



# LUND UNIVERSITY

## Självinställande reglering av syrehalten i luftningsbassänger på Käppalaverket

### Programdokumentation

Rundqwist, Lars

1988

*Document Version:*

Förlagets slutgiltiga version

[Link to publication](#)

*Citation for published version (APA):*

Rundqwist, L. (1988). *Självinställande reglering av syrehalten i luftningsbassänger på Käppalaverket: Programdokumentation*. (Technical Reports TFRT-7383). Department of Automatic Control, Lund Institute of Technology (LTH).

*Total number of authors:*

1

#### General rights

Unless other specific re-use rights are stated the following general rights apply:

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

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

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

#### Take down policy

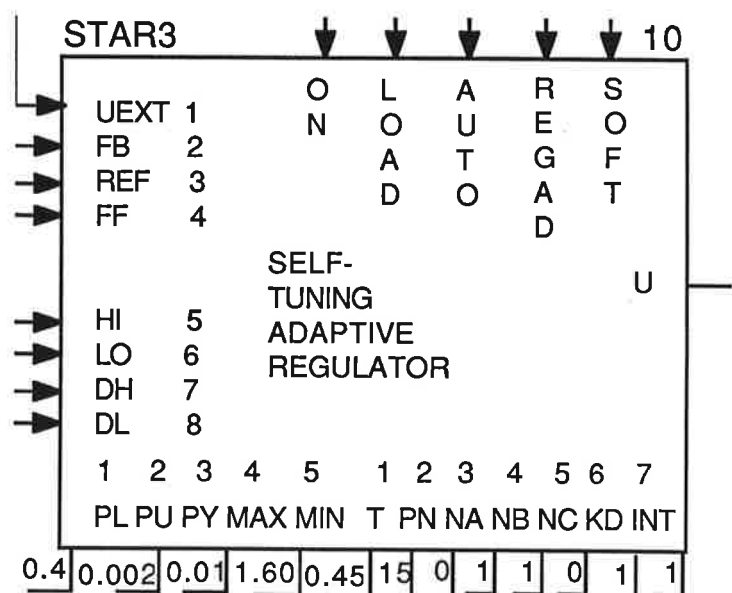
If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

LUND UNIVERSITY

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

# Självinställande reglering av syrehalten i luftningsbassänger på Käppalaverket — Programdokumentation

Lars Rundqwist



Institutionen för Reglerteknik  
Lunds Tekniska Högskola  
Mars 1988

<b>Department of Automatic Control</b> <b>Lund Institute of Technology</b> P.O. Box 118 S-221 00 Lund Sweden	<i>Document name</i> <b>FINAL REPORT</b>	
	<i>Date of issue</i> March 1988	
	<i>Document Number</i> CODEN: LUTFD2/(TFRT-7383)/1-123/(1988)	
<i>Author(s)</i> Lars Rundqwist	<i>Supervisor</i>	
	<i>Sponsoring organisation</i> Swedish Board for Technical Development (STU)	
<i>Title and subtitle</i> Självinställande reglering av syrehalten i luftningsbassänger på Käppalaverket — Programdokumentation (Self-tuning control of Dissolved Oxygen Concentration in Aerators at Käppala Sewage Works — Program documentation )		
<i>Abstract</i> <p>This report documents the control program in an Asea Novatune 860 control computer. It is mainly intended for internal use at the department and at Käppala Sewage Works. For full understanding it is necessary to have knowledge of or access to the Asea Novatune documentation. Important but well known facts of the plant may have been omitted.</p> <p>The control program is based on the licentiate thesis "Self-tuning control of the Dissolved Oxygen Concentration in an Activated Sludge System", CODEN:LUTFD2/(TFRT-3180)/1-71/(1986).</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>		<i>ISBN</i>
<i>Language</i> Swedish	<i>Number of pages</i> 123	<i>Recipient's notes</i>
<i>Security classification</i>		

The report may be ordered from the Department of Automatic Control or borrowed through the University Library 2, Box 1010, S-221 03 Lund, Sweden, Telex: 33248 lubbis lund.

# Innehållsförteckning

<b>Förord</b> . . . . .	2
<b>1. Översikt</b> . . . . .	3
1.1 Inledning . . . . .	3
1.2 Programmets uppgift . . . . .	3
1.3 Programmets struktur . . . . .	4
<b>2. Processanslutningar</b> . . . . .	7
2.1 Inledning . . . . .	7
2.2 Analoga insignaler . . . . .	7
2.3 Analoga utsignaler . . . . .	8
2.4 Logiska insignaler . . . . .	9
2.5 Logiska utsignaler . . . . .	10
<b>3. Intern kommunikation</b> . . . . .	11
3.1 Inledning . . . . .	11
3.2 Heltalssignaler . . . . .	12
3.3 Reella signaler . . . . .	14
<b>4. Start och stopp av blåsmaskiner</b> . . . . .	15
4.1 Inledning . . . . .	15
4.2 Block 1 . . . . .	15
4.3 Inläsning av logiska signaler . . . . .	16
4.4 Logik för tryckreglering, startmissar, återstart . . . . .	21
4.5 Aktivering . . . . .	25
4.6 Block 2 . . . . .	25
4.7 Block 4 . . . . .	27
4.8 Block 5 . . . . .	53
4.9 Block 7 . . . . .	55
<b>5. Tryckreglering</b> . . . . .	73
5.1 Inledning . . . . .	73
5.2 Block 3 . . . . .	73
5.3 Block 6 . . . . .	87
<b>6. Syrereglering</b> . . . . .	93
6.1 Inledning . . . . .	93
6.2 Block 21-26 . . . . .	93
6.3 Block 11-16 . . . . .	100
6.4 Självinställande syrereglering . . . . .	107
6.5 Begränsningar i syreregleringen . . . . .	109
6.6 Adapteringsvillkor . . . . .	112
6.7 Block 10 . . . . .	114
<b>7. Index</b> . . . . .	121

# Förord

Föreliggande rapport dokumenterar det reglerprogram som hanterar självinställande syrereglering på Käppalaverket, Lidingö. Arbetet har utförts under åren 1983-86 som en del i STU:s projekt (82-3352) om 'Reglering i avloppsreningsverk' under ledning av prof. Gustaf Olsson, Inst. för Industriell Elektroteknik/Industriell Automation, LTH, tidigare på Inst. för Reglerteknik, LTH.

Arbetet har krävt investeringar i ny reglerutrustning på Käppalaverket, utan vilka det inte hade kunnat genomföras. Verkets personal har gett stort stöd under implementeringen.

Rapporten dokumenterar reglerprogrammet i föreliggande skick. Diskussioner med Käppalaverket angående programändringar har förts. Dessa kommer i så fall att genomföras senare under våren 1988.

Rapporten är i princip endast avsedd för internt bruk på institutionen och Käppalaverket. Detta förklarar varför den skrivits på svenska. Den innehåller vidare många speciallösningar för Käppalaverkets nuvarande utrustning. Utrustningen förutsätts vara känd både av författaren och av verkets personal, med följd att vissa välkända men i princip viktiga detaljer kan ha utelämnats. Den förutsätter också kännedom eller tillgång till dokumentation om Asea Novatune 860, version E5-S. Endast i undantagsfall förklaras programmodulernas funktion i detalj.

Avslutningsvis vill jag framföra ett tack till alla parter, Gustaf Olsson, Käppalaverket, STU, Asea AB för benäget bistånd med information om Novatune, Anette Andersson som tålmodigt ritat blockscheman med MacDraft samt institutionen vars datorresurser gjort det överkomligt att framställa rapporten i föreliggande skick.

Lars Rundqwist

# 1. Översikt

## 1.1 Inledning

Denna rapport utgör dokumentation över reglerprogrammet i den ASEA Novatune 860, version E5-S, som används för att reglera syrehalten i luftningsbassängerna på Käppalaverket. Till grund för programmet ligger licentiatavhandlingen <sup>1</sup> Self-tuning Control of the Dissolved Oxygen Concentration in Activated Sludge Systems. I avhandlingen finns de principiella diskussionerna om reglerstrategi mm. Sådana diskussioner saknas helt i denna rapport. Däremot finns avvikelser från och möjliga varianter till lösningar i licentiatavhandlingen kommenterade.

Rapporten är strukturerad så att detta kapitel innehåller en översikt över strukturen i reglersystemet och reglerprogrammet. Kapitel 2 beskriver alla in- och utsignaler till Novatune-systemet och kapitel 3 alla gemensamma signaler i Novatune. Kapitel 4-6 innehåller detaljerad information om programkoden och kapitel 7 ett index.

## 1.2 Programmets uppgift

### Sluten reglering

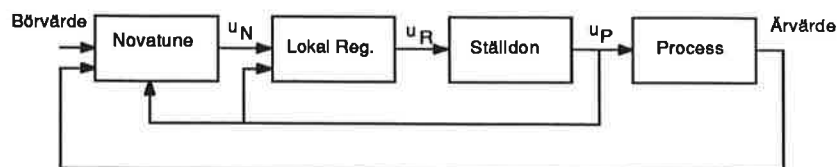
Programmets uppgift är att reglera syrehalten i luftningsbassängerna 1-6, att hålla manifoldtrycket så lågt som möjligt, samt att starta och stoppa blåsmaskiner. Lågt manifoldtryck åstadkoms genom att trottventilerna till luftningsbassängerna hålls så öppna som möjligt, utan att ge avkall på det luftflöde som syreregleringen vill ha till respektive bassäng.

Syreregleringen använder syrehalten i höger bassänghalva samt ett manuellt givet börvärde för att beräkna ett önskat luftflöde till respektive luftningsbassäng. Detta önskade luftflöde utgör börvärde till en konventionell PID-regulator som påverkar en trottventil. Ventilens läge beror på både önskat luftflöde och manifoldtrycket. Ventilens läge används därför till att beräkna ett börvärde på manifoldtrycket. Om ventilen är för hårt strypt så minskas börvärdet och vice versa. När mer än en ventil styr ett luftflöde väljs den mest öppna ventilen ut till denna funktion.

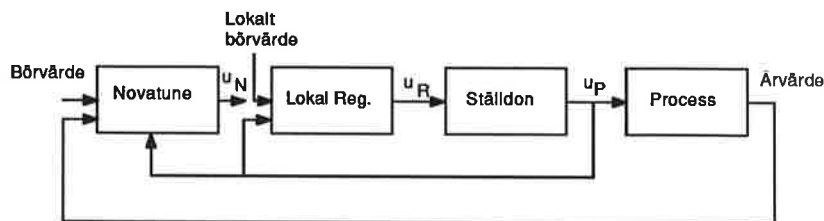
Trycket i manifoldern regleras med ledskenor på 3 av blåsmaskinerna samt med en diffusor på den fjärde. Vidare finns en blåsmaskin utan ställbar luftproduktion. Ledskenorna och diffusorn har egna konventionella PID-regulatorer för lägesreglering.

---

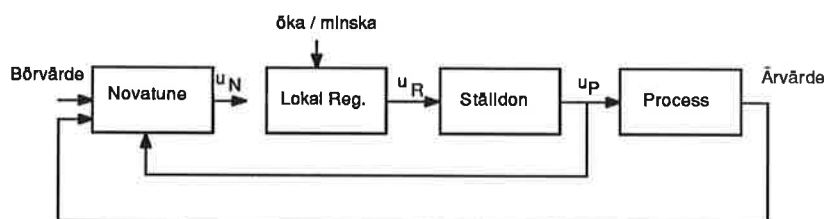
<sup>1</sup> Rundqwist, L. (1985): "Self-tuning Control of the Dissolved Oxygen Concentration in an Activated Sludge System", Licentiate thesis CODEN:LUTFD2/TFRT-3180, Department of Automatic Control, Lund Institute of Technology, Lund, Sweden.



Figur 1.1 Sluten reglering av en loop.



Figur 1.2 Lokal reglering av en loop.



Figur 1.3 Manuell reglering av en loop.

När ledskenor och diffusorer går i gräns kan blåsmaskinerna inte längre producera tillräckligt mycket eller lite luft. Istället måste en maskin stoppas eller startas. På grund av begränsad reglerkapacitet kan detta inte göras omedelbart. Först när luftbehovet antas vara tillräckligt stort eller litet sker till- eller frånslaget. Därför finns en programdel som på basis av aktuella syrehalter, luftflöden, ventil-, ledskeno- och diffusorlägen begär till- eller frånslag av en blåsmaskin.

Således finns konventionella regulatorer till luftflödena samt till lägena för blåsmaskinernas ställdon. Alla andra regulatorer och styrfunktioner finns i Novatune-programmet.

### Öppen reglering

I förra avsnittet beskrevs vilken uppgift Novatune skall lösa vid *sluten reglering*. I detta fall tar de konventionella regulatorerna emot externa börvärden, se figur 1.1, där strukturen hos en loop visas.

Det finns två andra reglermoder, där Novatune inte är inkopplad i den slutna loopen, nämligen vid *lokal reglering* och *manuell reglering*. I båda dessa fall återkopplas styrsignaler och utsignaler till Novatune, se figurerna 1.2 och 1.3, så att den kan kopplas in stötfritt.

## 1.3 Programmets struktur

Programmet måste delas upp i flera block (tasks, parallella processer) med olika samplingsintervall och prioriteter. De olika blocken kan i sin tur grupperas efter vilken uppgift de löser.

## **Start och stopp av blåsmaskiner**

Denna del av programmet innehåller block 1, 2, 4, 5 och 7.

*Block 1* läser in logiska insignaler från blåsmaskiner och ledskene- respektive diffusorregulatorer. Därigenom kan programmet avgöra vilka maskiner som är i drift, vilka som kan startas och stoppas, samt om tryckregleringen skall vara i drift. Blocket har även vissa uppstartsfunktioner i samband med strömavbrott.

*Block 2* hanterar prioritetsrotation för blåsmaskinerna. Därigenom kommer maskinerna att omväxlande vara först på tur för till- eller frånslag.

*Block 4* hanterar sekvensstyrningen för till- och frånslag. Start- eller stopporder kommer från block 7. Blocket väljer sedan ut den start- respektive stopp-klara maskinen med högst prioritet för att verkställa ordern. Blocket hanterar även feldetektering vad gäller startmissar och andra typer av bortfall hos blåsmaskiner.

*Block 5* hanterar utläsning av startorder till blåsmaskinerna. Startorderna består dels av direkt kopiering av driftsvaren från maskinerna, men även av tillkommande startorder vid start och blockering av startorder vid stopp. Efter strömavbrott kommer en speciell startorder till vissa blåsmaskiner. De olika startorderna kommer från block 1 och 4.

*Block 7* hanterar övervakningen av syrehalter, luftflöden, ventillägen, mm för att avgöra när en blåsmaskin skall startas eller stoppas. Start- och stopporder skickas vidare till block 4. Denna hantering kompliceras av att arbetsområdena för ledskenor och diffusor är så kraftigt begränsade att ett start eller stopp (nästan) alltid kommer att innebära ett hopp i luftproduktionen.

## **Tryckreglering**

Tryckregleringen består av block 3 och 6. Vidare används logiska signaler från block 1 för att avgöra drifttillståndet för tryckregleringen.

*Block 3* sköter den rena tryckregleringen. Som ställdon används ledskenor och diffusor på blåsmaskinerna. Så länge bara en typ av ställdon är inkopplade sköter denna/dessa regleringen, men då båda typerna är inkopplade används diffusorn för att hålla ledskenorna i en bestämd position. På grund av olika ställdonshastigheter och arbetsområden kan man i detta fall sköta den snabba delen av tryckregleringen med ledskenorna och låta det stora arbetsområdet för diffusorn hålla ledskenorna i en bestämd position.

*Block 6* sköter tryckminimeringen genom att beräkna tryckbörvärdet till block 3. Då tryckregleringen startas tas rådande tryck som börvärde. Om ledskene- och luftflödesreglering är inkopplad kommer tryckminimeringen att försöka ställa den mest öppna trottventilen i en given position genom att öka eller minska tryckbörvärdet.

## **Syrereglering**

Syreregleringen består av block 7, 10, 11-16 och 21-26. Block 11-16 respektive 21-26 är i stort sett identiska, eftersom de hanterar samma uppgift i varsin luftningsbassäng. Tryckregleringen måste vara inkopplad för att syreregleringen skall kunna fungera.

*Block 10* hanterar utläsningen av börvärden till luftflödesregulatorerna. Detta börvärde är antingen aktuellt luftflöde (från block 21-26) eller ett framräknat börvärde (från block 11-16).



*Block 11-16* hanterar den självinställande syrerregleringen för respektive bas-säng. Regleringen kräver dels att tryckregleringen är inkopplad samt att luftflödesregulatorn tar emot externt börvärde.

*Block 21-26* hanterar inläsning av analoga och logiska signaler till syrerregleringen. När syrerregleringen inte är inkopplad skickas aktuellt luftflöde direkt till block 10, som i sin tur läser ut det som externt börvärde.

Blocken 10 och 21-26 har samplingsintervallet 1 sekund men olika prioritet. Blocken 11-16 har samplingsintervallet 1 minut samt en prioritet mellan block 10 och 21-26. Därav följer att blocken 21-26 först läser in signaler och avgör status för syrerregleringen. Vid vart 60:de sampel kommer sedan block 11-16 att ge ett nytt börvärde, och sedan kommer block 10 att (var sekund) läsa ut börvärdena.

## 2. Processanslutningar

### 2.1 Inledning

Ett stort antal analoga och logiska signaler är anslutna till Novatune. De logiska signalerna är spänningar 0 eller 24 V DC. De analoga signalerna utgörs av spänningar 0-10 V. Vissa mätsignaler är ström 0-20 mA, vilka omvandlas till spänning 0-10 V via motstånd på 500  $\Omega$ . Alla analoga utsignaler är spänningar 0-10 V.

Nedan följer tabeller över samtliga analoga och logiska in- och utsignaler. De är uppdelade efter anslutningskortens nummer.

### 2.2 Analoga insignaler

Luftflöden och lägen för ledskenor och diffusor ges av mätsignaler 0-10 V. Syrehalter och lufttryck ges av mätsignaler 0-20 mA. Trottelventillägen ges av spänningar 0-5 V. Alla jämna plintnummer är anslutna till signaljord.

Kort	Pinne	Plint	Kanal	Signalbeskrivning
1	1/ 2	1/ 2	AI.0	Syrehalt L1 höger
	3/ 4	3/ 4	AI.1	Syrehalt L1 vänster
	5/ 6	5/ 6	AI.2	Syrehalt L2 höger
	7/ 8	7/ 8	AI.3	Syrehalt L2 vänster
	9/10	9/10	AI.4	Syrehalt L3 höger
	11/12	11/12	AI.5	Syrehalt L3 vänster
	13/14	13/14	AI.6	Syrehalt L4 höger
	15/16	15/16	AI.7	Syrehalt L4 vänster
	17/18	17/18		Signaljord
	19/20	19/20	AI.8	Syrehalt L5 höger
	21/22	21/22	AI.9	Syrehalt L5 vänster
	23/24	23/24	AI.10	Syrehalt L6 närmre
	25/26	25/26	AI.11	Syrehalt L6 bortre
	27/28	27/28	AI.12	Luftflöde L1, ärvärde
	29/30	29/30	AI.13	Luftflöde L2
	31/32	31/32	AI.14	Luftflöde L3
	33/34	33/34	AI.15	Luftflöde L4

Kort	Pinne	Plint	Kanal	Signalbeskrivning
2	1/ 2	35/36	AI.16	Luftföde L5
	3/ 4	37/38	AI.17	Luftflöde L6
	5/ 6	39/40	AI.18	Lufttryck manifolder
	7/ 8	41/42	AI.19	Läge ledskena 1
	9/10	43/44	AI.20	Läge ledskena 2
	11/12	45/46	AI.21	Läge ledskena 5
	13/14	47/48	AI.22	Läge diffusor 6
	15/16	49/50	AI.23	Trottelläge L1
	17/18	51/52		Signaljord
	19/20	53/54	AI.24	Trottelläge L2
	21/22	55/56	AI.25	Trottelläge L3
	23/24	57/58	AI.26	Trottelläge L4
	25/26	59/60	AI.27	Trottelläge L5
	27/28	62/62	AI.28	Trottelläge L6
		29/30	63/64	AI.29
31/32		65/66	AI.30	
33/34		67/68	AI.31	

### 2.3 Analoga ut signaler

Alla analoga ut signaler är spänningar 0-10 V. Alla jämna plintnummer är anslutna till signaljord.

Kort	Pinne	Plint	Kanal	Signalbeskrivning
1	1/ 2	103/104	AO.0	Externt börvärde luftflöde L1
	3/ 4	105/106	AO.1	Externt börvärde luftflöde L2
	5/ 6	107/108	AO.2	Externt börvärde luftflöde L3
	7/ 8	109/110	AO.3	Externt börvärde luftflöde L4
2	1/ 2	113/114	AO.4	Externt börvärde luftflöde L5
	3/ 4	115/116	AO.5	Externt börvärde luftflöde L6
	5/ 6	117/118	AO.6	Börvärde ledskenor 1,2,5
	7/ 8	119/120	AO.7	Börvärde diffusor 6

## 2.4 Logiska insignaler

Logiska signaler utgörs av spänningar 0 eller 24 V. I signalbeskrivningen anges vad hög insignal betyder.

Kort	Pinne	Plint	Kanal	Signalbeskrivning
1	11	511	DI.0	Auto & Extern, Luftreg. L1
	12	512	DI.1	Auto & Extern, Luftreg. L2
	13	513	DI.2	Auto & Extern, Luftreg. L3
	14	514	DI.3	Auto & Extern, Luftreg. L4
	15	515	DI.4	Auto & Extern, Luftreg. L5
	16	516	DI.5	Auto & Extern, Luftreg. L6
	17	517	DI.6	Bortfall 3 kV Manöverspänning t ställd. Klarsignal fr WatchDog
	18	518	DI.7	
	1	501	DI.8	
	2	502	DI.9	
	3	503	DI.10	Driftsvar BM1
	4	504	DI.11	Driftsvar BM2
	5	505	DI.12	Driftsvar BM3
	6	506	DI.13	Driftsvar BM4
	7	507	DI.14	Driftsvar BM5
	8	508	DI.15	Driftsvar BM6
	9	509		0/24 V
	10	510		

Kort	Pinne	Plint	Kanal	Signalbeskrivning
2	11	530	DI.16	Driftklar BM1
	12	531	DI.17	Driftklar BM2
	13	532	DI.18	Driftklar BM3
	14	533	DI.19	Driftklar BM4
	15	534	DI.20	Driftklar BM5
	16	535	DI.21	Driftklar BM6
	17	536	DI.22	Auto Luftreg. L1
	18	537	DI.23	Auto Luftreg. L2
	1	520	DI.24	Auto Luftreg. L3
	2	521	DI.25	Auto Luftreg. L4
	3	522	DI.26	Auto Luftreg. L5
	4	523	DI.27	Auto Luftreg. L6
	5	524	DI.28	Auto & Extern, Ledskena 1
	6	525	DI.29	Auto & Extern, Ledskena 2
	7	526	DI.30	Auto & Extern, Ledskena 5
	8	527	DI.31	Auto & Extern, Diffusor 6
	9	528		0/24 V
	10	529		

## 2.5 Logiska utsignaler

Logiska signaler utgörs av spänningar 0 eller 24 V. I signalbeskrivningen anges vad hög utsignal betyder.

