

ISSN 0280-5316
ISRN LUTFD2/TFRT--5508--SE

Programpaket för uppsättning och intrimning av PID-regulatorer

Patrik Bannura

Institutionen för Reglerteknik
Lunds Tekniska Högskola
Juni 1994

Department of Automatic Control Lund Institute of Technology P.O. Box 118 S-221 00 Lund Sweden	<i>Document name</i> Master thesis	
	<i>Date of issue</i> June 1994	
	<i>Document Number</i> ISRN LUTFD2/TFRT--5508--SE	
<i>Author(s)</i> Patrik Bannura	<i>Supervisor</i> Lars Ekelund, Beijer Electronics, and Tore Hägglund	
	<i>Sponsoring organisation</i>	
<i>Title and subtitle</i> Programpaket för uppsättning och intrimning av PID-regulatorer (Program package for initiating and tuning of PID controllers.)		
<i>Abstract</i> <p>To handle controllers conveniently in PLC systems, a host computer and a program with a graphical user interface for setting up and tuning controller parameters facilitate this task.</p> <p>This report describes the development of such a program at Beijer Electronics in Malmö.</p> <p>This tool for use with Mitsubishi PLC systems supports logging of up to 32 simultaneous control loops which of one of these can be monitored in a live trend diagram. The logged data can be saved to file and then be viewed on screen or printed at a later time.</p> <p>Setting up controller parameters is done by letting the user fill in a form containing P, I, and D constants, sampling time and alarm limits. The controllers can be tuned automatically by analyzing the process and suggesting the calculated parameters.</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> 49	<i>Recipient's notes</i>
<i>Security classification</i>		

Lunds tekniska högskola, Institutionen för reglerteknik

Programpaket för uppsättning och intrimning av PID-regulatorer

Patrik Bannura D87

Abstract

To handle controllers conveniently in PLC-systems a host computer and a program with a graphical user interface for setting up and tuning controller parameters facilitate this task.

This report describes the development of such a program at Beijer Electronics in Malmö.

This tool for use with Mitsubishi PLC-systems supports logging of up to 32 simultaneous control loops which of one of these can be monitored in a live trend diagram. The logged data can be saved to file and then be viewed on screen or printed at a later time.

Setting up controller parameters is done by letting the user fill in a form containing P, I and D constants, sampling time and alarm limits. The controllers can be tuned automatically by analysing the process and suggesting the calculated parameters.

Sammanfattning

För att på ett enkelt sätt handha regulatorer i PLC-system kan en överordnad dator och ett program med ett grafiskt användargränssnitt för uppsättning och intrimning av regulatorparametrar underlätta detta arbete.

Denna rapport beskriver utvecklingen av ett sådant program vid Beijer Electronics i Malmö.

Detta verktyg för användning med Mitsubishis PLC-system understödjer loggning av upp till 32 samtidiga regulatorloopar varav en av dessa kan studeras i ett trenddiagram. Förloppen kan sparas på fil för att senare studeras på skärmen eller skrivas ut.

Uppsättning av regulatorparametrar görs genom att användaren får fylla i ett formulär med bl.a. P,I och D konstanter, samplingstid, och larmgränser. Regulatorerna kan trimmas automatiskt genom att processen analyseras och förslag på regulatorparametrar beräknas och föreslås.

Tack

Jag vill tacka min handledare Tore Hägglund vid institutionen för Reglerteknik, LTH för hans bidrag med algoritmerna som används vid den automatiska intrimningen och för institutionens utlåning av deras enda exemplar av "Dual Process Simulator". Lars Celano, Lars Ekelund, Johnny Nilsson och Bengt Jarstrup vid Beijer Electronics har besvarat många frågor och bidragit med konstruktiv kritik under arbetets gång.

Innehåll

Abstract	8
Sammanfattning.....	8
Tack	8
1. Bakgrund.....	7
2. Inledning.....	8
MELPID	8
Vad är ett PLC-system?.....	8
MEDOC	8
Visual Basic	9
Windows Charting Tools.....	9
Melcom.....	9
3. Projektbeskrivning	11
Samverkan på logisk nivå	11
Kommunikationsvägen på fysisk nivå.....	12
Regulatorprogram för PLC-systemen.....	12
PID-AnA.....	13
PI-FX.....	14
PID-AnN.....	15
4. Handhavande av MELPID	16
Menyn <u>F</u> ile	16
Menyn <u>P</u> roject.....	17
Menyn <u>L</u> oop.....	20
Menyn <u>D</u> ynamics.....	23
Menyn <u>?</u>	39
5. Autotuning.....	41

Algoritm.....	41
6. Resultat och diskussion	45
Ett exempel	45
Snabba processer.....	46
Brusiga processer	47
Ickeminfassystem	47
7. Referenser	49

1. Bakgrund

Uppsättning och intrimning av regulatorer i Mitsubishis PLC-system behövde förenklas med hjälp av ett lättanvänt programpaket under MS Windows. Målsättningen var att en ingenjör med visst reglerkunnande, men utan kunnande om uppbyggnaden av PLC-systemets regulatorer, snabbt skulle kunna definiera upp önskat antal regulatorer och trimma in dem till optimal reglerfunktion.

Programmet skulle kunna hantera uppsättningar för flera applikationer, vilka väljs av användaren. Insvängningsförloppet för valfri regulator skulle visas och förslag på parametrar ges. Programmet skulle kommunicera on-line med Mitsubishis PLC-system med hjälp av Beijer Electronics kommunikationsbibliotek.

2. Inledning

MELPID

Enligt Beijer Electronics (nya) namnstandard ska de applikationer som utvecklas för Mitsubishis produkter ha ett namn som börjar med förkortningen MEL vilket står för Mitsubishi Electric.

Sedan tidigare har det funnits ett inte allt för avancerat teckenbaserat program för uppsättning av PID regulatorer i vissa typer av PLC-system som heter PIDMON. Som en syntes mellan dessa namn fattades beslut om att föreliggande applikation skulle få namnet MELPID.

Vad är ett PLC-system?

En PLC (Programmable Logic Controller) är ett programmerbart styrsystem som används flitigt främst i process- och verkstadsindustrin. Dessa ersatte relä- och logikblocksystemen på 60-talet och erbjuder industrianpassad maskinvara, bra pris/prestanda och enkel programmering med sk sekvensprogram. De liknar mikrodatarsystem men skiljer sig från dessa på några punkter:

- Stort antal digitala eller analoga in- och utgångar. Ofta utbyggbart antal (20-2048).
- Exekverar hela sekvensprogrammet i en enda loop där ingångarna läses i början, utgångarna beräknas i loopen och skrivs i slutet av denna.
- Minnet organiseras i register, minnesceller, in/utgångar och programstegsarea.
- Möjlighet till direkt hopkoppling i nätverk. Kommunikation med antingen annan PLC eller överordnad dator.

MEDOC

MELSEC MEDOC är ett programpaket för att skapa, underhålla och dokumentera program för Mitsubishi PLC-system. De PLC-program

som implementerar regulatorerna är utvecklade i denna miljö. MEDOC-projekt sparas som ett antal filer av vilka två används av MELPID; programfilen och benämningsfilen.

Visual Basic

Som programspråk har Visual Basic använts, som är ett språk i vilket det är lätt att skriva applikationer för Microsoft Windows. Visual Basic är inte bara ett programspråk utan en hel utvecklingsmiljö där man lägger in knappar, textboxar och andra objekt i fönster lika lätt som att peka och klicka med musen. I denna miljö har man inte bara tillgång till hela Windows API (Application Programming Interface) utan vilka DLL:er (Dynamic Link Library) som helst. Eftersom det är en interpreterande miljö får man betala med prestanda det man får igen i användarvänlighet och avlusningsmöjligheter.

Windows Charting Tools

För presentationsdelen har ett programbibliotek (DLL) från Quinn-Curtis använts, vilket tillhandahåller diverse grafikrutiner. Detta paket hjälper till med kurvritning i fönster på skärmen och underlättar skalning av axlar, utsättning av axelenheter, utsättning av axelrubriker och utskrift av en graf till skrivare. På köpet får användaren också möjlighet att ändra på diverse grafparametrar interaktivt genom att klicka på axlar eller kurvor.

Melcom

Kommunikationen mellan PC och PLC har implementerats med hjälp av anrop till kommunikationsbiblioteket Melcom (DLL). Rutinerna som tillhandahålls är bl.a.

Öppna

Öppna förbindelse med PLC-systemet. Parametrar som ska skickas med här är PLC-typ, PC-port, Modem-telefonnummer, kommunikationsparametrar.

Skriv

Skriv värden till PLC-systemets register. Här ska en vektor skickas med innehållande lika många element som antal register som ska skrivas till.

Läs

Läs värden från PLC-systemets register. Här ska en vektor skickas med innehållande lika många element som antal register som ska läsas.

