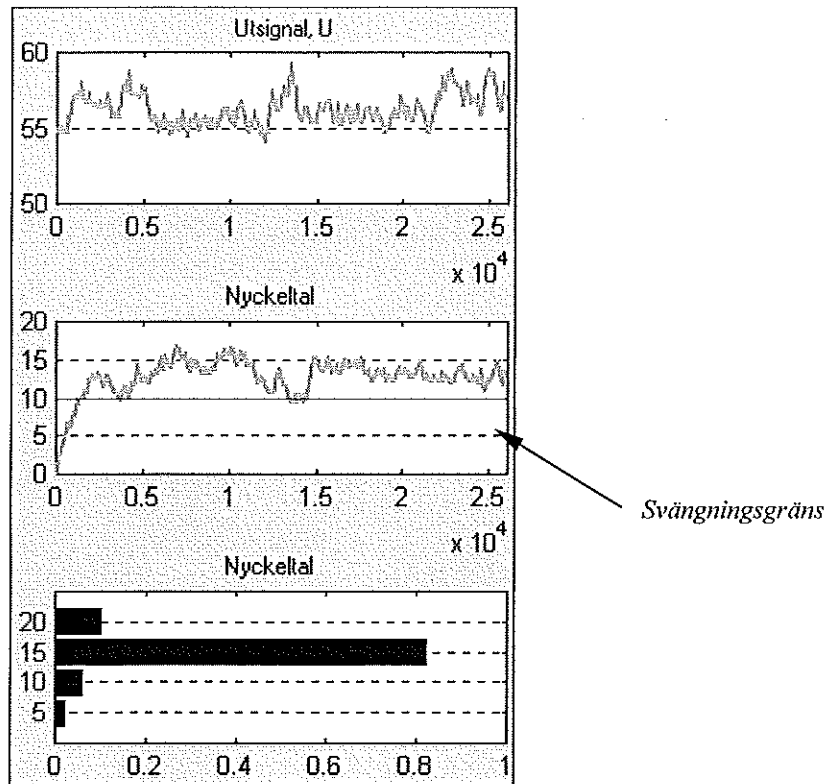
4.1.2 Tolka resultat

Generellt för nyckeltalet gäller att ett högre värde anger att det finns svängning. Nyckeltalet är inte uppåt begränsat utan jämförelse får göras mot *Svängningsgräns*, vilket visas i form av en röd linje i det mellersta diagrammet, eller mot andra utsignalområde för kretsen. Överstiger nyckeltalet ej *Svängningsgräns* bör det tolkas som att kretsen ej svänger i aktuellt intervall. Ett konstant ökande nyckeltal indikerar att det finns svängningar, men att mätserien var för kort för att ange ett hur mycket svängningar det finns. Planar nyckeltalet ut var mätserien tillräckligt lång för att ge ett bra jämförelsetal mot övriga analyser i samma utsignalområde och krets.

Man bör endast göra absoluta jämförelser mellan olika kretsar om de har samma parametrar för nyckeltalet. Däremot går det bra att göra relativ jämförelse mellan kretsar såtillvida att man först relaterar nyckeltalen inom kretsen till varandra och sedan jämför kretsen med andra kretsar.

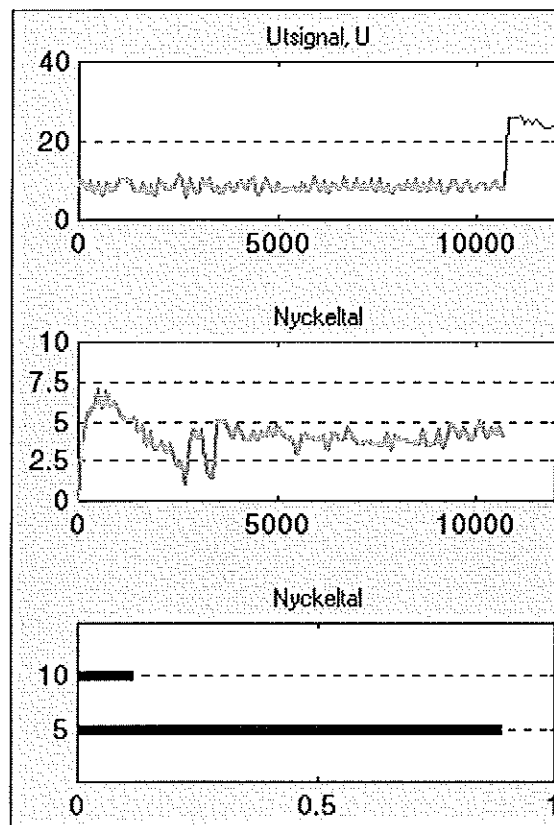
Stapeldiagrammet visar andelen tid nyckeltalet antar ett visst värde. Staplarna motsvarar värden i 5% intervall och är normerat så att summerade värdet från alla staplar är 1.

I Figur 36 ges ett exempel där det finns svängning i kretsen. Nyckeltalet passerar *Svängningsgräns* och stapeldiagrammet visar längre staplar för högre värden. Tydligt ses att nyckeltalet tillbringar största delen i intervallet 10 - 15.



Figur 36, Diagram i presentationsfönstret för svängningsdetektering (Hägglund)

I Figur 37 ses tydligt hur de nedre staplarna är längre än de övre staplarna för de fall då kretsen inte svänger lika mycket.