Kort	Pinne	Plint	Kanal	Signalbeskrivning
1	11	549	DO.0	Startorder BM1
	12	550	DO.1	Startorder BM2
	13	551	DO.2	(Startorder BM3, ej koppl.)
	14	552	DO.3	Startorder BM4
	15	553	DO.4	Startorder BM5
	16	554	DO.5	Startorder BM6
	17	555	DO.6	Automatik BM
	18	556	DO.7	Tillslag
	1	539	DO.8	Frånslag
	2	540	DO.9	Tillslag omöjligt
	3	541	DO.10	Frånslag omöjligt
	4	542	DO.11	Väntar efter till/från
	5	543	DO.12	Tryckreglering
	6	544	DO.13	Tryckbörvärde varierar
7	545	DO.14	Novatune går	
8	546	DO.15	(Lokalt börvärde L1-L6)	
	9	547		24 V
	10	548		0/24 V
	19	557		24 V

DO.15: koppling beror på hur WatchDog hanteras.

Kort	Pinne	Plint	Kanal	Signalbeskrivning
2	11	195	DO.16	Syre max-signal L1
	12	196	DO.17	Syre max-signal L2
	13	197	DO.18	Syre max-signal L3
	14	198	DO.19	Syre max-signal L4
	15	199	DO.20	Syre max-signal L5
	16	200	DO.21	Syre max-signal L6
	17	201	DO.22	
	18	202	DO.23	
	1	185	DO.24	Startmiss BM1
	2	186	DO.25	Startmiss BM2
	3	187	DO.26	(Startmiss BM3)
	4	188	DO.27	Startmiss BM4
	5	189	DO.28	Startmiss BM5
	6	190	DO.29	Startmiss BM6
	7	191	DO.30	(Belagda pga
	8	192	DO.31	MO för Startmiss)
	9	193		24 V
	10	194		0/24 V
	19	203		24 V

## 3. Intern kommunikation

### 3.1 Inledning

Detta kapitel dokumenterar alla signaler som skickas mellan olika block i programmet. Det block som genererar signalen anges, samt såvitt möjligt alla block som refererar till signalen. Om signalen också är en in- eller utsignal till Novatune så anges även denna koppling.

I blocksheman betecknas signaler enligt följande. Signaler som transporteras mellan block betecknas med *RTPT.nnn* respektive *ITPT.nnn* för reella respektive heltalssignaler, där *nnn* betyder ett (högst) tresiffrigt tal ( $\leq 255$ ). Inne i ett block betecknas respektive signal med *R.nnn* eller *I.nnn*, där numreringen bara gäller lokalt inne i blocket.

I nedanstående tabeller betecknas signalerna *bb.nnn* där *bb* anger blocknummer och *nnn* signalnummer. Tabellerna är uppdelade på heltals- respektive reella signaler, dvs beteckningen 4.21 i en heltalstabell betyder signal I.21 i block 4.

Observera att heltalsignalerna har tre tolkningar i Novatune. Dels som ett heltal 0-255, dels som en sann ( $> 0$ ) eller falsk ( $= 0$ ) signal, dels som en multipel logisk signal där var och en av de åtta bitarna betyder sann ( $= 1$ ) respektive falsk ( $= 0$ ). Tolkningen beror på hur signalen kopplas vidare, tex till ett SUM-element, ett AND-element eller ett MAND-element (Multipelt (bitvis) AND-element). I en del fall utnyttjas flera av tolkningarna parallellt.

#### Multipla logiska signaler

Multipla logiska signaler utnyttjas mest för blåsmaskinerna. Av de 8 bitarna i heltalet får bitarna 0-5 i tur och ordning representera BM1, 2, ..., 6. Bitarna 6-7 används ej, men ger möjlighet till att hantera upp till 8 maskiner utan att nämnvärt ändra programmet.

## 3.2 Heltalssignaler

ITPT	I/O	Beteckning	Genereras	Refereras
1		AE(m)	1.21	4.1
2		DKint(m)	1.38	4.2
3		DS(m)	1.7	4.3
4		U3KV(m)	1.23	4.4
5		U3KVD(m)	1.28	4.5
6		INTSTART(m)	1.46	5.2
7		DSAEX(m)	1.33	4.6
8		P-auto(m)	1.48	3.9, 7.19, 11-16.20
9		Reset(m)	4.175	1.34
10		Priority1(m)	2.9	4.7
11		Priority2(m)	2.13	4.8
12		Priority3(m)	2.17	4.9
13		Priority4(m)	2.21	4.10
14		Priority5(m)	2.23	4.11
15		Priority6(m)	2.24	4.12
16		LSMx(m)	3.6	4.13
17		P-low	3.8	4.14
18		P-high	3.7	4.15
19		RQ-start	7.32	4.16
20		RQ-stop	7.38	4.17
21		MSR	4.86	5.1
22		LSN (Start)	4.124	3.34, 11-16.5
23		H-sat (p)	3.19	6.1
24		L-sat (p)	3.20	6.2
25		P-auto-delay(m)	3.24	6.9
26		WDok	1.60	21-26.7
27		P-var	6.11	1.61
28		VH-sat (p)	3.33	7.20, 11-16.2
29		VL-sat (p)	3.37	7.21, 11-16.3
30		No-Start (sOn3)	4.201	7.33
31		No-Stop (sOff2)	4.157	7.39
32		Syre-Auto L1	21.5	11.4, 10.1, 7.2
33		Syre-Auto L2	22.5	12.4, 10.2, 7.5
34		Syre-Auto L3	23.5	13.4, 10.3, 7.8
35		Syre-Auto L4	24.5	14.4, 10.4, 7.11
36		Syre-Auto L5	25.5	15.4, 10.5, 7.14
37		Syre-Auto L6	26.5	16.4, 10.6, 7.17
38	DO.16	Syre max-signal L1	21.4	7.1, 11.1
39	DO.17	Syre max-signal L2	22.4	7.4, 12.1
40	DO.18	Syre max-signal L3	23.4	7.7, 13.1
41	DO.19	Syre max-signal L4	24.4	7.10, 14.1
42	DO.20	Syre max-signal L5	25.4	7.13, 15.1
43	DO.21	Syre max-signal L6	26.4	7.16, 16.1
44		StartM1F	4.72	7.85

ITPT	I/O	Beteckning	Genereras	Refereras
45		Luftmax L1	11.30	7.109
46		Luftmax L2	12.30	7.110
47		Luftmax L3	13.30	7.111
48		Luftmax L4	14.30	7.112
49		Luftmax L5	15.30	7.113
50		Luftmax L6	16.30	7.114



### 3.3 Reella signaler

RTPT	I/O	Beteckning	Genereras	Refereras
1		P-ref	6.2	3.36
2		P-frozen	3.35	6.1
3	AI.23	Trottelläge L1	21.5	11.21, 6.11
4	AI.24	Trottelläge L2	22.5	12.21, 6.12
5	AI.25	Trottelläge L3	23.5	13.21, 6.13
6	AI.26	Trottelläge L4	24.5	14.21, 6.14
7	AI.27	Trottelläge L5	25.5	15.21, 6.15
8	AI.28	Trottelläge L6	26.5	16.21, 6.16
9	AI.0-1	Syrehalt L1	21.1	11.3, 7.14
10	AI.2-3	Syrehalt L2	22.1	12.3, 7.18
11	AI.4-5	Syrehalt L3	23.1	13.3, 7.22
12	AI.6-7	Syrehalt L4	24.1	14.3, 7.29
13	AI.8-9	Syrehalt L5	25.1	15.3, 7.33
14	AI.10-11	Syrehalt L6	26.1	16.3, 7.37
15		Luftflöde L1 (fruset)	21.4	11.1 10.7
16		Luftflöde L2 (fruset)	22.4	12.1 10.8
17		Luftflöde L3 (fruset)	23.4	13.1 10.9
18		Luftflöde L4 (fruset)	24.4	14.1 10.10
19		Luftflöde L5 (fruset)	25.4	15.1 10.11
20		Luftflöde L6 (fruset)	26.4	16.1 10.12
21	AO.0	Börvärde luft L1	11.10	10.1
22	AO.1	Börvärde luft L2	12.10	10.2
23	AO.2	Börvärde luft L3	13.10	10.3
24	AO.3	Börvärde luft L4	14.10	10.4
25	AO.4	Börvärde luft L5	15.10	10.5
26	AO.5	Börvärde luft L6	16.10	10.6
27		Reglerfel syre L1	11.11	7.1
28		Reglerfel syre L2	12.11	7.3
29		Reglerfel syre L3	13.11	7.5
30		Reglerfel syre L4	14.11	7.7
31		Reglerfel syre L5	15.11	7.9
32		Reglerfel syre L6	16.11	7.11
33	AI.12	Luftflöde L1 (ej fruset)	21.3	11.6
34	AI.13	Luftflöde L2	22.3	12.6
35	AI.14	Luftflöde L3	23.3	13.6
36	AI.15	Luftflöde L4	24.3	14.6
37	AI.16	Luftflöde L5	25.3	15.6
38	AI.17	Luftflöde L6	26.3	16.6
39		Reglerfel luft L1	11.5	7.16
40		Reglerfel luft L2	12.5	7.20
41		Reglerfel luft L3	13.5	7.78
42		Reglerfel luft L4	14.5	7.31
43		Reglerfel luft L5	15.5	7.35
44		Reglerfel luft L6	16.5	7.39
45		DHx	7.62	11-16.23

## 4. Start och stopp av blåsmaskiner

### 4.1 Inledning

Detta kapitel beskriver start och stopp av blåsmaskiner. Framförallt är det blocken 1, 2, 4 och 5 som hanterar denna del av reglerprogrammet. Block 1 hanterar inläsning av processvariabler. Block 2 hanterar rotation av prioriteter för start och stopp av blåsmaskiner. Block 4 innehåller det egentliga sekvensnätet för start och stopp. Block 5 ställer ut startorder till blåsmaskiner.

### 4.2 Block 1

Block 1 läser in logiska insignaler från blåsmaskiner och ledskene- respektive diffusorregulatorer. Därigenom kan programmet avgöra vilka maskiner som är i drift, vilka som kan startas och stoppas, samt om tryckregleringen skall vara i drift. Vidare genererar blocket en tidsbegränsad startorder till 2 av blåsmaskinerna i händelse av strömavbrott på 3 kV-nätet. Startordern kommer så fort spänningen återkommer på 3 kV-nätet, under förutsättning att Novatune hela tiden har haft spänning.

Blocket hanterar också vissa indikeringar, mest för att det samplar ofta. Indikeringarna skulle annars kunnat genereras i ett annat block. Blocket håller också reda på blåsmaskiner som råkat ut för startmissar eller som stannat utan stopporder från Novatune.

Nedan följer en detaljerad beskrivning av programkoden i block 1.

#### Blockdata

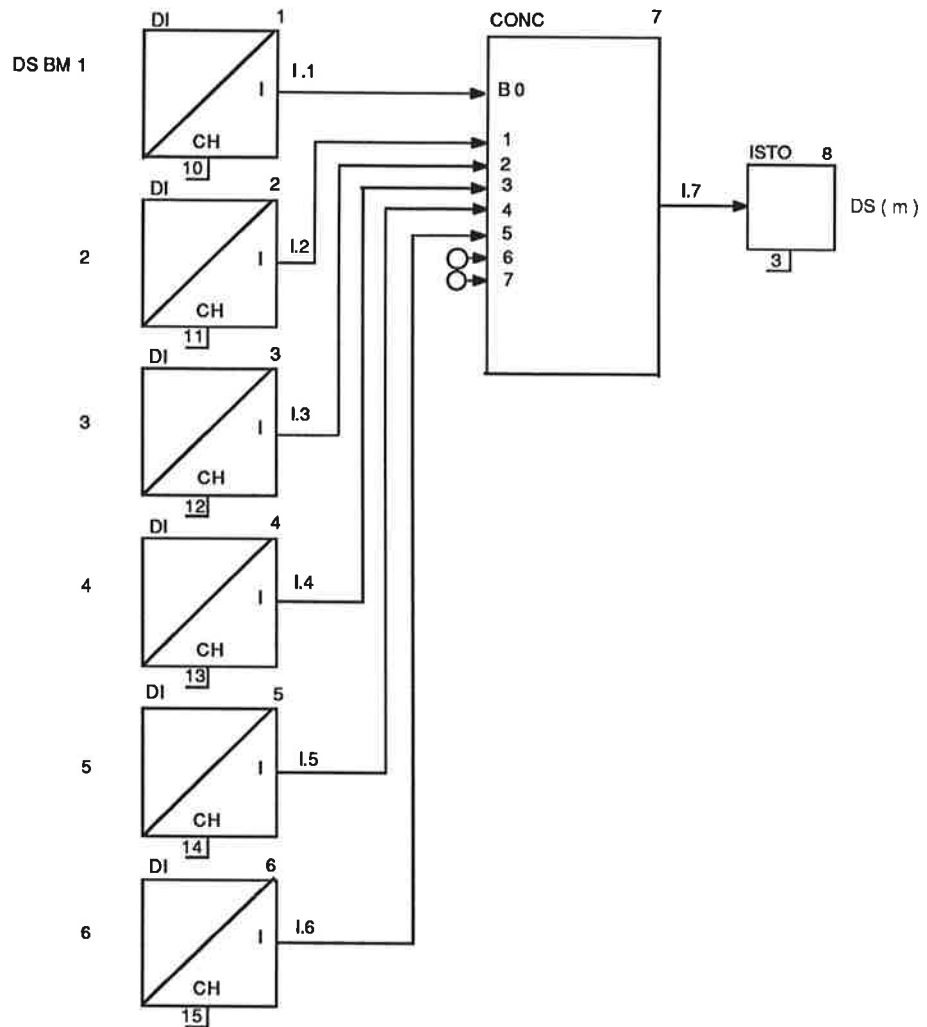
Type: Time (klockavbrott)

Period: 20 (= 1 s samplingsintervall)

Priority: 2

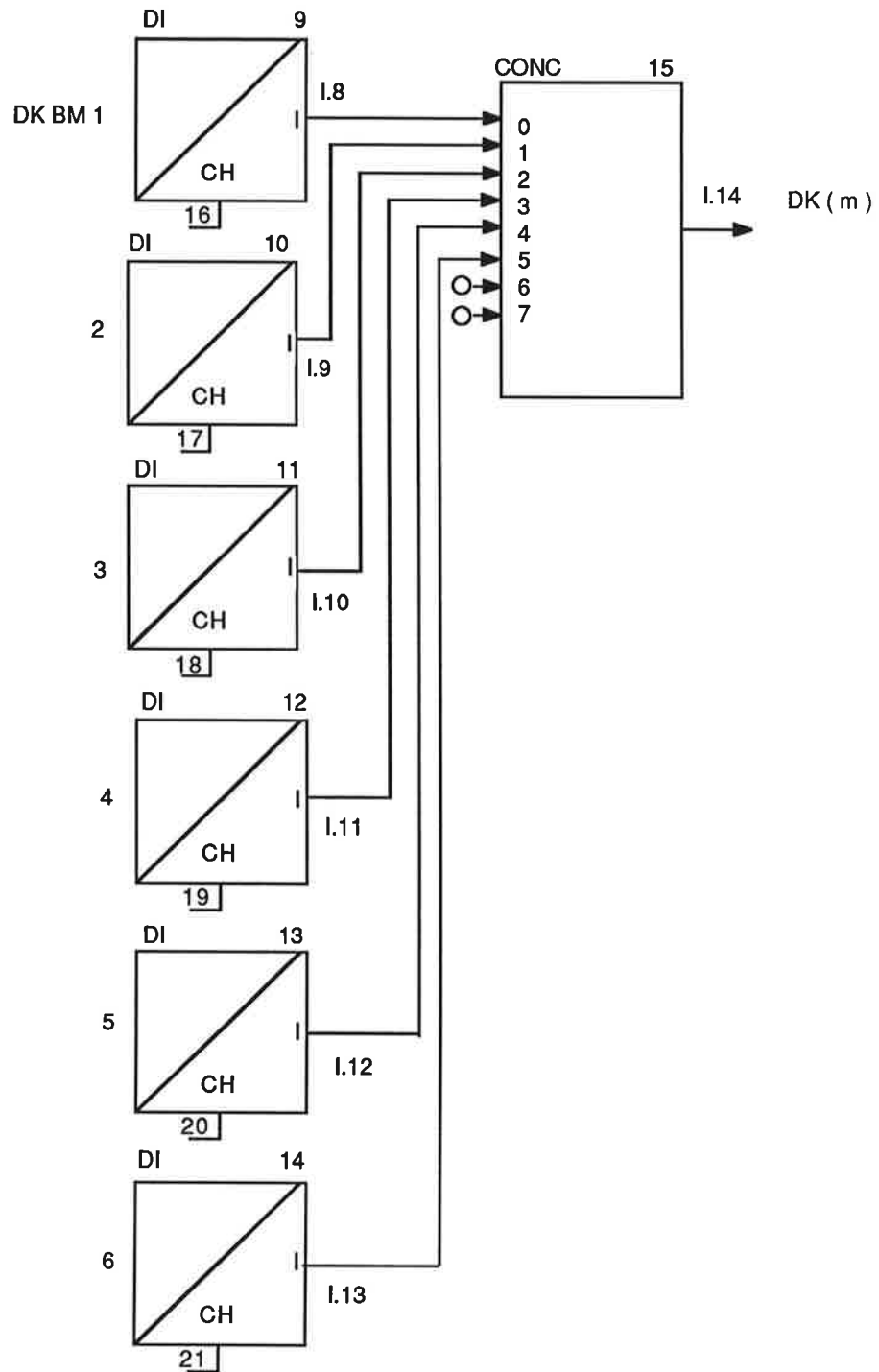
## 4.3 Inläsning av logiska signaler

### Driftsvar från blåsmaskiner



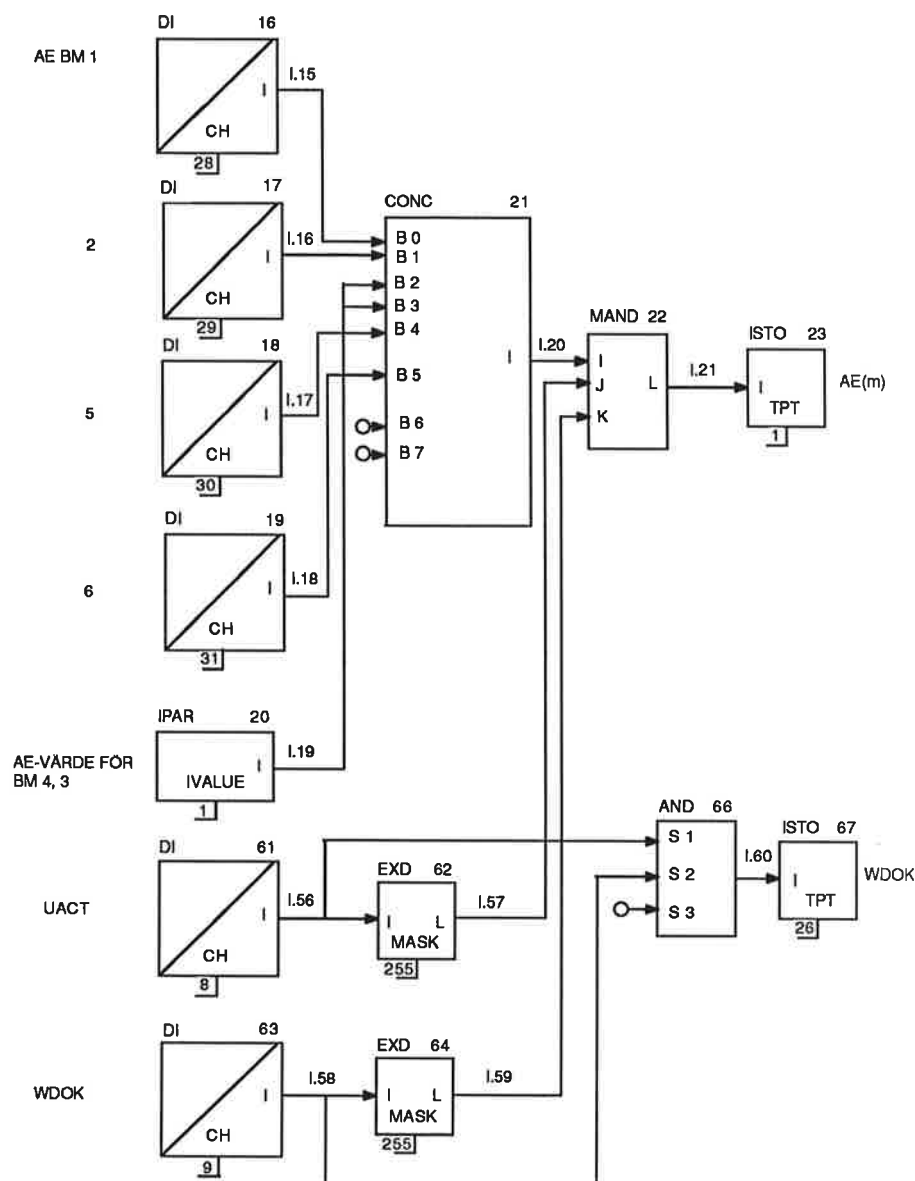
Driftsvarssignalerna (DS BM 1-6) indikerar vilka maskiner som är i drift med motorventilen fullt öppen. Drift ger logisk etta in, logisk nolla betyder 'ej i drift'. Blåsmaskin 3 är inte ansluten, dess ingång är jordad. Detta ger logisk nolla som driftsvar. DI-modulerna läser in signalerna, och CONC-modulen bildar en sammansatt logisk signal DS(m) (I.7 och ITPT.3). Signalen utnyttjas i block 4.

## Driftklarhet för blåsmaskiner



Driftklarsignalerna indikerar vilka maskiner som, enligt maskinisterna, får startas och stoppas av reglerprogrammet. DI- och CONC-modulerna läser in och bildar en sammansatt logisk signal DK(m) (I.14). Längre fram beräknas en signal för intern driftklarhet, DKint(m), som har tagit bort maskiner med startmissar och dylikt. Blåsmaskin 3 är inte ansluten, dess ingång är jordad. Driftklarhet ger logisk etta in, ej driftklar ger logisk nolla.