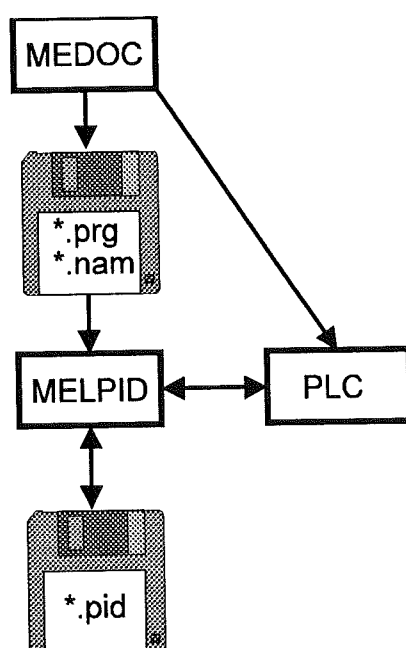
Stäng

Stäng förbindelsen till PLC-systemet.

3. Projektbeskrivning

Samverkan på logisk nivå

MELPID är knutet till MELSEC MEDOC via två filer som genereras av MEDOC.



Hur MEDOC och MELPID logiskt samverkar med PC och PLC-system.

Programfilen (*.prg)

I denna fil finns själva PLC-koden och diverse annan information. MELPID läser i denna för att avgöra vilken PLC-typ som programmet är skrivet för och därigenom vilket standard-PLC-program som är aktuellt. Även vid uppkoppling mot PLC:n görs en förfrågan över serieporten om PLC-typ och om dess svar är annorlunda än det i programfilen så kopplas förbindelsen ner.

Detta görs dels för att användaren inte ska behöva ange PLC-typ (han kanske inte vet) dels för att minimera risken för att använda benämningar från ett annat PLC-program än det som ligger i PLC:n.

Benämningsfilen (*.nam)

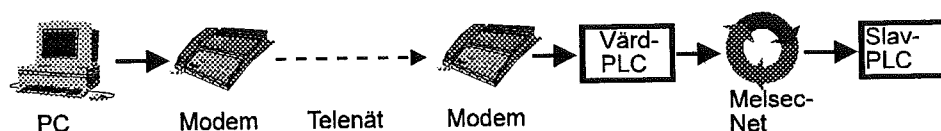
Benämningar i MEDOC är 15 tecken långa strängar som på ett informativt sätt talar om vad ett PLC-register används till. MELPID använder dessa för att kunna visa för användaren var det anser att bör- och ärvärde, utsignal och alla regulatorparametrar befinner sig i minnesarean i PLC:n.

MELPID-projektfilen (*.pid)

I denna fil sparas all information om regulatorerna, PLC-typen, kommunikationsparametrarna och sökvägen till MEDOC-projektet.

Kommunikationsvägen på fysisk nivå

För att kunna kommunicera med ett PLC-system på avstånd understödjer MELPID modemkommunikation över uppringd telefonförbindelse. Stödet för melsec net är något varje PLC i A-serien har inbyggt.



Ett avancerat exempel på hur man kan fjärrstyra sina regulatorer.

Regulatorprogram för PLC-systemen

MELPID förutsätter att regulatorerna är implementerade i PLC-kod. Detta görs på olika sätt för olika PLC-typer. Dessa delas (i detta sammanhang) in i tre klasser med tillhörande PLC-program. Dessa standard-PLC-program är skelett som är avsedda att kompletteras eftersom en anläggning ofta innehåller mer än bara regulatorer.

Avsikten är att gränssnittet mot användaren ska vara i stort sett oberoende av vilket PLC-program som är aktuellt. Denna transparens ställer stora krav på MELPID då programmen förutom att de stödjer olika parametrar skiljer sig vad gäller:

- parametrarnas intervall
- parametrarnas bitlängd
- olika maximalt antal regulatorer

PID-AnA

PLC-programmet PID-AnA har två PID-regulatorer i grundutförandet med möjlighet att utöka till 32. Programmet understödjer följande parametrar

- Samplingstid (T_s)
- Proportionalitetskonstant (K_p)
- Integrationstid (T_i)
- Derivationstid (T_d)
- Minsta utsignal
- Största utsignal
- Maximal ärvärdesändring (annars larm)
- Maximal utsignalsändring (annars larm)

Parametrarna beskrivs närmre i avsnittet om MELPIDs handhavande.

Filterkoefficient

Denna parameter ger möjlighet till utjämning av ärvärdet. Det filtrerade ärvärdet $PV_f(n)$ beräknas enligt

$$PV_f(n) = PV(n) + \alpha[PV_f(n-1) - PV(n)]$$

där $PV(n)$ är den nuvarande ofiltrerade ärvärdet, $PV_f(n-1)$ är det föregående filtrerade ärvärdet och α är filterkoefficienten.

Algoritm

PID-AnA använder instruktioner som implementerar regleralgoritmen. Dessa instruktioner finns tillgängliga i alla PLC:er av typ AnA. Av denna anledning har man ingen kontroll över vilken algoritm som används för att beräkna utsignalen, den är alltså hårdkodad i

instruktionsuppsättningen. Följande algoritm används vid direkt reglerverkan:

$$E(n) = PV_f(n) - SV \text{ (reglerfel)}$$

$$\Delta MV = K_p \left\{ E(n) - E(n-1) + \frac{T_s}{T_i} E(n) + \frac{T_d}{T_s} [2 \cdot PV_f(n-1) - PV_f(n) - PV_f(n-2)] \right\}$$

$$MV(n) = \sum \Delta MV$$

och vid omvänd reglerverkan beräknas reglerfelet som

$$E(n) = SV - PV_f(n)$$

där E är reglerfelet, PV är ärvärdet, SV är börvärdet och MV är utsignalen.

Med direkt reglerverkan menas här att utsignalen ökar när ärvärdet blir större än börvärdet och vid omvänd reglerverkan ökar utsignalen istället när börvärdet blir större än ärvärdet.

PI-FX

Detta PLC-program är avsett för CPU:er i FX-serien. Dessa är mindre och billigare. De saknar dessutom stöd i instruktionsuppsättningen för reglering.

Programmet implementerar maximalt 9 PI-regulatorer. Här är hela regulatoralgoritmen implementerad i PLC-kod vilket medför att man har kontroll över algoritmen som används men också att programmet tar upp fler programsteg (ca 550 rader PLC-kod). Parametrar som saknar stöd jämfört med PID-AnA är filterkoefficient, maximal ärvärdesändring, maximal utsignalsändring och givetvis derivationstid. Det finns ett par ytterligare parametrar än de i PID-AnA.

- Ärvärdeshöglarm
- Ärvärdeslåglarm

Algoritm

Följande algoritm används vid direkt reglerverkan:

$$E(n) = PV(n) - SV \text{ (reglerfel)}$$

$$\Delta MV = K_p \left\{ E(n) - E(n-1) + \frac{T_s}{T_i} E(n) \right\}$$

$$MV(n) = \sum \Delta MV$$

och vid omvänd reglerverkan beräknas reglerfelet som

$$E(n) = SV - PV(n)$$

PID-AnN

Detta är det äldsta sättet att lösa PID-reglering i PLC-system på. Här anropas ett mikroprogram för att exekvera regleralgoritmen. För att administrera dessa anrop behövs ett överordnat PLC-program som också tar hand om kommunikationen med MELPID. Programmet stöder samma uppsättning parametrar som PID-AnA.

4. Handhavande av MELPID

MELPID är organiserat så att man arbetar (i grova drag) från vänster till höger i menyraden och endast de menyalternativ som är tillåtna för tillfället är synliga.

Det är tänkt att man ska kunna göra uppsättning av ett antal regulatorer, definiera egna intervall och enheter mm utan att vara ansluten till något PLC-system, dvs off-line. Av denna anledning går MELPID on-line först då man försöker göra något som kräver ett anslutet PLC-system, dvs antingen trendmonitorering eller autotuning.

Menyn File

New

Startar ett nytt projekt. Man befinner sig i detta tillstånd när programmet startar och man behöver således inte börja med att klicka på detta alternativ.

Open

Öppnar ett befintligt MELPID-projekt.

Save

Sparar det aktuella MELPID-projektet. Om detta inte är namngivet är detta menyalternativ ekvivalent med **Save as**.

Save as

Visar en dialogbox som frågar efter det filnamn man vill spara det aktuella MELPID-projektet som. Filtillägget blir automatiskt .PID om inget annat anges.

Print

Skriver ut hela MELPID-projektet på standardskrivaren. Utskriften består av projektnamn, kommunikationsparametrar, antal regulatorer samt startadresser och parametrar för varje regulator.

Printer Setup

Väljer standardskrivare, pappersstorlek, orientering, och källa.

Exit

Avslutar MELPID. Frågar om projektet ska sparas om det har ändrats sedan det sparades sist.

Menyn Project

MELSEC MEDOC

Visar en dialogbox i vilken man kan bläddra sig fram till katalogen för MELSEC MEDOC-projektet. Öppnar .NAM filen för att göra benämningarna åtkomliga. Detta menyalternativ behöver bara väljas när man skapar ett nytt MELPID-projekt, därefter finns sökvägen lagrad i detta projekt.