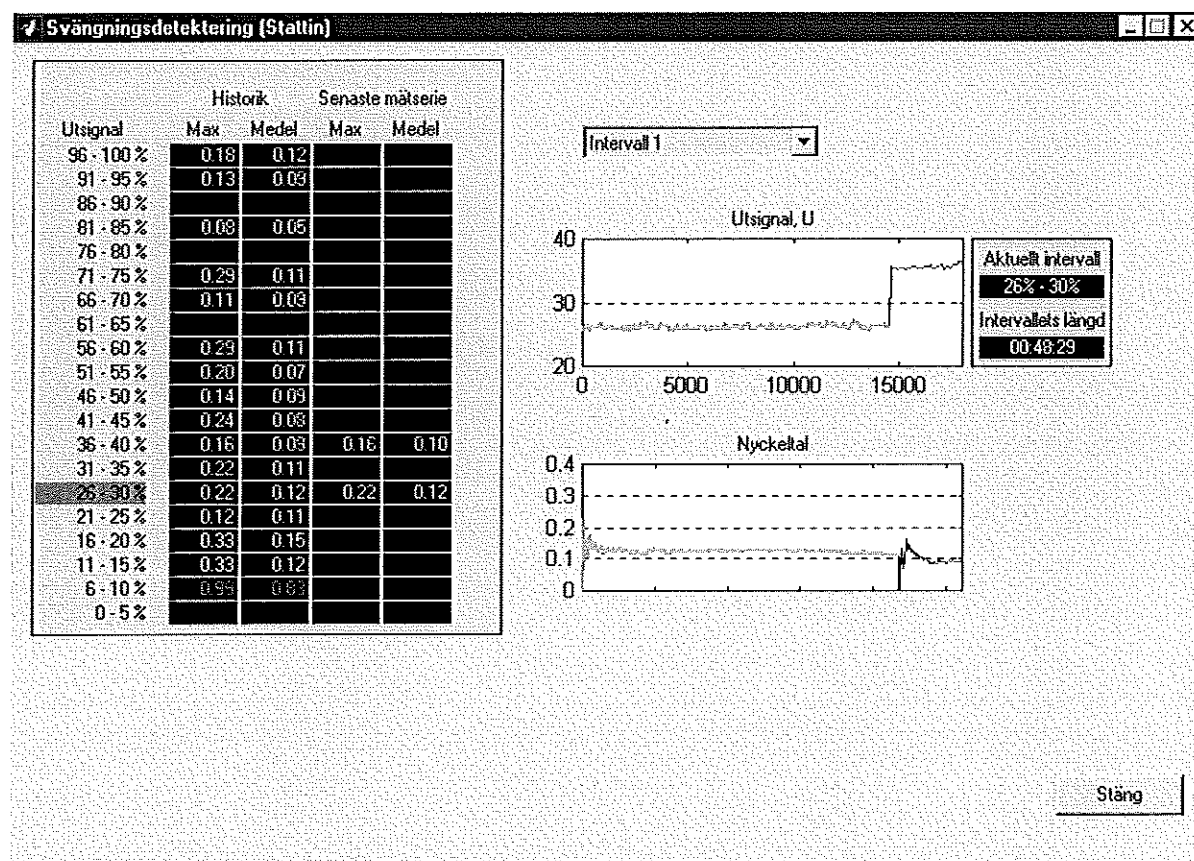


Figur 37, Diagram i presentationsfönstret för svängningsdetektering (Hägglund)

4.2 Svängningsdetektering (Stattin)

4.2.1 Fönstret

Presentationsfönstret tillhörande svängningsdetektering (Stattin) visas i Figur 38.



Figur 38, Fönster för analys av resultat från svängningsdetektering (Stattin)

Till vänster i fönstret visas resultat från analysen uppdelat i utsignalområde. Resultatet presenteras på samma sätt som Hägglunds nyckeltal, se Figur 35. Längst till vänster anges utsignalområde, därefter följer två kolumner med historisk data. Den första av dessa två anger maximalt nyckeltal och den andra nyckeltalets medelvärde inom respektive utsignalområde sedan start (eller senast data raderades). De två kolumnerna till höger anger maximalt nyckeltal och nyckeltalets medelvärde inom respektive område under aktuell mätning.

För att öka läsbarheten används färgade siffervärden. Se Tabell 2 för förklaring av färgkoder.

Överst i mitten av fönstret visas en rullist där val av intervall för senaste mätning kan ske. Vid byte av intervall uppdateras diagrammen till att visa data för valt intervall.

Det översta diagrammet visar utsignal och det undre nyckeltalet. För båda diagrammen gäller att hela serien visas med en blå linje och aktuellt intervall färgas grönt. Notera att x-axeln ej visar tid utan sampeltidpunkter.

Genom att klicka i utsignaldiagrammet visas ett fönster med ärvärde, börvärde och utsignal. Det är samma fönster som erhålls då *Mätdata – Visa Mätdata* väljs i huvudfönstret. Direkt i till höger om utsignaldiagrammet visas aktuellt utsignalområde samt intervallets längd.

4.2.2 Tolka resultat

Till skillnad mot det tidigare beskrivna nyckeltalet för svängning, se avsnitt 4.1, är detta nyckeltal begränsat till området 0 – 1. Även om nyckeltalet är begränsat bör inte absoluta jämförelser göras mellan olika kretsar såvida inte kretsarna har samma trösklar. Relativa jämförelser mellan kretsar kan göras om man först ser till att göra en inbördes jämförelse av nyckeltalet i kretsen.