## Automatik & Extern-signaler, WatchDog och manöverspänning



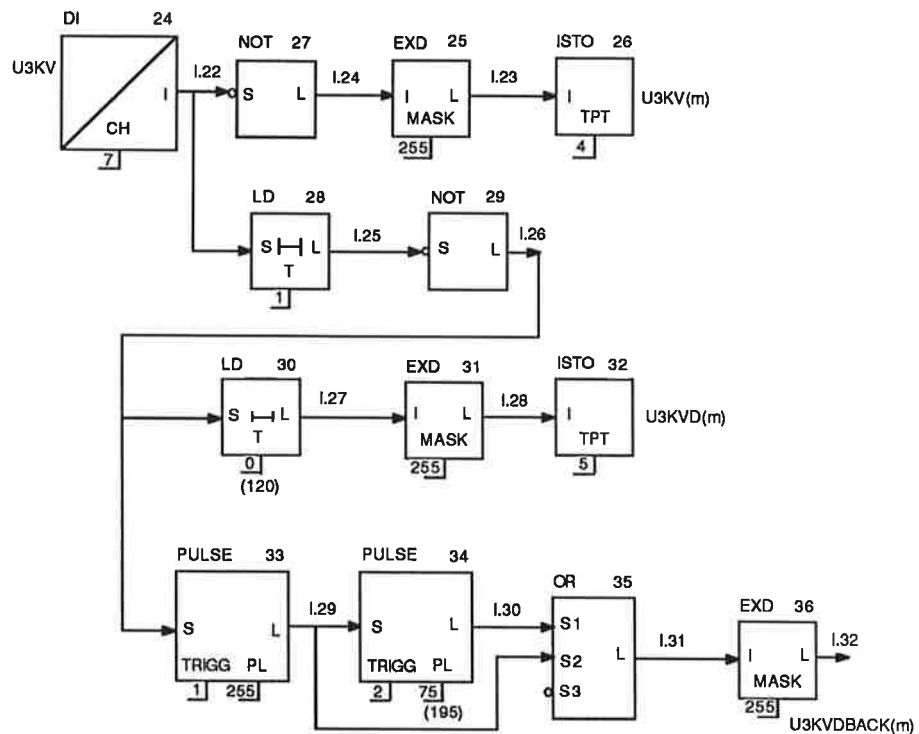
DI-modulerna 16-19 läser in Automatik & Extern-signalerna från ledskene- och diffusorregulatorer. När regulatorn står i läge Automatik & Extern fås en logisk etta som insignal. För att få ett enklare program hanteras BM 3-4 som om de hade regulatorer som alltid var ställda i Automatik & Extern. DI 61 kontrollerar att det finns manöverspänning (UACT) till ställdonsmotorerna, och DI 63 att Novatunens WatchDog inte har löst ut (WDOK). Båda dessa ger i normalfallet logisk etta in.

EXD-modulerna expanderar en logisk etta till en multipel logisk signal med samtliga bitar ettställda, dvs samma som heltalet 255. Av de inlästa signalerna bildas dels 1 multipel logiska signal, dels en vanlig logisk signal, för bland annat transport till andra block. Den första är AE(m) (I.21 och ITPT.1), som visar vilka maskiner som har aktiv ledskene- respektive diffusorreglering. MAND-modulen utför bitvis AND på insignalerna. Med aktiv menas att regulatorn är inkopplad och att det finns manöverspänning till ställdonen. Denna signal kommer senare att användas för att avgöra om tryckregleringen skall

vara aktiv. Att WatchDogsignalen kopplas in just här visade sig vara ett enkelt sätt att stänga av tryckregleringen, och därigenom också all annan reglering. Om  $AE(m)=0$  så kommer heller inga till- eller frånslag av blåsmaskiner att ske.

Vidare bildas en logisk signal (I.60 och ITPT.26) av UACT och WDOK. Denna indikerar att manöverspänning finns till ställdonen och att WatchDog inte har löst ut. Signalen utnyttjas i blocken 21-26, vilka hanterar in- och utläsning av signaler till styrregleringen.

## Övervakning av 3 kV-nätet till blåsmaskiner



DI 24 läser in en logisk *nolla* då blåsmaskinerna har normal spänning. Vid avbrott på 3 kV-nätet läses istället en logisk *etta* in. Signalen inverteras och expanderas till en multipel logisk signal U3KV(m) (I.23 och ITPT.4) vilken används i block 4 för att hantera bortfall av driftsvar från blåsmaskiner. I.23 är således 255 normalt och 0 vid spänningsavbrott.

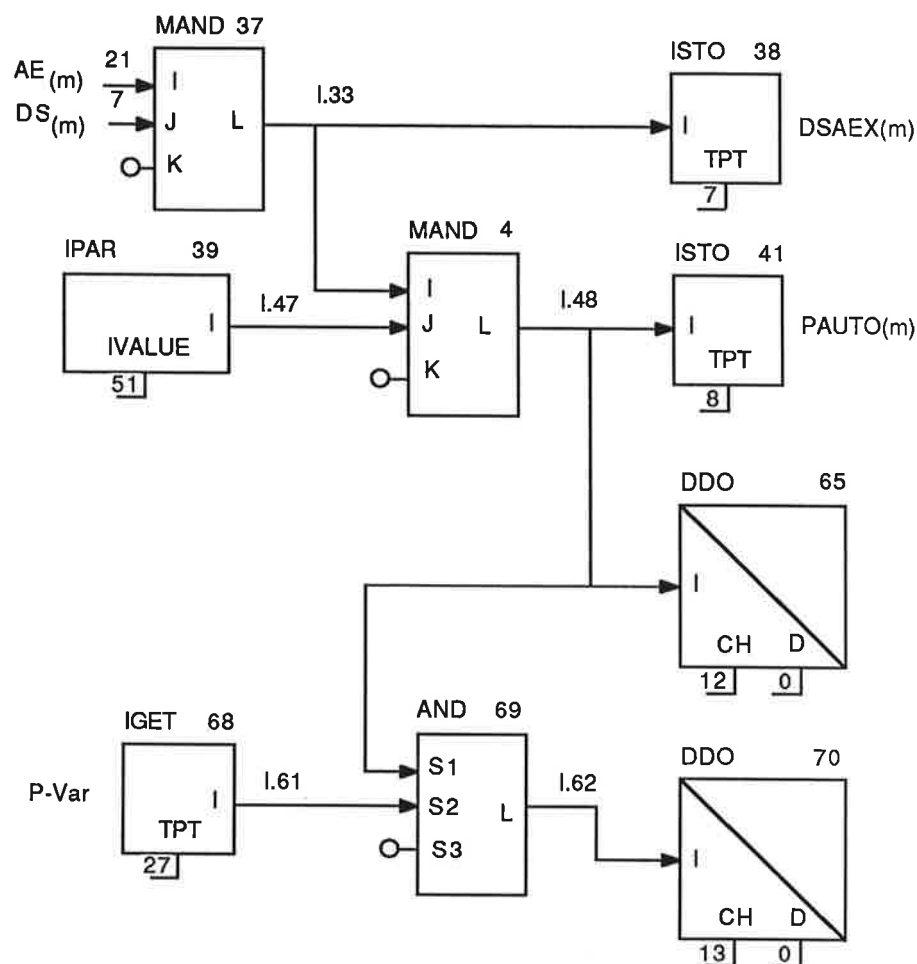
Signalen U3KVD(m) (I.28 och ITPT.5) är normalt 255 och 0 vid spänningsavbrott, men frånslag är fördröjt ett sampel (dvs 1 sekund). Tillslaget är för närvarande ofördröjt men kan i slutversionen vara fördröjt 120 sampel (=120 sekunder). Signalen används i block 4.

Signalen U3KVBACK(m) (I.32) är 255 under de första 330 (255 + 75) sekunderna efter att 3 kV-spänningen har återkommit, annars är den 0. Signalen används för att generera en extra startorder, INTSTART(m), till 2 blåsmaskiner efter ett spänningsavbrott, se avsnitt återstart. Pulsen genereras av de två PULSE-modulerna och OR-modulen. PULSE 33 triggar på positiv flank (1) och PULSE 34 triggar på negativ flank (2), dvs när pulsen tar slut från PULSE 33. Pulsen kan inte göras längre än 255 sampel från var modul, men med hjälp av OR-modulen blir den sammanlagda pulsen av rätt längd. I slutversionen kan pulsen vara 450 sekunder (7.5 minuter), vilket kräver att PULSE 34 genererar sin puls i 195 sekunder.

Denna funktion förutsätter att Novatunen har normal spänningsförsörjning under tiden. I annat fall kommer WatchDog att indikera, vilket stoppar hela programmet.

## 4.4 Logik för tryckreglering, startmissar, återstart

### Logik tryckreglering, samt indikering



För att tryckregleringen skall vara aktiv krävs att det finns maskiner med driftsvar (DS(m)) vars regulator är ställd i Automatik & Extern. I AE(m) ingår test av ställdonsspänning samt WatchDog. Vidare är AE(m)-bitarna för BM3-4 alltid ettställda. Tryckregleringen kan därför bara vara aktiv när villkoren är uppfyllda för minst en av BM1, 2, 5 och 6.

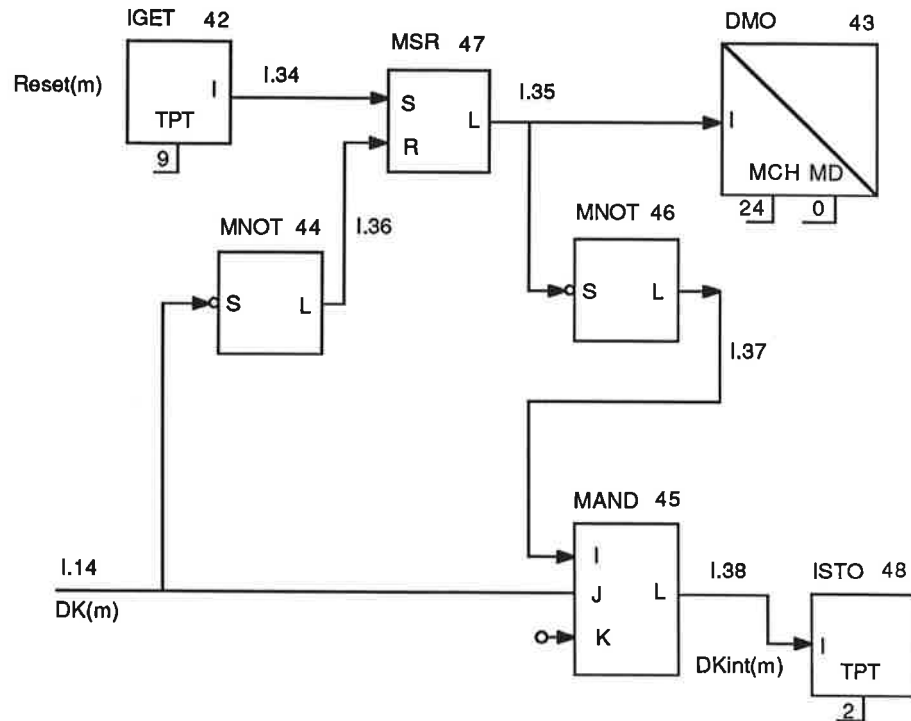
Med MAND 37 beräknas vilka maskiner som har både driftsvar och aktiv regulator, signal DSAEX(m) (I.33 och ITPT.7). Denna signal utnyttjas i block 4. Med MAND 4 och heltalet 51 (bitarna 0, 1, 4 och 5 ettsatta), beräknas vilka av BM1, 2, 5 och 6 som har både driftsvar och aktiv regulator. Denna signal (PAUTO(m), I.48 och ITPT.8) innehåller således information om vilka av blåsmaskinerna som kan bidra till tryckregleringen, men den kan också användas som en enkel logisk signal. Om PAUTO(m) är större än noll så finns det någon maskin som kan utföra tryckregleringen, och den startas då upp. DDO 65 indikerar med en lysdiod på kanal DO.12 att tryckregleringen är aktiv när PAUTO(m) är större än noll.

DDO 70 indikerar på kanal DO.13 att tryckminimeringen är aktiv. Signalen P-var (ITPT.27) kommer från block 6 som samplar var 120:e sekund. Därför grindas signalen med PAUTO(m) i block 1, så att lysdioden för tryck-



minimering slockar samtidigt med lysdioden för tryckreglering. Annars kan tryckminimering indikeras upp till 2 minuter efter att tryckregleringen kopplats bort.

## Startmisshantering, intern driftklarhet

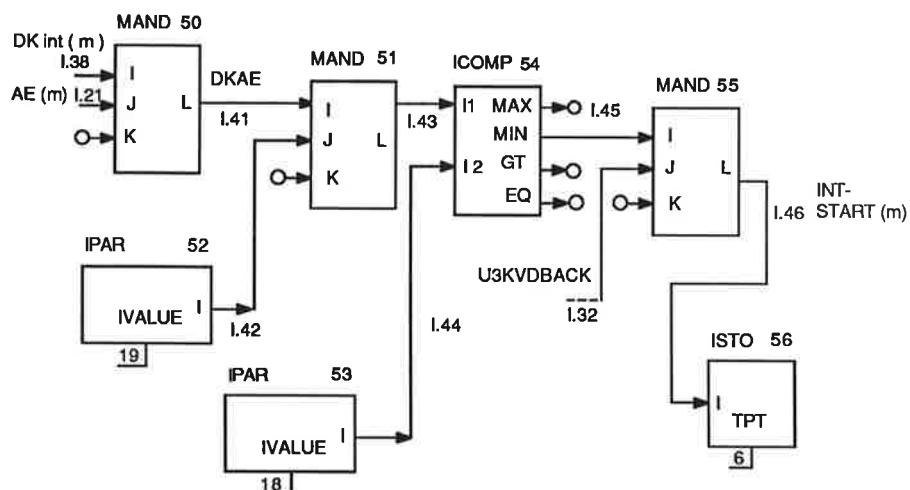


I block 4 detekteras om en blåsmaskin med startorder inte ger driftsvar inom föreskriven tid, samt om en driftklar maskin i drift plötsligt tappar sin driftsvarssignal. Dessa bägge fall tyder på någon felaktighet, som i fortsättningen (ibland felaktigt) enbart kallas för startmiss. Block 4 skickar med signalen Reset(m) (ITPT.9 och I.34) en puls med information om vilken maskin det gäller. För att minnas vilken maskin som krånglar får Reset-signalen sätta en Multipel SR-vippa (bitvis). Dess utsignal skickas ut på kanalerna DO.24-31 (DO.30-31 oanvända).

Den maskin som råkar ut för något av felen måste vara driftklar. Men efter att felet har detekterats kan man inte längre i programmet betrakta maskinen som driftklar. Signalen DK(m) (I.14) visar hur omkopplarna i kontrollrummet är ställda. Via MNOT 46 och MAND 45 används I.35 för att ta bort den felaktiga maskinens driftklarsignal från den interna driftklarsignalen DKint(m) (I.38 och ITPT.2). Så länge någon bit i signal I.35 är ettställd så kommer motsvarande maskin att internt betraktas som 'icke driftklar'.

För att häva blockeringen måste maskinen kopplas om till 'icke driftklar'. Efter eventuell åtgärd kan den sedan göras driftklar igen. Reset-ingången till MSR-vippan använder den (bitvis) inverterade signalen DK(m). Sålunda kan endast driftklara maskiner få en startmissindikering.

## Återstart efter 3 kV-avbrott



Efter ett avbrott på 3 kV-nätet kommer Novatunen att ställa ut en startorder till högst 2 av blåsmaskinerna 1, 2 och 5 under 330 sekunder. Denna funktion utnyttjar signal U3KVDBACK (I.32). MAND 50 beräknar vilka maskiner som är driftklara med regulatorer i Automatik & Extern. MAND 51 sorterar ut de önskade maskinerna (bit 0, 1 och 4 ettsatta ger 19). Om alla 3 maskinerna finns med så blir I.43 = 19. Genom att välja det minsta talet av 18 och I.43 kommer högst två blåsmaskiner att få extra startorder med signalen INTSTART(m) (I.46 och ITPT.6). Själva startordern till blåsmaskinerna ställs ut från block 5.

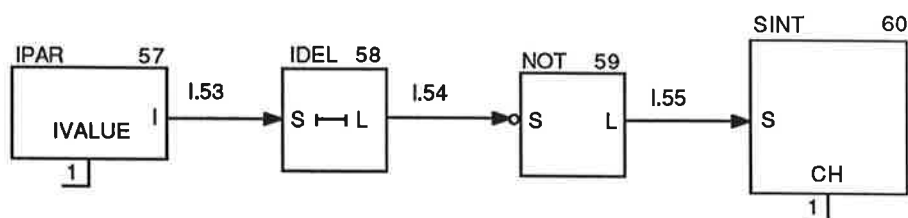
Möjliga värden på signal I.43.

0	—	
1	BM1	tillåtet
2	BM2	tillåtet
3	BM1 + 2	önskvärt
16	BM5	tillåtet
17	BM1 + 5	önskvärt
18	BM2 + 5	önskvärt
19	BM1 + 2 + 5	ej tillåtet

Denna funktion förutsätter att Novatunen har normal spänningsförsörjning under tiden. I annat fall kommer WatchDog att indikera, vilket stoppar hela programmet.

## 4.5 Aktivering

### Aktivering av block 2



Block 2 hanterar rotation av blåsmaskinernas prioriteter. Vid programstart måste block 2 initialiseras så att prioriteternas startvärden hamnar rätt. Initialiseringen aktiveras av modulerna 57-60 i block 1.

## 4.6 Block 2

Block 2 hanterar rotation av blåsmaskinernas prioriteter. Därigenom kommer maskinerna att omväxlande vara först på tur för till- eller frånslag. Varje gång blocket exekveras skiftas de fyra högst prioriterade blåsmaskinerna om i prioritetslistan. De två lägst prioriterade maskinerna, BM4 och BM3, ligger däremot på fixa platser i listan.

Vid programstart kommer en aktiveringspuls från block 1, se ovan. Sedan kommer en puls varje gång en blåsmaskin startat, då från block 4.

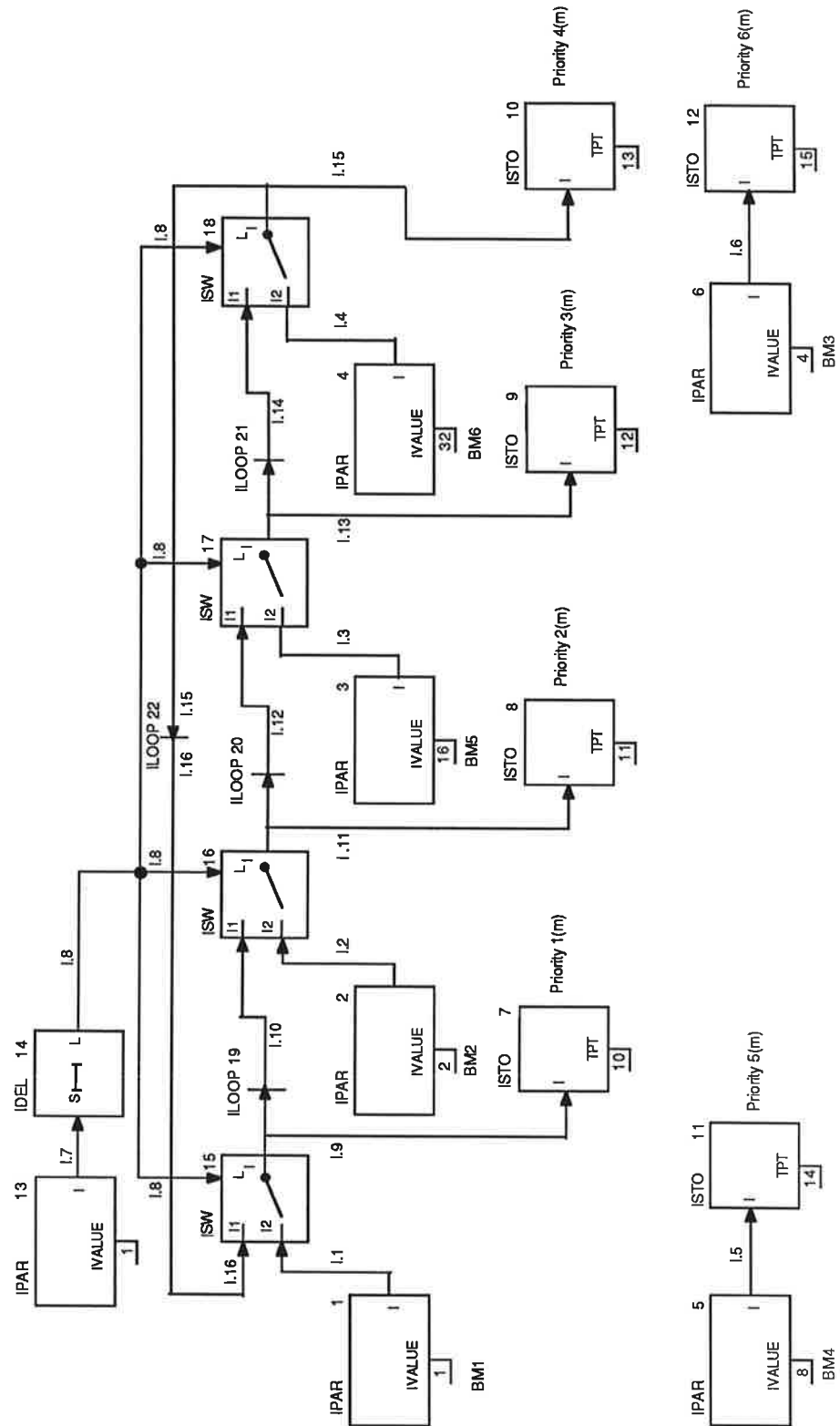
### Blockdata

Type: SC1 (internt avbrott)

Period: 1 (varje avbrottpuls)

Priority: 9

## Rotation av blåsmaskinprioritet



De olika blåsmaskinerna representeras av heltal, vilka cirkulerar runt genom modulerna 15-22. Normalt är signal I.8 sann, vilket betyder att insignalen till den övre ingången till ISW-modulerna skickas ut som utsignal. ILOOP-modulen fördröjer sedan signalen en exekvering innan den blir insignal till nästa ISW-modul. Aktivering kommer varje gång block 4 har startat en blås-

maskin.

Första exekveringen är däremot signal I.8 falsk, och då kommer istället signalerna från IPAR-modulerna 1-4 att bli utsignaler från ISW-modulerna. Detta gäller bara vid första aktiveringen, som görs av block 1.

Priority 1(m) har högst prioritet för start och Priority 6(m) har högst prioritet för stopp. De olika prioriteterna transporteras på kanalerna ITPT.10-15 till block 4.

## 4.7 Block 4

Block 4 hanterar sekvensstyrningen för till- och frånslag. Begäran om till- eller frånslag kommer från block 7. Blocket väljer sedan ut den start- respektive stopp-klara maskinen med högst prioritet för att verkställa ordern. Blocket hanterar även feldetektering vad gäller startmissar och andra typer av bortfall hos blåsmaskiner.

Blocket läser in ett antal logiska signaler för att avgöra vilka maskiner som kan startas respektive stoppas. Vidare finns villkor på manifoldtrycket, ledskenelägen, 3 kV-nätet till blåsmaskinerna samt antalet blåsmaskiner i drift. Inför till- och frånslag kontrolleras att den utvalda maskinen förblir tillgänglig för till- respektive frånslag. Vidare kontrolleras att maskinen verkligen stannat respektive startat.

Block 4 tar emot startorder (RQ-start) respektive stopporder (RQ-stop) från block 7. Efter ett tillslag skickas en aktiveringssignal (SC1) till block 2, samt en blockeringsignal No-Start till block 7. Efter ett frånslag skickas signalen No-Stop till block 7.

Blocket ställer även ut indikerings signaler för att visa status för sekvensen. T ex visas när till- eller frånslag pågår eller när ett önskat till- eller frånslag inte kan genomföras.

Nedan följer en detaljerad beskrivning av programkoden i block 4.

