Aalborg Universitet

Sprogkonstruktion

Madsen, Per Printz

Publication date:
2001

Document Version
Også kaldet Forlagets PDF

Link to publication from Aalborg University

Citation for published version (APA):
Madsen, P. P. (2001). *Sprogkonstruktion*. Department of Control Engineering.

General rights
Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

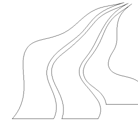
? Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
? You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
? You may freely distribute the URL identifying the publication in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

Take down policy
If you believe that this document breaches copyright please contact us at vbn@aub.aau.dk providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

Downloaded from vbn.aau.dk on: December 27, 2020

INSTITUT FOR ELEKTRONISKE SYSTEMER
AALBORG UNIVERSITET

AFDELING FOR PROCESKONTROL



Sprogkonstruktion

Per Printz Madsen
Aalborg Universitet

1. februar 2001

Forord

Denne rapport omhandler sprogkonstruktion inden for proceskontrol. Med sprogkonstruktion menes opbygning af strukturen (syntaksen) for et dedikeret sprog. Rapporten er opbygget som en "Case Study". Der tages udgangspunkt i dedikerede sprog anvendt til proceskontrol.

Per Printz Madsen AUC
1. februar 2001

FREDRIK BAJERS VEJ 7 ▪ DK-9220 AALBORG Ø
Telefon: 96 35 87 39
Telefax: 98 15 17 39
E-mail: ppm@control.auc.dk

Indhold

1 Hvorfor dedikerede sprog **1**
1.1 Overordnet indfaldsvinkel 1
1.1.1 Hvorfor og hvorfor ikke udvikle et dedikeret sprog 2

2 Hvilke opgaver skal kunne løses af sproget **4**
2.1 Indledning 4
2.2 Aflåsninger 5
2.3 Sekvensstyring 6
2.4 Regulering 8
2.5 Konklusion 12

3 Udvikling af sprogets struktur og syntaks **14**
3.1 Indledning 14
3.2 Aflåsninger 14
3.3 Sekvensstyring 17
3.4 Regulering 22
3.5 Konklusion 25

4 Udenomskrymmel **26**
4.1 Proces-io 26
4.2 Netværks-import/export 27
4.3 Parametre 27

Kapitel 1

Hvorfor dedikerede sprog

1.1 Overordnet indfaldsvinkel

Med begrebet dedikerede sprog menes sprog, som er målrettede mod en passende snæver anvendelse, som fx. dedikerede sprog anvendt til proceskontrol.

Den overordnede opgave, ved udvikling af dedikerede sprog, er derfor at udvikle et sprog, der er så simpelt som muligt dog således, at det indeholder de nødvendige værktøjer for at kunne anvendes inden for det målrettede område.

Et overordnet krav til sproget kan fx. være, at sprogets struktur og de programmeringstekniske værktøjer, som sproget indeholder, skal have en sådan natur, at det er let for personer uden kendskab til generelle programmeringssprog, men med kendskab til de opgaver der skal løses, at formuler sig i sproget.

Sprogets opbygning skal derfor tage udgangspunkt i de opgaver, man agter at løse med sproget (computersystemet). *Der skal ikke tages udgangspunkt i et generelt programmeringssprog som fx. C.*

Vil man lave et dedikeret sprog til proceskontrol, skal man derfor begynde med at afklare, hvilke type af opgaver den pågældende computer skal kunne løse, samt hvordan opgaverne løses mest hengsigtsmæssigt mht. styring, regulering og overvågning det pågældende procestekniske anlæg.

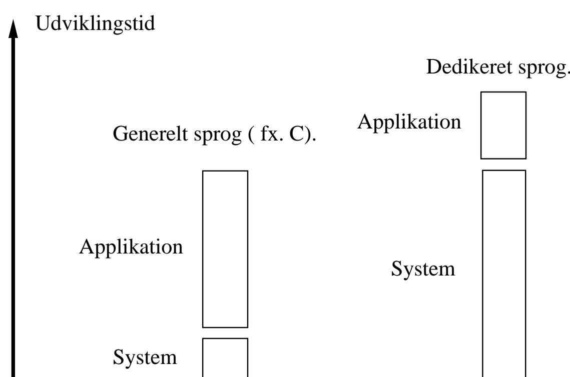
Nå man er blevet færdig med at analyserer den gruppe af procestekniske anlæg som computeren skal kunne håndtere (styre, regulere og overvåge) skal man til at være *kreativ.* Man skal omsætte disse styrings-, regulerings- og overvågningsopgaver til en programmeringsteknisk udtryksform. (Et programmeringssprog).

Kreativ betyder her, at der ikke er én rigtig løsning. Der er mange gode og brugbare løsninger. Disse gode og brugbare løsninger er de løsninger, som dygtige og erfarne ingeniører kommer til. Der udover er der de geniale og banebrydende løsninger, som ingen finder på.

1.1.1 Hvorfor og hvorfor ikke udvikle et dedikeret sprog

Når man er stillet overfor opgaven at skulle skrive kildeteksten[1] til et program, der skal kunne løse et givet problem, kan man gøre det efter to modeller:

1. Anvende et generelt programmeringssprog til applikationsskrivningen.
2. Anvende et dedikeret sprog til applikationsskrivningen.



Figur 1.1: *Udviklingstiden for de to modeller.*

Model 1. er at foretrække hvis, der fra gang til gang, er stor forskel på de opgaver, der skal løses af computersystemet. Sagt med andre ord: hvis man starter forfra hver gang, fordi der kun er en lille del, der kan genbruges, så vil det bedste programmeringsværktøj være et generelt sprog med et tilhørende bibliotek af generelt anvendelige standard procedurer. Model 1. kræver derfor en person med både kendskab til programmering i et generelt sprog fx. C og kendskab til den opgave der skal løses. (En computerekspert med kedeldragt på[2]... Den slags mennesker er meget sjældne.)

Model 2. er at foretrække, hvis der er stor lighed fra gang til gang. Som fx. ved anvendelse af computere til styring, regulering og overvågning i procestekniske anlæg. I et sådant tilfælde skal man kun bruge denne "computerekspert med kedeldragt på" én gang. Han skal udvikle et dedikert sprog, der skal kunne anvendes af folk, som kun har "kedeldragt på", dvs ikke computereksperter.

Figur 1.1 er et forsøg på at illustere forskellen i udviklingstid ved de to grund software udviklingsmodeller. Den del, der her kaldes for *system*, er den del af

[1]Kildeteksten, til løsning af en bestemt opgave kaldes ofte for applikationen. I det føgende, når udtrykket "applikationen" anvendes, menes derfor dette program

[2]Med vendingen: "Computerekspert med kedeldragt på" menes her en person med kendskab til dels computer software-hardware og dels til de opgaver, der skal løses af computeren. Han har således både set og rørret ved en computer, en servo motor, en ventil osv.

softwaren, som genbruges fra opgave til opgave (fra applikation til applikation). Ved model 1. består systemet af generelle C-procedurer. Fx. ind- og udlæsning fra og til proces-io osv. Ved model 2. består systemet af det dedikerede sprog samt alle de procedurer, som er påkrævet for at det dedikerede sprog kan fungere. Størrelsen af systemet ved model 2. illustrerer, at der her er tale om dels en lang udviklingstid og dels en meget stor del af softwaren, der genbruges fra gang til gang.

Antages det, at der er en stor del, der kan genbruges fra gang til gang, hvad får man så ud af at udvikle et dedikeret sprog til "indpakning" af denne genbrugs-software??

Hvis det dedikerede sprog er *godt*, hvad jeg vil antage det for at være, har det følgende fordele:

1. Den tid applikationsskrivningen tager bliver minimeret.
2. Antallet af fejl bliver minimeret.
3. Pga. det simple programmeringssprog kan manden med stort kendskab til processen og ikke nødvendigvis stort kendskal til computere, selv skrive applikationen.
4. Det er lettere at vedligeholde kildeteksten.
5. Afhængig af sproget og den person der har skrevet applikationen, kan kildetekseten være selvdokumenterende - også over for ikke computereksperter.

Dette er de vigtigste argumenter for at udvikle et dedikeret sprog. Men som I ved er der ingenting, der er rigtigt eller forkert[3] , ingenting er enten sort eller hvidt. Der er således altid mange synsvinkler på en konkret sag. Så derfor er her nogle af argumenterne imod dedikerede sprog.

1. Programmøren bliver bundet af sproget, idet det ikke er generelt anvendeligt.
2. Det er besværligt at tilføje nye faciliteter.
3. Flere har kendskab til et generelt sprog (fx. C) end til et et dedikeret sprog.
4. Kræver lang udviklingstid.
5. Kan kun løse dedikerede opgaver.
6. Det er næsten umuligt at gætte på fremtidige anvendelser.

Nok om det. Fra nu af antages det, at man har valgt at udvikle et dedikeret sprog til styring, regulering og overvågning af procestekniske anlæg.

[3] Der er mange mennesker, der tror de kender sandheden og tror, de ved, hvad der er rigtigt og forkert, hvem der har ret og hvem der har uret. Ofte udspringer denne ensidige tro (*fanatisme*) af uvidenhed og/eller hjernevaskelse... Citat: PPM.

Kapitel 2

Hvilke opgaver skal kunne løses af sproget

2.1 Indledning

Som før nævnt skal man tage udgangspunkt i de opgaver, der ønskes løst af computersystemet. I det følgende vil der derfor blive givet eksempler på, hvilke opgaver der er og hvordan de ønskes løst, når anvendelsen er proceskontrol.

Alle procestekninke opgaver (jeg kender) kan puttes ind under tre begreber:

Aflåsninger Logiske udtryk af typen (hvis A og ikke B og C har været der i 3 sek.. (osv) så D). Disse logiske udtryk skal evalueres parallelt og hele tiden. Dette kan selvfølgelig ikke opfyldes med en digital maskine. *Parallelt og hele tiden* bliver derfor til *alle udtryk evalueres tilstrækkelig ofte* (en af gangen cyklisk med en tilstrækkelig høj frekvens) eller *relevante udtryk evalueres, hvis der er sket ændringer* (hændelsesstyret).