Följande gäller:

Tabell 1, Klassificering av nyckeltal från Stattins metod

Nyckeltal	Tolkning
0.0 – 0.3	Kretsen uppvisar inga tecken på svängningar. De inbördes variationerna mellan störningarna är för stora för att det skall tolkas som en svängning.
> 0.3 – 0.8	Kretsen har tendenser till att svänga.
> 0.8 – 1.0	Kretsen har svängningar.

Med Tabell 1 som utgångsläge har färgkodningen i fönstret definierats:

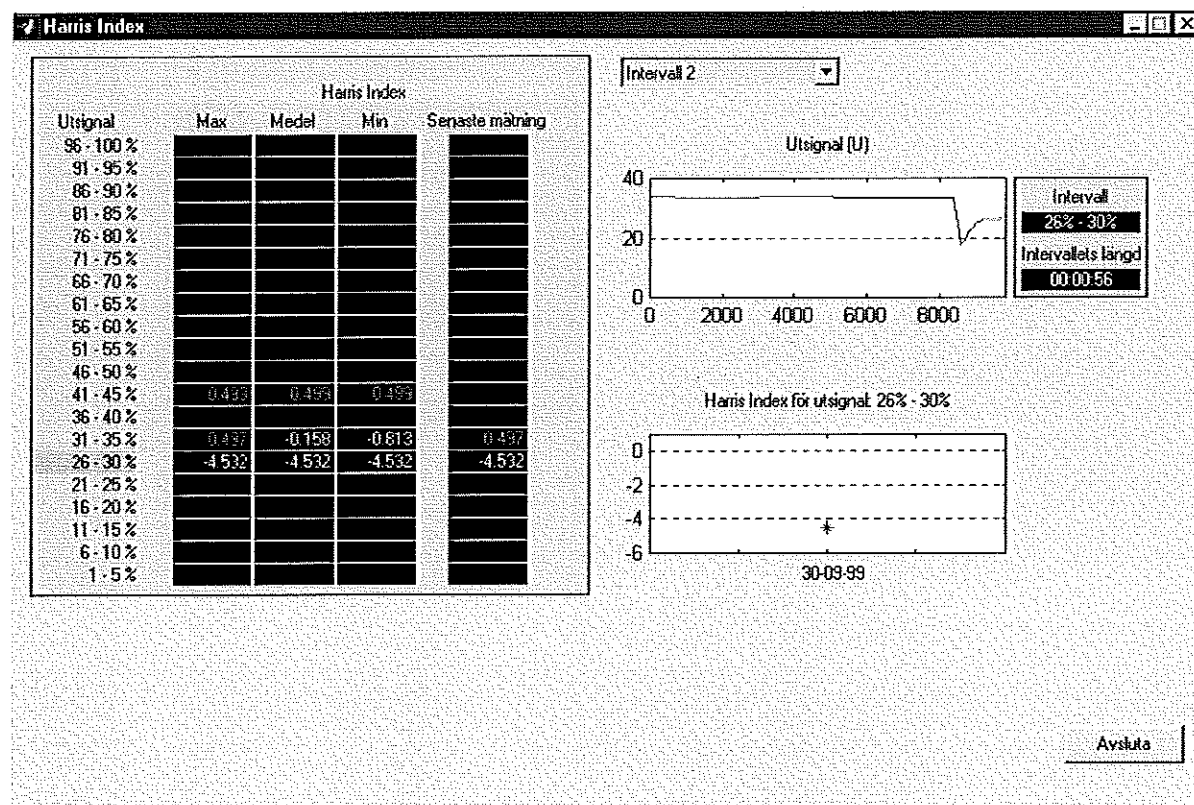
Tabell 2, Färgkodning i Stattins metod

Nyckeltal	Färg
0.0 – 0.3	Grön
> 0.3 – 0.8	Gul
> 0.8 – 1.0	Röd

4.3 Harris Index

4.3.1 Fönstret

Presentationsfönstret tillhörande Harris Index visas i Figur 39.



Figur 39, Fönster för analys av resultat från Harris Index

Till vänster i fönstret visas resultat från analysen uppdelat i utsignalområde, se Figur 40. Längst till vänster anges utsignalområde, därefter följer tre kolumner med historisk data. Den första av dessa tre anger största, den andra medelvärde och den tredje anger minsta nyckeltal för respektive utsignalområde sedan start (eller senast data raderades). Kolumnen till höger anger slutvärde för nyckeltalet inom respektive utsignalområde under aktuell mätning.

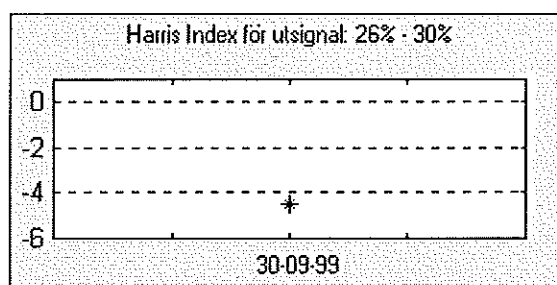
För att öka läsbarheten används färgade siffervärden. Se Tabell 4 för förklaring av färgkoder.