### Blockdata

Type: Time (klockavbrott)

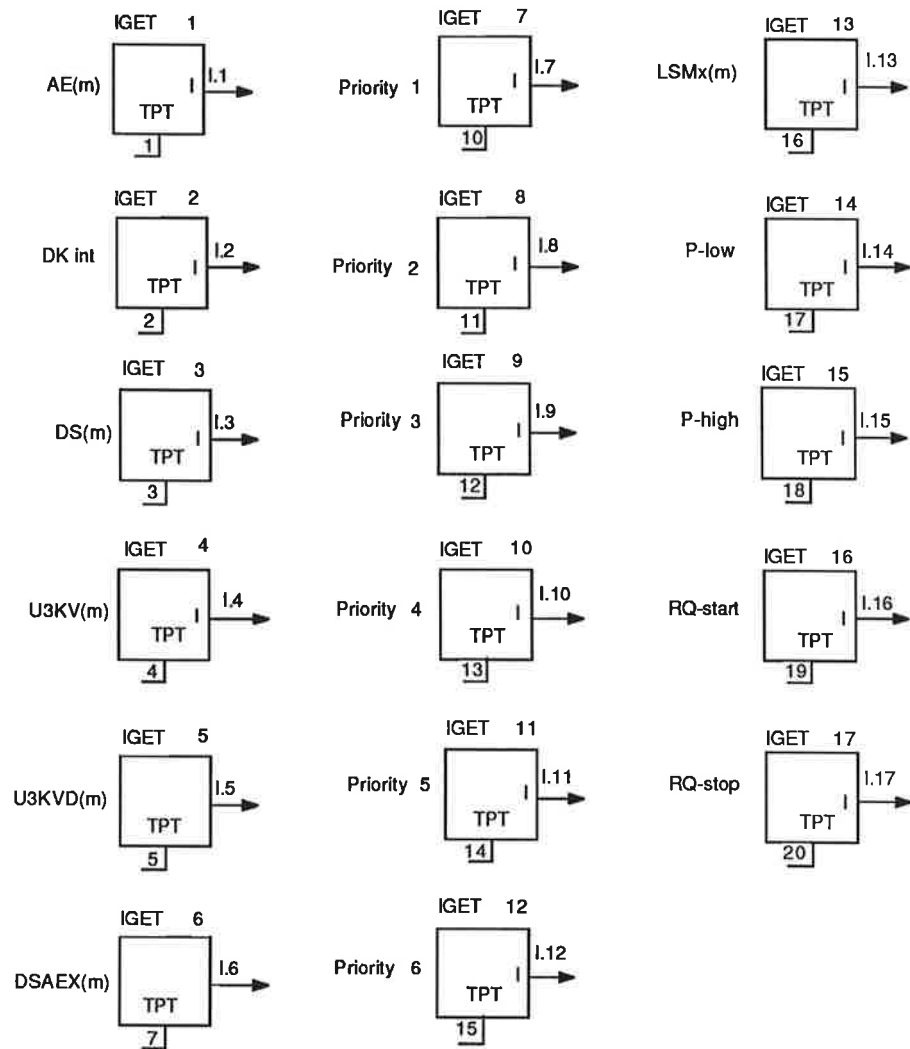
Period: 200 (= 10 s samplingsintervall)

Priority: 4

### Sekvensnätet i översikt

Sekvensnätet befinner sig normalt i ett väntetillstånd benämnt *sWait*. Det finns 3 tillstånd i startsekvensen, *sOn1*, *sOn2* och *sOn3*. *sOn1* drar ner ledskenorna till minläge, *sOn2* ger själva startordern och sedan väntar programmet 5 minuter i *sOn3* innan det kommer tillbaka till *sWait*. Det finns 3 tillstånd i stoppsekvensen också, *sOff1*, *sOff2* och *sOff3*. *sOff1* ger stoppordern, dvs tar bort startordern. Sedan väntar programmet först 5 minuter i *sOff2*, därefter 10 minuter i *sOff3* innan det kommer tillbaka till *sWait*. Vidare finns 2 tillstånd, *sStartF* och *sStopF*, som passeras vid time-out i start- respektive stoppsekvensen. Den utvalda maskinen blir då satt som icke driftklar, vilket hanteras i block 1. Både start- och stoppsekvenserna kan avbrytas, och programmet återgår då till väntetillståndet *sWait*.

## Inläsning av logiska signaler

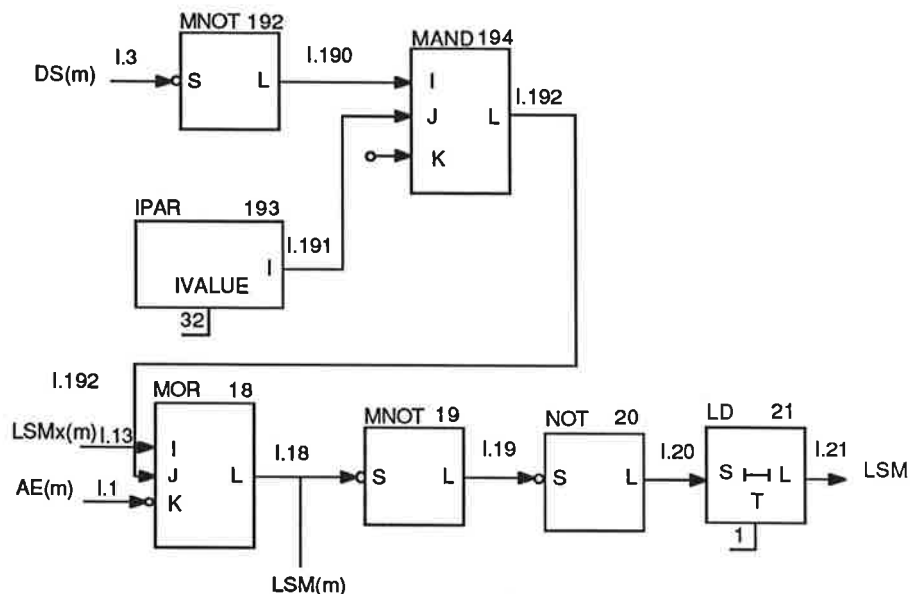


Från block 1 läses Automatik & Extern-signal (I.1 och ITPT.1), intern driftk-larsignal (I.2 och ITPT.2), driftsvar från blåsmaskiner (I.3 och ITPT.3), status för 3 kV-nätet, där U3KV(m) är 255 då spänning finns och 0 annars, U3KVD har tillslaget fördröjt 1 sekund, samt signalen DSAEX(m) (I.6 och ITPT.7).

Från block 2 kommer prioritetsordningen för blåsmaskinerna till signaler-na I.7-I.12. Signal I.13, LSMx(m), som kommer från block 3, är bitvis ettställd när ledskenorna är mindre än 10 % öppna. När alla ledskenor är strypta är dess värde 255 (alla bitar ettställda). P-low, I.14, indikerar att manifoldtrycket är lägre än 0.62 Bar, och P-high, I.15, att trycket är större än 0.68 Bar.

RQ-start, I.16, respektive RQ-stop, I.17, är ettställda då block 7 begär start respektive stopp av en kompressor.

## Beräkning av LSM



Signal I.21, LSM, ingår som ett villkor i tillslagssekvensen. Väsentligen indikerar signalen att alla ledskenor och diffusorer är strypta (< 10 % öppna). Undantag görs när respektive regulator ej står läge Auto & Extern, samt för blåsmaskin 6 då den inte är i drift. I dessa fall kan ställdonet inte manövreras.

Signal I.13, LSMx(m), är bitvis ettställd då motsvarande ledskena/diffusor är mindre än 10 % öppen. Icke existerande ledskenor betraktas som strypta.

För blåsmaskin 6 gäller att diffusorn måste stå i stängt läge innan maskinen startar, men diffusorn kan samtidigt inte flyttas utan att en startorder har getts till maskinen. Därför skall diffusorvillkoret endast ingå när maskinen har driftsvar. Signal I.192 är noll utom när BM6 saknar driftsvar, då bit 5 är ettställd.

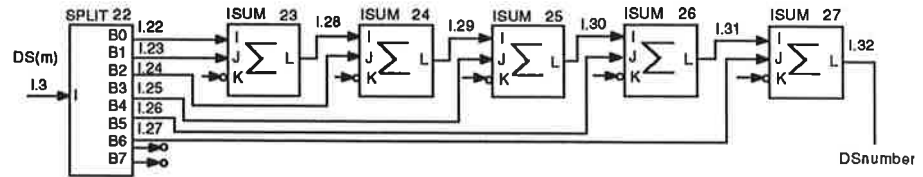
För att I.21 skall vara sann krävs att alla bitar i I.18, LSM(m), är ettställda. För I.18 gäller följande villkor,

$$LSM(m) = LSMx(m) + \overline{AE(m)} + \overline{DS_6(m)}$$

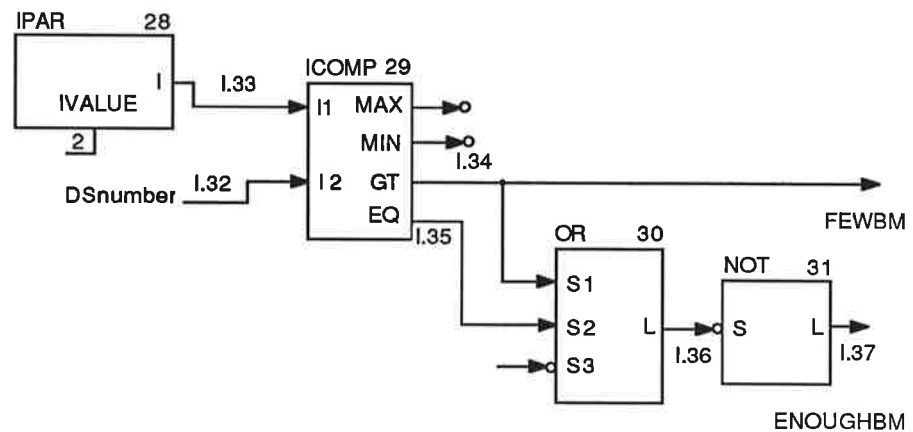
dvs att bitarna i LSM är ettställda antingen diffusorn/ledskenan är strypt (LSMx) eller dess regulator avstängd ( $\overline{AE(m)}$ ) eller för bit 5, att BM6 står stilla.



## Beräkning av FEWBM, ENOUGHBM



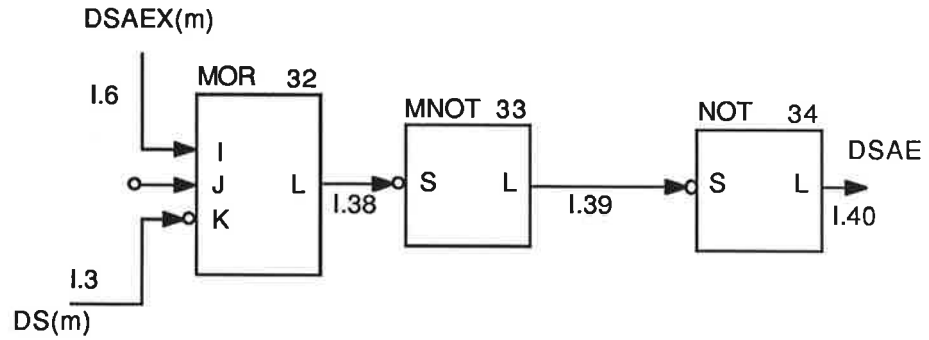
Först summeras antalet maskiner med driftsvar och resultatet finns i signal I.32, DSnumber.



FEWBM, I.34, är sann då färre än 2 maskiner är i drift. Detta medför att en maskin kommer att startas utan att block 7 kommer med en startbegäran, RQ-start.

ENOUGHBM, I.37, är sann då minst 3 maskiner är i drift. ENOUGHBM måste vara sann för att en maskin skall få stoppas, tex då block 7 skickar signalen RQ-stop.

## Beräkning av DSAE



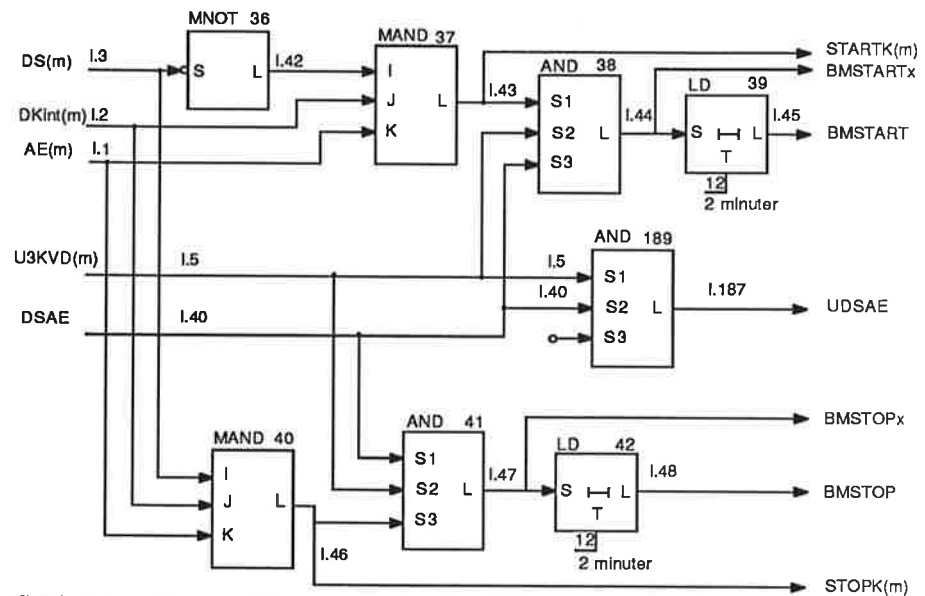
DSAE, I.40, indikerar att ingen maskin är i drift utan att ha sin ledsken- respektive diffusorregulator i Auto & Extern. DSAEx(m), I.6, är bitvis sann för de maskiner som har både driftsvar och aktiv regulator. Till detta läggs bitarna från de maskiner som saknar driftsvar, vilket ger signal I.38. Icke existerande blåsmaskiner har driftsvaret noll, vilket betyder att de bidrar med ettor i signal I.38. Om någon bit i I.38 är noll, så finns det en blåsmaskin i drift utan att dess regulator står i läge Auto & Extern, och då blir även I.40, DSAE, noll.

DSAE kan beskrivas med det logiska uttrycket

$$DSAE = \prod_i (DS_i \cdot AE_i + \overline{DS_i})$$

där index  $i$  betyder alla blåsmaskiner.

## Beräkning av BMSTART och BMSTOP



BMSTART, I.45, indikerar att det är tillåtet att starta en maskin och BMSTOP, I.48, att det är tillåtet att stoppa en maskin. Bägge dessa signaler innehåller en tillslagsfördröjning på 2 minuter. Signalerna BMSTARTx, I.44, och BMSTOPx, I.47, som saknar denna fördröjning, används mest för indikeringar.

Signalen STARTK(m), I.43, visar vilka maskiner som kan startas, ty dessa saknar driftsvar DS(m), är internt driftklara DKint(m), samt har sin regulator i läge Auto & Extern, AE(m). Detta kan skrivas

$$STARTK = \overline{DS} \cdot DKint \cdot AE$$

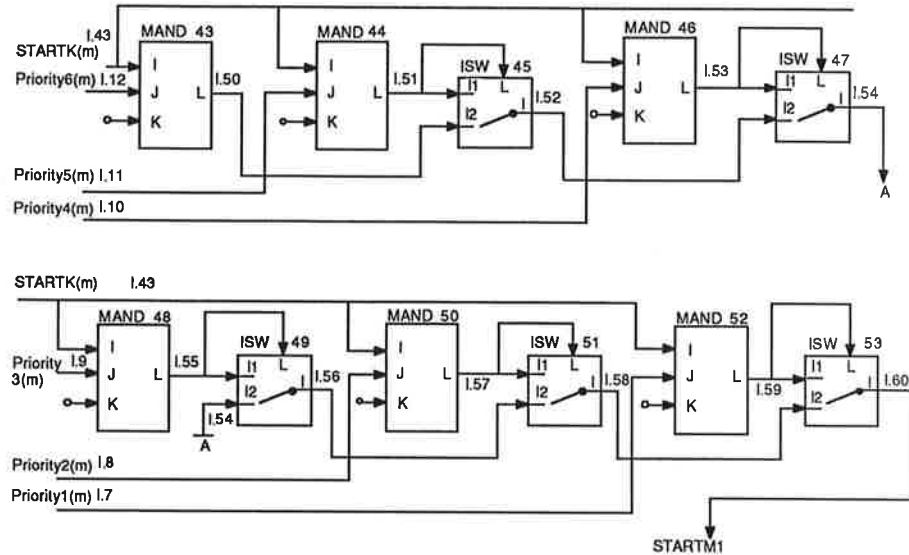
På samma sätt visar signal I.46, STOPK(m), vilka maskiner som kan stoppas, de skall bara ha driftsvar DS(m) istället, dvs

$$STOPK = DS \cdot DKint \cdot AE$$

STARTK och STOPK visar bara villkoren för de enskilda maskinerna. För att start och stopp skall vara tillåtet måste dessutom 3 kV-nätet ha spänning, U3KVD, och samtliga maskiner i drift ha aktiv regulator, DSAE. Då dessa bägge villkor har multiplicerats med STARTK respektive STOPK, erhålls de bägge ofördröjda signalerna BMSTARTx och BMSTOPx.

Dessutom beräknas produkten av U3KVD- och DSAE-signalerna, som lagras i signal I.187, UDSAE. Denna signal blir noll då 3 kV-nätet faller ur eller när någon maskin är i drift utan att ha sin regulator i läge Auto & Extern. När UDSAE blir noll så avbryts start- och stoppsekvenserna.

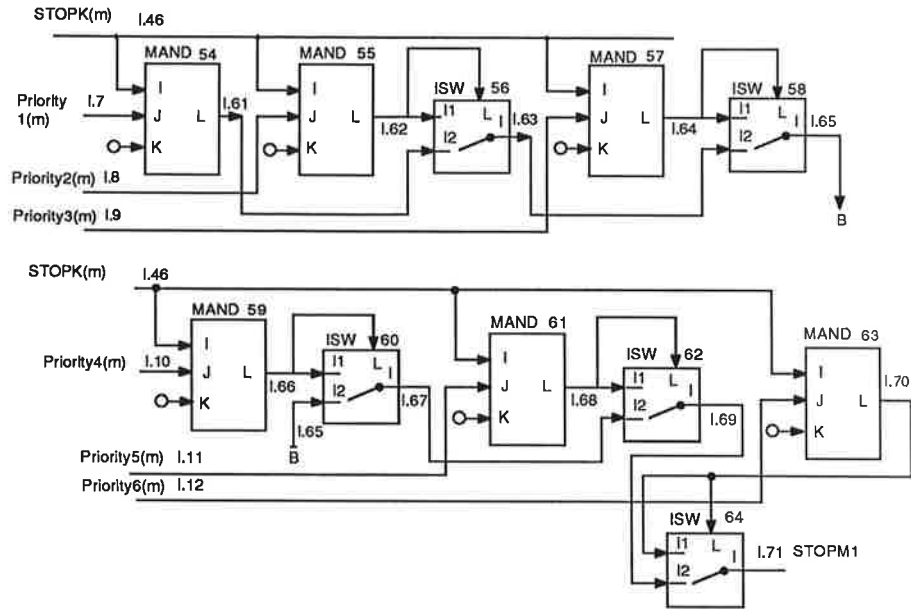
## Beräkning av startklar maskin med högst prioritet



Signal I.43, STARTK(m), kan ha flera bitar ettställda, men endast en maskin i taget skall startas. STARTM1, I.60, har högst en bit ettställd, och denna bit visar vilken maskin som kan och möjligen kommer att startas vid nästa startbegäran från block 7.

Om maskinen med högst startprioritet, Priority1(m) eller I.7, finns med i STARTK(m) så kommer signal I.59 att vara lika med I.7. Väljaren ISW-53 kommer då att låta signal I.59 bli STARTM1. Om däremot Priority1(m) inte finns med i STARTK(m) kommer istället signal I.58 att bli STARTM1. I.58 har på motsvarande sätt testat om Priority2(m) finns med i STARTK(m), osv. Endast om STARTK(m) är noll, dvs ingen maskin startklar, kommer STARTM1 att vara noll.

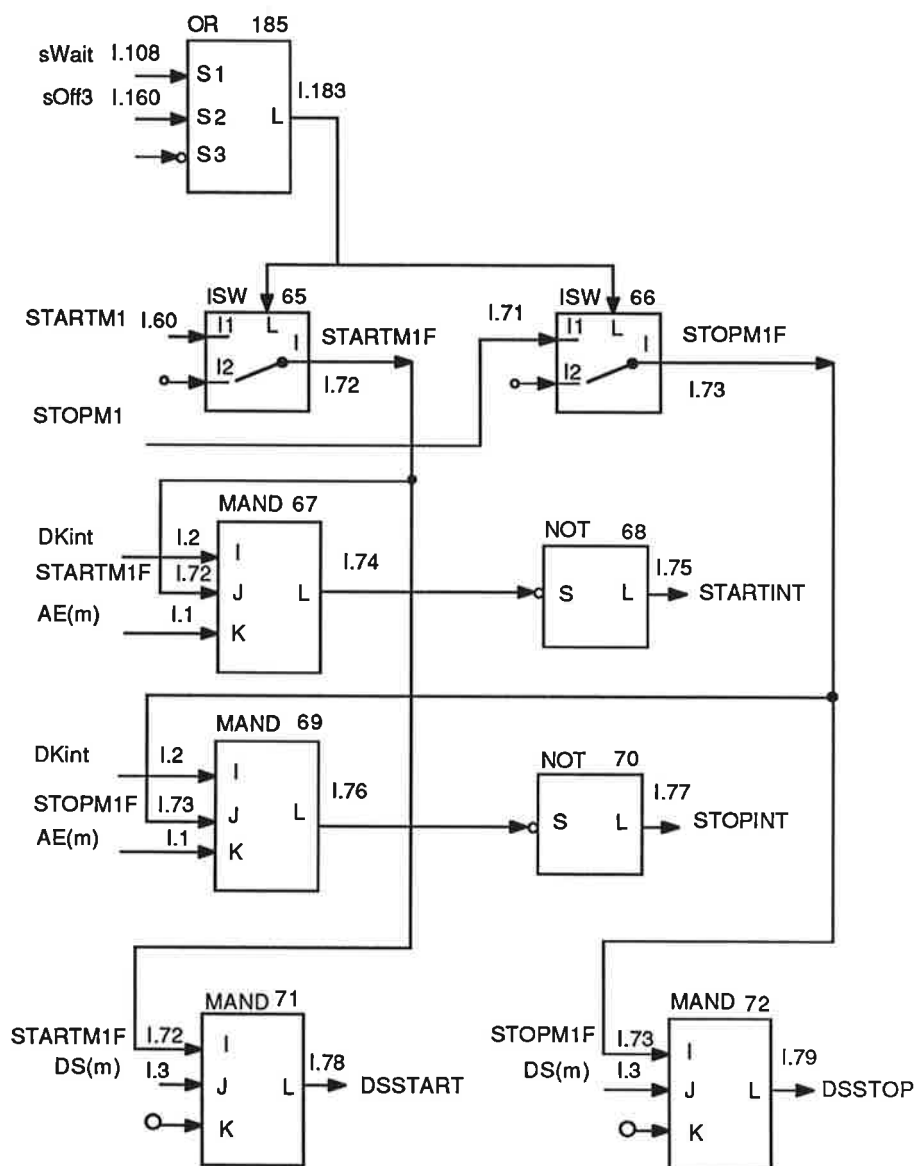
## Beräkning av stoppklar maskin med högst prioritet



Signal I.46, STOPK(m), kan ha flera bitar ettställda, men endast en maskin i taget skall stoppas. STOPM1, I.71, har högst en bit ettställd, och denna bit visar vilken maskin som kan och möjligen kommer att stoppas vid nästa stoppbegäran från block 7.