Sekvensstyring Dette begreb indeholder styringer, hvor der skal udføres et bestemt sekventielt forløb. Fx. *start - drift - nedlukning* eller *fyldning - omrøring - tømning* osv. Sekvensstyring indeholder derfor en sekvens af forskellige tilstande, som skal gennemløbes en eller flere gange. Med "tilstand" vil herefter blive ment en bestemt tilstand i en sekvens af tilstande. En tilstand kan godt indeholde mange undertilstande som igen kan indeholde undertilstande. Fx. kan tilstanden *drift* nemt indeholde tilstandende *fyldning - omrøring - tømning.*

Regulering Dette begreb indeholder alt, hvad hører reguleringen til. Dvs. feedback-, feedforward- og kaskade-regulering samt auto-manuel omkobling osv. Disse regulatorer skal afvikles cyklisk med faste intervaller.

Disse tre begreber er de overordnede styrings-, regulerings- og overvågningstekniske begreber og kræver en række andre underopgaver løst for at kunne

fungere. Disse underopgaver (udenomskrymmel) er opsætning af proces-io, netværkshåndtering og parmetre, samt funktionen og typen af debugnings- og regulatortuningsværktøjer osv. Disse underbegreber er ligeledes interessante for strukturen af det dedikerede sprog. I kapitel 4, side 26 i denne note er proces-io, netværkshåndtering og parmetre diskuteret mht. det dedikerede sprog.

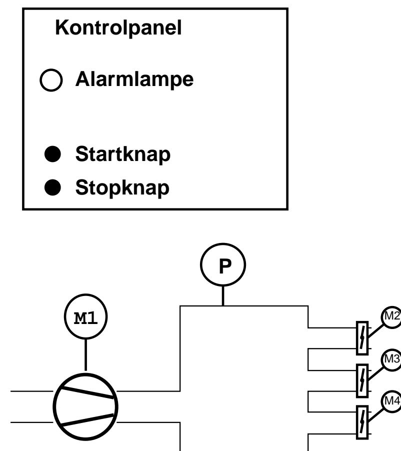
Lad os i en stund glemme alt om, hvordan vi får stoppet de tre begreber (aflåsninger, sekvensstyring og regulering) ned i en computer og i stedet dvæle lidt ved hver enkelt af disse overordnede begreber.

2.2 Aflåsninger

Aflåsninger anvendes, når aktioner skal udføres som følge af bestemte hændelser eller kombinationer af hændelser.

Fx. en moter skal starte, når der trykkes på *startknappen* og *alt er ok*. Dette lille eks. kræver, at man har signalet *alt er ok* til rådighed. *alt er ok* signalet er ofte genereret udfra en mængde andre signaler: *alt er ok* hvis *kølevand ok* og ikke *temp. for høj* og ....

I det følgende vil jeg beskrive et mere konkret eksempel.



Figur 2.1: *Start-stop af blæser med alarm.*

Figur 2.1 et luftanlæg, der fx. kan anvendes til at føde tre brændere med luft.

En simpel funktionsbeskrivelse kan fx. være følgende: Blæseren *M1* skal kunne startes og stoppes ved tryk på hhv. start- og stopknappen på kontrolpanelet. Hvis der opstår en alarm, skal motoren stoppe og lampen *Alarmlampe* på kontrolpanelet skal blinke. Der er alarm, hvis trykket i beholderen ikke er over et

passende tryk efter en given tid fra motoren er startet.

Knapperne, *Startknap* og *Stopknap*, på kontrolpanelet er ringetryk og motoren *M1* er en on/off motor. *P* er en trykstyret kontakt, som slutter når trykket i bebolderen er nået over et passende tryk.

Alarmlampen skal lyse, hvis trykket ikke er vokset op, givet ved *P*, efter en given tid, givet ved *alarmtid* fra at motoren *M1* har fået et start signal.

Pseudokoden kan se således ud:

M1 er lig (*M1* eller *startknap*) og ikke *stopknap* og ikke *alarm*;

alarm er lig *alarm* eller ikke *P* efter *alarmtid* fra *M1*;

Alarmlampe er lig *alarm* og *blink*;

Størrelsen *blink* er her tænkt som en logisk variabel som blinker (skifter mellem sand og falsk). Bemærk at pseudokoden ovenfor kun fungerer, hvis *M1* og *alarm* initialiseres til falsk.

Konstruktionen (*M1* er lig (*M1* eller ...) er et såkaldt selvhold på *M1*. Synes man, at dette er en uoverskuelig konstruktion, kan man indbygge en Filp-Flop i sproget, således at den vil kunne anvendes i stedet.

Konklusionen på ovenstående er, at der er brug for at kunne lave logiske udtryk sammensat af følgende:

- De logiske operatorer: OG, ELLER og IKKE.
- Tidsforskydning af hændelser: Bliver sand efter given tid fra hændelse.
- Mulighed for anvendelse af paranteser.
- En systemvariabel *blink* som blinker. Denne variabel kan realiseres vha. tidsforskydning af hændelser, men det vil virke klodset.
- Evt. Flip-flop's.

2.3 Sekvensstyring

Hvis blæsermotoren fra figur 2.1 har en vis størrelse, skal den startes vha. en en såkaldt $*$-$\triangle$ starter. En $*$-$\triangle$ starter er en sekvens af fire tilstande, som kan beskrives som nedenfor:

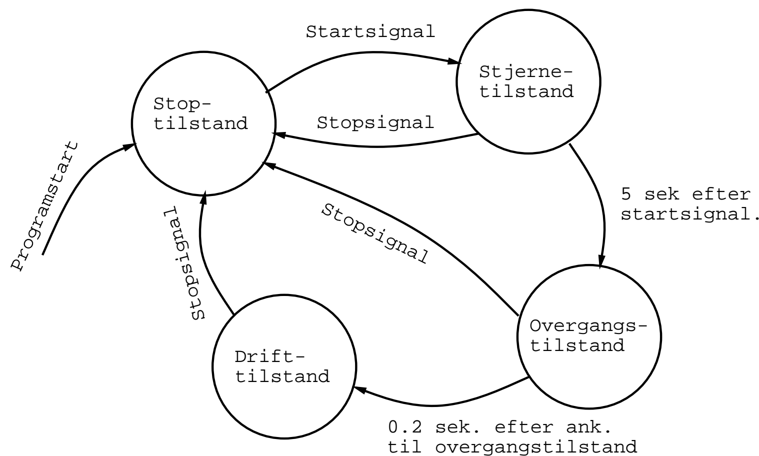
1. tilstand Denne tilstand er den såkalde stoptilstand og er den tilstand motoren befinder sig i, når den er stoppet.

2. tilstand Denne tilstand er den såkalde stjernetilstand. I denne tilstand skal motoren forsynes med det såkaldte stjernesignal samtidigt med at hovedstrømmen er sluttet. Denne tilstand bibeholdes i en given tid fx. 5 sek.

3. tilstand Denne tilstand er en overgangstilstand, hvor man skifter fra stjerne til trekant. Det er nødvendigt med denne overgangstilstand, da hovedstrømmen skal afbrydes i skiftet mellem stjerne og trekant. Tilstanden kan fx. vare 0.2 sek. hvor hovedstrømmen er afbrudt og stjernesignalet forsvinder samtidigt med at trekantsignalet bliver sat.

4. tilstand Denne tilstand er den endelige drifttilstand, hvor trekantsignalet er sat samitdtgt med at hovedstrømmen er sluttet. Denne tilstand bliver man i, til der indtræder en hændelse, der gør at der skiftes til 1. tilstand.

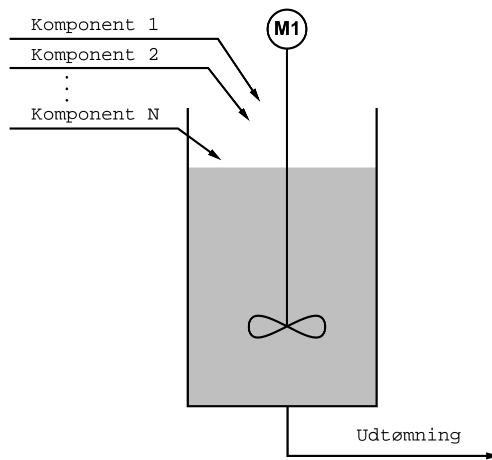
Dette lille eksempel er et eksempel på en simpel sekvensstyring. Sekvensstyringer er karaktiserede ved, at styringen befinder sig i en af mange tilstande ad gangen og at der kan skiftes fra en tilstand til en anden, når der indtræffer forskellige hændelser. En sådan hændelse kan også være kombinationer af andre hændelser, beregnet udfra logiske udtryk, som ved aflåsninger. Ofte er det, indenfor den samme sekvens, tilladt at skifte til bestemte tilstande fra en vilkårlig anden tilstand og til andre tilstande hun fra bestemte tilstande. Tilstand 1. (Stoptilstanden) fra ovenstående må man skifte til fra en vilkårlig anden tilstand, hvorimod man kun må skifte til tilstand 2 fra tilstand 1. til tilstand 3 fra tilstand 2 og til tilstand 4 fra tilstand 3. En sekvensstyring med tilhørende skiftebetingelser og tilladte skifteveje kan beskrives vha. et såkaldt tilstandsdiagram. På figur 2.2 er $*$-$\triangle$ starteren udtrykt på tilstandsdiagramform.



Figur 2.2: *Tilstandsdiagram for $*$-$\triangle$ starter.*

Denne $*$-$\triangle$ startersekvens vil typisk være en undersekvens til en anden sekvens, som fx. hvis motoren skulle trække en omrører i en blandingsbeholder.

Figur 2.3 viser en sådan blandingsbeholder, hvori der blandes N. forskellige komponenter. Nedenstående sekvens et eksempel på en sådan blandingssekvens.



Figur 2.3: *Blandingsbeholder til illustration at blandingssekvens.*

1. tilstand Første komponent fyldes i indtil V1 % fuld.

2. tilstand Anden komponent fyldes i indtil V2 % fuld.

⋮

N. tilstand N'te komponent fyldes i indtil 100 % fuld.

N+1. tilstand Omrøren startes. (Her aktiveres undersekvenseken $*$-$\triangle$ starter.) Den kører fx. indtil en bestemt tid er gået.

N+2. tilstand Udtømning indtil beholderen er tom.