Communication

Communication

PLC Settings

Protocol
 CPU AJ71

Address
 MNET
 AJ71
 MAC

Port Settings

Port
 COM1 COM2
 COM3 COM4

Baudrate
 57600 38400
 19200 9600
 4800 2400
 1200 600
 300

Parity
 None Odd
 Even

Word size Stop bits
 8 7 1 2

Miscellaneous

Modem

Timeout (ms)
 Normal
 Quick

OK
 Cancel

Select PLC communication protocol (and thereby PLC port)

Dialogbox för inställning av diverse kommunikationsparametrar.

Visar ett formulär i vilket man kan ställa in ett stort antal kommunikationsparametrar. Detta är indelat i tre huvudgrupper: PLC Settings, Port Settings och Miscellaneous. Längst ner i formuläret finns en kortfattad hjälptext beroende på vilket inmatningsfält man befinner sig i.

PLC Settings

Här anges uppgifter om PLC, nätverk mm.

Protocol

Här väljer man vilken port på PLC-systemet som används. För FX-serien kan man bara ansluta sig till programmeringsporten, vilket i detta fall innebär CPU-porten. För A-serien kan man välja antingen CPU-porten eller seriekommunikationskortet AJ71C24.

Address

Här fyller man i kompletterande uppgifter angående PLC-kommunikationen. De är följande:

MNET

Om MELSEC NET används fyller man i adress på slavnummer med mera i detta fält. Även om man inte har ett nätverk ska värdena vara ifyllda enligt nedan.

255	Värd-PLC, dvs den PLC man fysiskt är uppkopplad mot.
0	Master-PLC i ett melsec net.
1-64	Slavnummer på PLC i ett melsec net.

AJ71

Här anger man vilket stationsnummer som är inställt med potentiometrarna överst på AJ71C24-kortet.

0-31	Stationsnummer på AJ71C24-kort i multidrop nätverk.
------	---

MAC

För MAC 50/200 operatörsterminaler finns möjlighet att med kommunikationsenheten IFC 50 göra ett multidrop nätverk. Adresser programmeras på MAC:en eller med MAC-Programmer.

0	Ingen MAC-adress använd.
1-63	MAC-adress i multidrop nätverk.

Port Settings

Under Port Settings anges portparametrarna.

Port

Här väljer man vilken av serieportarna på PC:n som används. Antalet kommunikationsportar begränsas av Windows till 4 stycken.

Baudrate

Här anges kommunikationshastigheten mellan PC och PLC.

Parity

Pariteten för aktuell kommunikation väljs här.

None	Ingen paritet
Odd	Udda paritet
Even	Jämn paritet

Word size

Här anges ordlängden för kommunikationen, Den kan vara antingen 7 eller 8 bitar.

Stop bits

Antalet stoppbitar anges i detta fält. Det kan vara antingen 1 eller 2 bitar. Kommunikationsparametrarna brukar anges med syntaxen: Baudrate,Parity,Word size,Stop bits. CPU-porten på Mitsubishis PLC-system har följande parametrar:

A-serien	9600,Odd,8,1
FX-serien	9600,Even,7,1

Dessa parametrar ställs in som standard när ett MELSEC MEDOC projekt öppnas utan att något MELPID-projekt är öppnat, dvs när man skapar ett nytt MELPID-projekt.

Miscellaneous

Här anges diverse övriga parametrar

Modem

Här anges det telefonnummer som ska ringas upp innan MELPID kopplar upp sig mot PLC:n. För anslutning av telefonmodemet se dess manual.

Timeout

Normal

Här anges den timeout som önskas *efter* uppkoppling mot PLC:n. Tiden anges i millisekunder (ms).

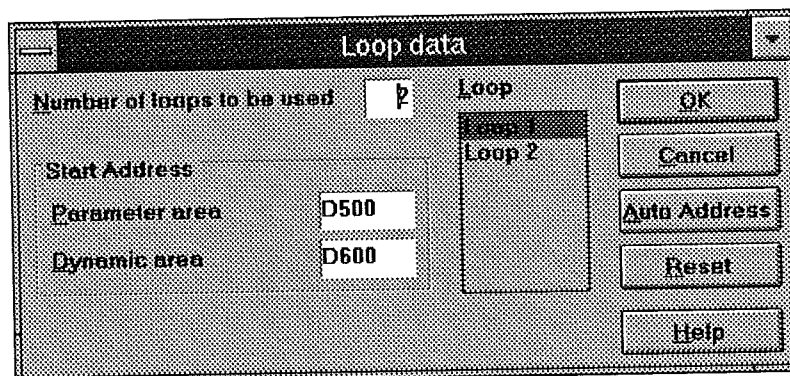
Quick

Detta är den timeout som gäller för kommunikationen *vid* uppkoppling mot PLC:n.

Menyn Loop

Data

I dialogboxen Loop Data anges sådant som är specifikt för det PLC-program man använder. Har man inte ändrat i regulatorprogrammet till den aktuella PLC:n så behöver man inte göra några ändringar i denna dialogbox.



Dialogbox för inmatning av parametrar specifika för det aktuella PLC-programmet.

Number of used loops

Detta är antalet regulatorloopar som används av MELPID. Detta kan som mest vara det antal loopar PLC-programmet exekverar i PLC:n.

Loop

Denna listruta innehåller de tillgängliga regulatorlooparna. Den valda loopen är den som är aktuell för de ändringar som görs.

Start Address

En startadress består av två delar; dels devicebeteckning och dels deviceadress (bokstav + siffror). Devicebeteckningen kan vara D (dataregister), W (länkregister) eller R (filregister). Det är regulatorprogrammet i PLC:n som avgör startadresserna. Första regulatorns startadress behandlas separat för att detta block ska kunna innehålla en intern arbetsarea för regleralgoritmen.

Varje regulator har sin egen uppsättning med både parametrar och dynamiska variabler. Dessa block ligger oftast konsekutivt i minnet.

Parameter Area

Parameterarean är den area där parametrar som inte ändrar sig lagras. Bl.a. P, I och D-konstanterna.

Dynamic Area

Den dynamiska arean är den area där variabler som ändrar sig lagras. Bl.a. ärvärde, utsignal och larmflaggor.

Reset

Denna knapp återställer startadresserna för samtliga regulatorloopar till det som är standard för det PLC-program för reglering som tillhör den aktuella PLC-typen. Dock återställs inte antalet regulatorer.

Auto Address

Denna knapp numrerar parameterareans startadress och den dynamiska areans startadress automatiskt för alla looparna baserat på adressen för loop 1. Loop 2 och uppåt läggs konsekutivt i minnet efter loop 1.

User Range

I dialogboxen User Range kan man ställa in egna enheter (ingenjörstorheter) och intervall för börvärde, ärvärde och utsignal.

Parameter	Unit	Min	Max	MEDOC name
Set Value	%	0	100	BÖR VARDE SV 1
Process Value	%	0	100	ÄR VARDE PV 1
Manipulated Value	%	0	100	UT VARDE MV 1

Dialogbox för inmatning av användarens egna intervall, kommentarer och enheter.

Loop

Denna listruta innehåller de tillgängliga regulatorlooparna. Den valda loopen är den som är aktuell för de ändringar som görs.

Comment

I detta fält kan man skriva in en kort kommentar (max 30 tecken) för den aktuella regulatorloopen, exempelvis en kort beskrivning på den process regulatorn styr.

Set Value och Process Value

På denna rad skrivs enhet och intervallets min och maxgräns för bör- och ärvärdet in. Dessa har samma enhet och intervall eftersom de två värdena jämförs för varje sampel i regleralgoritmen.

Det går utmärkt att ha ett min-värde mindre än noll.

Manipulated Value

På denna rad skrivs enhet och intervallets min och maxgräns för utsignalen in.

MEDOC name

I denna kolumn står MELSEC MEDOCs benämningar på de register i PLC:n som innehåller börvärde, ärvärde och utsignal.

Menyn Dynamics

Denna meny innehåller sådant som berör process och regulatordynamik

Parameters

Dialogboxen Parameters innehåller alla parametrar som går att ändra för varje regulator. Innehållet ser aningen olika ut beroende på vilka parametrar aktuell PLC stöder.

OBS!

Cancel i denna dialogbox medför bara att ändringarna i den aktuella loopen inte görs. Alla andra loopar som ändrats förblir ändrade.

Parameters					
Loop	Loop 1	Comment	Process A		
Parameter	Value	Min	Max	MEDOC name	
Proportionate factor	2.26	0.01	100.00	P- KONSTLOOP1	
Integrating time (s)	9.3	0.1	9276.7	I- KONSTLOOP1	
Differentiating time (s)	2.26	0.00	300.00	D- KONSTLOOP1	
Sampling time (s)	1.00	0.01	60.00	SAMPLTID LOOP1	
Filter coefficient (%)	0	0	100	FILT FAKT LOOP1	
MV lower limit	0.00	0.00	100.00	UTSIGMIN LOOP1	
MV higher limit	100.00	0.00	100.00	UTSIGMAX LOOP1	
MV variation rate limit	100.00	0	100.00	UTSIGANDR LOOP1	
PV variation rate limit	100.00	0	100.00	ARSIGANDR LOOP1	
Manual MV	50.00	0.00	100.00	UTSIG MAN LOOP1	
Set Value	40.00	0.00	100.00	BOP- VARDELOOP1	
Operation method	Manipulated Value				
<input type="radio"/> Normal	<input checked="" type="radio"/> Automatic				
<input checked="" type="radio"/> Reverse	<input type="radio"/> Manual				
				OK	Cancel

Dialogbox för inmatning av regulatorparametrarna.