Prioritetsordningen är omvänd för stopp jämfört med start. Om maskinen med högst stopp-prioritet, Priority6(m) eller I.12, finns med i STOPK(m) så kommer signal I.70 att vara lika med I.12. Väljaren ISW-64 kommer då att låta signal I.70 bli STOPM1. Om däremot Priority6(m) inte finns med i STOPK(m) kommer istället signal I.69 att bli STOPM1. I.69 har på motsvarande sätt testat om Priority5(m) finns med i STOPK(m), osv. Endast om STOPK(m) är noll, dvs ingen maskin stoppklar, kommer STOPM1 att vara noll.

## Frysning och kontroll av start- och stoppklar maskin



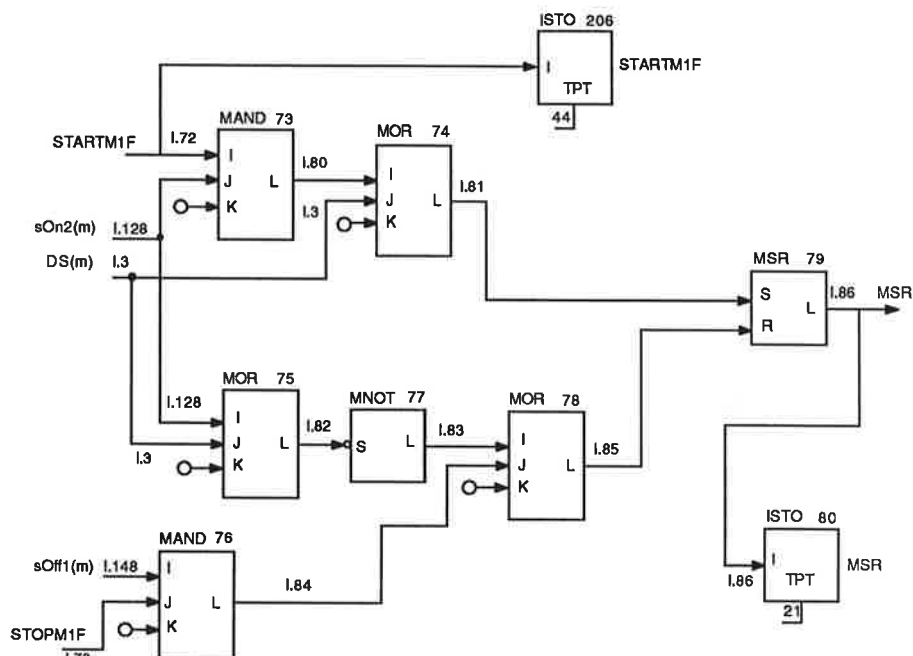
Signalerna STARTM1 och STOPM1 kan ändras om man ändrar driftklarhet eller regulatorns läge för någon av blåsmaskinerna. Under pågående start eller stoppförlopp vill man däremot att sådana signaler hålls konstanta. Detta görs genom att använda *frysta* versioner av signalerna, STARTM1F (eller I.72) respektive STOPM1F (eller I.73). Dessa båda signaler uppdateras när sekvensen befinner sig i tillstånden sWait, I.108, som är det normala väntetillståndet, samt i tillståndet sOff3, I.160, som är ett väntetillstånd efter frånslag. När sekvensnätet befinner sig i ett annat tillstånd är STARTM1F och STOPM1F *frysta*, dvs behåller sitt senaste värde.

Vidare kontrolleras att de av signalerna STARTM1F och STOPM1F utvalda maskinerna förblir driftklara, DKint(m), och med regulatorer i Auto & Extern, AE(m). Om så inte är fallet kan den utvalda maskinen inte längre startas eller stoppas. Detta indikeras med signalerna STARTINT, I.75, respektive STOPINT, I.77. Dessa båda signaler avbryter en pågående start- eller stoppsekvens.

Observera att driftsvaret DS(m), I.3, inte får ingå i villkoren för START-INT eller STOPINT, ty detta ändras under sekvensen. Likaså kan inte BM-START, I.45, eller BMSTOP, I.48, ingå i villkoren, eftersom dessa innehåller DS-signalen.

STARTM1F och STOPM1F jämförs till sist även med driftsvaret DS(m). DSSTART, I.78, blir sann när driftsvaret kommer från den utvalda maskinen, och utgör kvittering för ett av starttillstånden. På motsvarande sätt är DSSTOP sann så länge driftsvaret finns kvar för den utvalda maskinen, men när signalen blir falsk så har maskinen stannat. Detta kvitterar ett av stopptillstånden.

## Beräkning av MSR



MSR, I.86 och ITPT.21, utgör i princip startorder till blåsmaskinerna. Den skickas vidare till block 5, som ställer ut den verkliga startordern.

MSR-signalen genereras av en multipel Set-Reset vippa. Observera att reset-signalen dominerar över set-signalen. Set-signalen till vippan utgörs av dels driftsvaret DS(m), dels STARTM1F, men den senare finns bara med när sekvensen befinner sig i tillståndet *sOn2*, dvs vid själva tillslaget. STARTM1F pekar på en maskin som saknar driftsvar. Detta kan skrivas

$$S = DS + sOn2 \cdot STARTM1F$$

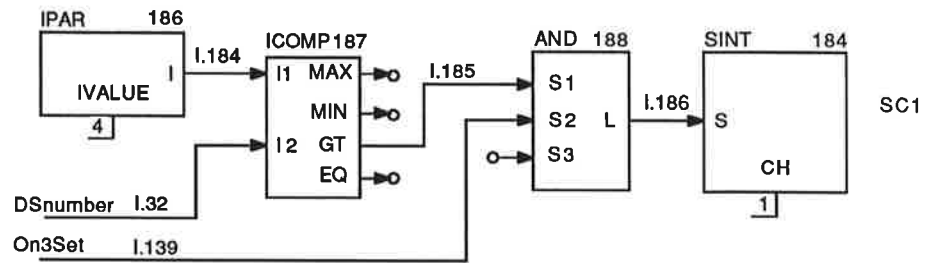
Reset-signalen utgörs normalt av ett inverterat driftsvar,  $\overline{DS(m)}$ , men i tillståndet *sOn2* måste reset-signalen vara noll eftersom den annars blockerar startordern. Signal I.83 är nollställd i tillstånd *sOn2*. I tillståndet *sOff1*, dvs vid själva frånslaget, skall STOPM1F finnas med i reset-signalen för att ta bort startordern. Detta kan skrivas

$$\begin{aligned} R &= \overline{DS} \cdot \overline{sOn2} + sOff1 \cdot STOPM1F \\ &= \overline{DS + sOn2} + sOff1 \cdot STOPM1F \end{aligned}$$

STARTM1F lagras i ITPT.44 för transport till block 7. Detta block behöver veta vilken maskin som kommer att starta vid ett eventuellt tillslag.

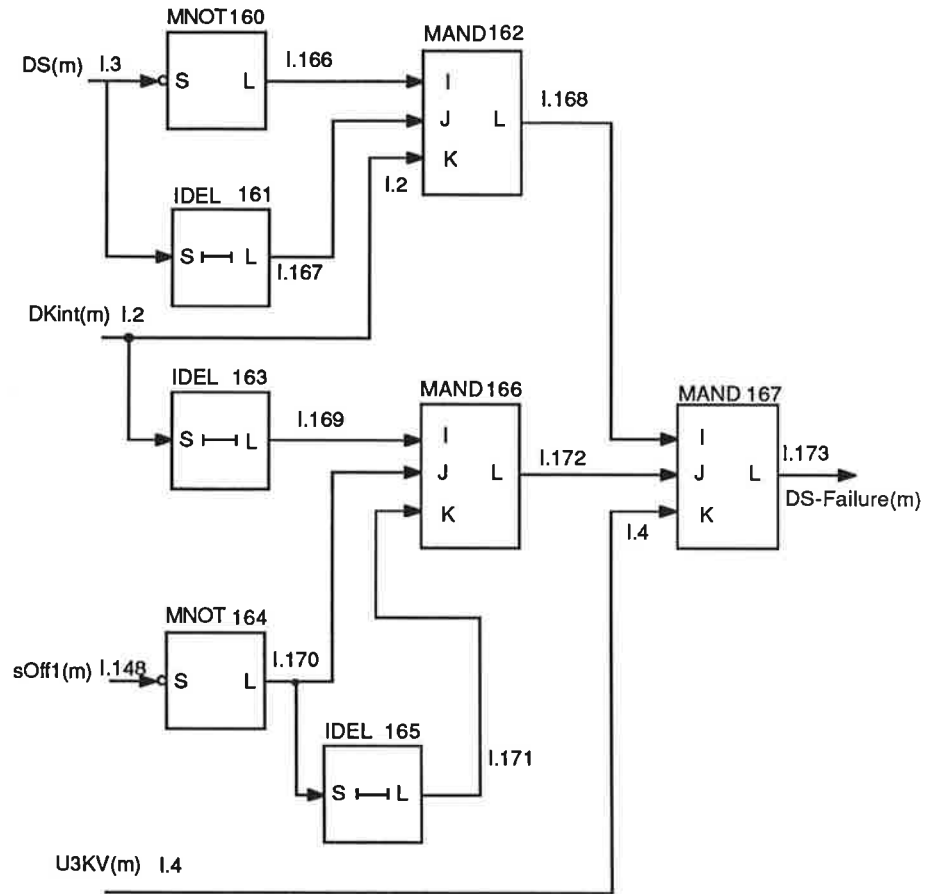


## Triggersignal till block 2



Block 2, som hanterar rotation av prioriteter för blåsmaskinerna, aktiveras internt via avbrottskanalen SC1. SC1 får en puls när tillståndet *sOn3* just skall sättas med signalen On3Set, I.139, men endast om det är färre än 4 blåsmaskiner i drift *efter* tillslaget.

## Detektion av DS-bortfall



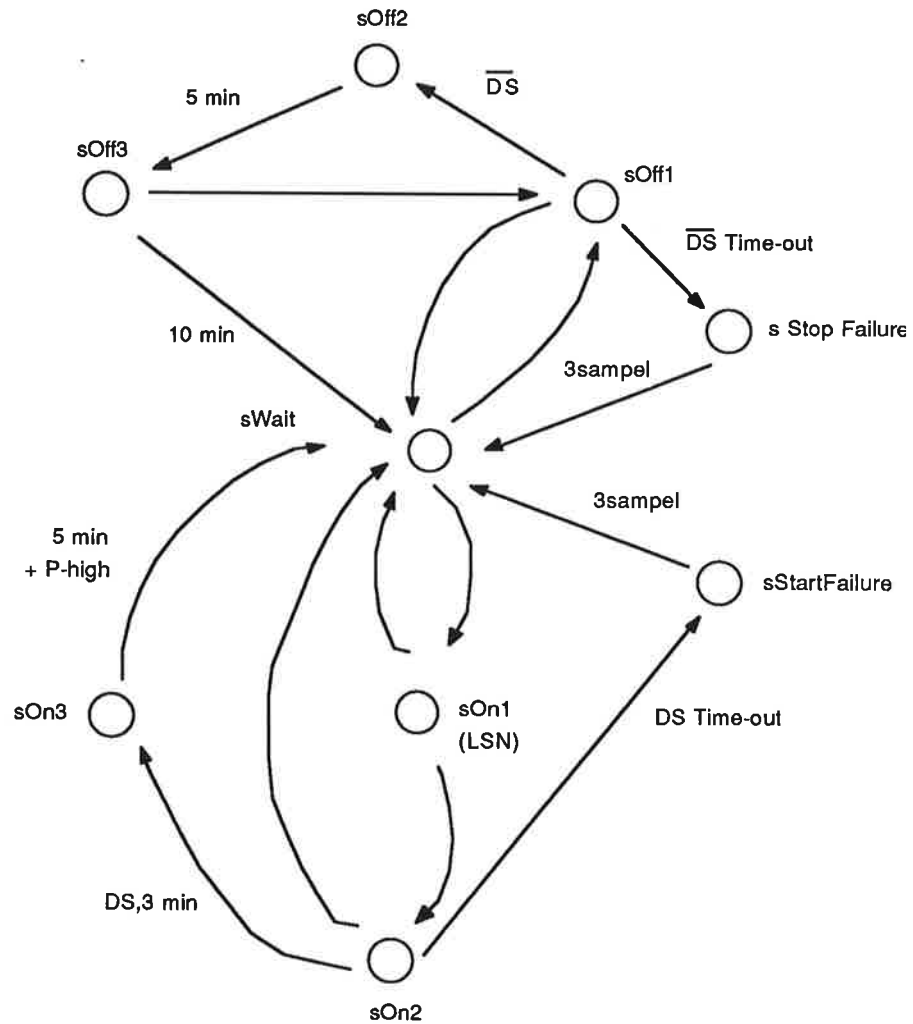
Denna del i programmet detekterar om en blåsmaskin stannar på grund av något (förmodat) maskinfel. För varje maskin testas att den är driftklar (DK) 2 samplar i rad, att sekvensen inte befinner sig i frånslagsläget *sOff1* under dessa 2 samplar och att driftsvaret (DS) ändras från sant till falskt. Vidare måste 3 kV-nätet ha varit intakt. I så fall har driftsvaret försvunnit på ett sätt som troligtvis beror på något maskinfel, ty om maskinen är driftklar och man inte håller på med något frånslag och spänning finns till motorn, så skall den normalt inte stanna.

Testen kan skrivas som ett logiskt uttryck för varje maskin,

$$DS - Failure = \overline{DS}_t \cdot DS_{t-1} \cdot DK_t \cdot DK_{t-1} \cdot \overline{sOff1}_t \cdot \overline{sOff1}_{t-1} \cdot U3KV$$

där index  $t$  betyder nuvarande samplar och  $t - 1$  föregående. IDEL-modulerna ger fördröjning 1 samplar.

## Sekvensnätet



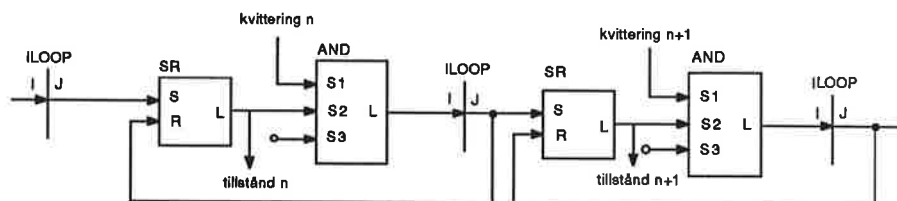
I ovanstående figur visas vilka tillståndsövergångar som är möjliga i nätet.

Sekvensnätet befinner sig normalt i ett väntetillstånd benämnt *sWait*. Det finns 3 tillstånd i startsekvensen, *sOn1*, *sOn2* och *sOn3*. *sOn1* drar ner ledskenorna till minläge, *sOn2* ger själva startordern och sedan väntar programmet 5 minuter i *sOn3* innan det kommer tillbaka till *sWait*. Startsekvensen kan avbrytas om tex den för start utvalda maskinen inte förblir driftklar. Programmet återgår då till väntetillståndet *sWait*.

Det finns 3 tillstånd i stoppsekvensen också, *sOff1*, *sOff2* och *sOff3*. *sOff1* ger stoppordern, dvs tar bort startordern. Sedan väntar programmet först 5 minuter i *sOff2*, därefter 10 minuter i *sOff3* innan det kommer tillbaka till *sWait*. Från *sOff3* kan programmet gå direkt till *sOff1* utan att passera *sWait*.

Vidare finns 2 tillstånd, *sStartF* och *sStopF*, som passeras vid time-out i start- respektive stoppsekvensen. Den utvalda maskinen har då inte startat respektive stoppat inom ett angivet tidsintervall, och blir då satt som icke driftklar, vilket hanteras i block 1.

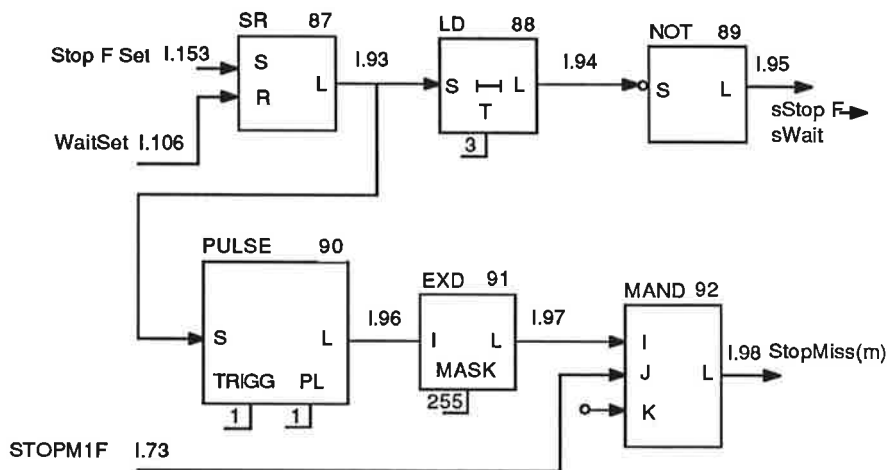
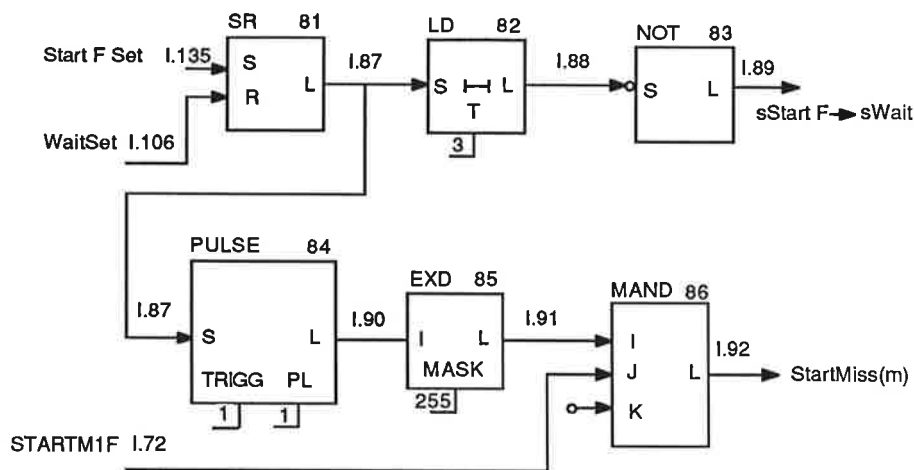
## Realisering av ett sekvensnät



Sekvensnätet realiseras med hjälp av SR-vippor på det sätt som visas i blockschemat ovan. Då programmet befinner sig i tillstånd  $n$ , så ger detta upphov till någon 'utsignal' från programmet. När denna utsignal har gjort tillräckligt stor verkan, tex dragit ner ledskenor till minläget, så kommer en kvitteringssignal. Tillståndet och kvitteringen (via AND-modulen) skickas in på en ILOOP-modul som fördröjer signalen ett samplingsintervall. Ett intervall senare kommer denna signal att dels påverka Set-ingången på efterföljande SR-vippa, så att tillstånd  $n + 1$  blir sant, dels att göra Reset på SR-vippan för tillstånd  $n$ . När kvitteringen för tillstånd  $n + 1$  kommer så fortsätter sekvensen till nästa tillstånd osv.

I Novatune gäller det att utsignalen från AND-modulen inte får kopplas direkt till SR-vippans Reset-ingång, utan den måste passera en ILOOP-modul. Av två skäl låter jag även Set-signalen till nästa SR-vippa passera en ILOOP-modul. Dels är sekvensnätet cykliskt, vilket betyder att man framför minst en SR-vippa måste lägga in en ILOOP före Set-ingången. Vidare beräknas logiska uttryck av de olika tillstånden, vilka ingår i kvitteringssignalerna. För att undvika eventuella problem med dessa kvitteringssignaler har jag valt att lägga en ILOOP-modul före alla SR-vippor.

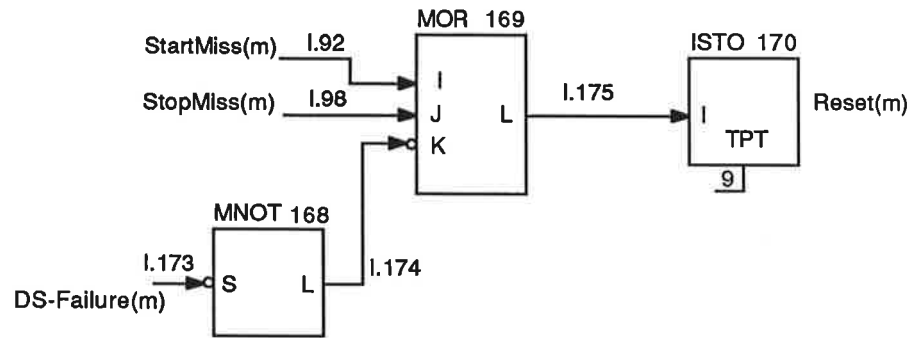
## StartFailure och StopFailure



Blockschemat visar hanteringen av en start- respektive stoppmiss. StartFSet-signalen (I.135) kommer från tillståndet *sOn2* om inte driftsvar har kommit från den utvalda maskinen inom ett angivet tidsintervall. Efter 3 samplingsintervall genereras signalen *sStartF* → *sWait* som ger övergång till *sWait*. Under tiden genererar PULSE-modulen en puls under ett samplingsintervall. Via EXD- och AND-modulen blir resultatet att StartMiss(m) (I.92) är lika med STARTM1F under pulsen.