Ofte ser man, at der er flere apparater der skal synkroniseres på en ganske bestemt måde. Har man fx. to beholdere og ønskede at imens der er omrøring i den ene forberedes omrøring i den anden. Man har måske kun et piskeris men to skåle. I dette tilfælde skal den ene være i tilstand N+1, mens den anden gennemløber tilstandene N+2, 1, 2, ... N og derefter skiftes. Dette kræver, at de to sekvensstyringere kan synkroniser sig indbyrdes.

Konklusionen på sekvensstyring er, at det skal være muligt, i sproget, at formulere sekvensstyringer på flere niveauer. Sekvensen skal være opdelt i tilstande, således at programmet befinder sig i én bestemt tilstand på hvert niveau i sekvensstyringshierakiet. Desuden skal det være muligt at synkronisere sekvensstyringer, som befinder sig på samme niveau.

2.4 Regulering

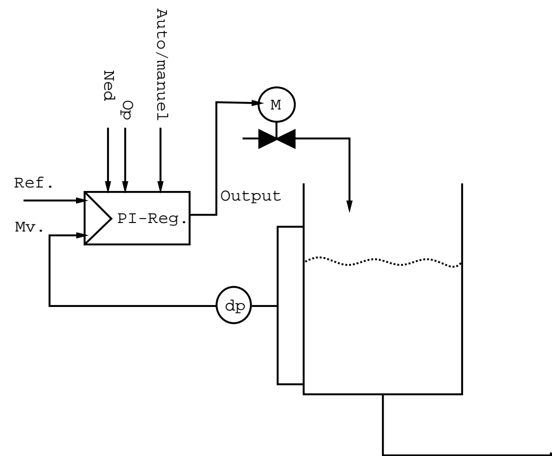
Regulering adskiller sig meget fra de to forgående begreber:

- Regulering skal afvikles cyklisk med konstante periodetider. Samplingstiden.

- Regulering er overvejende beregning på reelle tal, hvorimod de to foregående begreber overvejende har været beregninger på boolske størrelser

I det følgende vil jeg vise en række eksempler på ofte anvendte regulatoropkoblinger og derigennem bestemme, hvilke krav der bør stilles til regulatorernes funktion.

Eksempel 1. er en simpel regulatoropkobling, som skal regulere vandstanden i en beholder, som vist på figur 2.4



Figur 2.4: *Vandstandsregulering.*

Regulatoropkoblingen, vist på figur 2.4, er den mest simple, man ser ude i industrien. Den består af en enkelt PI-regulator med auto/manuel omkobling og en *op*- og en *ned*-knap.

En sådan regulator har to tilstande, en auto-tilstand og en manuel-tilstand.

I auto-tilstanden er det reguleringsfunktionen, der bestemmer outputtet fra regulatoren, dvs, at outputtet er bestemt udfra nedenstående udtryk:

$$\text{Output}(t) = P \cdot (\text{Ref}(t) - \text{Mv}(t)) + I \cdot \int_0^t (\text{Ref}(T) - \text{Mv}(T))dT$$

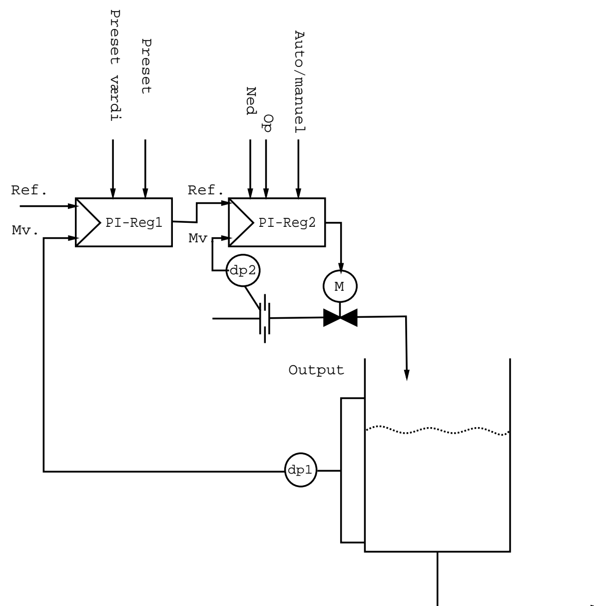
Jeg antager, at regulatorfunktionen er af PI-typen, da det er den regulatortype der praktisktalt altid anvendes ude i industrien. Dette skyldes, at den er nøjagtig og rimelig let at indstille i hånden.

For at denne funktion skal kunne fungere i praksis, er det nødvendigt at sikre sig mod integrale windup. Dvs. man skal sikre, at opdateringen af integraleledet i regulatoren standses, når den aktuator som styrers af outputsignalet (motor ventilen *M1* på figur 2.4) er i mætning. Dette kan let realiseres, hvis regulatoren kender mætningsgrænserne for den pågældende aktuator.

I manuel-tilstanden er det *op*- og *ned*-knapperne, der bestemmer outputtet fra regulatoren. Når *op*-knappen aktiveres, skal outputtet øges efter en passende stejl rampe, og tilsvarende skal outputtet mindskes når *ned*-knappen aktiveres.

I skiftet mellem auto og manuel skal outputtet holdes konstant (hopfri omkobling). Dette sikres ved, at lade regulatoren holde det til enhver tid værende output ved omkoblingen til manuel tilstand. I manuel-tilstand skal integraleleddet justeres således, at reguleringsfunktionen giver det rigtige output, når der igen kobles til auto-tilstand.

Eksempel 2. er en meget anvendt regulatoropkobling. Det er en såkaldte kaskadekobling. Denne opkobling er vist på figur 2.5



Figur 2.5: *Kaskadekoblet vandstandsregulering.*

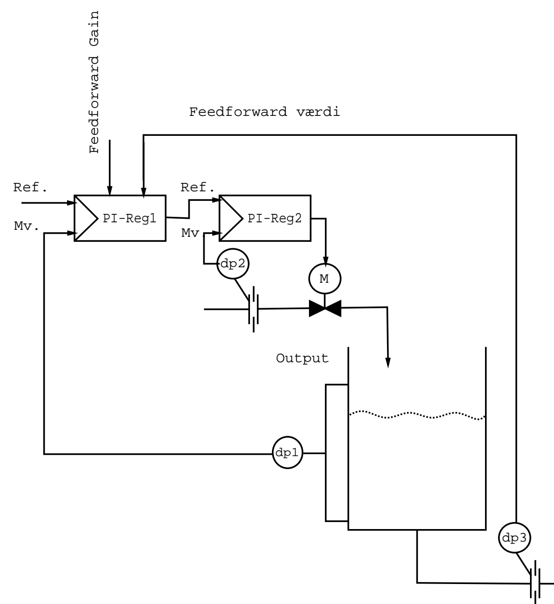
Regulatoren benævnt med `PI-Reg1` har samme funktion, som regulatoren på figur 2.4. Regulatoren benævnt med `PI-Reg2` er indført for at udkompensere ulineariteter i reguleringsventilen. Det er `PI-Reg2`, som styrer ventilen. Det er derfor også denne reguloter (`PI-Reg2`), som anvendes til auto/manuel omkoblingen.

Det nye her er, at `PI-Reg1` har to ekstra indgange, kaldt *Preset* og *Preset værdi.* Disse to indgange er nødvendige for at kunne sikre hopfri omkobling, fra manuel til auto, i denne opkobling.

Hvis *Preset* signalet er sat er outputtet fra regulatoren lig *Preset værdi.* Husk at justere integraleleddet i reguleringsfunktionen således, at der er hopfri omkopling,når *Preset* signalet forsvinder.

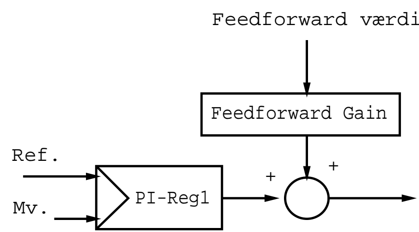
Problemet opstår, når `PI-Reg2` kobles over i manuel tilstand. I dette tilfælde vil `PI-Reg1` miste kontakten med processen og derfor pga. integralevirkningen drive mod $\pm\infty$. Når der igen kobles tilbage til auto-tilstand vil kravet til flowet gennem reguleringsventilen være $\pm\infty$ - det er meget. For at sikre mod dette presettes `PI-Reg1` til en værdi lig med måleværdier for `PI-Reg2`, her værdien fra flowmåleren `dp2`, så længe `PI-Reg2` er i manuel-tilstand.

Eksempel 3. er et eksempel på feedforward- kombineret med feedback-regulatoropkobling. Dette er ligeledes en ofte anvendt regulatoropkobling og er i visse tilfælde en nødvendig opkobling for at kunne regulere processen tilstrækkelig hurtigt. Ideen her er, at man fylder lige så meget vand ind i beholderen, som man tager ud. Dette gøres ved at måle flowet ud af beholderen og så styre outputtet fra `PI-Reg1` således at det svarer til udløbsflowet. Et eksempel på en sådan feedforward-regulering kombineret med feedback-regulering er vist på figur 2.6



Figur 2.6: *Feedforward- kombineret med feedback-regulering.*

Figur 2.7 viser en ofte anvendt måde at afbilde en sådan feedforward-regulering på, som noget der er adskilt fra selve feedback-regulatoren.



Figur 2.7: *Alm. feedforward kombineret med feedback.*

Det er dog ikke tilrådeligt at realisere sine feedforward's på denne måde, som vist på figur 2.7, da det vil give problemer under tuningen af størrelsen **Feedforward Gain**. Det skal sikres, at det er muligt at ændre på **Feedforward Gain** uden, at der sker spring i det samlede output (summen af signalet fra hhv. feedback-regulatoren og feedforward-delen). Dette gøres ved, at lade feedforward-delen være en integreret del af feedback-regulatoren og der igennem give mulighed for af justere signalet fra feedback-delen i oversensstemmelse med feedforward-delen, når der tunes på **feedforward Gain**. Det kan herved sikres, at der ikke sker spring i det samlede output fra regulatoren, når **Feedforward Gain** ændres.

Konklusionen på reguleringen er, at det skal være muligt mindst at kunne anvende PI-regulatorer. Disse regulatorer skal kunne koples om mellem auto drift og manuel dritf. I manuel drift er det signalerne *op* og *ned*, der bestemmer outputtet. Det skal være muligt at koble flere regulatorer sammen i kaskader. Det skal være muligt at presette outputtet fra regulatoren. Det skal være muligt, at lave simpel feedforward-regulering[1]. Det skal evt. være muligt at summere og multiplicere reelle tal. Det skal evt være muligt at anvende ulineære funktioner til at linearisere signaler.