Comment

I detta fält återfinns den kommentar man angav i dialogboxen User Range för den aktuella regulatorloopen angiven i listrutan **Loop**.

Value

I denna kolumn står de värden som parametrarna har för tillfället. Om man är online så ändras motsvarande värden i PLC:n när man klickar på OK, byter loop eller trycker på vagnretur. Om man är offline så lagras parametrarna lokalt och laddas inte ner till PLC:n förrän man går online.

Min och Max

I denna kolumn står intervallets undre respektive övre gräns för det värde varje parameter kan anta.

MEDOC name

I denna kolumn står MELSEC MEDOCs benämningar på de register i PLC:n som innehåller respektive parameter.

Proportionate factor

Detta är P-konstanten (förstärkningen). Tillåtet intervall är 0,01 – 100.

Integrating time (s)

Detta är I- konstanten (integrationstiden) i sekunder. Tillåtet intervall är 0,1s – 3000s

Differentiating time (s)

Detta är D- konstanten (derivationstiden) i sekunder. Tillåtet intervall är 0,0s – 300s. Parametern saknas vid reglering med ett FX-system.

Sampling time (s)

Detta är samplingstiden i sekunder med vilken PID-algoritmen exekverar i PLC:n. Inte att förväxla med samplingstiden vid trendmonitorering eller Autotuning. Tillåtet intervall är 0,01s – 60s.

Filter coefficient (%)

Filterfaktor för att jämna ut stora förändringar i ärvärdet. Med denna införs ett beroende på föregående sampels ärvärde. Detta beroende ökar med ökande filterfaktor. Parametern understöds inte av FX-system.

MV lower limit

Denna undre utsignalsgräns anger det minsta värde utsignalen kan anta i autoläge. Beräknas en utsignal lägre än denna gräns sätts utsignalen till detta värde.

MV higher limit

Denna övre utsignalsgräns anger det största värde utsignalen kan anta i autoläge. Beräknas en utsignal större än denna gräns sätts utsignalen till detta värde.

MV variation rate limit

Detta är den maximalt tillåtna utsignalsändringen. Om skillnaden mellan detta och föregående sampels utsignal är större än denna gräns sätts en larmflagga.

PV variation rate limit

Detta är den maximalt tillåtna ärvärdesändringen. Om skillnaden mellan ärvärdet i detta och föregående sampel är större än denna gräns sätts en larmflagga.

PV lower alarm limit

Denna parameter anger undre gräns för ärvärdeslarm. Om ärvärdet underskrider detta värde slår PLC:n larm. Parametern understöds endast av FX-system

PV higher alarm limit

Denna parameter anger övre gräns för ärvärdeslarm. Om ärvärdet överskrider detta värde slår PLC:n larm. Parametern understöds endast av FX-system

Manual MV

Om man kopplar ur regulatormen med **Manipulated Value Manual** så blir denna parameter utsignal.

Set Value

Börvärdet, dvs det värde regulatormen försöker få ärvärdet att följa.

Operation method**Normal**

Detta val innebär normal reglerverkan dvs utsignalen ökar när ärvärdet blir större än börvärdet.

Reverse

Detta val innebär omvänd reglerverkan dvs utsignalen ökar när ärvärdet blir mindre än börvärdet.

Manipulated Value**Automatic**

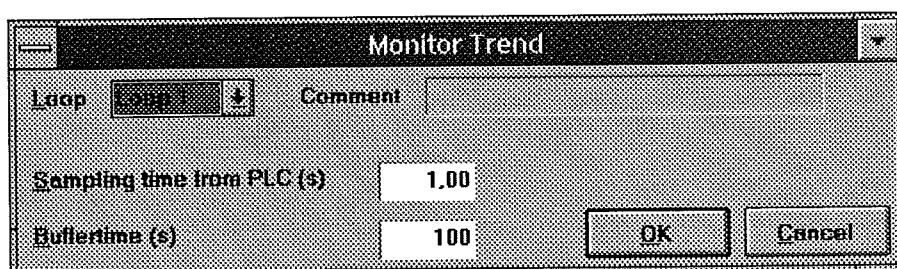
Detta val innebär att regulatormen befinner sig i autoläge dvs den arbetar normalt.

Manual

Detta val innebär att regulatorn befinner sig i manuellt läge dvs den är förbikopplad. Här blir då det värde som anges vid Manual MV utsignal. Observera att börvärdet i detta läge saknar betydelse.

Monitor Loop Trend

Detta menyalternativ ger möjlighet att studera processen i realtid. Här går MELPID online mot PLC:n om inte detta har gjorts tidigare.

Monitor Trend

Dialogbox för val av regulator, buffringstid och samplingstid från PLC vid trendmonitorering.

Loop

I denna listruta anges vilken regulatorloop som ska studeras. Även om endast en loop studeras på skärmen sker loggning av samtliga befintliga loopar till en buffert som senare kan sparas.

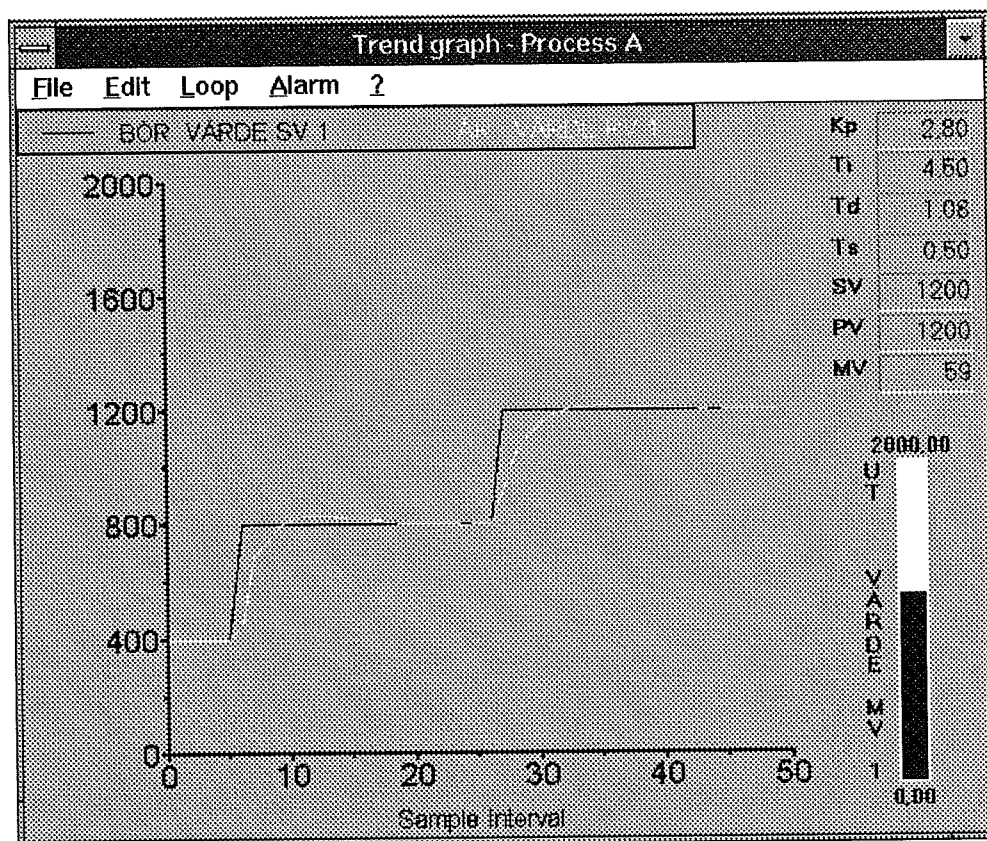
Sampling time from PLC (s)

Här anges tiden i sekunder mellan två läsningar som MELPID ska göra från PLC:n.

Buffertime (s)

Här anges buffertens storlek i sekunder. Denna är av rullande typ på så sätt att när bufferten är full så kasseras hela tiden de äldsta samplen.

Trend graph

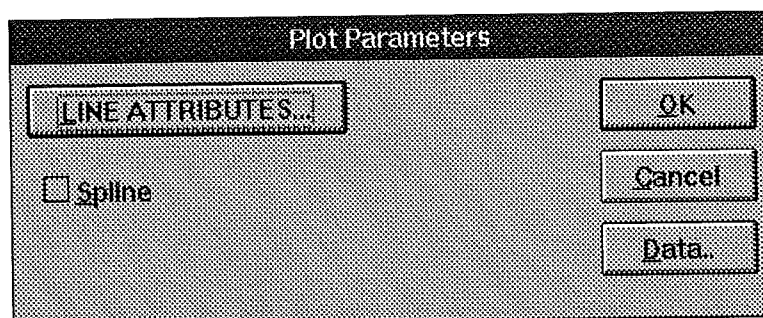


Fönster som visar börvärde, ärvärde, utsignal mm vid trendmonitorering.