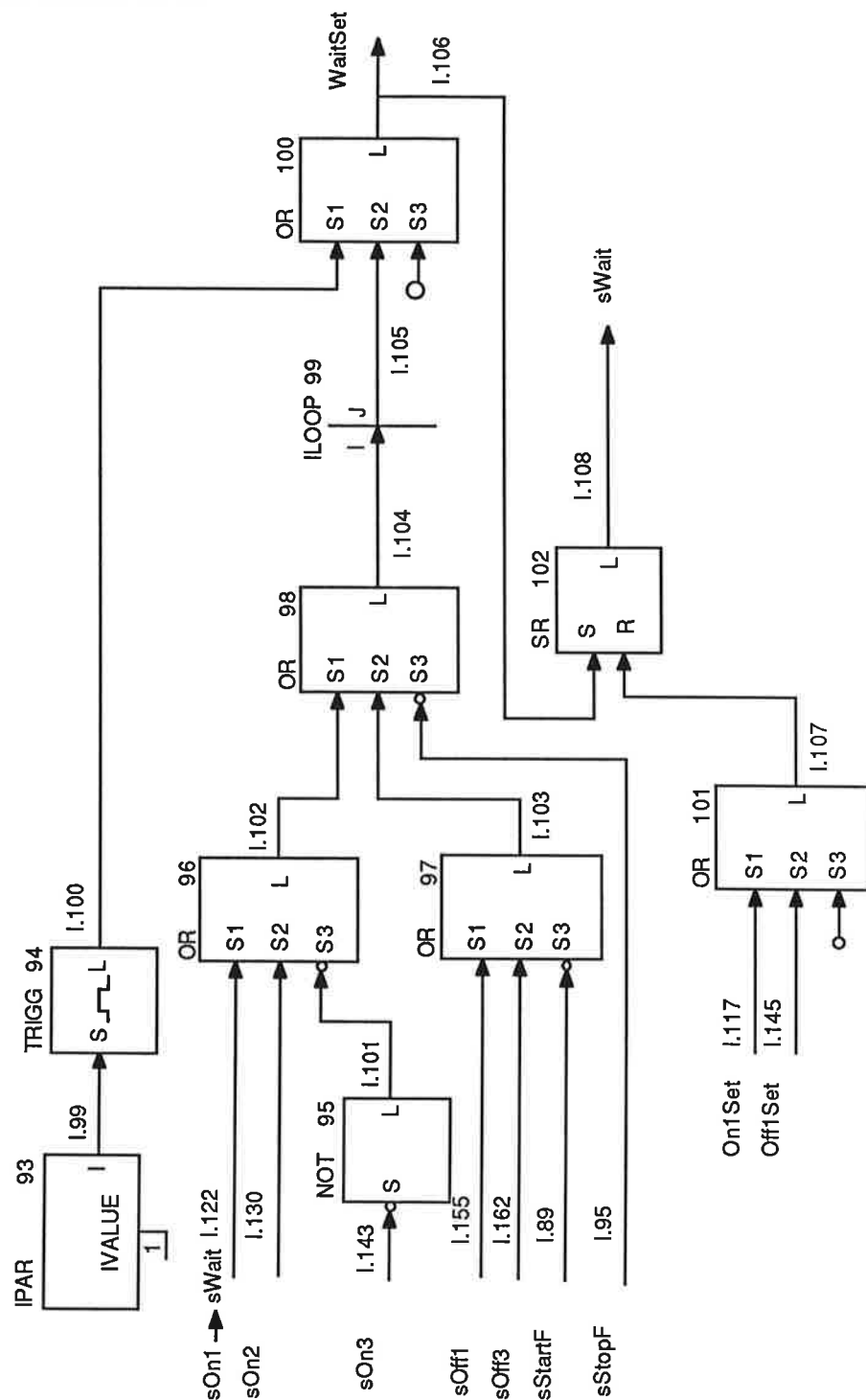
Om inte driftsvaret har försvunnit inom angivet tidsintervall, så genererar *sOff1* signalen StopFSet (I.153). I övrigt fungerar övergången till *sWait* och genereringen av StopMiss(m) på motsvarande sätt som ovan.

### Reset-signal till block 1



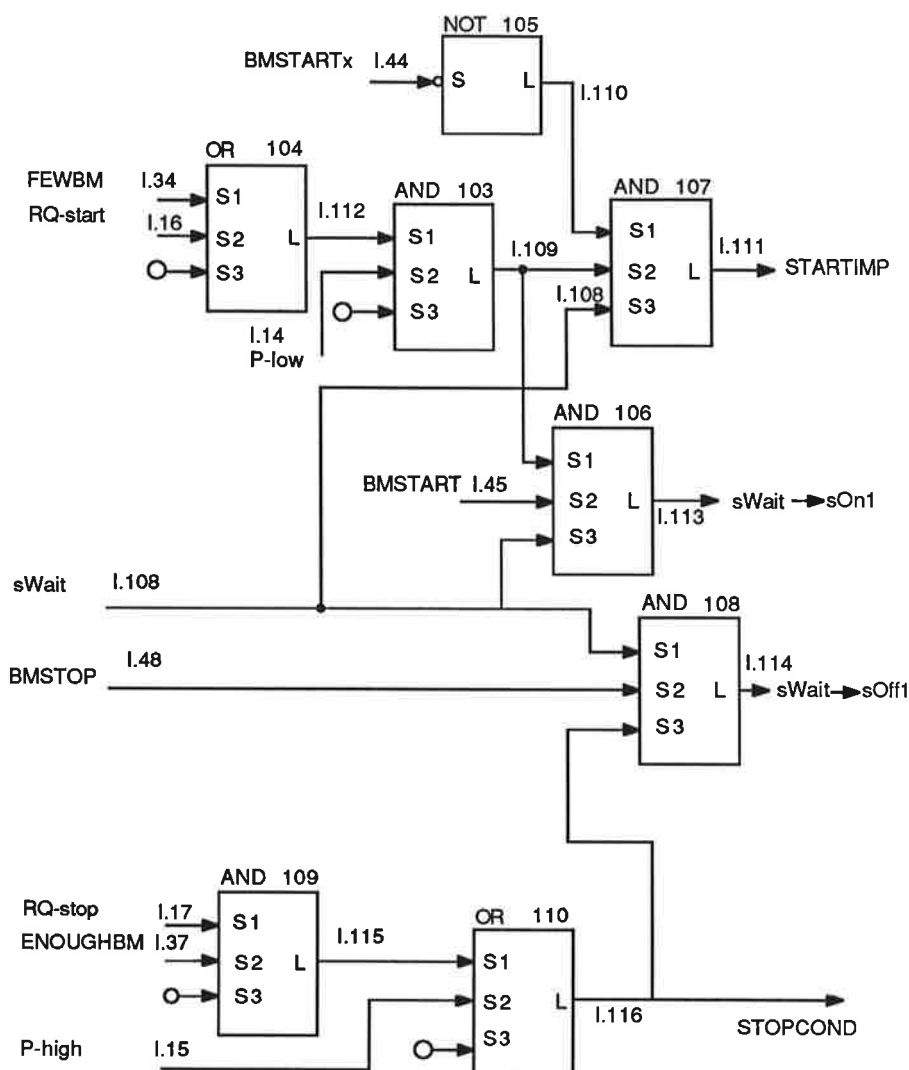
Om endera en startmiss (I.92) eller en stoppmis (I.98) eller ett bortfall av driftsvar på driftklar maskin sker, så skickas signalen Reset(m) (I.175 och ITPT.9) till block 1. Den maskin som pekats ut av Reset(m) ställs då som internt icke driftklar, dvs DK-int-signalen blir nollställd i motsvarande bit.

## Tillståndet *sWait*



I detta blockschema visas hur tillståndet *sWait* sätts och återställs. Signalerna *sOn1* → *sWait* (I.122) till *sStopF* → *sWait* (I.95) är övergångar från de andra tillstånden till *sWait*. Signalerna I.89 och I.95 är redan inverterade. *WaitSet* går sedan tillbaka till de övriga tillstånden för att återställa dem. *sWait* går vidare till *sOn1* vid tillslag och *sOff1* vid frånslag. Dessa tillstånd respektive Set-signaler (*On1Set* och *Off1Set*) återställer samtidigt *sWait*.

## Övergång från *sWait*

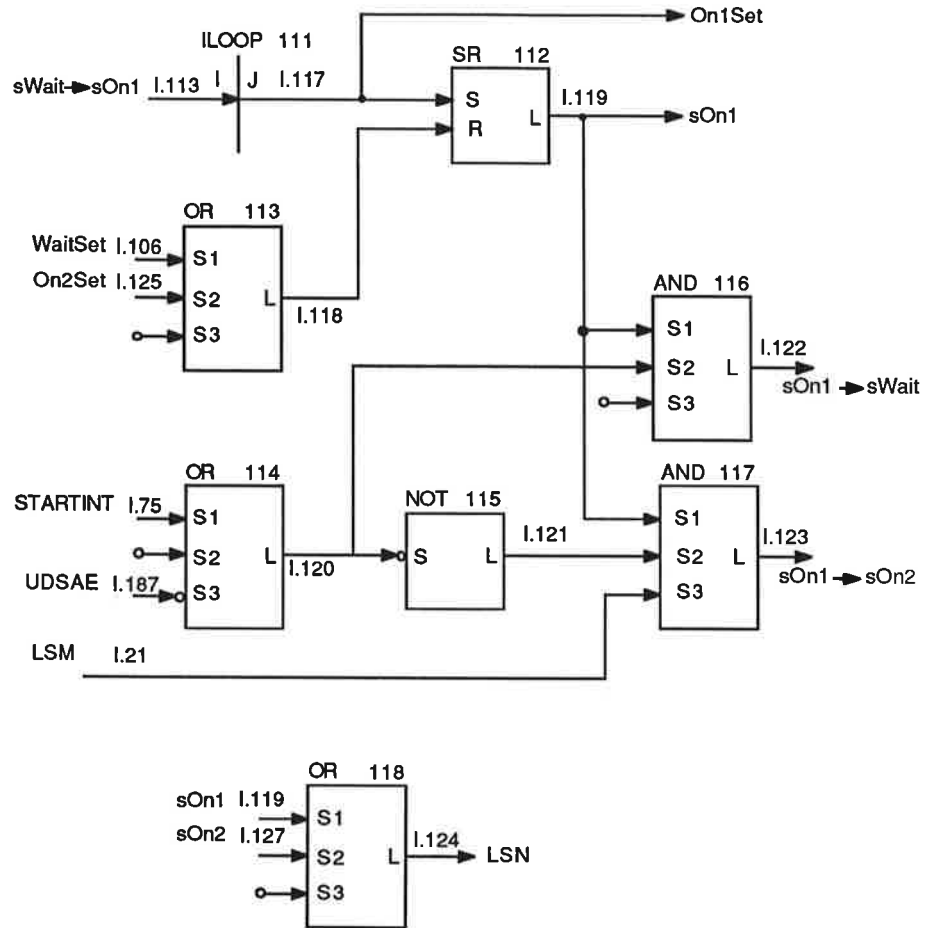


Detta blockschema innehåller villkoren för övergångar från *sWait* till *sOn1* och *sOff1*. För ett tillslag gäller att det kan initialiseras av antingen en startbegäran (RQ-start) eller att för få blåsmaskiner är i drift (FEWBM). Manifoldtrycket måste vara mindre än 1.62 Bar (P-low) för att begäran skall få effekt (signal I.109). Om denna signal är sann och det inte finns någon startklar maskin ( $BMSTARTx = 0$ ) så kommer signalen STARTIMP att indikera att start är omöjlig. Om det istället finns en startklar maskin ( $BMSTART$  (och  $BMSTARTx$ )  $\neq 0$ ) så sker övergång till *sOn1*.  $BMSTARTx$  används till indikeringen för att den skall försvinna 'omedelbart' när en maskin blir driftklar.  $BMSTART$  är  $BMSTARTx$  med en fördröjning.

Ett frånslag initialiseras av antingen en stoppbegäran (RQ-stop), med villkoret ENOUGHBM uppfyllt, eller av för högt manifoldtryck (P-high, dvs trycket är större än 1.68 Bar). I det senare fallet sker alltså ett automatiskt frånslag vid övertryck. Dessa villkor bildar tillsammans signalen STOPCOND, vilken dels senare används för indikering, dels tillsammans med  $BMSTOP$  och *sWait* ger övergång till *sOff1*.



## Tillståndet *sOn1*

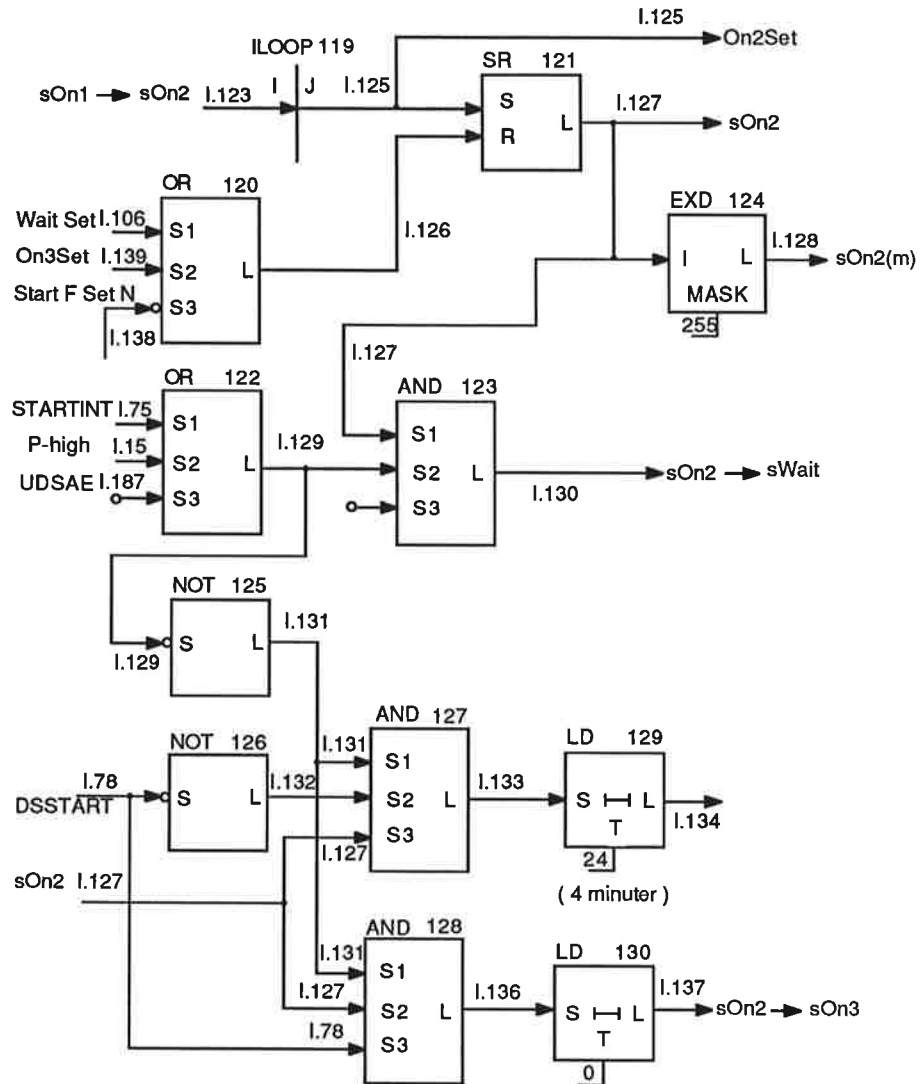


Ett sampel efter att signal *sWait* → *sOn1* har kommit, så sätts tillståndet *sOn1* (I.119). Tillståndet återställs av signalerna WaitSet och On2Set, som kommer från *sWait* respektive *sOn2*.

Tillståndsövergång kan ske till just *sWait*, om starten avbryts, eller till *sOn2* när signalen LSM kommer. LSM indikerar att ledskenor respektive diffusor har kommit ner i min-läget och då skall startsekvensen fortsätta. Starten avbryts om 3 kV-nätet blir spänningslöst eller ledskenerregulatorer kopplas ur (UDSAE) eller om den startklara maskinen kopplas om till icke driftklar (STARTINT). Modulen NOT-115, vars utsignal finns med i villkoren för övergång till *sOn2*, förhindrar att övergång sker samtidigt till både *sWait* och *sOn2*.

När sekvensen befinner sig i *sOn1* eller *sOn2* genereras signalen LSN, som i block 3 beordrar nerdragning av ledskenor respektive diffusor till minläge.

## Tillståndet *sOn2*



Tillståndet *sOn2* sätts enbart från *sOn1*. I detta tillstånd genereras startordern till den blåsmaskin som pekas ut av STARTM1F. Den nya startordern finns i signal MSR.

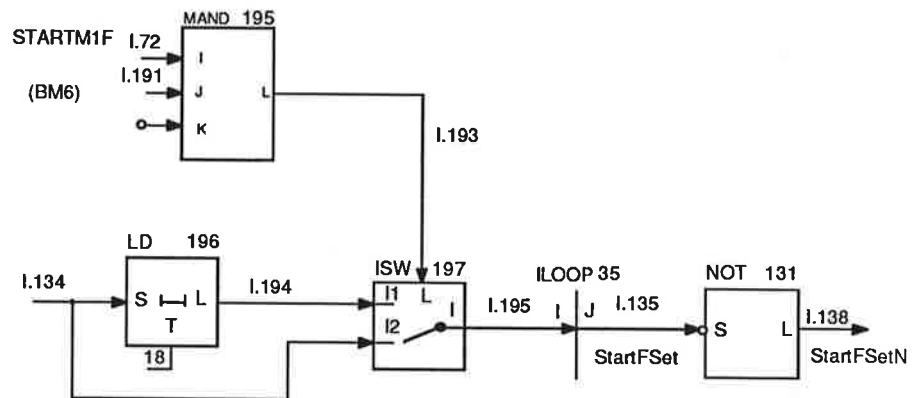
Sekvensen kan gå vidare till antingen *sWait*, vid avbrott, eller till *sStart-Failure*, om maskinen inte startar inom angiven tid, eller slutligen till *sOn3*, som är ett väntetillstånd efter en lyckad start. Då något av dessa tillstånd sätts, återställs *sOn2*, och samtidigt försvinner då signalen LSN, som beordrar nerdragning av ledskenor till min-läge.

Starten kan avbrytas av samma villkor som för *sOn1* samt om trycket blir för högt (P-high). Vid för högt tryck kommer tillståndet att gå från *sOn2* till *sWait* och sedan direkt till *sOff1*, där en maskin kommer att stoppas. Negationen till signal I.129, dvs I.131, ingår som villkor för de andra övergångarna, så att inte mer än ett tillstånd skall vara satt samtidigt.

Signalen DSSTART kvitterar att den nya maskinen har startat. Under förutsättning att starten inte måste avbrytas genereras då övergång till *sOn3* (I.137).

Så länge DSSTART förblir falsk kommer signal I.133 att vara sann. Om inte DSSTART har kommit inom 4 minuter efter att tillståndet *sOn2* sattes, så kommer signal I.134 att bli sann. Om den startklara maskinen är en av BM1, BM2, BM4 eller BM5 så tolkas detta som en startmiss. BM6 behöver däremot specialbehandlas, se nästa figur.

### Detektion av startmiss

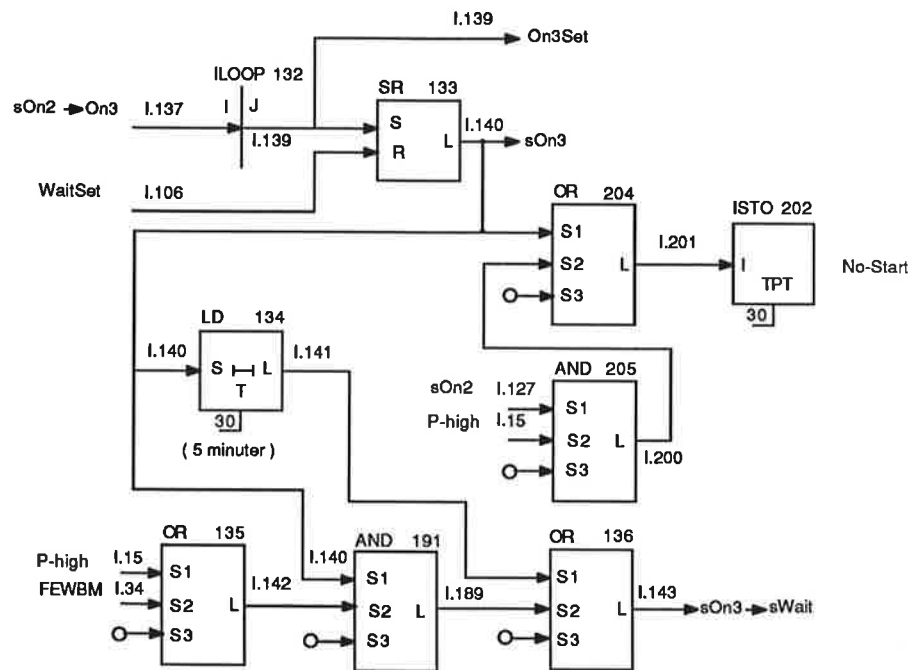


Om den startklara maskinen inte är BM6 kommer signal I.193 att vara falsk och då går signal I.134 direkt vidare för att sätta tillståndet *sStartFailure*. Därigenom kommer den startklara maskinen (STARTM1F) att sättas som internt icke driftklar, dvs dess position i DKint nollställs.

För BM6 behövs däremot 3 minuter längre tid innan startmiss säkert kan detekteras. Orsaken är att maskinen kan behöva flytta ner diffusorn till minläget, vilket enligt uppgift tar maximalt 140 sekunder. Diffusorn kan inte flyttas utan att en startorder ges till maskinen.

Gemensamt för alla maskiner är att resten av startproceduren samt gångtid för en motorventil tar klart mindre än 4 minuter.

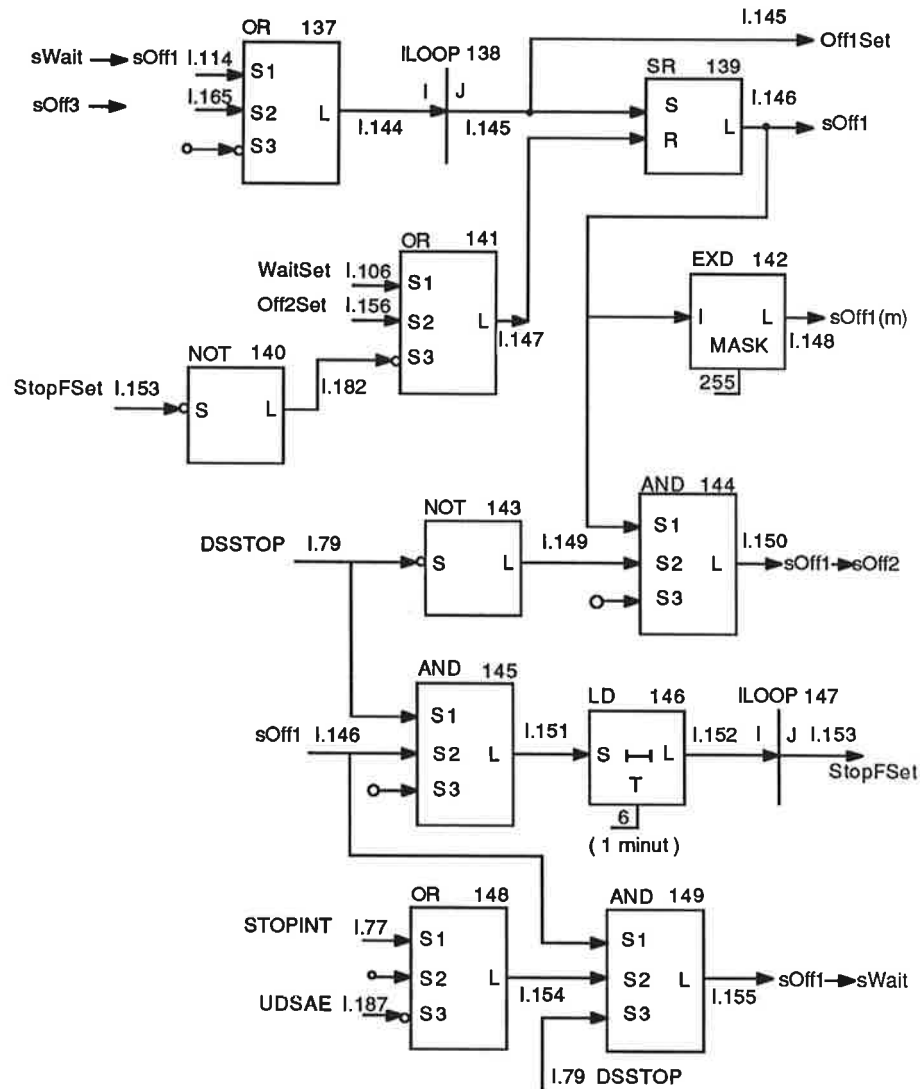
## Tillståndet *sOn3*



Tillståndet *sOn3* är ett rent väntetillstånd efter en start. Efter 5 minuter sker övergång till *sWait*. Övergång kan ske utan att de 5 minuterna har gått om antingen trycket blir för högt (P-high) eller om det är bara en blåsmaskin som går (FEWBM). Vid för högt tryck kommer en maskin att stoppas, och vid FEWBM kommer en maskin (om möjligt) att startas utan order från block 7. FEWBM är ett av villkoren för övergång från *sWait* till *sOn1*.