De to sidste ting er meget praktiske at have med i kufferten da det ofte viser sig, at man for brug for dem i praksis.

2.5 Konklusion

Fra afsnittet om aflåsninger haves, at det skal være muligt at håndtere følgende:

- De logiske operatorer: OG, ELLER og IKKE.
- Tidsforskydning af hændelser: Bliver sand efter given tid fra hændelse.
- Mulighed for anvendelse af parenteser.
- En system variabel *blink*, som blinker. Denne variabel kan realiseres vha. tidsforskydning af hændelser, men det vil virke klodset.

[1] med simpel feedforward-regulering menes, at feedforward-reguleringsfunktionen er en skalar.

- Evt. Flip-flop's.

Fra afsnittet om sekvensstyring haves, at det skal være muligt at håndtere følgende:

- Sekvensstyringer på flere niveauer.
- Det skal være muligt at synkronisere sekvensstyringer på samme niveau.
- Sekvensen skal være opdelt i tilstande således, at programmet befinder sig i én bestemt tilstand på hvert niveau i sekvensstyringshierakiet.

Fra afsnittet om regulering haves, at det skal være muligt at håndtere følgende:

- PI-regulatorer.
- Omkobling mellem auto drift og manuel drift.
- Det skal være muligt at koble flere regulatorer sammen i kaskader.
- Det skal være muligt at presette outputtet fra regulatoren.
- Det skal være muligt at lave simpel feedforward-regulering.
- Det skal evt. være muligt at summere og multiplicere reelle tal.
- Det skal evt være mulig at anvende ulineære funktioner til at linearisere signaler.

Kapitel 3

Udvikling af sprogets struktur og syntaks

3.1 Indledning

I det foregående afsnit har jeg forsøgt at bestemme, hvilke opgaver en proceskontrol computer skulle kunne håndtere. Ud fra disse opgaver skal der nu formuleres et godt programmeringssprog til løsning af disse opgaver. Dette kan gøres på mange forskellige måder afhængig af dels hvem der betragter problemet og dels hvilken beggrund denne person har. *Så nu skal vi til at være kreative.*

Min baggrund er tre år ude i industrien, hvor jeg arbejdede med dels et proceskontrol system kaldt, ABCL og dels med Søren T. Lyngsø's proceskontrolsystem, kaldt Stella. Jeg er derfor præget af de måder disse systemer blev programmeret på. Det jeg vil gøre mest anvendelse af her er påvirkning jeg har fra ABCL, da det var et proceskontrolsystem mere i min smag end Stella.

Jeg vil tage udgangspunkt i de tre hovedbegreber: Aflåsninger, sekvensstyring og regulering.

3.2 Aflåsninger

Kunsten er nu at bestemme en passende struktur og syntaks, som vil kun tilfredsstille den type logiske udtryk, som er beskrevet i afsnit 2.2 side 5. Tages der udgangspunkt i pseudokoden herfra er den givet ved følgende:

M1 er lig (*M1* eller *startknap*) og ikke *stopknap* og ikke *alarm*;

alarm er lig *alarm* eller ikke *P* efter *alarmtid* fra *M1*;

Alarmlampe er lig *alarm* og *blink*;

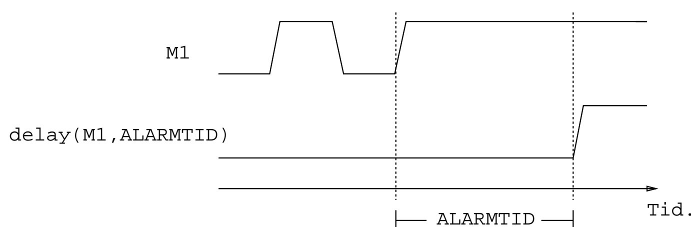
Det vil være naturligt at udtrykke dette med følgende lille programeksempel:

```
M1 = (M1 eller STARTKNAP) og ikke STOPKNAP og ikke ALARM;

ALARM = ALARM eller delay(M1,ALARMTID) og ikke P;

ALARMLAMPE = ALARM og blink;
```

De ord der her er skrevet med lille er de, af compileren, predefinerede ord.

Denne udtryksform svarer rimelig godt til den måde, hvorpå man ville formulere sig mundtligt hvis man skulle forklare programmet. Det forudsætter dog at de størrelser, som indgår i programmet, navngives, på en fornuftig måde. Programmeringsformen kan derfor siges at være rimelig selvdokumenterende.

Det nye i denne sammenhæng er funktionskaldet `delay(M1,ALARMTID)`. Dette kald er en tidsforsinkelse af `M1` med tiden `ALARMTID`, som vist på figur 3.1.



Figur 3.1: *Tidsforsinkelse af en hændelse.*

Ofte får man brug for at kunne anvende reellestørrelser i sine logiske udtryk. Fx. hvis `P` er en reel angivelse af trykket fx. i `[bar]`, så har man brug for konstruktionen:

```
ALARM = ALARM eller delay(M1,ALARMTID) og ikke (P >= ALARMTRYK);
```

eller

```
ALARM = ALARM eller delay(M1,ALARMTID) og (P < ALARMTRYK);
```

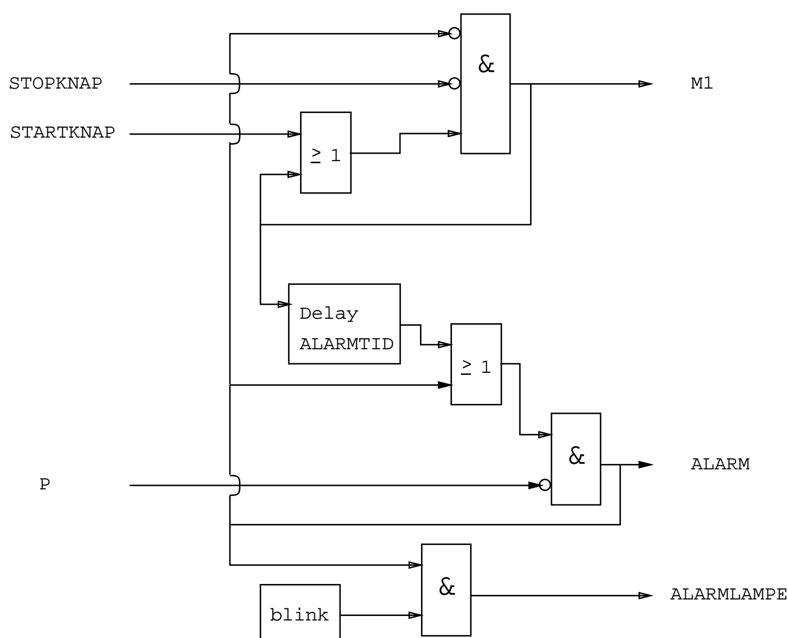
Der kan derfor udvides med relationsoperatorerne: `< <= > >=`.

Afviklingen af disse logiske udtryk skal udføres således, at brugeren opfatter det som om, alle udtryk bliver evalueret enten hele tiden eller også hver gang, der sker en ændring. En bruger vil ikke kunne se forskel på disse to afviklingsmetoder.

Udtrykkene evalueres parallelt og hele tiden Dette er selvsagt ikke muligt på en digital computer, specielt ikke, da computeren også skal lave andet samtidigt. Men hvis alle udtryk evalueres en for en cyklisk tilstrækkeligt hurtig vil, det for brugeren se ud som om, alle udtryk evalueres hele tiden. Tilstrækkelig hurtigt vil erfaringsmæssigt sige mindse 5 gange pr. sek. Denne metode har den gode egenskab, at den er let at realisere i praksis. Metoden er dog noget ødsel med CPU'en, men det er min erfaring, at det ikke betyder noget, da logiske udtryk er meget hurtige at evaluere for CPU'en. Det er da også den metode, jeg vil vælge at anvende.

Udtrykkene evalueres hver gang, der sker ændringer Denne afviklingsmetode bygger på, at afviklingssystemet holder øje med, om der sker ændringer på input til computeren. Hvis et input ændrer sig evalueres alle de udtryk, som er relevante for det pågældende input. Evt. evalueres alle logiske udtryk af administrative årsager. Denne metode ser umiddelbart ud til at økonomisere med CPU'en, men der kan dog nemt blive en del administration for afviklingssystemet, hvorved fordelen forsvinder.

En anden måde, at beskrive disse logiske udtryk på, er en grafisk form. Programmet består her af en række logiske symboler (AND -, OR - og NOT gate osv.) samt forbindelser mellem disse. Man tegner sig således frem til sit applikationsprogram.



Figur 3.2: *Grafiskprogrammering.*

Figur 3.2 er det samme program, som ovenfor her bare udtrykt på grafisk form. Denne programmeringsform bliver mere og mere udbredt i industrien. Dette skyldes antageligt, at den er let overskuelig for folk uden den store programmeringstekniske baggrund.

Min erfaring (den er meget sparsom) siger dog, at denne programmeringsform kan virke uoverskuelig og er langsom at programmere, specielt hvis der er tale om store applikationer.

Ofte ser man tekstbasserede programmeringssprog, der ligeledes er bygget op omkring logiske gates. Disse udtryksformer har samme svagheder, som den grafiske type og vil derfor ikke blive omtalt i denne note.

3.3 Sekvensstyring

I dette afsnit vil der blive givet eksempler på, hvorledes sekvensstyringer kan omformes til en programmeringsteknisk udtryksform. Der vil således blive forsøgt at bestemme en passende struktur og syntaks, som vil kunne tilfredsstille de krav til sekvensstyringer, som er beskrevet i afsnit 2.3 side 6.

Det skal være muligt, på en naturlig måde, at kunne programmere skvensstyringer på flere niveauer og at kunne synkronisere sekvensstyringer på samme niveau. Herunder at opdele sekvenserne i tilstande således, at programmet befinder sig i én bestemt tilstand på hvert niveau i sekvensstyringshierakiet.

I afsnittet omhandlende aflåsninger blev der udviklet en simpel programstruktur. Denne bestod bare af en række statements. For at kunne udtrykke sekvenser på en naturlig måde, vil det være oplagt at udvikle en programstruktur, der kan udtrykke det nødvendige.