I detta trenddiagram kan kurvor över börvärdet (svart kurva) och ärvärdet (gul kurva) studeras samtidigt som utsignalen visas som en blå stapel till höger. I textrutor uppe till höger presenteras de numeriska värdena för P-konstant (K_p), I-konstant (T_i), D-konstant (T_d), samplingsid (T_s), börvärde (SV) och ärvärde (PV).

I detta fönster kan man även klicka dels på kurvorna och dels på axlarna

Plot Parameters



Om man klickar på en kurva i diagrammet får man upp dialogboxen Plot Parameters efter att vald kurva blinkat till.

Spline

Om denna ruta är kryssad kan man få en mjukare kurva men denna kommer också att uppdateras långsammare vid snabb sampling.

Data

Man kan få upp ett kalkylarksliknande fönster genom att klicka på knappen **Data**.

PV History Data		
<u>C</u> opy	<u>F</u> ormat	
#	X	Y
0	0	63.8
1	0.011900	63.95
2	0.021967	64
3	0.031133	64
4	0.040283	64.05
5	0.050350	64.05
6	0.060417	64.1
7	0.070483	64.1
8	0.079650	64.05
9	0.089717	64.1
10	0.098867	64.2
11	0.108933	64.15
12	0.119000	64.05
13	0.129083	64.1
14	0.139150	64.1
15	0.149217	64
16	0.159283	64.15

Fönster som visar bör eller ärvärdena i varje sampel.

Detta fönster visar värdena i den valda kurvan punkt för punkt. Varje värde skiftas ett steg uppåt per sampel. Man kan bläddra uppåt och neråt med bläddringslistan till höger.

Med menyalternativet **C**opy kopieras alla datapunkternas värden i ASCII format till Windows Urklipp.

Med **F**ormat kan man ändra antal siffror som ryms i kolumnerna (**W**idth) och antalet värdesiffror i datapunkternas värden (**P**recision).

Line Attributes

Om man klickar på knappen **L**ine Attributes får man upp en dialogbox i vilken man kan ändra diverse parametrar för den valda linjen.

Color

Ändrar linjens färg. Undvik dock rött som används för att indikera larm på ärvärdeskurvan.

Style

Ändrar linjens ritsätt. Man kan välja mellan bl.a. heldragen, streckad och punktstreckad. Används med fördel vid utskrift för att lättare kunna skilja på bör- och ärvärde.

Width

Ändrar linjens bredd. Linjebredd 0 innebär att den skrivs ut så tunn som möjligt både på skärmen och på skrivare.

Vertical/Horizontal Axis

Klickar man på en axel får man upp dialogboxen Vertical/Horizontal Axis efter att vald axel blinkat till.

The screenshot shows a dialog box titled "Vertical Axis". It contains the following elements:

- From:** A text box containing the value "0".
- To:** A text box containing the value "100".
- Intercept:** A text box containing the value "0".
- Logarithmic Scale:** A checkbox that is currently unchecked.
- Ticks:** A section containing:
 - Step:** A text box containing the value "20".
 - Minor Ticks:** A text box containing the value "1".
- Grids:** A section containing:
 - Major:** A checkbox that is unchecked, with a "Style..." button to its right.
 - Minor:** A checkbox that is unchecked, with a "Style..." button to its right.
- Buttons:** "OK" and "Cancel" buttons at the bottom right.

From och To

From anger var det visade intervallet ska börja och **To** var det ska sluta. Det är bara meningsfullt att ändra dessa gränser för y-axeln.

Ticks

Step anger avståndet mellan stora skalstreck och **Minor Ticks** anger antalet små skalstreck mellan de stora.

Logarithmic Scale

Om denna ruta är kryssad fås en logaritmisk skala längs den valda axeln och kurvan anpassas därefter.

Intercept

Detta värde anger en punkt på den andra axeln vid vilken denna axel ska skära.

OBS!

Om man vill detaljstudera ett intervall på y-axeln genom att ändra på värdena i **T****o** och **F****r****o**m måste man ändra interceptvärde för x-axeln till y-axelns fromvärde först för att diagrammet ska hänga ihop.

Grids

Man kan lägga ett rutnät över området innanför axlarna för att underlätta avläsning genom att kryssa rutorna **M****a****j****o****r** och **M****i****n****o****r**. Bara **M****a****j****o****r** kryssad ger en storlek på rutorna som är lika stor som avståndet mellan de stora skalstrecken och båda kryssade som mellan de små. Klickar man på **S****t****y****l****e** kan man ändra på rutnätets ritsätt, färg och linjebredd på samma sätt som man ändrar detta för kurvorna.

Menyraden i trendfönstret**File****Save**

Detta menyval sparar alla de befintliga looparna på fil efter att man gett historiefilen ett namn. Filnamnet får tillägget .HST om inget annat anges.

Är och börvärdet sparas för varje sampel i bufferten medan P, I, och D-konstant och samplingstid blir de som är aktuella vid spartillfället. Av denna anledning är det lämpligt att spara förloppet varje gång man ändrar på någon av dessa parametrar.

Print Graph

Skriver ut den kurva som visas i fönstret på standardskrivaren.

Printer Setup

Möjliggör ändring av ett antal skrivarspecifika inställningar.

Printing Options

I denna dialogbox kan man ändra ett antal utskriftsparametrar angående grafen man vill skriva ut.

Graph Window Background

Om denna ruta är kryssad skrivs området utanför axlarna ut med bakgrund annars inte.

Plotting Area Background

Om denna ruta är kryssad skrivs området innanför axlarna ut med bakgrund annars inte.

Border

Om denna ruta är kryssad skrivs en ram runt grafen ut.

Maintain Aspect Ratio

Om denna ruta är kryssad bevaras proportionerna i grafen.

Print Graphs to max size

Skriver ut grafen så stor som papperet tillåter.

Proportionate

Skriver ut grafen så stor som papperet tillåter samtidigt som proportionerna bevaras.

Exact size

Skriver ut grafen med samma storlek som på skärmen.

Close

Detta menyalternativ avbryter buffringen och stänger Trendfönstret.

Edit

Under denna meny finns menyalternativet **Copy** som kopierar grafen till Windows Urklipp. Detta kommando kan också utföras med Ctrl-C.

Loop

Under denna meny finns alternativet **Select** i vilken man kan byta loop i trendfönstret utan att behöva gå ur detta och öppna det på nytt. Dock börjar buffringen om från början när man byter loop varför det är lämpligt att spara förloppet innan detta menyalternativ väljs.

Alarm

PLC:n bevakar hela tiden att ärvärde och utsignal håller sig inom de gränser som angavs i parameterfönstret. Larmfunktionen påverkar antingen ärvärdeskurvan eller utsignalstapeln genom att dessa byter färg till rött.

Enable

Om detta menyalternativ är förbockat är larmen aktiva annars inaktiva.

Reset

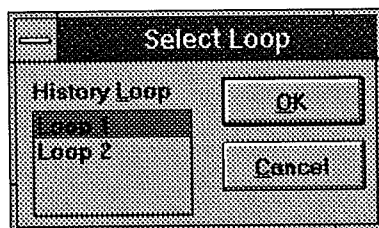
Nollställer båda larmen.

?

Denna meny ger en kortfattad on-line hjälp om trendfönstret.