I normala fall skall block 7 få en kvitteringssignal (NoStart, ITPT.30), som förhindrar en ny start inom för kort tid. Denna signal skickas från *sOn3* men också om programmet detekterade för högt tryck i *sOn2*. Även i det senare fallet har en maskin faktiskt startat och en ny start måste då förhindras.

## Tillståndet *sOff1*

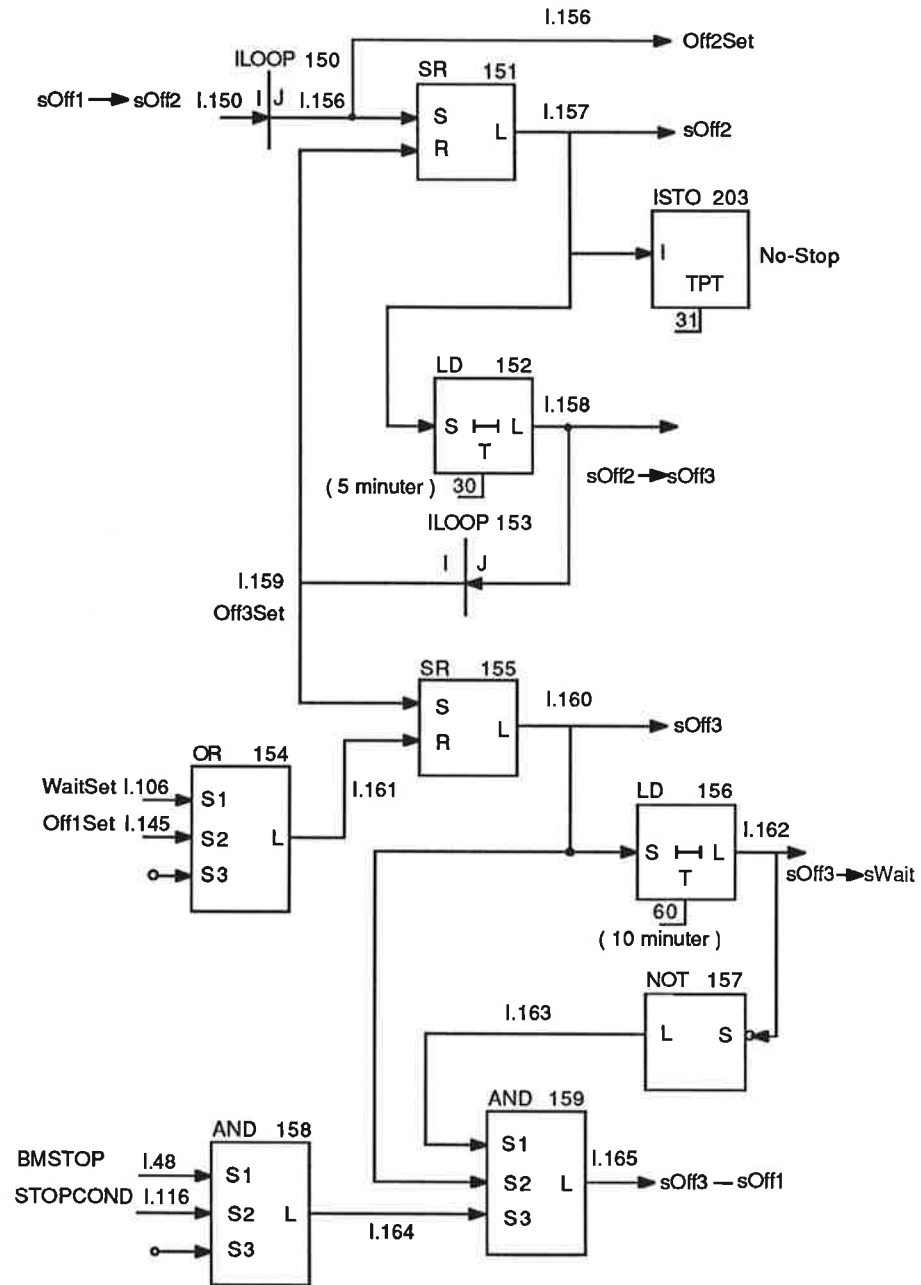


Tillståndet *sOff1* sätts från antingen *sWait* eller *sOff3*, och kan gå vidare till *sOff2*, *sStopFailure*, eller *sWait*, från vilka det återställs.

Så länge den stoppklara maskinen fortfarande går, så är signalen *DSSTOP* sann, men den blir falsk när maskinen har stannat. När *DSSTOP* blir falsk är villkoret för övergång till *sOff2* uppfyllt. Om *DSSTOP* förblir sann sker övergång till *sStopFailure* efter 1 minut. Detta indikerar en stoppmiss, dvs att maskinen inte har kunnat stanna automatiskt. Maskinen kommer då att sättas internt icke driftklar, dess position i *DKint(m)* (I.2) nollställs.

Stoppsekvensen kan också avbrytas om *UDSAE* blir falsk, dvs 3 kV-nätet blir spänningslöst eller ledskeneregleringen kopplas ur, eller om signalen *STOPINT* blir sann, vilket betyder att den utvalda maskinen har kopplats över till ej driftklar.

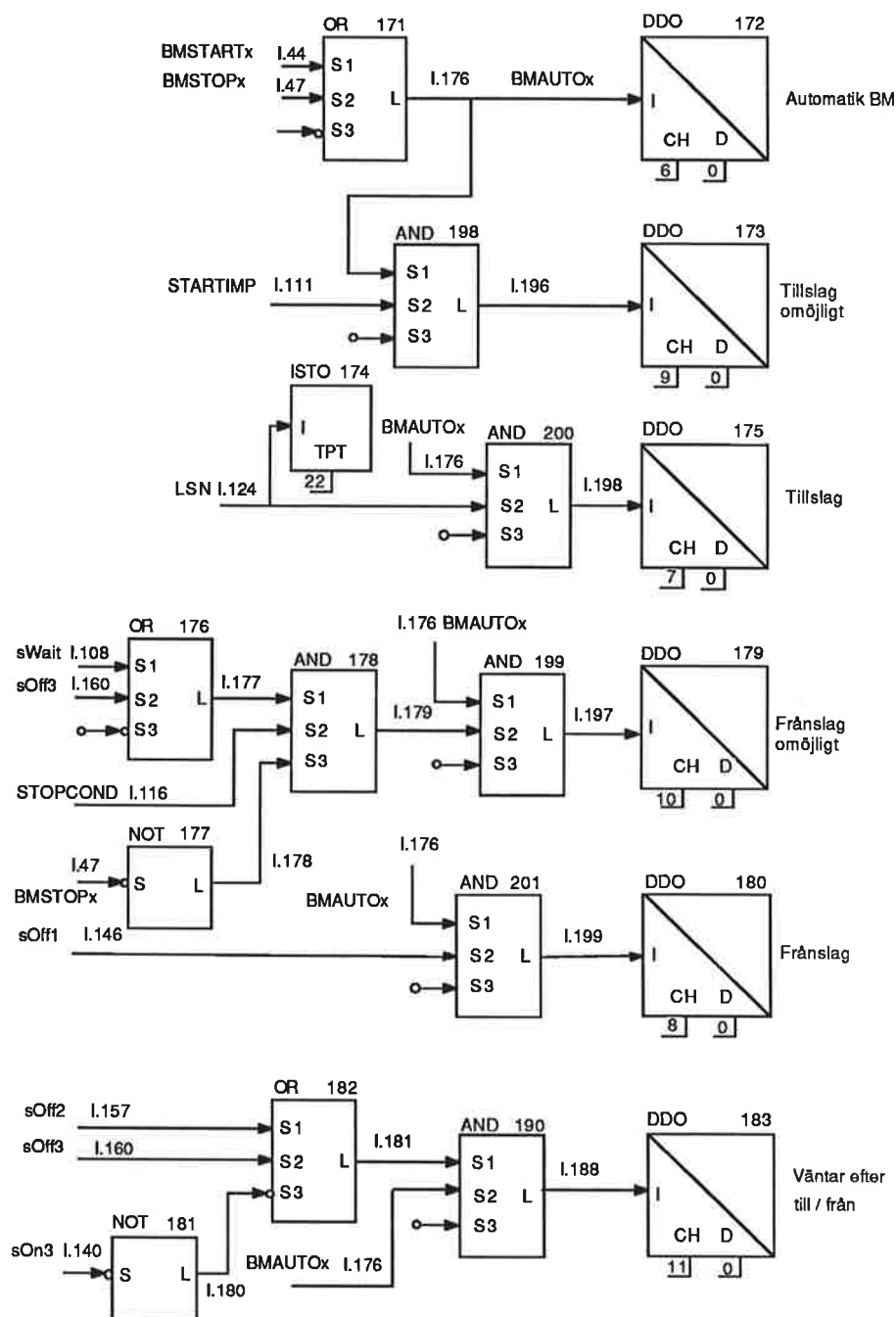
## Tillstånden *sOff2* och *sOff3*



I ovanstående figur visas tillstånden *sOff2* och *sOff3*. Efter att en maskin har stoppats i *sOff1* väntar sekvensen 5 minuter i *sOff2*, sedan sker övergång till *sOff3*. I *sOff2* genereras även signalen NoStop (ITPT.31), som skickas vidare till block 7 för att hindra att en ny stopporder kommer inom för kort tid.

*sOff3* fortsätter efter 10 minuter automatiskt till *sWait*. Inom dessa 10 minuter kan övergång ske till *sOff1* om BMSTOP och STOPCOND båda är sanna, dvs att det finns en stoppklar maskin och att det finns en stoppbegäran (RQ-stop) eller att manifoldtrycket är för högt.

## Statussignaler från sekvensnätet



Sekvensnätet visar sin status genom ett antal lysdioder på panelen under Novatune. Signalen BMAUTOx (Automatik BM) visar att det finns start- och/eller stoppklara maskiner. Då kan till- eller frånslag göras vid behov. Signalen genereras med de ofördröjda signalerna BMSTARTx och BMSTOPx, annars tar det 5 minuter innan automatikläget indikeras.

Signalen STARTIMP indikerar att det saknas startklara maskiner vid antingen startbegäran (RQ-start) eller för få blåsmaskiner i drift (FEWBM). Detta indikeras med lysdiod när BM-automatiken (BMAUTOx) är aktiv.

Signalen LSN, som genereras i tillstånden sOn1 och sOn2, skickas vidare till block 3 för att begära nerdragning av ledskenor/diffusorer till min-läge.

Detta innebär att ett tillslag pågår, vilket skall indikeras. Indikeringen grindas med BMAUTOx för att den skall försvinna direkt om BM-automatiken kopplas bort.

Frånslag är omöjligt om det saknas stoppklar maskin (BMSTOPx falsk) när stoppvillkoren (STOPCOND) i övrigt är uppfyllda och sekvensnätet befinner sig i *sWait* eller *sOff3*.

I tillståndet *sOff1* sker ett frånslag, vilket efter grindning med BMAUTOx indikeras.

Väntetillstånden *sOff2*, *sOff3* och *sOn3* indikeras också för att visa att det dröjer några minuter innan nytt till- eller frånslag kan ske.

## 4.8 Block 5

Block 5 ställer ut startorder till blåsmaskinerna samt en statussignal som indikerar att programmet går. Startorder utgörs dels av MSR-signalen från block 4 samt av INTSTART från block 1. Blockets prioritet är vald så att både block 1 och block 4 har högre prioritet än block 5.

### Blockdata

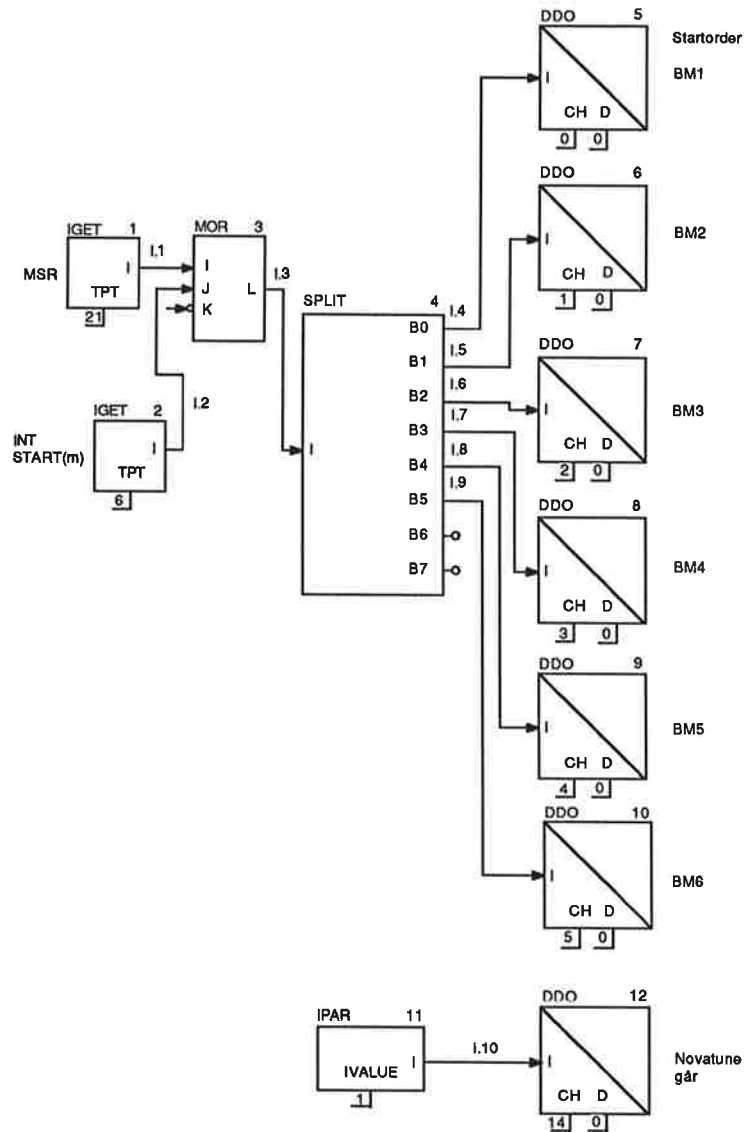
Type: Time (klockavbrott)

Period: 20 (= 1 s samplingsintervall)

Priority: 6



## Startorder till blåsmaskiner



Block 5 ställer ut startorder till blåsmaskinerna samt en statussignal som indikerar att programmet går. Startorder utgörs dels av MSR-signalen från block 4 samt av INTSTART från block 1.

Signalen INTSTART är normalt nollställd, men efter ett strömavbrott på 3 kV-nätet så ges en startsignal under 330 sekunder, dvs 5.5 minuter, till 2 av maskinerna BM1, BM2 och BM5. Dessa kommer då att starta på kortare tid än vad en normal startprocedur skulle ta.

Via MSR kommer de normala startorderna från sekvensnätet. MSR och INTSTART är båda sammansatta logiska signaler. Med SPLIT-elementet delas startorderna upp till respektive digital utgång.

Signalen 'Novatune går' (DO.14) indikerar för extern logik att programmet går. Vid programstopp nollställs den digitala utgången.

## 4.9 Block 7

Block 7 genererar start- och stopporder för blåsmaskiner till block 4, baserat på syrehalter och luftflöden till luftningsbassänger med syrereglering inkopplad. Vidare finns villkor på tryckreglering samt att viss tid skall ha förflutit mellan olika till- eller frånslag. Blocket samplar var 10:e sekund med prioritet 9, vilket är lägre än prioriteterna för block 11-16 som sköter syreregleringen.

### Blockdata

Type: Time (klockavbrott)

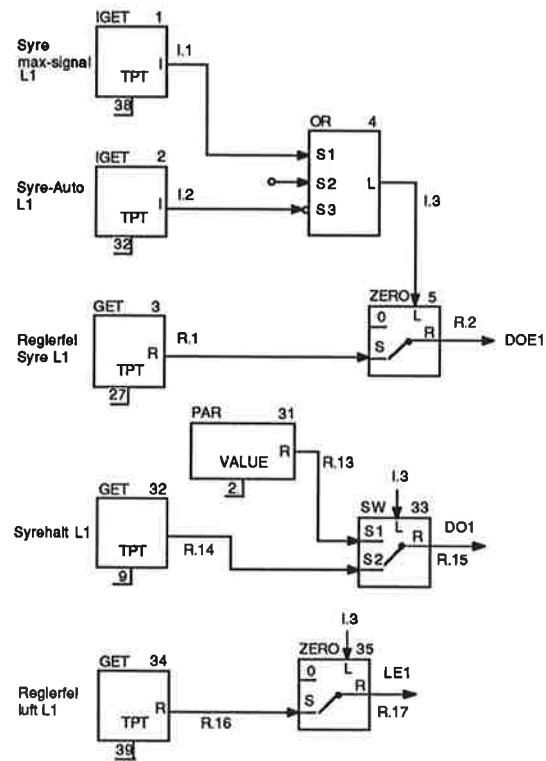
Period: 200 (= 10 s samplingsintervall)

Priority: 9

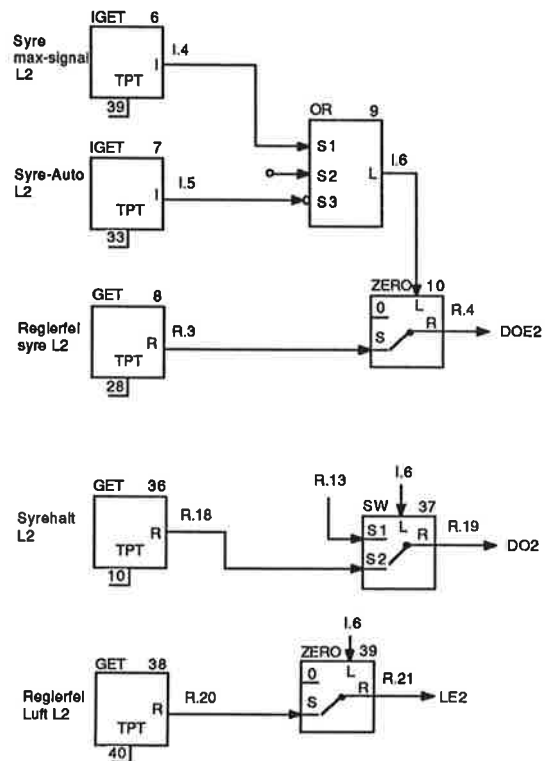
### Hantering av syrehalter och luftflöden

Till- och frånslag bestäms av reglerfelen för syrekoncentrationer och luftflöden till bassängerna. För tillslag finns även villkor på syrekoncentrationen. Dessa villkor skall testas enbart vid syrereglering (Syre-Auto). Vidare får bassängen inte ha en 'Syre max-signal' ty då kan man inte lita på mätsignalen för syrekoncentrationen. Därför nollställs de bägge reglerfelen vid 'Syre max-signal' samt om 'Syre-Auto' är falsk. Syrehalten ges då värdet 2, vilket inte kan uppfylla något testvillkor. Denna signalhanterig ser identisk ut för alla 6 luftningsbassängerna.

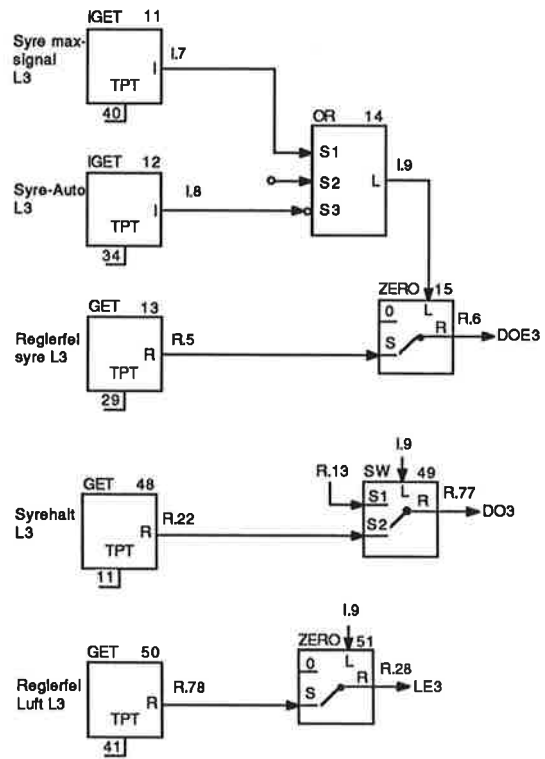
## Inläsning av syrerreglerfel mm för bassäng L1



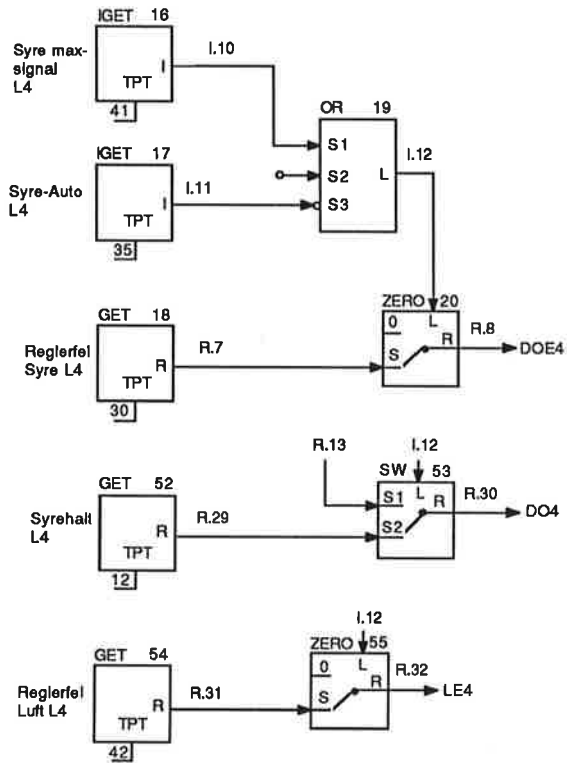
## Inläsning av syrerreglerfel mm för bassäng L2



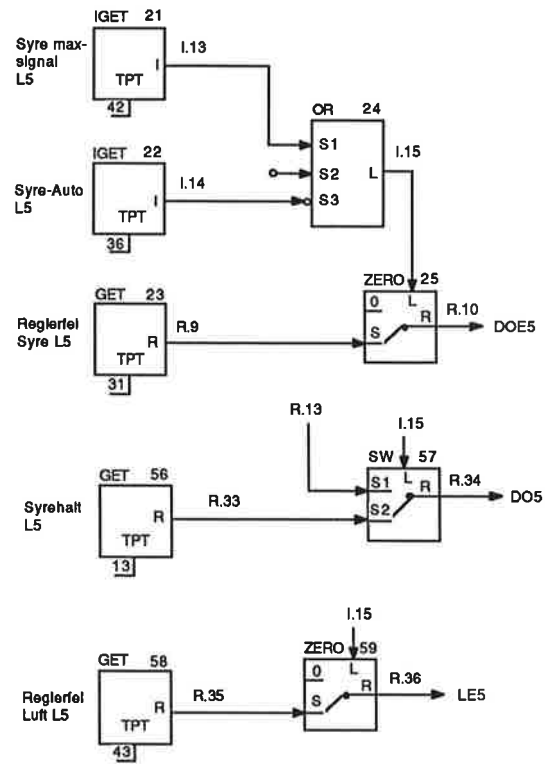
### Inläsning av syrerreglerfel mm för bassäng L3