En sådan sekvensprogramstruktur kunne se således ud:

```
sekvens <NAVN>

   reset = <hændelse>;
   hold  = <hændelse>;

   tilstand init
        "Her er vi når programmet starter eller når sekvensen aktiveres"
        "Her kan være logiske udtryk, som skal evalueres, når
         programmet er i denne tilstand"

      gå til <NAVN> når <hændelse>;
   slut tilstand

   tilstand <NAVN>
       "Her kan være logiske udtryk, som skal evalueres, når
        programmet er i denne tilstand"
```

```
        gå til <NAVN> når <hændelse>;
      slut tilstand

        .
        .
        .

    slut sekvens
```

Sekvensprogramstrukturen starter med `sekvens <NAVN>`. Dette betyder, at her starter sekvensen med navnet `<NAVN>`. Herefter er der to statements, som er overordnede kontrolstatements for sekvensen. `reset = <hændelse>;` betyder at hvis hændelser sker, går sekvensen til init-tilstanden, uanset hvilken tilstand den måtte være i. Denne indgang har højeste prioritet. `hold = <hændelse>;` betyder at hvis hændelser sker, standser det sekventielle forløb. Sekvensen bliver i den tilstand, den befinder sig i. Denne indgang har næst højeste prioritet.

Herefter starter en beskrivelse af init-tilstanden `tilstand init`. Init-tilstanden er den tilstand sekvensen vil befinde sig i ved opstart af programmet. De statements som vil blive afviklet i denne tilstand er de, der findes mellem `tilstand init` og `slut tilstand`. Imellem disse to linier er der et eller flere statements af typen `gå til <NAVN> når <hændelse>;`. Indtræffer denne hændelse vil sekvensen skifte til tilstanden med navnet `<NAVN>`.

Alle øvrige tilstande i sekvensen har samme struktur som init-tilstanden. Har kaldes tilstanden dog et entydigt navn istedet for `init`.

I hver tilstand kan der være en eller flere undersekvenser.

Disse undersekvenser har samme struktur som den overodnede sekvens. Når den overordnede sekvens forlader tilstanden vil undersekvenser automatisk blive resat og derved gå til init-tilstanden.

Synkronisering af sekvenser på samme niveau kan gøes på flere forskellige måder. En måder er at anvende `hold` signalet til at standse en sekvens. En sekvens' holdsignal skal kunne aktiveres fra et vilkårligt sted i programmet dvs. også fra andre sekvensers tilstande.

En anden måde, og nok den der i de fleste tilfælde kan anbefales, er at indføre en eller flere ventetilstande, hvori sekvensen venter til, der sker en bestemt hændelse. En ventetilstand er en alm. tilstand, hvori der ikke udføres nogen handling udover, at der checkes på hændelser vha. `gå til <NAVN> når <hændelse>`. Der hoppes derved til den specificerede tilstand, når hændelsen indtræffer.

Man kan i visse tilfælde også indbygge synkroniseringen i `gå til <NAVN> når <hændelse>` for de enkelte tilstande, men det vil nok gøre programmet mindre overskueligt.

Nedenstående eksempel viser programmet for blandingsbeholderen fra ansnit 2.3 side 6. Det er valgt kun at have to komponenter, der skal blandes 50% - 50%.

I programeksemplet er der anvendt følgende proces-io:

`START_BLANDER`: Trykknap, der anvendes til at starte blanderen.
`KOMPONENT1_VENTIL`, `KOMPONENT2_VENTIL` og `UDTØMNINGS_VENTIL`: Outputsignal fra computeren, der åbner den pågældende ventil.
`TOM`: Inputsignal til computeren, som angiver, at beholderen er tom
`HALV_FULD`: Inputsignal til computeren, som angiver, at beholderen er halv fuld.
`FULD`: Inputsignal til computeren, som angiver, at beholderen er fuld.
`STOPSIGNAL`: Trykknap, der anvendes til, at stoppe omrøreren.
`HOVEDSTRØM`: Outputsignal fra computeren slutter hovedstrømen til motoren.
`STJERNESIGNAL`: Outputsignal fra computeren, der sætter motoren i stjernekobling.
`TREKANTSIGNAL`: Outputsignal fra computeren, der sætter motoren i trekantkobling.

```
sekvens BLANDER

   reset= falsk;
   hold= falsk;

   tilstand init
      KOMPONENT1_VENTIL=falsk;
      KOMPONENT2_VENTIL=falsk;
      UDTØMNINGS_VENTIL=falsk;
      gå til KOMP1_IFYLDNING når START_BLANDER;
   slut tilstand

   tilstand KOMP1_IFYLDNING
      KOMPONENT1_VENTIL=sand;
      gå til KOMP2_IFYLDNING når HALV_FULD;
   slut tilstand

   tilstand KOMP2_IFYLDNING
      KOMPONENT1_VENTIL=falsk;
      KOMPONENT2_VENTIL=sand;
      gå til OMRØRING når FULD;
   slut tilstand

   tilstand OMRØRING
      KOMPONENT2_VENTIL=falsk;
      aktiver(OMRØRER_MOTOR);   "Her aktiveres undersekvensen"
      gå til UDTØMNINGS når delay(OMRØRER_MOTOR.DRIFT,OMRØRINGSTID)
                        eller STOPSIGNAL;
   slut tilstand

   tilstand UDTØMNINGS
      UDTØMNINGS_VENTIL=sand;
      gå til init når TOM;
   slut tilstand
```

```
slut sekvens


sekvens OMRØRER_MOTOR

   hold= falsk;

   tilstand init
      HOVEDSTRØM = falsk;
      STJERNESIGNAL= falsk;
      TREKANTSIGNAL= falsk;
      gå til STJERNE når sand;
   slut tilstand

   tilstand STJERNE
      HOVEDSTRØM = sand;
      STJERNESIGNAL= sand;
      gå til init når STOPSIGNAL;
      gå til OVERGANG når delay(OMRØRER_MOTOR.STJERNE,5.0);
   slut tilstand

   tilstand OVERGANG
      HOVEDSTRØM = falsk;
      STJERNESIGNAL= falsk;
      TREKANTSIGNAL= sand;
      gå til init når STOPSIGNAL;
      gå til DRIFT når delay(OMRØRER_MOTOR.OVERGANG,0.2);
   slut tilstand

   tilstand DRIFT
      HOVEDSTRØM = sand;
      TREKANTSIGNAL= sand;
      gå til init når STOPSIGNAL;
   slut tilstand

slut sekvens
```

Størrelsen <sekvens navn>.<tilstands navn> er en boolsk størrelse, som angiver hvorvidt den pågældende sekvens er i den pågældende tilstand.

Størrelserne sand og falsk er, af compileren, predefinerede størrelser. Man bør måske i stedet anvende termerne on og off for disse størrelser, da det ofte vil give et mere læsevenligt program.

Hvis alle sekvensers reset-signal default initialiseres til sand kan kaldet aktiver(OMRØRER_MOTOR) let realiseres. Det skal da bare sætte reset-signalet for OMPØRER_MOTOR til falsk.

Antages det nu at det skal være muligt at starte en lille motor vha. udtrykkene

i afsnit 2.2, når og kun når `OMRØRER_MOTOR` er i `DRIFT` tilstand, skal man bare udvide denne tilstand, som vist nedenfor.

```
tilstand DRIFT
   HOVEDSTRØM = sand;
   TREKANTSIGNAL= sand;

   M1 = (M1 eller STARTKNAP) og ikke STOPKNAP og ikke ALARM;
   ALARM = ALARM eller delay(M1,ALARMTID) og ikke P;
   ALARMLAMPE = ALARM og blink;

   gå til init når STOPSIGNAL;
slut tilstand
```

Hvis man ønsker altid, at kunne starte den lille motor, kan disse tre statements anbringes helt uden for sekvenserne. Man kan således let håndtere situationer, hvor noget skal ske i en enkelt tilstand eller hvor det altid skal ske. Hvis man ønsker at kunne starte motoren i en række tilstande, er det hendsigtsmæssigt at anvende et procedure aktiveringskald.

Selve proceduren skal være placeret uden for sekvenserne og skal have strukturen:

```
procedure LILLE_MOTOR
   M1 = (M1 eller STARTKNAP) og ikke STOPKNAP og ikke ALARM;
   ALARM = ALARM eller delay(M1,ALARMTID) og ikke P;
   ALARMLAMPE = ALARM og blink;
slut procedure
```

Man kan herefter skrive som nedenstående i de tilstande, hvor motoren skal kunne startes:

```
tilstand DRIFT
   HOVEDSTRØM = sand;
   TREKANTSIGNAL= sand;
   aktiver(LILLE_MOTOR);
   gå til init når STOPSIGNAL;
slut tilstand
```

Det bemærkes, at alle sekvenser og procedurer som er aktiveret i en tilstand skal pacificeres automatisk, når programmet forlader tilstanden.

Vi har nu en programstruktur, der ser således ud:

```
program    "Her starter programmet"

   "Statements der afvikles cyklisk med en frekvens større end 5 Hz"

   procedure <NAVN>
      "Statements der afvikles cyklisk med en frekvens større end 5 Hz
       når proceduren er aktiveret"
   slut procedure

   sekvens <NAVN>
      "Statements der afvikles cyklisk med en frekvens større end 5 Hz"
      tilstand init
       "Statements der afvikles cyklisk med en frekvens større end 5 Hz
        når sekvensen enten: startes op første gang, resettes, hvis
        sekvensen ikke er aktiv eller hvis der skiftes til init-tilstanden vha.
        gå til statments"
      slut tilstand
      tilstand <NAVN>
       "Statements der afvikles cyklisk med en frekvens større end 5 Hz
        når der skiftes til <NAVN> tilstanden vha. gå til statments"
      slut tilstand
   slut sekvens

slut program   "Her slutter programmet"
```

Det her beskrevne er mit bud på, hvorledes en sekvensstyring skal bygges op. Opbygning af programmet er et skud fra hoften, så der er sikkert mange andre og måske bedre måder at bygge sådan noget op på.

3.4 Regulering

I dette afsnit vil der blive givet eksemplet på, hvorledse krav til regulering, som er beskrevet i afsnit 2.4 side 8, kan omformes til nogle byggeblokke i det dedikerede sprog.