Monitor Loop History

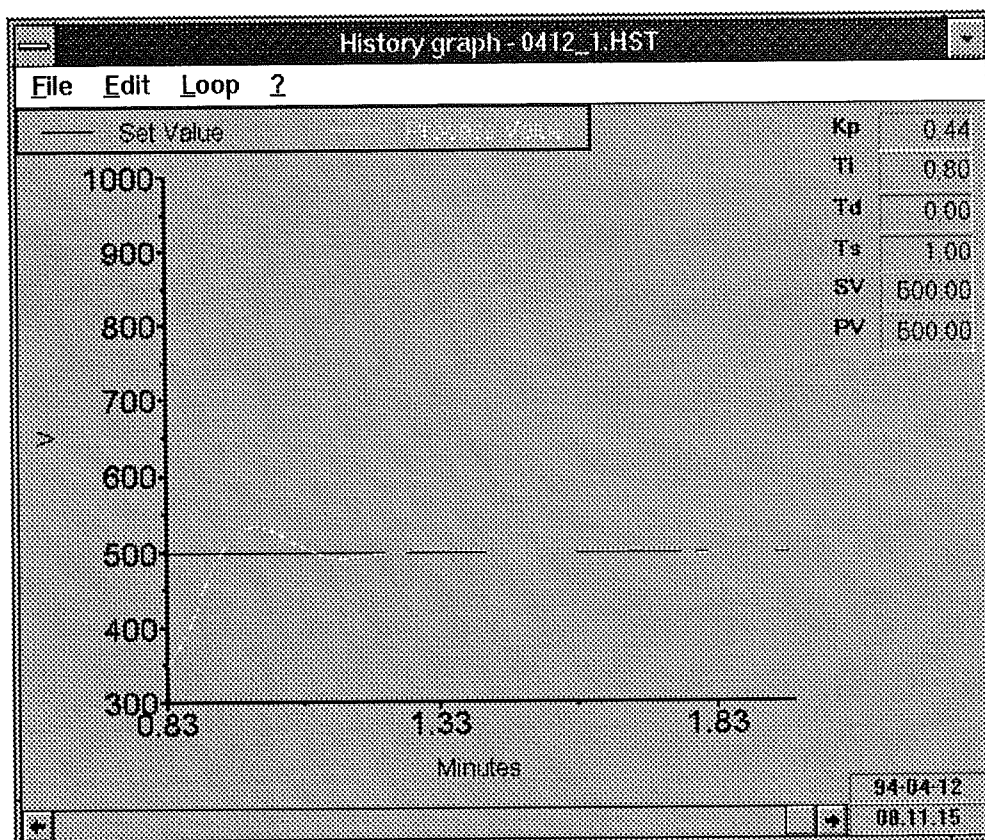
Att kunna studera ett processförlopp i efterhand kan vara värdefullt när man vill kontrollera hur en regulator styr en och samma process med olika regulatorparametrar. Dessa olika förlopp kan sedan jämföras för att besluta vilken uppsättning parametrar som fungerande bäst. Efter att ha sparat ett förlopp i trendfönstret kan det senare öppnas med hjälp av detta menyalternativ.

Select Loop

Dialogbox för val av regulator vid monitorering av historiskt förlopp.

Här väljer man vilken regulatorloop man vill studera. De man har att välja ibland är alla de loopar som buffrades vid spartillfället.

History graph



Fönster som visar bl.a. bör och ärvärde för ett historiskt förlopp.

Historiefönstret har samma menyer som trendfönstret förutom **A**larm och **S**ave. Dessutom finns samma möjligheter att klicka på kurvor och axlar. Om bufferten är längre än historiefönstrets bredd finns en bläddringslist under historiegrafens med vilken man kan flytta sig längs tidsaxeln. När fönstret öppnas visas den del av förloppet som var aktuell vid spartillfället, man befinner sig alltså i slutet på tidsaxeln. Regulatorparametrarna P-konstant (K_p), I-konstant (T_i), D-konstant (T_d) och samplingstid (T_s) presenteras i textboxar uppe till höger i fönstret. Dessa är de som var aktuella vid spartillfället. Nedanför dessa finns börvärdet (SV) och ärvärdet (PV) dessa är de aktuella i varje sampel

Historiegrafens x-axel är graderad i minuter och origo är det äldsta samplet i bufferten. Längst nere till höger i detta fönster finns en

absolut tidsangivelse för det sampel som befinner sig längst till höger i grafen.

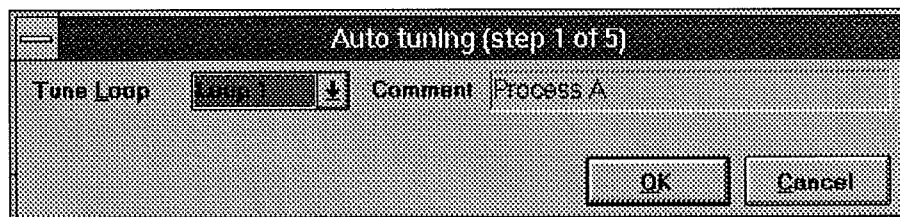
Auto Tune

Autotuning är ett hjälpmedel som kan användas om man vill ha en uppsättning fungerande regulatorparametrar som man kan utgå ifrån och trimma vidare manuellt. De föreslagna parametrarna kan bli optimala men behöver inte bli det, dessa beräknas ju utifrån begränsad information om processen. Metoden att beräkna parametrar för PI-regulatorer är mera robust än den för PID vilket medför att sannolikheten för att få bra parametrar direkt är större för PI-regulatorer.

Autotuningfunktionen i MELPID består av flera moment som måste utföras i en viss ordning och därför är denna utformad som en guide i fem steg där varje steg är ett fönster.

Auto Tuning (step 1 of 5)

MELPID går här online mot PLC:n om inte detta har gjorts tidigare.



Här väljs vilken regulator som ska trimmas.

Auto Tuning (step 2 of 5)

Här får man upp ett fönster som påminner om trendfönstret men med en bläddringslist istället för en stapel för utsignal. Man har dessutom samma menyer (förutom **Save**) och samma möjligheter att klicka på kurvor och axlar som i trendfönstret.

I detta fönster befinner sig regulatorn i manuellt läge och man styr processen med bläddringslistan till höger som är kopplad till den manuella utsignalen (processens insignal).

I textrutorna uppe till höger presenteras de numeriska värdena för börvärde (SV), ärvärde (PV) och utsignal (MV). Den svarta kurvan visar börvärdet och den gula kurvan visar ärvärdet (processens utsignal). För att få bra resultat lägger man nu ärvärdet med hjälp av

bläddringslistan på lämplig nivå (nära börvärdet) och väntar tills stabilitet uppnås (ärvärdet ligger stilla). När detta är klart trycker man på **Start**-knappen.

Observera att börvärdet här endast visas som referens och påverkar inte processen.

Auto Tuning (step 3 of 5)

Dialogbox för inmatning av diverse information om steget innan det utförs.

Denna dialogbox frågar efter diverse information om steget och typen av regulator. Naturligtvis kan man beräkna endast P och I-parametrar även till en PID-regulator i vilket fall D-konstanten blir noll. När man klickar på OK utförs steget på utsignalen.

Amount

I detta fält står ett förslag på stegets storlek som ska utföras på utsignalen. Detta kan ändras efter behov. Värdet uttrycks i samma enhet som utsignalen (% i exemplet ovan).

Duration (s)

Här anges varaktigheten på steget i sekunder. Den föreslagna tiden kan ändras efter behov. Denna tid är i allra högsta grad processberoende varför det är troligt att denna behöver ändras. En för lång tid är att föredra framför en för kort eftersom steget kan avbrytas i förtid manuellt.

MV Step

Här avgörs om utsignalsteget ska tas uppåt eller neråt. MELPID föreslår uppåt om ärvärdet för tillfället ligger under mitten av sitt intervall, annars neråt.

Step Up låter utsignalsteget gå uppåt medan **Step Down** tar steget neråt.

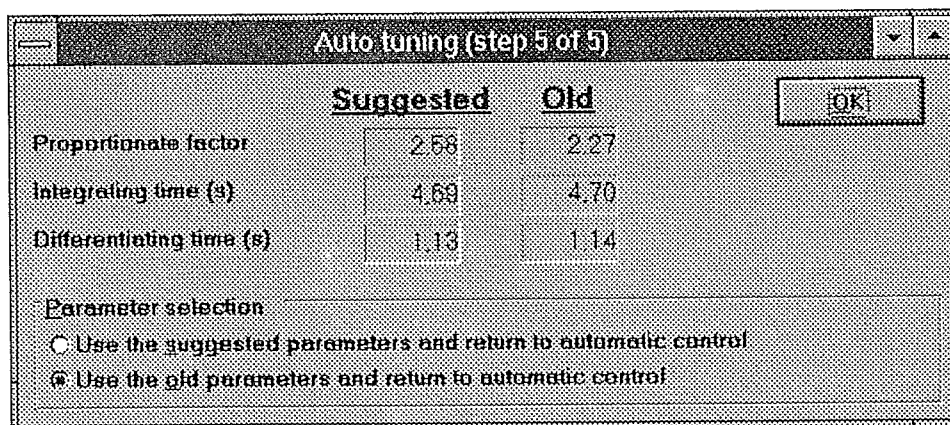
Control Algorithm

Här väljs om man vill beräkna parametrar till en PI-regulator eller en PID-regulator.

Auto Tuning (step 4 of 5)

Här kan stegsvaret studeras på ärvärdeskurvan. Det är under denna period som datainsamling om processen sker. Tanken är nu att man ska klicka på **S**top-knappen när ärvärdet planat ut och inte rör sig nämnvärt längre. Om man inte avbryter stegsvaret manuellt så avslutas det efter den tid som angavs i **D**uration i steg 3.

Auto Tuning (step 5 of 5)



Fönster som presenterar de beräknade parametrarna.

I denna dialogbox presenteras förslag på nya regulatorparametrar. När man klickar på OK återgår man till autoläge med den valda parameteruppsättningen.

De parametrar som föreslås är P-konstant (Proportionate factor), I-konstant (Integrating time) och D-konstant (Differentiating time). I det fall man har valt att beräkna endast P och I parametrar sätts D-konstanten till noll.