Utsignal	Harris Index			Senaste mätning
	Max	Medel	Min	
96 - 100 %				
91 - 95 %				
86 - 90 %				
81 - 85 %				
76 - 80 %				
71 - 75 %				
66 - 70 %				
61 - 65 %				
56 - 60 %				
51 - 55 %				
46 - 50 %				
41 - 45 %	0.439	0.459	-0.459	
36 - 40 %				
31 - 35 %	0.437	-0.158	-0.813	0.437
26 - 30 %	-4.532	-4.532	-4.532	-4.532
21 - 25 %				
16 - 20 %				
11 - 15 %				
6 - 10 %				
1 - 5 %				

Figur 40, Analysresultat uppdelat på utsignalområde

Det översta diagrammet visar utsignal och det undre Harris index. För utsignaldiagrammet gäller att hela serien visas med en blå linje och aktuellt intervall färgas grönt. Genom att klicka i utsignaldiagrammet visas ett fönster med ärvärde, börvärde och utsignal. Det är samma fönster som erhålls då *Mätdata – Visa Mätdata* väljs i huvudfönstret. Direkt i till höger om utsignaldiagrammet visas aktuellt utsignalområde samt intervallets längd. För utsignaldiagrammet gäller att x-axeln ej visar tid utan sampeltidpunkter.

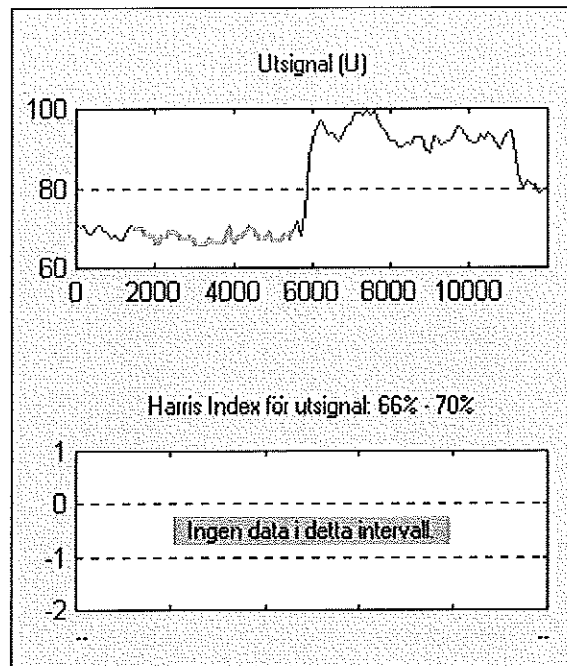
Det undre diagrammet, Figur 41, visar en trend över nyckeltalet inom aktuellt intervall. Trenden baseras på nyckeltalets slutvärde för analyserade intervall. När det endast finns ett värde visas detta med en asterisk. När det finns två eller fler värden övergår diagrammet till en trend. Äldsta nyckeltalet finns till vänster och nya nyckeltal infogas från höger.



Figur 41, Trend för Harris Index

Notera att på grund av definitionen av Harris Index måste två mätningar utföras inom samma utsignalområde innan ett nyckeltal kan bestämmas för intervallet. Av den anledningen kan det behövas flera mätserier innan värden visas. Om något nyckeltal ännu ej beräknats för ett intervall markeras det enligt Figur 42.

För val av områden vilka ej finns med i senaste mätserien används rullisten. Områden från tidigare mätningar visas i rullisten efter aktuella intervall och indikeras med texten: *Utsignal ## - ##*. Vid val av tidigare områden plockas aktuell utsignal bort ur det översta diagrammet då den ej säkert kan relateras till valt område.



Figur 42, Trend för Harris Index utan data

4.3.2 Tolka resultat

Normalt är Harris Index begränsad i området 0 – 1. Ett värde nära 0 indikerar bra reglering och ett värde nära 1 indikerar dålig reglering. I verktyget är nyckeltalet definierat lite annorlunda och området utökas till: $-\infty - 1$. Tolkningen ändras enligt Tabell 3.

Tabell 3, Klassificering av Harris Index

Nyckeltal	Tolkning
Mindre än 0.0	Kretsen har blivit bättre än vid tidpunkten då första mätningen gjordes.
Större, men nära 0.0	Kretsen fungerar bra men har sämre reglering än vid tidpunkten då första mätningen gjordes.
Nära 1.0	Kretsen har mycket sämre reglering än vid tidpunkten då första mätningen gjordes.

Med Tabell 3 som utgångsläge har färgkodningen i fönstret definierats:

Tabell 4, Färgkodning av Harris Index

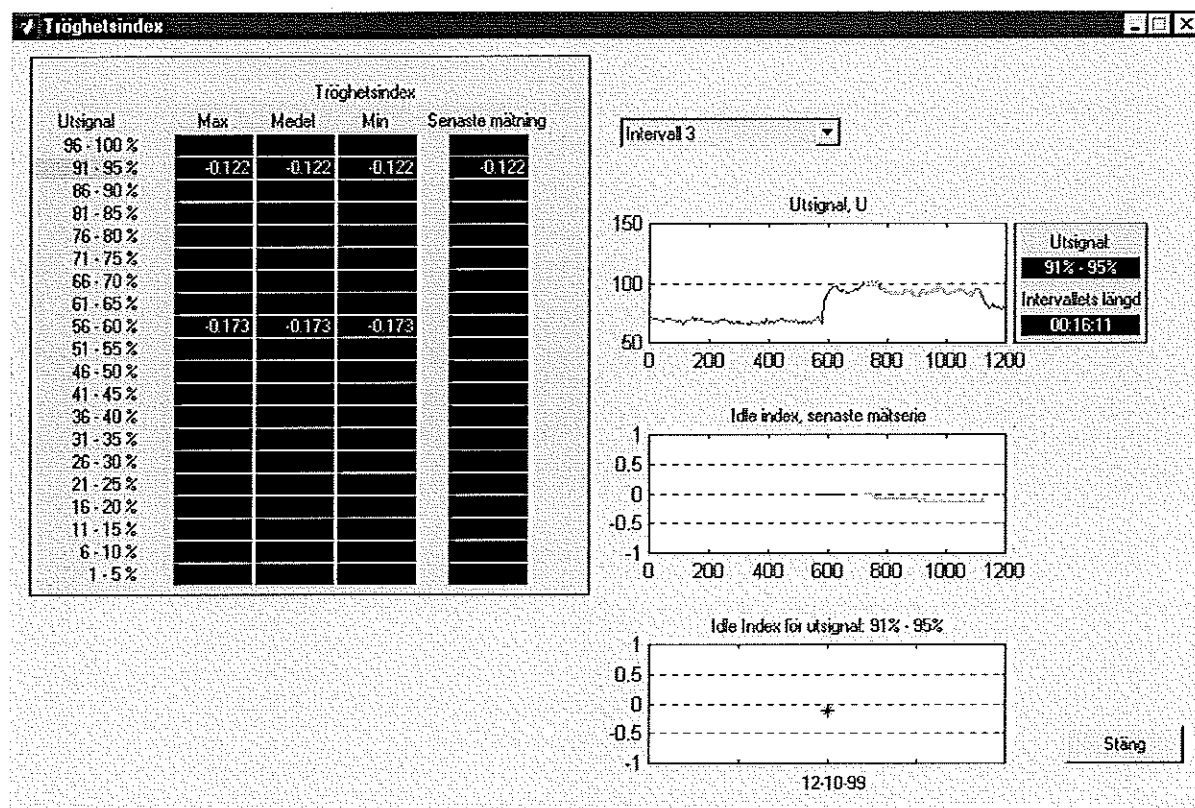
Nyckeltal	Färg
Mindre än 0.0	Grön
0.0 – 0.3	Gul
> 0.3 – 1.0	Röd

Det kan inträffa att nyckeltalet blir mycket litet. I detta läge bör referensen ändras eftersom aktuell mätserie har klart bättre egenskaper. Referensen uppdateras enklast genom att ta bort historik och utföra analys av data från aktuell mätserie återigen. Se avsnitt 3.5 för hur data raderas och avsnitt 3.9 för hur analysmetoder initieras manuellt. Notera att ingen data visas i analysfönstret förrän efter andra gången analys av data, vilken kan relateras till samma mätområde, skett.

4.4 Tröghetsindex (Idle Index)

4.4.1 Fönstret

Presentationsfönstret tillhörande tröghetsindex visas i Figur 43.



Figur 43, Fönster för analys av resultat från tröghetsindex

Till vänster i fönstret visas resultat från analysen uppdelat i utsignalområde, se Figur 44. Längst till vänster anges utsignalområde, därefter följer tre kolumner med historisk data. Den första av dessa tre anger största, den andra medelvärde och den tredje anger minsta nyckeltal för respektive utsignalområde sedan start (eller senast data raderades). Kolumnen till längst till höger anger slutvärde för nyckeltalet inom respektive utsignalområde under aktuell mätning.

För att öka läsbarheten används färgade siffervärden. Se Tabell 6 för förklaring av färgkoder.

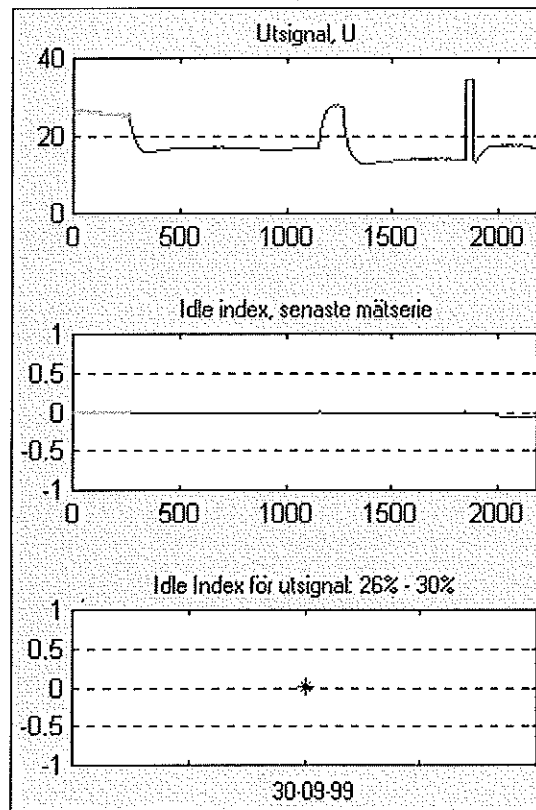
Utsignal	Tröghetsindex			Senaste mätning
	Max	Medel	Min	
96 - 100 %				
91 - 95 %	-0.122	-0.122	-0.122	-0.122
86 - 90 %				
81 - 85 %				
76 - 80 %				
71 - 75 %				
66 - 70 %				
61 - 65 %				
56 - 60 %	-0.173	-0.173	-0.173	
51 - 55 %				
46 - 50 %				
41 - 45 %				
36 - 40 %				
31 - 35 %				
26 - 30 %				
21 - 25 %				
16 - 20 %				
11 - 15 %				
6 - 10 %				
1 - 5 %				