Disse byggeblokke skal kunne tilfredsstille følgende krav:

Det skal være muligt at håndtere PI-regulatorer.
Det skal være muligt at omkoble mellem auto drift og manuel drift.
Det skal være muligt at sammenkoble flere regulatorer i kaskader og det skal derfor være muligt at presette outputtet fra regulatoren.
Det skal være muligt at lave simpel feedforward-regulering.
Det skal evt. være muligt at summere og multiplicere reelle tal.
Det skal evt. være muligt at anvende ulineære funktioner til at linearisere signaler.

En regulator er en selvstændig enhed, som indeholder en lille sekvensstyring og en del beregninger. Den indbyggede sekvensstyring er ens for alle regulatorer (auto/manuel omkobling). De beregninger, der skal foretages i autotilstanden er forskellige fra regulator type til reguletor type. Det er derfor naturligt at simplificere brugerprogrammet ved at brugeren bare skal vælge mellen en række predefinerede regulatortyper og derved skjule sekvensstyringen og beregningerne for brugeren. Her vil dog kun blive beskrevet regulatorer af typen `PID` og en variant, der ofte kaldes en `3-PC`. Dette valg er gjort, da det vil kunne dække behovet i langt de fleste tilfælde.

Jeg foreslår, at der opbygges følgende konstruktioner i prorammet:

```
pid_regulator <NAVN>
   ref =         <NAVN på reel størrelse>;
   mv  =         <NAVN på reel størrelse>;
   p_led  =      <NAVN på reel størrelse>;
   i_led  =      <NAVN på reel størrelse>;
   d_led  =      <NAVN på reel størrelse>;
   samplingstid=<NAVN på reel størrelse>;

   max_output=  <NAVN på reel størrelse>;
   min_output=  <NAVN på reel størrelse>;

   manuel =      <hændelse>;
   op =          <hændelse>;
   ned =         <hændelse>;

   preset=       <hændelse>;
   preset_værdi=<NAVN på reel størrelse>;

   ff_værdi=     <NAVN på reel størrelse>;
   ff_gain=      <NAVN på reel størrelse>;
slut pid_regulator

3pc_regulator <NAVN>
   ref =         <NAVN på reel størrelse>;
   mv  =         <NAVN på reel størrelse>;
   p_led  =      <NAVN på reel størrelse>;
   i_led  =      <NAVN på reel størrelse>;
   d_led  =      <NAVN på reel størrelse>;
   samplingstid=<NAVN på reel størrelse>;

   i_max=        <hændelse>;
   i_min=        <hændelse>;

   manuel =      <hændelse>;
   op =          <hændelse>;
   ned =         <hændelse>;
slut 3pc_regulator
```

pid_regulatoren er en alm. pid regulator. Output, fra en alm. pid regulator, er en reel størrelse. Ofte komme man dog ud for, at den aktuator der skal styres af regulatoren er et såkalde 3-PC drev. Dvs. en servo moter med to indgange. En indgang der, når der er signal på den, får motoren til at køre den ene vej, og en indgang der får motoren til at køre den anden vej. En 3pc regulator har derfor to output, som er boolske størrelser, et kør op signal og et kør ned signal.

Outputtet fra pid_regulatoren er angivet ved størrelsen <regurltor NAVN>.out, og for 3pc_regulatoren ved størrelserne <regurltor NAVN>.op og <regurltor NAVN>.ned. Disse output størrelser kan anvendes et vilkårligt sted i programmet. Man kan således anvende outputtet fra en pid regulator som reference værdi til en anden regulator og derved realicere kaskade koblinger.

Nedenstående programeksempel er vandstandsreguleringen fra figur 2.6 afsnit 2.4 side 11.

I programeksemplet er der anvendt følgende proces-io og parametre.:

HØJDE: Måleværdien for vandstanden. dp1.
IND_FLOW: Måleværdien for flowet ind i beholderen. dp2.
UD_FLOW: Måleværdien for flowet ud af beholderen. dp3.
MANUEL: Ringetryk, der kobler PI-reg2 over i manuel tilstand.
AUTO: Ringetryk, der kobler PI-reg2 over i auto tilstand.
OP: Ringetryk, der kører motoren M op i manuel tilstand.
NED: Ringetryk, der kører motoren M ned i manuel tilstand.
REFERENCE: Referenceværdi for vandstanden.
VENTIL_OP: Output signal fra computeren, der kører motoren M op.
VENTIL_NED: Output signal fra computeren, der kører motoren M ned.
P, I, P1, I1, SAMPLETID, MAX_FLOW, MIN_FLOW: Parametre, der angiver hhv: p og i leddet for PI-reg1, p og i leddet for PI-reg2, samplingstiden, det maksimale flow ind i beholderen og det minimale flow ind i beholderen.

```
I_MANUEL= (I_MANUEL eller MANUEL) og ikke AUTO;

pid_regulator PI-REG1
   ref =         REFERENCE;
   mv  =         HØJDE;
   p_led  =      P;
   i_led  =      I;
   d_led  =      0.0;
   samplingstid= SAMPELTID;
   max_output=   MAX_FLOW;
   min_output=   MIN_FLOW;
   preset=       I_MANUEL;
   preset_værdi= IND_FLOW;
   ff_værdi=     UD_FLOW;
   ff_gain=      1.0;
slut pid_regulator

3pc_regulator PI-REG2
```

```
   ref =         PI-REG1.out;
   mv  =         IND_FLOW;
   p_led  =      P1;
   i_led  =      I1;
   d_led  =      0.0;
   samplingstid= SAMPELTID;
   manuel =      I_MANUEL;
   op =          OP;
   ned =         NED;
slut 3pc_regulator

VENTIL_OP=PI-REG2.op;
VENTIL_NED=PI-REG2.ned;
```

3.5 Konklusion

En passende konklusion på dette kapitel vil være at vise syntaksgrafen for den beskrevne programstruktur, da det vil forklare strukturen i detaljer. Men jeg synes ikke, jeg vil være så konkret da, den beskrevne struktur er et skud fra hoften og derfor ikke skal gøres til genstand for detaljeret beskrivelse. Det er nu op til læseren, om han/hun vil godtage den udviklede programstruktur, lave om i den eller digte sin egen.

Kapitel 4

Udenomskrymmel

I det foregående afsnit er forudsat at man kan sammenknytte symbolske navne og deres fysiske repræsentation (proces-io). Denne sammenknytning kan passende foregå i en instantierings-, initialiserings- eller erklæringsdel om man vil, (i det efterfølgende kaldt erklæringsdel). Denne erklæringsdel er placeret før det endelige program.

4.1 Proces-io

Denne del af erklæringsdelen skal sammenknytte de logiske navne med de fysiske io-kanaler dvs. hvilke kort og kanaler der er tale om samt fortælle ind-/udlæsningesproceduren hvorledes der skal skaleres mellem ADC/DAC's værdi og programmets værdi. (Vi vil ikke arbejde med tal fra 0 til 1024 i programmet.)

Jeg foreslår, at erklæringen, af en analog ind- og udgang, ser således ud:

```
<NAVN>:  <KORT_ID>,<KORT_TYPE>,<KANAL_ID>,<MIN_VÆRDI>,<NAX_VÆRDI>;
```

Der skal muligvis mere information til for at kunne sammenknytte fysiske io med logiske navne, så tag dette som et udgangspunkt.

Tilsvarende foreslår jeg, at erklæringen, af en digital ind- og udgang, ser således ud:

```
<NAVN>:  <KORT_ID>,<KORT_TYPE>,<KANAL_ID>,<POLARITET>;
```

Med termen `<POLARITET>` menes, hvis `<POLARITET>` er sat til `+`, så betyder det, at der er signal, når størrelsen `<NAVN>` er `sand` og hvis `<POLARITET>` er sat til `-`, så betyder det, at der ikke er signal, når størrelsen `<NAVN>` er `sand`.

4.2 Netværks-import/export

Denne del skal sammenknytte de logiske navne med størrelser, der hhv. importeres eller exporteres over et givet netværk mellem computeren selv og andre proceskontrolcomputere.

En måde kan være at anvende formuleringen i erklæringsdelen:

```
<NAVN>:  import,<COMPUTER ID>,<VARIABEL NAVN>;
<NAVN>:  export;
```

Hvor `<VARIABEL NAVN>` angiver det `<NAVN>`, som blev exporteret i computeren `<COMPUTER ID>`.

Dette bevirker, at man kan importere størrelser fra andre computere under forudsætning af, at den pågældende computer exporterer disse størrelser. De to computere, der snakker sammen, skal således være enige om, hvilke størrelser der overføres. Dette dobbelte check er gjort for at beskytte de enkelte programmer fra omverdenen, således at de enkelte computere ikke kan lave ulykker på hinanden. Der er set forfærdende eksempler på netværkshåndtering. Fx. kan enhver computer, af et kendt dansk fabrikat, kopiere en variabel over i en hvilken som helst variabel i en hvilken som helst anden computer af dette kendte danske fabrikat. Dvs. at det er umuligt at spore, hvor fejlen er, hvis en variabel pluselig, utilsigtet skifter værdi. Eller indnu værre hvis en computer går ”amok” hvad kan der så ikke ske?

4.3 Parametre

Denne erklæring kan anvendes til alle de størrelser, som er interne for computeren, dvs. ikke er proces-io eller netvæks-import/export.