Suggested

I denna kolumn presenteras de föreslagna parametrarna. Dessa är beräknade ur den datamängd insamlad i steg 4.

Old

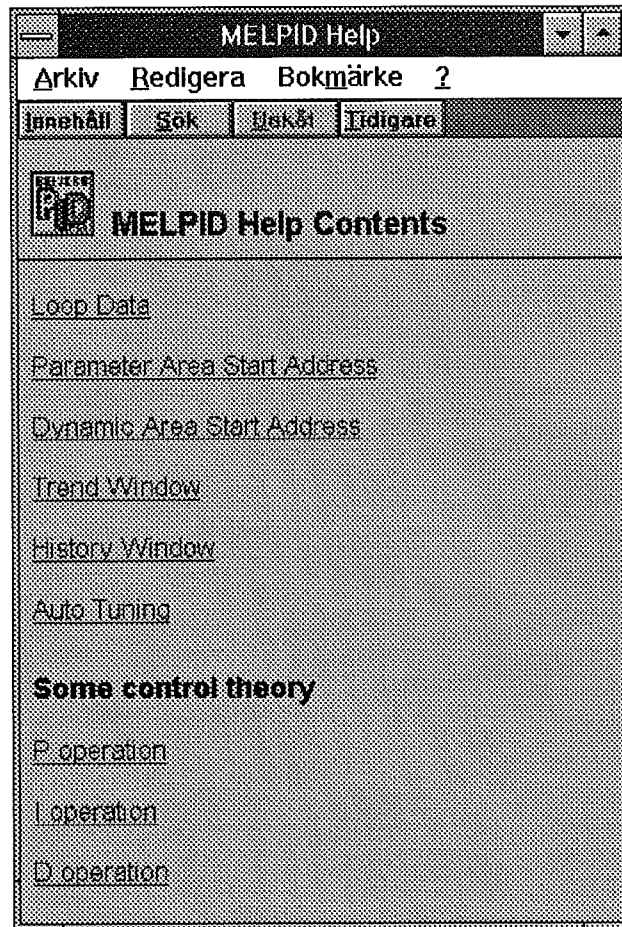
I denna kolumn visas den uppsättning parametrar som hittills använts (i autoläge).

Parameter selection

Här väljs om man vill använda de föreslagna (**suggested**) eller de hittills använda (**old**) parametrarna när man återgår till autoläge.

Menyn ?**Index**

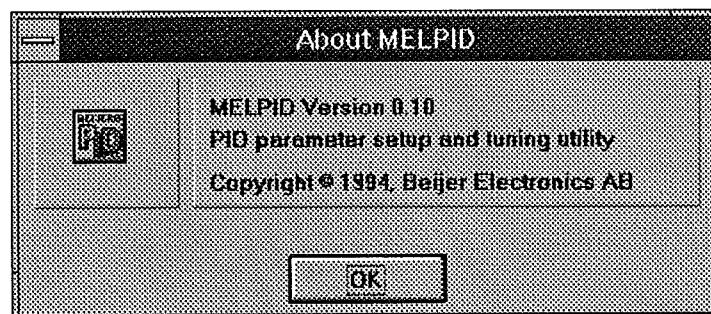
Detta alternativ tar fram innehållsförteckningen till MELPIDS online hjälpsnitt. Detta innehåller hjälp till de mest icke-triviala dialogboxarna.



Kortfattad on-line hjälp.

About

Detta alternativ tar fram ett fönster som visar versionsnummer och information om MELPID.



5. Autotuning

MELPID använder en stegsvarsmetod för att finna lämpliga regulatorparametrar automatiskt. För att utföra Autotuning sätts aktuell regulator i manuellt läge (öppen loop), därefter läggs ärvärdet på lämplig nivå via handkörning och stabilitet inväntas. När detta är uppnått kan ett steg på utsignalen göras och MELPID samlar in data om processens dynamik. När ärvärdet planar ut avslutas datainsamlingen och beräkning utförs på datamängden och de uträknade parametrarna föreslås.

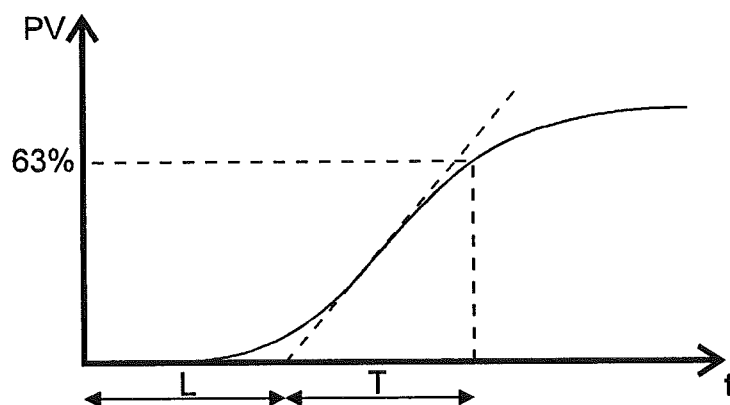
Algoritm

Den använda algoritmen är baserad på ”dominant pol”-metoden. Denna undviker flera av nackdelarna med Ziegler-Nichols metod genom att utifrån tre istället för två processparametrar beräkna regulatorparametrarna. Dessa är statisk processförstärkning (K_{spg}), dominerande dödtid (L) och dominerande tidskonstant (T).

Den statiska processförstärkningen är kvoten mellan förändring i ärvärde och förändring i styrsignal

$$K_{spg} = \frac{\Delta PV}{\Delta MV}$$

Den dominerande dödtiden (L) är definierad som skärningspunkten av tangenten till den brantaste lutningen på stegsvaret med tidsaxeln. Den dominerande tidskonstanten är den tidpunkt då stegsvaret nått 63% av sitt slutliga värde. Dessa tider illustreras nog bäst i en figur.



T och L definieras ur stegsvaret.

Den normaliserade döttiden (τ) är

$$\tau = \frac{L}{L+T}$$

När processparametrarna extraherats ur stegsvaret kan regulatorparametrarna K_p , T_i , och T_d beräknas.

PI

$$\begin{cases} K_p = \frac{1}{K_{spg}} \cdot \frac{T}{L} \cdot 0,29 \cdot e^{-2,7\tau+3,7\tau^2} \\ T_i = T \cdot 0,79 \cdot e^{-1,4\tau+2,4\tau^2} \end{cases}$$

PID

$$\begin{cases} K_p = \frac{1}{K_{spg}} \cdot \frac{T}{L} \cdot 3,8 \cdot e^{-8,4\tau+7,3\tau^2} \\ T_i = T \cdot 0,46 \cdot e^{2,8\tau-2,1\tau^2} \\ T_d = T \cdot 0,077 \cdot e^{5,0\tau-4,8\tau^2} \end{cases}$$

Observera att till en PI-regulator beräknas parametrarna med en egen formel, det går alltså inte att använda PID-formeln alltid och sätta T_d till 0 i de fall regulatören inte stöder D-verkan.

Nu återstår bara problemet att formulera den ovan beskrivna algoritmen i programkod. Antag att två vektorer av längd `TuneBufferSize` finns tillgängliga. Dessa är dels `PVTuneBuffer`

(ärvärdesvektorn) och dels TickTuneBuffer (tidsstämpel (ms) för varje ärvärde). Låt differenskvoten

$$\frac{dPV}{dt}(\text{Sample}) \approx 1000 \cdot \frac{PVTuneBuffer(\text{Sample}) - PVTuneBuffer(\text{Sample} - 1)}{TickTuneBuffer(\text{Sample}) - TickTuneBuffer(\text{Sample} - 1)}$$

approximera derivatan (lutningen) av PV med avseende på tiden i tidpunkten Sample. Genomsökning av vektorernas alla värden är nu ofrånkomligt, men sökning kan göras både efter den maximala lutningen och efter när ärvärdet nått 63% samtidigt. Se nedanstående kodavsnitt.

```
Function CalculatePIDParam () As Integer

Dim SPG As Single ' Static process gain dPV/dMV
Dim L As Single ' Apparent dead time
Dim T As Single ' Apparent time constant
Dim Tau As Single ' Normalized dead time L/(L+T)
Dim dPV As Integer
Dim dPVdt As Single, MaxdPVdt As Single
Dim Sample As Integer, LSample As Integer, TSample As Integer
Dim FoundT As Integer

dPV=Abs (PVTuneBuffer (TuneBuffSize-1)-
PVTuneBuffer (0))
SPG=dPV/Abs ((StepMV-StartMV))
FoundT=False
MaxdPVdt=0

For Sample=1 To TuneBuffSize-1
If Abs (PVTuneBuffer (Sample)-
PVTuneBuffer (0))>.63*dPV And Not FoundT Then
FoundT=True
TSample=Sample
End If
dPVdt=1000*(PVTuneBuffer (Sample)-
PVTuneBuffer (Sample-1))/(TickTuneBuffer (Sample)-
TickTuneBuffer (Sample-1))
If Abs (dPVdt)>Abs (MaxdPVdt) Then
MaxdPVdt=dPVdt
LSample=Sample
End If
Next Sample

If MaxdPVdt=0 Then
CalculatePIDParam=False
MsgBox "Can't calculate new parameters",
MB_ICONEXCLAMATION
Else
CalculatePIDParam=True
```

```
L=TickTuneBuffer(LSample)-TickTuneBuffer(0)-
Abs(PVTuneBuffer(LSample)-PVTuneBuffer(0))/MaxdPVdt
T=(TickTuneBuffer(TSample)-
TickTuneBuffer(0))/1000-L
Tau=L/(L+T)

If frmTune3!optPIPID(0) Then 'PI
  KpSuggest=T/L/SPG*.29*Exp(-2.7*Tau+3.7*Tau^2)
  TiSuggest=T*.79*Exp(-1.4*Tau+2.4*Tau^2)
  TdSuggest=0
Else 'PID
  KpSuggest=T/L/SPG*3.8*Exp(-8.4*Tau+7.3*Tau^2)
  TiSuggest=T*.46*Exp(2.8*Tau-2.1*Tau^2)
  TdSuggest=T*.077*Exp(5#*Tau-4.8*Tau^2)
End If

End If

End Function
```