Figur 44, Historisk data för tröghetsindex

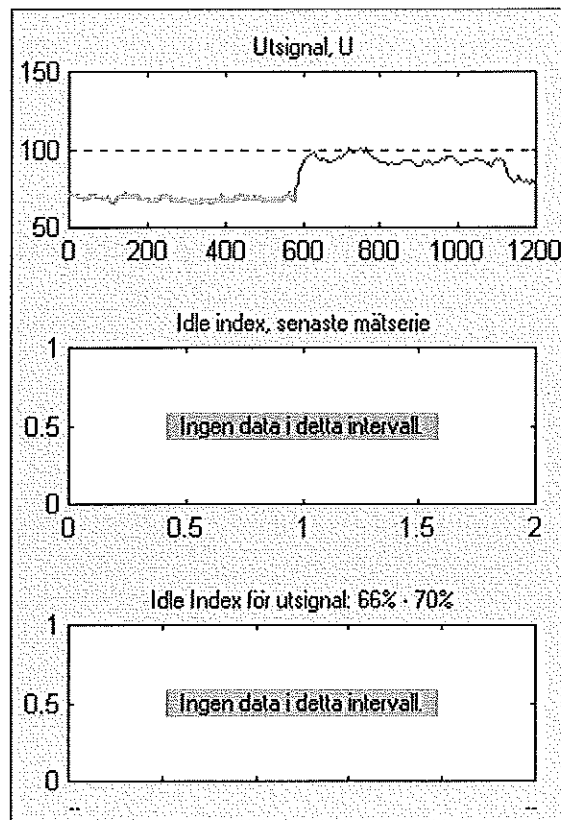
Det översta diagrammet visar utsignal och de två undre Idle index, se Figur 45. För utsignaldiagrammet och översta diagrammet för Harris Index gäller att hela serien visas med en blå linje och aktuellt intervall färgas grönt. Notera att för dessa diagram gäller att x-axeln ej visar tid utan sampeltidpunkter. Det understa diagrammet visar en trend över nyckeltalet i aktuellt intervall. Trenden baseras på slutvärde för nyckeltalet över alla analyserade intervall. Finns det endast ett värde visas detta med en asterisk. Vid två eller fler värden övergår diagrammet till en trend. Äldsta nyckeltalet finns längst till vänster och nya nyckeltal infogas från höger.

Om variansen i signalen är låg anses kretsen vara stationär. I stationärt tillstånd uppdateras ej tröghetsindex vilket kan ge till följd att det ej finns data att presentera för aktuellt intervall. Ett sådant fall visas i Figur 46 där nyckeltalsdiagram och nyckeltalstrend båda är tomma.

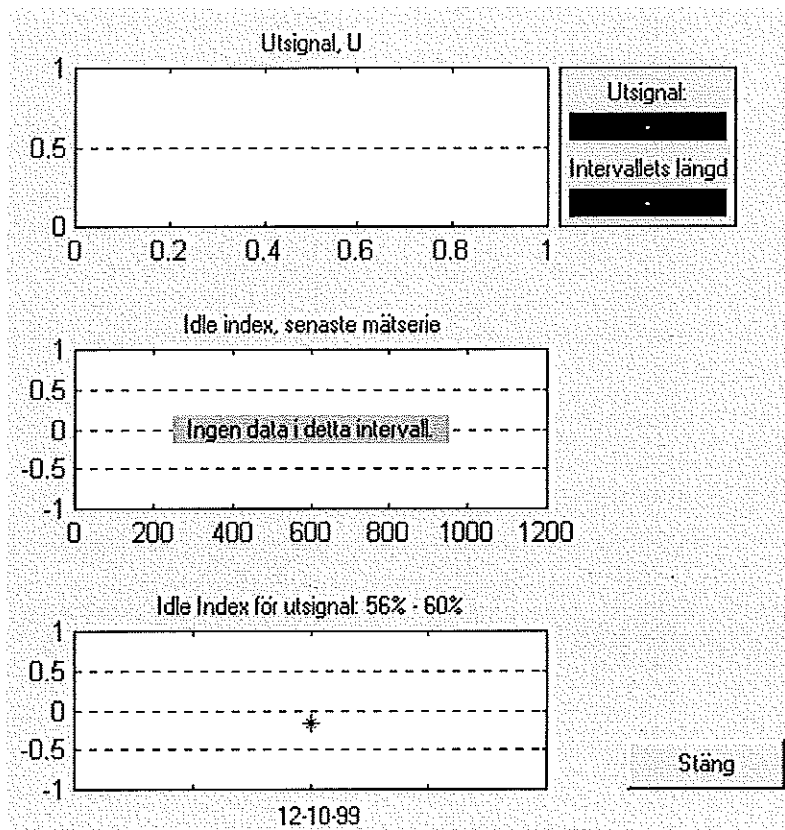
För val av områden vilka ej finns med i senaste mätserien används rullisten. Områden från tidigare mätningar visas i rullisten efter aktuella intervall och indikeras med texten: *Utsignal ## - ##*. Vid val av tidigare områden plockas data bort från utsignal och nyckeltalsdiagram då data i dessa ej säkert kan relateras till valt område, se Figur 47.