Parametre kan formuleres således:

```
<NAVN> = 17.3;
<NAVN> = falsk;
```

program	→	erklaering **start** handlingsdel
erklaering	→	sektion | erklaering sektion
sektion	→	aisektion
		| aosektion
		| disektion
		| dosektion
		| aimpsektion
		| aexpsektion
		| dimpsektion
		| dexpsektion
		| parmsektion
		| relaysektion
aisektion	→	**analog_input** akanalspes
aosektion	→	**analog_output** akanalspes
akanalspes	→	akanal | akanalspes akanal
akanal	→	variabel **:** intval **,** variabel **,** intval **,** realval **-** realval**;**
disektion	→	**digital_input** dkanalspes
dosektion	→	**digital_output** dkanalspes
dkanalspes	→	dkanal | dkanalspes dkanal
dkanal	→	variabel **:** intval **,** variabel **,** intval **,** polaritet **;**
polaritet	→	**-** | **+**
aimpsektion	→	**analog_import** impkanalspes
dimpsektion	→	**digital_import** impkanalspes
aexpsektion	→	**analog_export** expkanalspes
dexpsektion	→	**digital_export** expkanalspes
impkanalspes	→	impkanal | impkanalspes impkanal
impkanal	→	variabel **:** comp_id **,** variabel **;**
comp_id	→	intval
expkanalspes	→	expkanal | expkanalspes expkanal
expkanal	→	variabel **;**
parmsektion	→	**parametre** parmspec
parmspec	→	parm | parmspec parm
parm	→	dparm | aparm
dparm	→	variabel = dinit
dinit	→	**on ;** | **off ;**
aparm	→	variabel = realparm
realparm	→	realval **;** | realval **(** realval **,** realval **) ;**

relaysektion	→	**hjaelpe_relay** variabler
variabler →	variabellist **;**	
variabellist	→	variabel | variabellist **,** variabel
handlingsdel	→	tilskrivning | handlingsdel tilskrivning
blok	→	pidreg
		| tre_pcreg
		| procedure
		| sekvens
pidreg	→	**pid_regulator :** variabel pidsek **slut** variabel
tre_pcreg	→	**3pc_regulator :** variabel pc3sek **slut** variabel
pidsek	→	pidparm | pidsek pidparm
pidparm	→	ε | **ref** = reel
		| **mv** = reel
		| **p_led** = reel
		| **i_led** = reel
		| **d_led** = reel
		| **samplingstid** = reel
		| **manuel** = bolsk
		| **op** = bolsk
		| **ned** = bolsk
		| **max_output** = reel
		| **min_output** = reel
		| **preset** = bolsk
		| **preset_vaerdi** = reel
		| **ff_gain** = reel
		| **ff_vaerdi** = reel
pc3sek	→	pc3parm | pc3sek pc3parm
pc3parm	→	ε | **ref** = reel
		| **mv** = reel
		| **i_min** = bolsk
		| **i_max** = bolsk
		| **run_time** = reel
procedure	→	**procedure :** variabel handlingsdel **slut** variabel

sekvens $\rightarrow$ **sekvens :** variabel sekvensctrl inittilstand tilstandslist **slut** variabel
sekvensctrl $\rightarrow$ ε | **reset** = bolsk
| **reset** = bolsk **hold** = bolsk
| **hold** = bolsk
tilstandslist $\rightarrow$ tilstand | tilstandslist tilstand
inittilstand $\rightarrow$ **tilstand : init** handlingsdel gaatillist **slut init**
tilstand $\rightarrow$ **tilstand :** variabel handlingsdel gaatillist **slut** variabel
gaatillist $\rightarrow$ gaatil | gaatillist gaatil
gaatil $\rightarrow$ **gaa til** variabel **naar** udsagn **;** | **gaa til init naar** udsagn **;**
tilskrivning $\rightarrow$ variabel = udsagn **;** | blok | **aktiver (** variabel **) ;**
udsagn $\rightarrow$ **delay (** udsagn **,** realval)
| **delay (** udsagn **,** variabel)
| udsagn **og** udsagn
| udsagn **eller** udsagn
| (udsagn)
| **ikke** udsagn
| variabel
| **on**
| **off**
| **blink**
reel $\rightarrow$ variabel **;** | realval **;**
bolsk $\rightarrow$ variabel **;** | **on ;** | **off ;**
variabel $\rightarrow$ letter tegnlist
tegnlist $\rightarrow$ ε | tegn | tegnlist tegn
tegn $\rightarrow$ letter | digit
letter $\rightarrow$ **[a-zA-Z]**| **_** | **.**
digit $\rightarrow$ **0**|**1**|**2**|**3**|**4**|**5**|**6**|**7**|**8**|**9**
realval $\rightarrow$ [((**[0-9]*.[0-9]**+)(**[eE][-+]?[0-9]**+)?)] "Se LEX"
intval $\rightarrow$ **[0-9]**+ "Se LEX"

LEX programmet:

```
%{
#include "y.tab.h"
#include <string.h>
#include <math.h>
#include "pps.h"
extern int lineno;
%}

ws [ \t]+
comment  #[^#\n]*[#\n]
qstring  \"[^\"\n]*[\"\n]
intval [0-9]+
realval (([0-9]*\.[0-9]+)([eE][-+]?[0-9]+)?)
variabel [a-zA-Z][a-zA-Z0-9_\.]*
nl  \n

%%

{ws} ;

{comment} ;

analog_input {return ANALOGIN;}
analog_output {return ANALOGOUT;}
digital_input {return DIGITALIN;}
digital_output {return DIGITALOUT;}
analog_import {return ANALOGIMPORT;}
analog_export {return ANALOGEXPORT;}
digital_import {return DIGITALIMPORT;}
digital_export {return DIGITALEXPORT;}
parametre {return PARAMETRE;}
hjaelpe_relay {return RELAY;}
start {return START;}
og {return OG;}
eller {return ELLER;}
ikke {return IKKE;}
delay {return DELAY;}
sekvens  {return SEKVENS;}
reset {return RESET;}
hold {return HOLD;}
tilstand {return TILSTAND;}
init {return INIT;}
gaa {return GAA;}
til {return TIL;}
naar {return NAAR;}
slut {return SLUT;}
on {return ON;}
```

```
off {return OFF;}
procedure {return PROCEDURE;}
aktiver {return AKTIVER;}
blink {return BLINK;}
pid_regulator {return PIDREG;}
ref {return REF;}
mv {return MV;}
p_led {return PLED;}
i_led {return ILED;}
d_led {return DLED;}
samplingstid {return SAMPELTID;}
max_output {return MAXOUT;}
min_output {return MINOUT;}
manuel {return MANUEL;}
op {return OP;}
ned {return NED;}
preset {return PRESET;}
preset_vaerdi {return PRESETV;}
ff_vaerdi {return FFV;}
ff_gain {return FFG;}
3pc_regulator {return PC3;}
i_max {return IMAX;}
i_min {return IMIN;}
run_time {return RUNTIME;}


{intval} {yylval.ival= atoi(yytext);
return INTVAL;}

{realval} {yylval.fval= atof(yytext);
return REALVAL;;}

{variabel} { yylval.symb = insert_sym(yytext, VARIABEL);
     if (yylval.symb == NULL)
{
        yylval.symb = lookup_sym(yytext, VARIABEL);
yylval.symb->nacc++;
}
        return VARIABEL;
   }

{nl} {lineno++;}

. {return *yytext;}

%%

printerror(int n)
{
yyerror(errortxt(n));
```

```
}

yyerror(const char *msg)
{
printf("Line# %d: %s at < %s > \n", lineno, msg, yytext);
}
```