6. Resultat och diskussion

De resulterande parametrarna vid autotuning fungerade hyfsat i de flesta fall och riktigt bra i andra fall beroende på vad som bedöms vara acceptabelt. Att resultatet inte blir perfekt beror på att metoden trots allt utgår ifrån begränsad information om processen.

Ett exempel

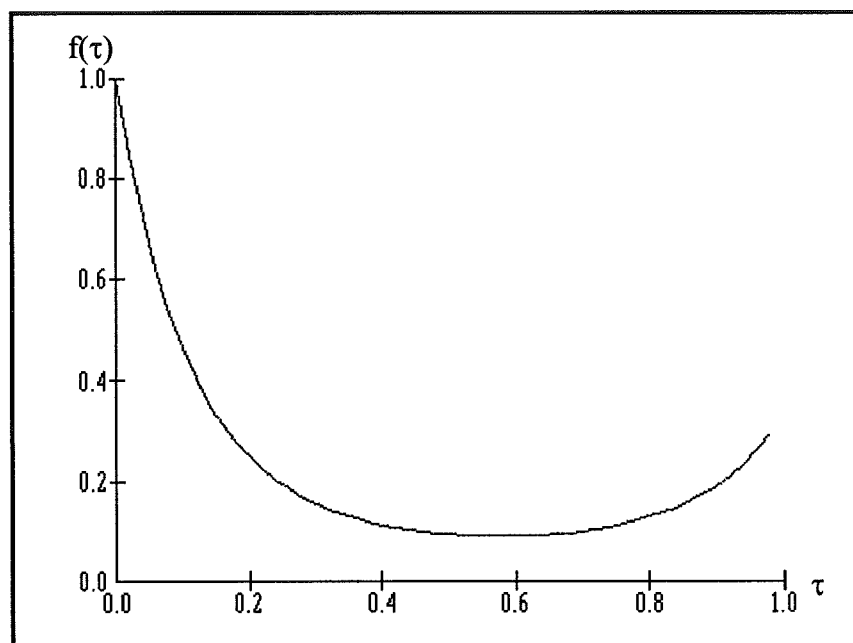
Autotuning av en process simulerad med hjälp av "Dual Process Simulator" utfördes fem gånger med samma process både med PI- och PID-algoritmen. Resultatet blev följande

P	I
1,08	4,21s
1,06	3,86s
1,01	4,59s
1,03	3,86s
1,00	4,09s

P	I	D
6,08	3,99s	0,89s
5,79	4,23s	0,97s
3,56	4,32s	1,02s
6,00	3,99s	0,89s
5,09	4,34s	1,00s

Det intressanta här är att samma process kan generera så pass olika parametrar. En bidragande anledning till detta finner man om man tittar på formeln som använts för att beräkna P-konstanterna i fallet PID för vilka situationen är värst.

$$K_p = \frac{1}{K_{spg}} \cdot \frac{T}{L} \cdot 3,8 \cdot e^{-8,4\tau + 7,3\tau^2}$$



Grafen visar funktionen $f(\tau) = e^{-8,4\tau + 7,3\tau^2}$.

Figuren ovan visar att exponentialfunktionen i formeluttrycket är ganska brant speciellt för τ nära 0 vilket medför att små variationer i processparametrarna kan bidra till stora variationer i de beräknade P-konstanterna.

Snabba processer

En fundamental praktisk begränsning har varit prestanda vad gäller snabbheten på de processer som antingen autotunas eller studeras i trenddiagram och anledningen är till största delen att samplingstakten mellan PC och PLC begränsas av sitt protokoll. Faktum är att detta är PLC-programberoende, Melcom (kommunikationsbiblioteket) kan nämligen optimera kommunikationen bättre om regulatorernas dataareor ligger konsekutivt i PLC-systemets minne.

En annan faktor som drar ner prestanda är grafikpaketet. En kurva ska ritas om varje sampel och i fallet trendmonitorering så ska dessutom alla looparna loggas.

Snabbheten beror också på hur många regulatorer som används. I gynnsamma fall kan man pressa samplingstiden mellan PC och PLC till ca 0,1s och i värsta fall kan den uppgå till ca 2s.

Vid trendmonitorering är det inte så allvarligt, visserligen ser man inte de högfrekventa svängningarna vid monitorering av en snabb process men en hygglig skattning kan man se och regulatorn klarar ju av att reglera mycket snabbare processer än MELPID kan visa.

Värre är situationen vid autotuning. Algoritmen kommer att beräkna felaktiga parametrar och det finns inget sätt för den att avgöra att den har att göra med en allt för snabb process. Därför får hoppet stå till att användaren inte ger sig på autotuning för sådana processer.

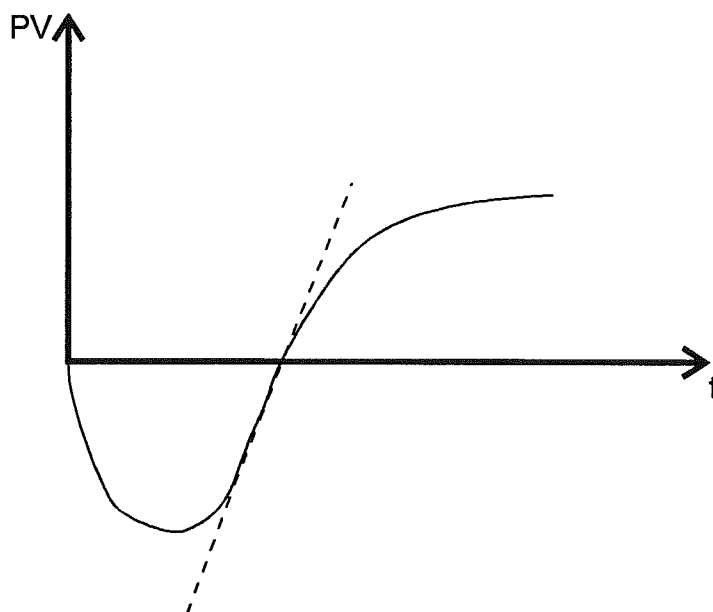
Brusiga processer

Om en alltför brusig process ska autotunas kommer punkten för största lutning i stegsvaret med all säkerhet att hittas på fel ställe och därmed blir de beräknade parametrarna fel. Detta problem kan lösas genom att låta MELPID genomföra någon slags filtrering. Detta görs dock inte i dess nuvarande utförande. Observera att den filterkoefficient som kan användas för att jämna ut ärvärdet endast fungerar i autoläge och alltså är oväsentlig vid autotuning.

Ett alternativt sätt att lösa problemet med brus är att utnyttja den möjlighet till medelvärdesbildning som finns på de analoga ingångskorten till ett PLC-system.

Ickeminfssystem

För vissa processer som är sk ickeminfssystem, dvs med nollställen i höger halvplan, reagerar på ett stegsvar genom att "gå på fel håll" till att börja med. Detta skulle kunna lura algoritmen vid sökandet efter den maximala lutningen på stegsvaret. Antag exempelvis att ickeminfas processen reagerar neråt på ett positivt steg och därefter går uppåt och innan den har nått upp till ursprungsnivån får sin största lutning. Då skulle algoritmen så som den här är implementerad finna ett felaktigt L och därmed beräkna felaktiga parametrar.



Ett ickeminfssystem skulle "lura" algoritmen.

Det får antas troligt att dylika processer är ovanliga i industrin och därför utgör ett mindre problem.

7. Referenser

Beijer Electronics. *Programmerbara styrsystem MELSEC A-serien* (1991)

Beijer Electronics. *MELSEC MEDOC Manual* (1993)

Torkel Glad & Lennart Ljung. *Reglerteknik Grundläggande teori*.
Studentlitteratur (1989)

KentRidge Instruments. *Dual Process Simulator, User Guide* (1993)

Karl-Johan Åström & Tore Hägglund. *PID Control*.
Instrument Society of America (1994)