Figur 45, Diagram i presentationsfönstret för tröghetsindex



Figur 46, Diagram i presentationsfönstret för tröghetsindex då ingen data finns tillgänglig



Figur 47, Diagram i presentationsfönstret för tröghetsindex

4.4.2 Tolka resultat

Tröghetsindex (Idle Index) är ett nyckeltal mellan -1 och 1, vilket skall ge en uppfattning om hur väl inställd regulatorn är, se Tabell 5. Nyckeltalet används som ett absolut mått vid jämförelser mellan en och samma krets vid olika inställda parametrar, eller mellan olika utsignalområde för samma krets. En jämförelse mellan olika kretsar med avseende på tröghetsindex bör ej göras, så vida inte kretsarna har nära nog lika prestanda.

Tabell 5, Klassificering av tröghetsindex

Nyckeltal	Tolkning
-1.0 – 0.0	Regulatorn har bra inställningar eller kretsen svänger.
> 0.0 – 0.3	Regulatorn har parametrar vilka ger bra men konservativt inställning.
> 0.3 – 1.0	Regulatorn har parametrar vilka ger ett slött beteende.

I Tabell 5 anges att metoden har svårt att skilja på bra reglering och svängningar. Detta följer ur metodens definition och det är lämpligt att kombinera tröghetsindex med någon form av svängningsdetektering.

Med Tabell 5 som utgångsläge har färgkodningen i fönstret definierats:

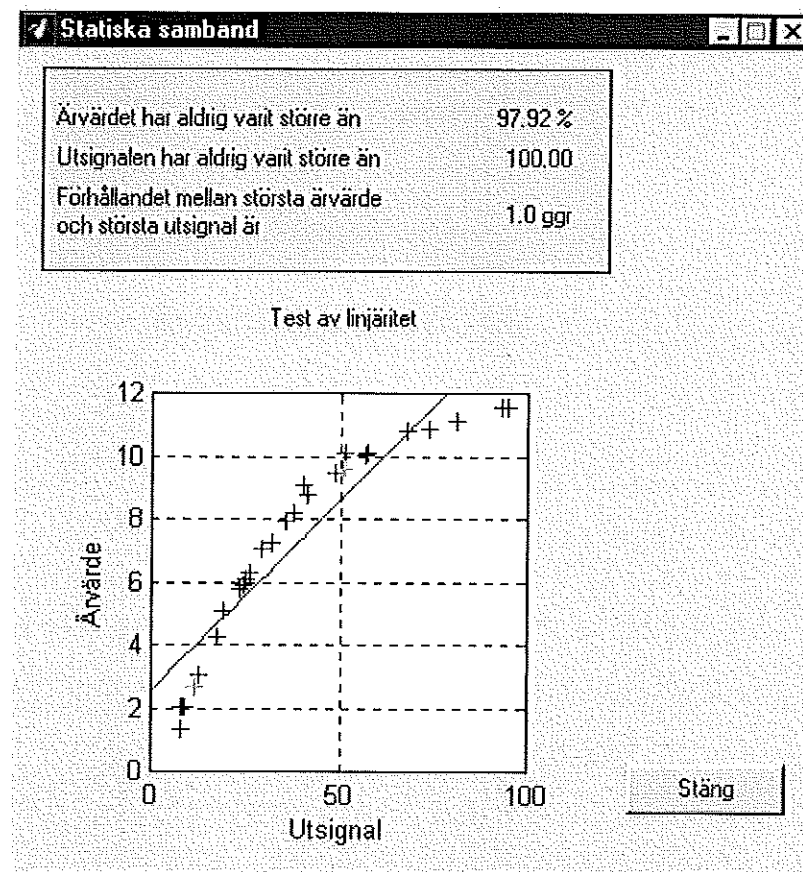
Tabell 6, Färgkodning av tröghetsindex

Nyckeltal	Färg
-1.0 – 0.0	Grön
> 0.0 – 0.3	Gul
> 0.3 – 1.0	Röd

4.5 Statiska samband

4.5.1 Fönstret och att tolka informationen däri.

Fönstret tillhörande analys av statiska samband visas i Figur 48.



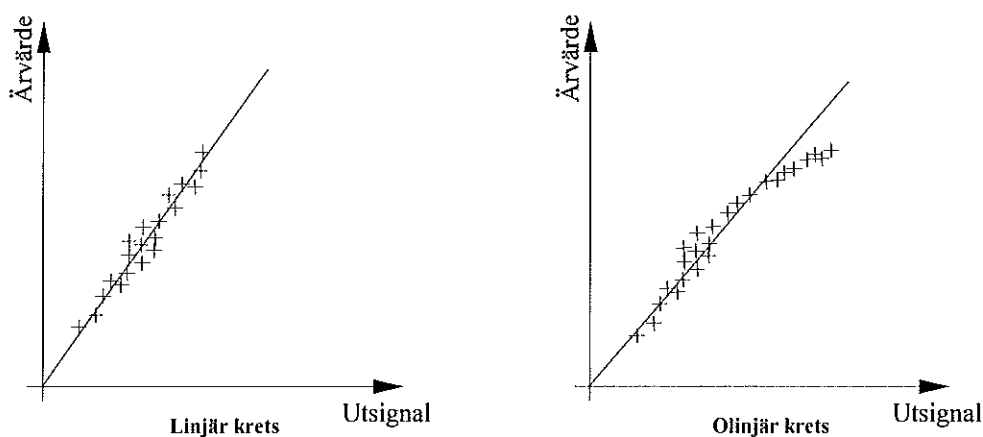
Figur 48, Fönster för analys av resultat från statiska samband

Överst i fönstret visas högst uppmätta värde för ärvärde och utsignal samt förhållandet dem emellan. Intressant är förhållandet mellan ärvärde och utsignal. Tabell 7 anger hur man skall tolka förhållandet.