YACC programmet:

```
%{
#include <stdio.h>
#include <string.h>
#include <stdlib.h>
#include <math.h>
#include "pps.h"

extern FILE    *yyin, *yyout;

struct symbol  *symptr;
struct symtab  *tmpptr[500];
struct symtab  *dummyptr;
char            string[80];
int             tmpindex = 0;

%}

%union {
char           *string;
double          fval;
int             ival;
struct symtab  *symb;
}

%token <symb> VARIABEL
%token ANALOGIN ANALOGOUT DIGITALIN DIGITALOUT
%token ANALOGIMPORT ANALOGEXPORT DIGITALIMPORT DIGITALEXPORT
%token PARAMETRE RELAY
%token OG ELLER IKKE DELAY ON OFF BLINK
%token SEKVENS RESET HOLD TILSTAND INIT GAA TIL NAAR START SLUT
%token PROCEDURE AKTIVER
%token PIDREG
%token REF MV PLED ILED DLED SAMPELTID MAXOUT MINOUT
%token MANUEL OP NED PRESET PRESETV FFV FFG PC3 IMAX IMIN RUNTIME
%token <fval>  REALVAL
%token <ival>  INTVAL

%left OG
%left ELLER
```

```
%right IKKE

%start program

%%

program:    erklaering START handlingsdel;

erklaering: sektion | erklaering sektion ;

sektion:    aisektion
  | aosektion
  | disektion
  | dosektion
  | aimpsektion
  | aexpsektion
  | dimpsektion
  | dexpsektion
  | parmsektion
  | relaysektion
 ;

aisektion:  ANALOGIN   akanalspes
{for (; tmpindex > 0; tmpindex--) {(tmpptr[tmpindex - 1])->type = ANALOGIN;}};

aosektion:  ANALOGOUT  akanalspes
{ for (;tmpindex > 0;tmpindex--) { tmpptr[tmpindex-1]->type=ANALOGOUT;}};

akanalspes: akanal | akanalspes akanal;

akanal:     VARIABEL ":" INTVAL "," VARIABEL "," INTVAL "," REALVAL "-" REALVAL";"
{if ($1->nacc > 0) printerror(1);tmpptr[tmpindex++]=$1;};

disektion:  DIGITALIN  dkanalspes
{ for (;tmpindex > 0;tmpindex--) { tmpptr[tmpindex-1]->type=DIGITALIN;}};

dosektion:  DIGITALOUT dkanalspes
{ for (;tmpindex > 0;tmpindex--) { tmpptr[tmpindex-1]->type=DIGITALOUT;}};

dkanalspes: dkanal
          | dkanalspes dkanal;

dkanal:     VARIABEL ":" INTVAL "," VARIABEL "," INTVAL "," polaritet ";"
{if ($1->nacc > 0) printerror(1);tmpptr[tmpindex++]=$1;};

polaritet: "-" | "+"

aimpsektion: ANALOGIMPORT   impkanalspes
{ for (;tmpindex > 0;tmpindex--) { tmpptr[tmpindex-1]->type=ANALOGIMPORT;}};
```

```
dimpsektion: DIGITALIMPORT  impkanalspes
{ for (;tmpindex > 0;tmpindex--) { tmpptr[tmpindex-1]->type=DIGITALIMPORT;}};

aexpsektion: ANALOGEXPORT   expkanalspes
{ for (;tmpindex > 0;tmpindex--) { tmpptr[tmpindex-1]->type=ANALOGEXPORT;}};

dexpsektion: DIGITALEXPORT  expkanalspes
{ for (;tmpindex > 0;tmpindex--) { tmpptr[tmpindex-1]->type=DIGITALEXPORT;}};

impkanalspes: impkanal
            | impkanalspes impkanal;

impkanal:   VARIABEL ':' comp_id "," VARIABEL ";"
{if ($1->nacc > 0) printerror(1);tmpptr[tmpindex++]=$1;};

comp_id:    INTVAL;

expkanalspes: expkanal
            | expkanalspes expkanal;

expkanal:   VARIABEL ";"
{if ($1->nacc > 0) printerror(1);tmpptr[tmpindex++]=$1;};

parmsektion: PARAMETRE parmspec;

parmspec:    parm
           | parmspec parm;


parm:        dparm
           | aparm;
dparm:       VARIABEL '=' dinit
{if ($1->nacc > 0) printerror(1); $1->type= DIGITALPARM;};

dinit:       ON ';'
           | OFF ';';

aparm:       VARIABEL '=' realparm
{if ($1->nacc > 0) printerror(1); $1->type= ANALOGPARM;};

realparm:    REALVAL ';'
   | REALVAL '(' REALVAL ',' REALVAL ')' ';';

relaysektion: RELAY variabler;

variabler: variabellist ';' ;

variabellist: VARIABEL
{if ($1->nacc > 0) printerror(1); $1->type= RELAY;}
```

```
     | variabellist ',' VARIABEL
{if ($3->nacc > 0) printerror(1); $3->type= RELAY;};

handlingsdel: tilskrivning
            | handlingsdel tilskrivning;

blok: pidreg
| tre_pcreg
| procedure
| sekvens ;

pidreg: PIDREG ":" VARIABEL pidsek SLUT VARIABEL
{ if ($3!=$6) printerror(3);
  strcpy(string,$3->name);
  strcat(string,".out");
  if ($3->nacc != 1) printerror(4);
  if ((dummyptr= lookup_sym(strdup(string),ANALOGIN))!= NULL)
    printerror(11);
  else
    dummyptr=insert_sym(strdup(string),ANALOGIN); }



tre_pcreg: PC3 ":" VARIABEL pc3sek SLUT VARIABEL
{ if ($3!=$6) printerror(5);
  if ($3->nacc != 1) printerror(6);
  strcpy(string,$3->name);
  strcat(string,".op");
  if ((dummyptr= lookup_sym(strdup(string),DIGITALIN))!= NULL)
    printerror(11);
  else
    dummyptr=insert_sym(strdup(string),DIGITALOUT);
  strcpy(string,$3->name);
  strcat(string,".ned");
  if ((dummyptr= lookup_sym(strdup(string),DIGITALIN))!= NULL)
    printerror(11);
  else
    dummyptr=insert_sym(strdup(string),DIGITALOUT); }


pidsek: pidparm | pidsek pidparm;

pidparm : | REF"=" reel
  | MV "=" reel
  | PLED "=" reel
  | ILED "=" reel
  | DLED "=" reel
  | SAMPELTID "=" reel
          | MANUEL "=" bolsk
          | OP "=" bolsk
```

```
          | NED "=" bolsk
          | MAXOUT "=" reel
          | MINOUT "=" reel
          | PRESET "=" bolsk
          | PRESETV "=" reel
          | FFG "=" reel
          | FFV "=" reel;

pc3sek: pc3parm | pc3sek pc3parm;

pc3parm : | REF"=" reel
  | MV "=" reel
          | IMIN "=" bolsk
          | IMAX "=" bolsk
          | RUNTIME '=' reel;


procedure: PROCEDURE ':' VARIABEL handlingsdel SLUT VARIABEL
{ if ($3!=$6) printerror(12); $3->type= PROCEDURE;
  if ($3->nacc != 1) printerror(13);}


sekvens: SEKVENS ':' VARIABEL sekvensctrl inittilstand tilstandslist SLUT VARIABEL
{ if ($3!=$8) printerror(14); $3->type= SEKVENS;
  if ($3->nacc != 1) printerror(15);}


sekvensctrl:  | RESET '=' bolsk
      | RESET '=' bolsk  HOLD '=' bolsk
      | HOLD '=' bolsk ;

tilstandslist: tilstand | tilstandslist tilstand;

inittilstand: TILSTAND ':' INIT handlingsdel gaatillist SLUT INIT ;


tilstand: TILSTAND ':' VARIABEL handlingsdel gaatillist SLUT VARIABEL
{ if ($3!=$7) printerror(16);
  if (($3->nacc >= 1) && ( $3->type != TILSTAND)) printerror(17);
  if ($3->nacc == 0) $3->type = TILSTAND;}


gaatillist: gaatil | gaatillist gaatil ;

gaatil: GAA TIL VARIABEL NAAR udsagn ';'
 {if (($3->nacc >= 1) && ( $3->type != TILSTAND)) printerror(17);
  if ($3->nacc == 0) $3->type = TILSTAND;}
     |  GAA TIL INIT NAAR udsagn ';';

tilskrivning: VARIABEL "=" udsagn ";"
```

```
{if ($1->nacc == 0) printerror(2);}

| blok
| AKTIVER '(' VARIABEL ')' ';';

udsagn: DELAY "(" udsagn "," REALVAL")"
| DELAY "(" udsagn "," VARIABEL")"
{if ($5->nacc == 0) printerror(2);}

| udsagn OG  udsagn
| udsagn ELLER udsagn
| "(" udsagn ")"
| IKKE udsagn
| VARIABEL
{if ($1->nacc == 0) printerror(2); checkdigital($1);}

| ON
| OFF
| BLINK ;


reel:       VARIABEL ';'
{if ($1->nacc == 0) printerror(7); checkanalog($1);}

  | REALVAL ';';

bolsk:      VARIABEL ';'
{if ($1->nacc == 0) printerror(8); checkdigital($1);}

  | ON ';' | OFF ';';

%%

char           *progname = "fuzzy";
int             lineno = 1;
#define DEFAULT_OUTFILE "fuzzy.out"
char           *usage = "%s: usage [infile] [outfile]\n";

main(int argc, char **argv)
{
char           *outfile;
char           *infile;
progname = argv[0];
if (argc > 3) {
fprintf(stderr, usage, progname);
exit(1);
}
if (argc > 1) {
infile = argv[1];
yyin = fopen(infile, "r");
```

```
if (yyin == NULL) {
fprintf(stderr, "%s: cannot open %s\n", progname, infile);
exit(1);
}
}
if (argc > 2) {
outfile = argv[2];
} else {
outfile = DEFAULT_OUTFILE;
}
yyout = fopen(outfile, "w");
if (yyout == NULL) {
fprintf(stderr, "%s: cannot open %s\n", progname, outfile);
exit(1);
}


yyparse();
}


warning(char *s, char *t)
{
fprintf(stderr, "%s: %s", progname, s);
if (t)
fprintf(stderr, " %s", t);
fprintf(stderr, " line %d\n", lineno);
}


/******************************************************
*   struct symtab *insert_sym(char *str, int type)
*
*   Indsaetter et symbol i symboltabellen og returnere
*   en pointer til den struct som imdeholder symbolet.
*
******************************************************/
struct symtab *insert_sym(char *str, int type)
{
struct symtab  *sp;
int cnt;
for (cnt=0; cnt < Nsymbol; cnt++) {
sp= &symtab[cnt];
if (sp->name && !strcmp(sp->name, str))
return NULL;
if (!sp->name) {
sp->name = strdup(str);
sp->type= type;
sp->nacc= 0;
return sp;
```

```
}
}
warning("symboltabel overflow", str);
return NULL;
}



/******************************************************
*   struct symtab *lookup_sym(char *str, int type)
*
*   Undersoeger om et symbol er i symboltabellen og hvis
*   symbolet eksistere returnere en pointer til den struct
*   som indeholder symbolet ellers retunere NULL pointeren.
*
*******************************************************/
struct symtab  *
lookup_sym(char *str, int type)
{
struct symtab  *sp;
int             cnt;
for (cnt = 0; cnt < Nsymbol; cnt++) {
sp = &symtab[cnt];
if (sp->name && !strcmp(sp->name, str))
return sp;

if (!sp->name) {
return NULL;
}
}
return NULL;
}


/******************************************************
*  Semantisk analyse.
*******************************************************/
checkdigital(struct symtab * p)
{
if (p->type != DIGITALIN &&
    p->type != DIGITALOUT &&
    p->type != DIGITALIMPORT &&
    p->type != DIGITALEXPORT &&
    p->type != DIGITALPARM &&
    p->type != RELAY ) printerror(9);
}

/******************************************************
*  Semantisk analyse.
*******************************************************/
```

```
checkanalog(struct symtab * p)
{
if (p->type != ANALOGIN &&
    p->type != ANALOGOUT &&
    p->type != ANALOGIMPORT &&
    p->type != ANALOGEXPORT &&
    p->type != ANALOGPARM ) printerror(10);
}
```

Litteratur

[1] Preben Hedegaard, Erik Hvidtfildt Jensen, and Erik Kristiansen. *PLC/PPC*. ELFO's Forlag, 1990.

[2] Per Printz Madsen and John Sloth. ABCL Proceskontrolsystem - Kort beskrivelse. Introduktion til ABCL, AUC, Institut for Elektronikse Systemer og Aalborg boilers A/S, Fredrik Bajers Vej 7, DK-9220 Aalborg, juni 1988.

[3] Per Printz Madsen, John Sloth, and Karsten Sjørslev. ABCL Proceskontrolsystem - Blokkatalog. Manual, AUC, Institut for Elektronikse Systemer og Aalborg boilers A/S, Fredrik Bajers Vej 7, DK-9220 Aalborg, juni 1988.

[4] Per Printz Madsen, John Sloth, and Karsten Sjørslev. ABCL Proceskontrolsystem - Brugermanual. Manual, AUC, Institut for Elektronikse Systemer og Aalborg boilers A/S, Fredrik Bajers Vej 7, DK-9220 Aalborg, juni 1988.

[5] Per Printz Madsen, John Sloth, and Karsten Sjørslev. ABCL Proceskontrolsystem - Sprogmanual. Manual, AUC, Institut for Elektronikse Systemer og Aalborg boilers A/S, Fredrik Bajers Vej 7, DK-9220 Aalborg, juni 1988.

[6] Karsten Sjørslev. Fremtidige værktøjer for implementering af proceskontrol. In *Regulerings- og procesteknisk systemkonstruktion "D-Au konference"*, 1990.

[7] Siemens. *Programmiergerat - Simatic S5.*

[8] Siemens. *Step 5 for Personal Computer - Simatic S5.*