Tabell 7, Tolkning av förhållande mellan maximalt ärvärde och maximal utsignal

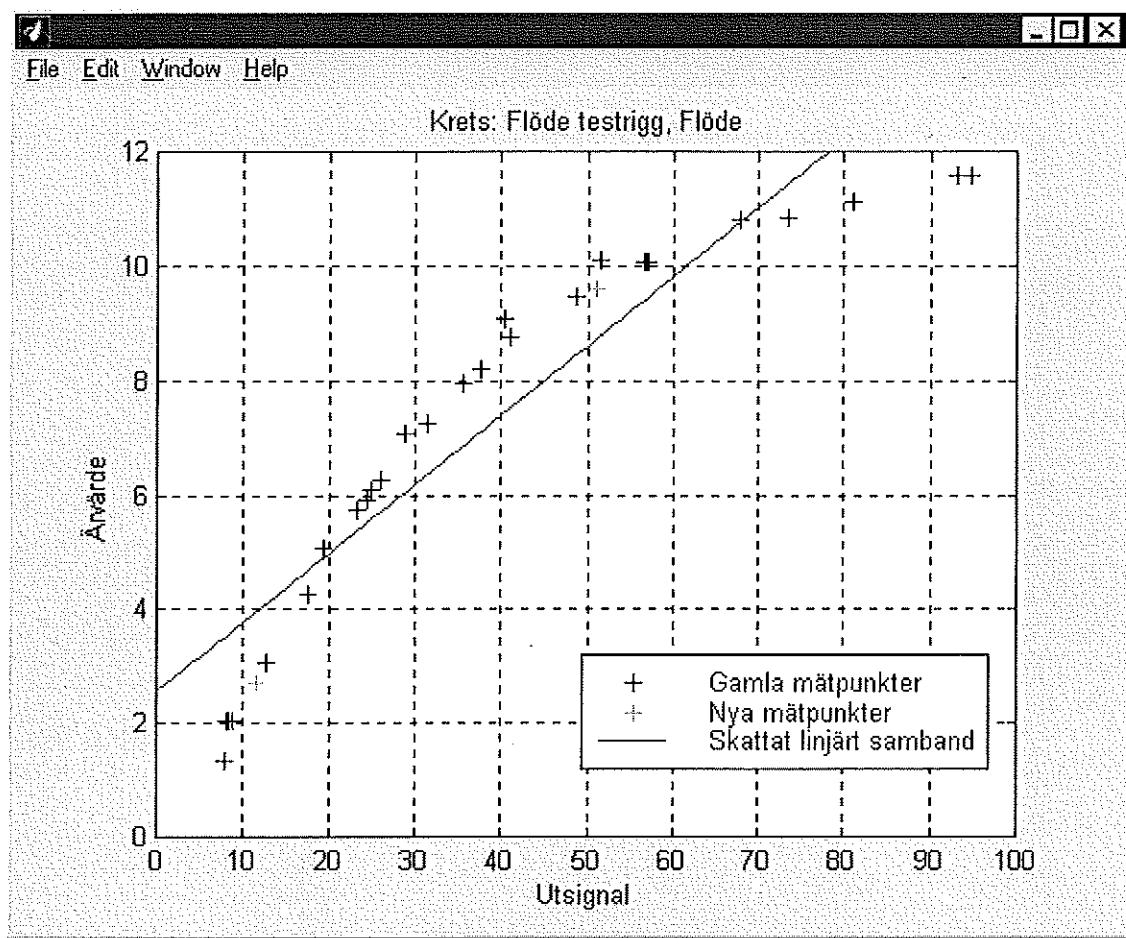
Förhållande	Tolkning
Mindre än 1.0 ggr	Regulatorn kommer aldrig att lyckas styra ut tillräckligt för att ärvärdet skall nå sin övre gräns. Styrdon (ventil eller dylikt) är för litet i förhållande till den process det är satt till att reglera.
1.0 – 2.0 ggr	Inget att anmärka på, bra förhållande.
Större än 2.0 ggr	Styrdonet är för stort i förhållande till den process det är satt att reglera. Man utnyttjar ej regulatorns fulla arbetsområde, vilket kan vara orsak till eventuell dålig reglering.

Den nedre delen av fönstret visar ett diagram där ärvärde anges i förhållande till utsignal. Varje markör i form av ett plustecken avser mätdata från ett intervall. Mätdata från senaste mätserie markeras med gröna markörer. Linjen är försök att anpassa en rät linje, så bra som möjligt till markörerna. Om markörerna ligger längs den rätta linjen och inte tenderar att avvika åt något håll anses kretsen vara linjär, se vänster diagram i Figur 49. Finns det en tydlig tendens att markörerna avviker från linjen, höger diagram i Figur 49, är kretsen olinjär. Om processen har negativ förstärkning ritas ingen linje ut.



Figur 49, Linjär och olinjär krets

Genom att klicka i diagrammet visas ett förstort diagram, se Figur 50. Fönstret diagrammet finns i kan förstoras och även valfritt område i diagrammen kan förstoras.



Figur 50, Linjäritetsdiagram

5 Bilaga A, Specifikation av MATLAB

För att använda verktyget krävs förutom MATLAB 5.2 följande toolbox:ar:

Signal Processing Toolbox

System Identification Toolbox

Control System Toolbox