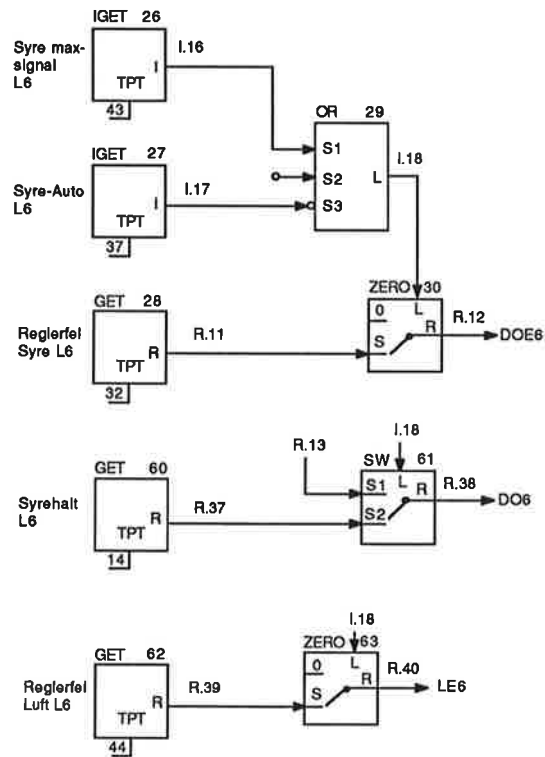
### Inläsning av syrerreglerfel mm för bassäng L4



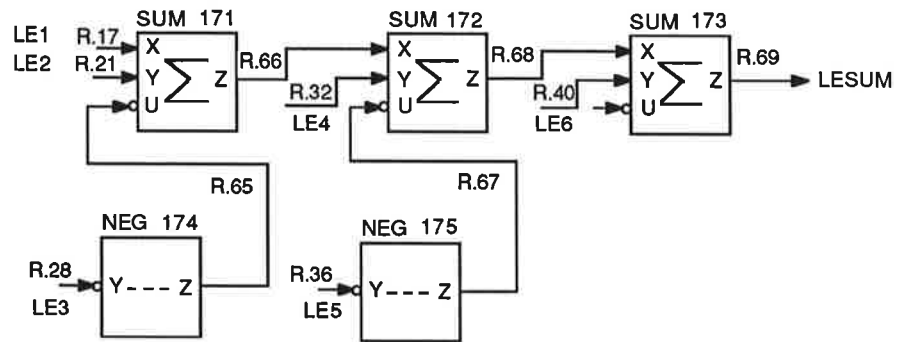
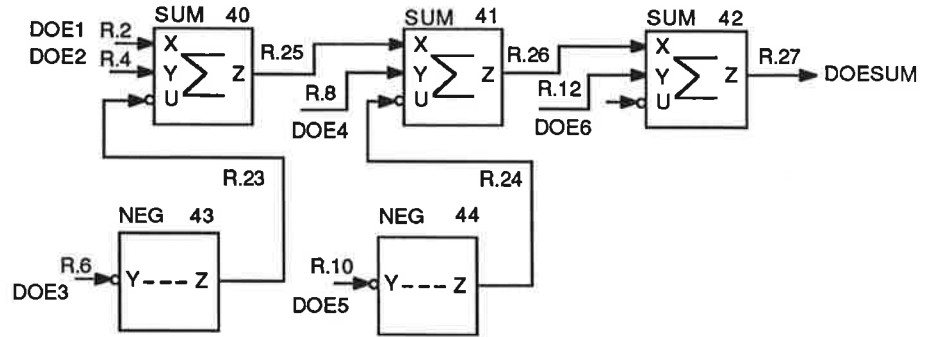
## Inläsning av syrerreglerfel mm för bassäng L5



## Inläsning av syrerreglerfel mm för bassäng L6

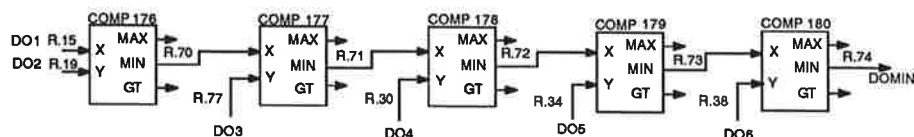


## Summering av reglerfel för luft och syrehalt



Syrereglerfelen DOE1–DOE6 summeras i DOESUM, och luftreglerfelen LE1–LE6 summeras i LESUM. Tredje (undre) ingången på SUM-elementet är en negerad ingång, dvs  $Z = X + Y - U$ . Därför negeras några av signalerna i NEG-element. Reglerfelen är 0 för icke reglerade bassänger.

## Minsta syrekonzentration



Här beräknas den minsta av syrekonzentrationerna DO1–DO6. Detta värde ges till DOMIN.

## Beräkning av glapp i luftproduktionen

För nästan alla maskinkombinationer gäller att det finns ett glapp i luftproduktionen vid till- och frånslag. Detta beror på att maskinerna inte kan dra ner sin luftproduktion så mycket att det motsvarar en hel maskins produktion. Glapp saknas endast när alla maskiner med ställdon går. BM6 kan reducera sin kapacitet med 55 % och BM1, BM2 och BM5 med vardera 15 %, sammanlagt 100 % eller en hel maskin. Då antages att alla maskiner har samma kapacitet.

För BM6 (HV-Turbo) är produktionsområdet  $84\text{--}187\text{ m}^3/\text{min}$ , dvs reglerområdet är  $100\text{ m}^3/\text{min}$ . För BM1, BM2 och BM5 (Demag med ledskena) är produktionsområdet  $159\text{--}187\text{ m}^3/\text{min}$ , dvs reglerområdet är  $28\text{ m}^3/\text{min}$ . För BM4 (Demag utan ledskena) är produktionen  $187\text{ m}^3/\text{min}$  och reglerområdet  $0\text{ m}^3/\text{min}$ .

De glapp som skall beräknas är dels glappen vid frånslag, som bestäms av nuvarande maskinkonfiguration, dvs driftsvaret DS(m), (I.22, ITP.T.3), dels glappen vid tillslag som bestäms av konfigurationen efter ett tillslag. Signalen STARTM1F (I.85, ITP.T.44) anger vilken maskin som kommer att startas vid behov, så STARTM1F + DS kommer att vara nästa konfiguration efter tillslag. Tillslagsglappet till STARTM1F + DS är lika stort som frånslagsglappet från STARTM1F + DS, så endast frånslagsglappen behöver beräknas. De sammanställs i tabell på nästa sida. Där betecknas ledskenemaskiner med LS, HV-Turbo med H, och BM4 med D. Blåsmaskinerna 1–6 representeras av bitarna 0–5 i driftsvarssignalen DS(m), i tabellen anges motsvarande heltalsvärden.

**Tabell över luftproduktionsglapp**

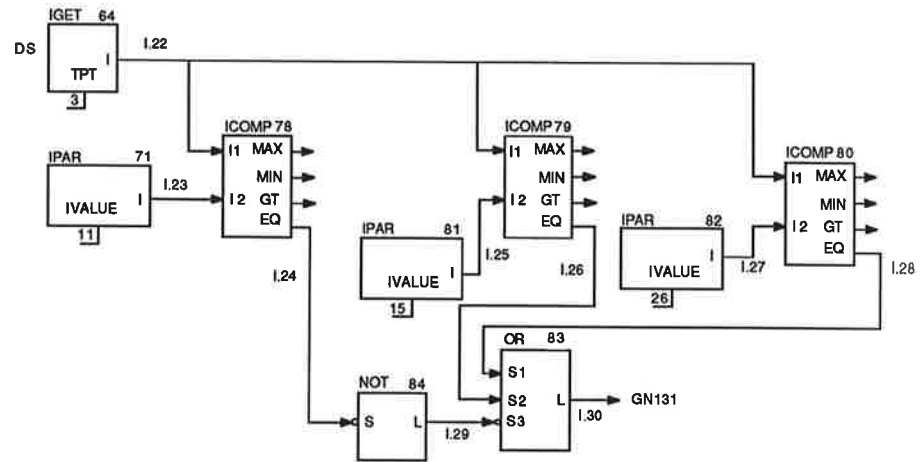
Konfiguration	DS	Reglerområde ( $m^3/min$ )	Glapp neråt ( $m^3/min$ )
2 LS	3, 17, 18	56	—
1 LS + D	9, 10, 24	28	—
1 LS + H	33, 34, 48	131	—
H + D	40	103	—
3 LS	19	84	103
2 LS + D	11, 25, 26	56	131
2 LS + H	35, 49, 50	159	28
1 LS + H + D	41, 42, 56	131	56
3 LS + H	51	187	0
3 LS + D	27	84	103
2 LS + H + D	43, 57, 58	159	28
3 LS + H + D	59	187	0

De 2 maskinkonfigurationer som har glappet  $0 m^3/min$  (DS = 51 och 59) behandlas i programmet som om glappet vore  $28 m^3/min$ . Därigenom kommer inte till- eller frånslag att ske 'direkt' vid mätning i luftproduktionen i dessa fall.

I följande blockscheman visas beräkningen av vilket glapp upp respektive ner som för tillfället är aktuellt. Driftsvaret DS(m) och DSNEXT (= STARTM1F + DS) jämförs med de DS-värden som svarar mot de olika glappen, vilket resulterar i att logiska signaler GNx respektive GUX, där GN betyder 'glapp uppåt', GN 'glapp neråt' och x glappets storlek, blir sanna.

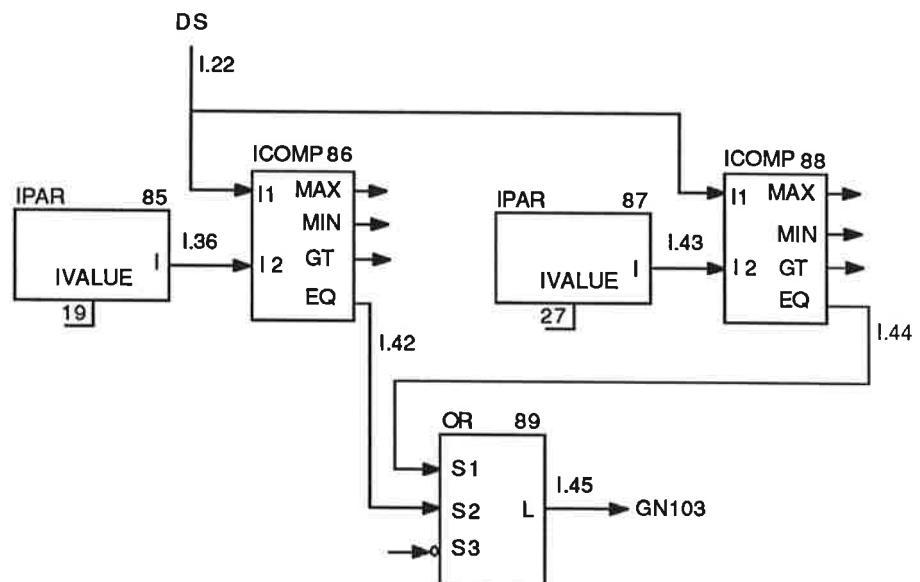


### Glapp neråt 131 m<sup>3</sup>/min



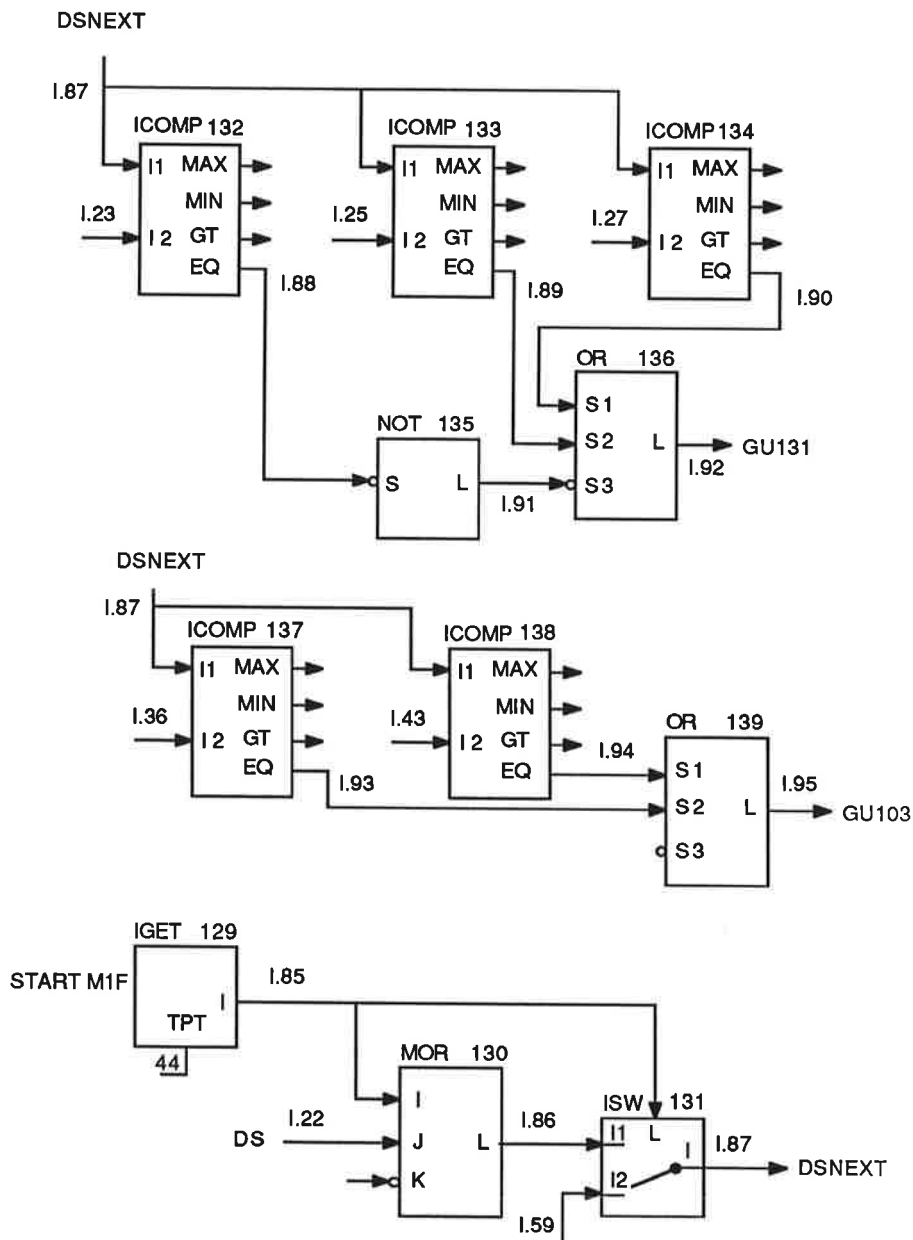
Enligt tabellen ger DS-värdena 11, 15 och 26 ett glapp neråt på 131 m<sup>3</sup>/min.

### Glapp neråt 103 m<sup>3</sup>/min



Enligt tabellen ger DS-värdena 19 och 27 ett glapp neråt på 103 m<sup>3</sup>/min.

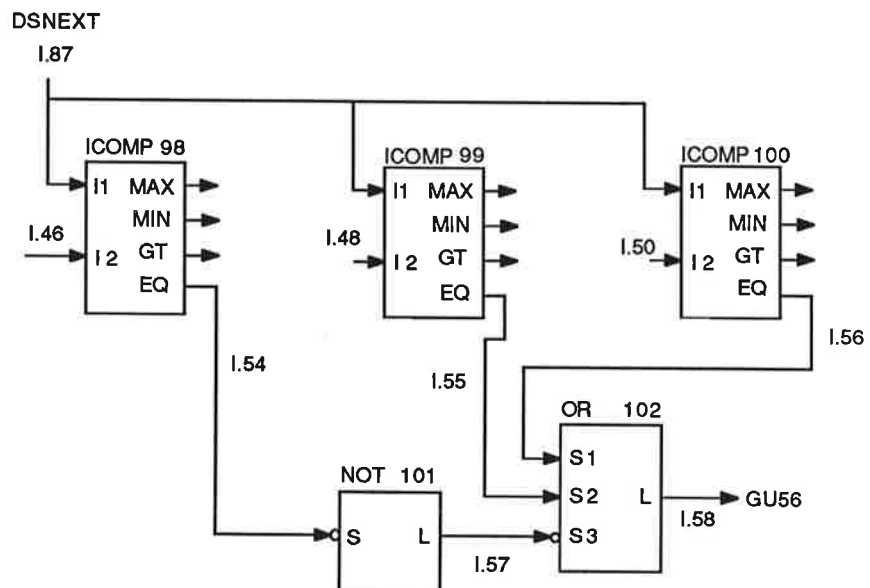
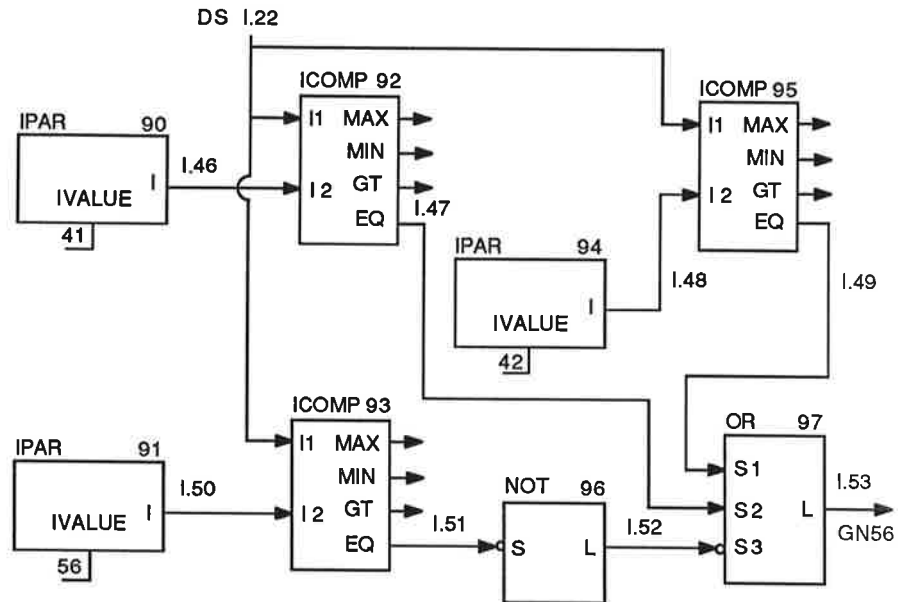
## Glapp uppåt 103 och 131 m<sup>3</sup>/min



Enligt tabellen ger DSNEXT-värdena 11, 15 och 26 ett glapp uppåt på 131 m<sup>3</sup>/min. Dessa värden finns sedan tidigare i signalerna I.23, I.25 och I.27. Vidare ger DSNEXT-värdena 19 och 27 ett glapp uppåt på 103 m<sup>3</sup>/min. Dessa värden finns i signalerna I.36 och I.43.

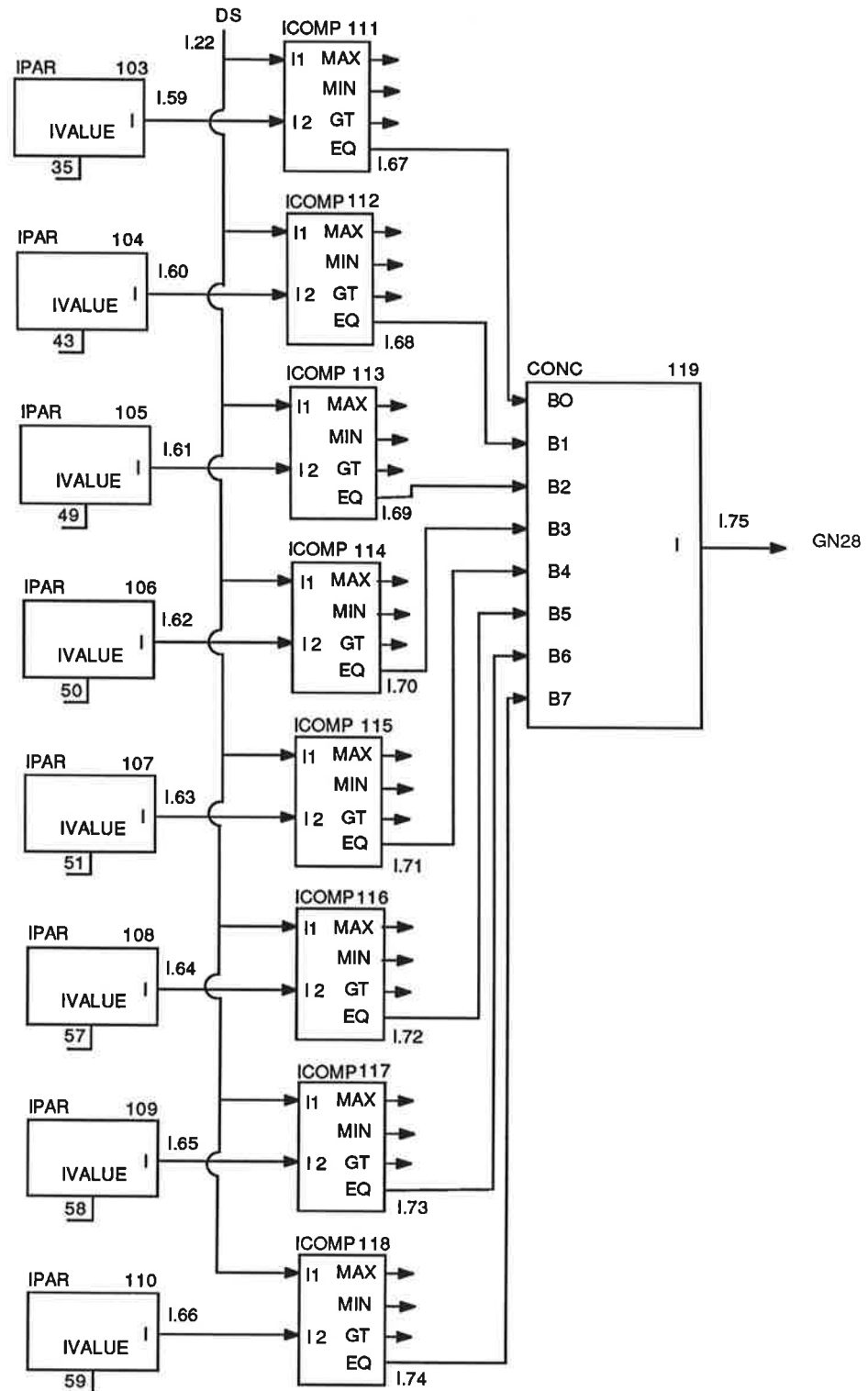
DSNEXT visar vilken maskinkonfiguration som kommer att gå efter nästa start.  $DSNEXT = DS + STARTM1F$ , med undantaget att DSNEXT får värdet 35 då  $STARTM1F = 0$ . Då  $DSNEXT = 35$  blir glappet uppåt 28 m<sup>3</sup>/min.

## Glapp uppåt och neråt $56 \text{ m}^3/\text{min}$



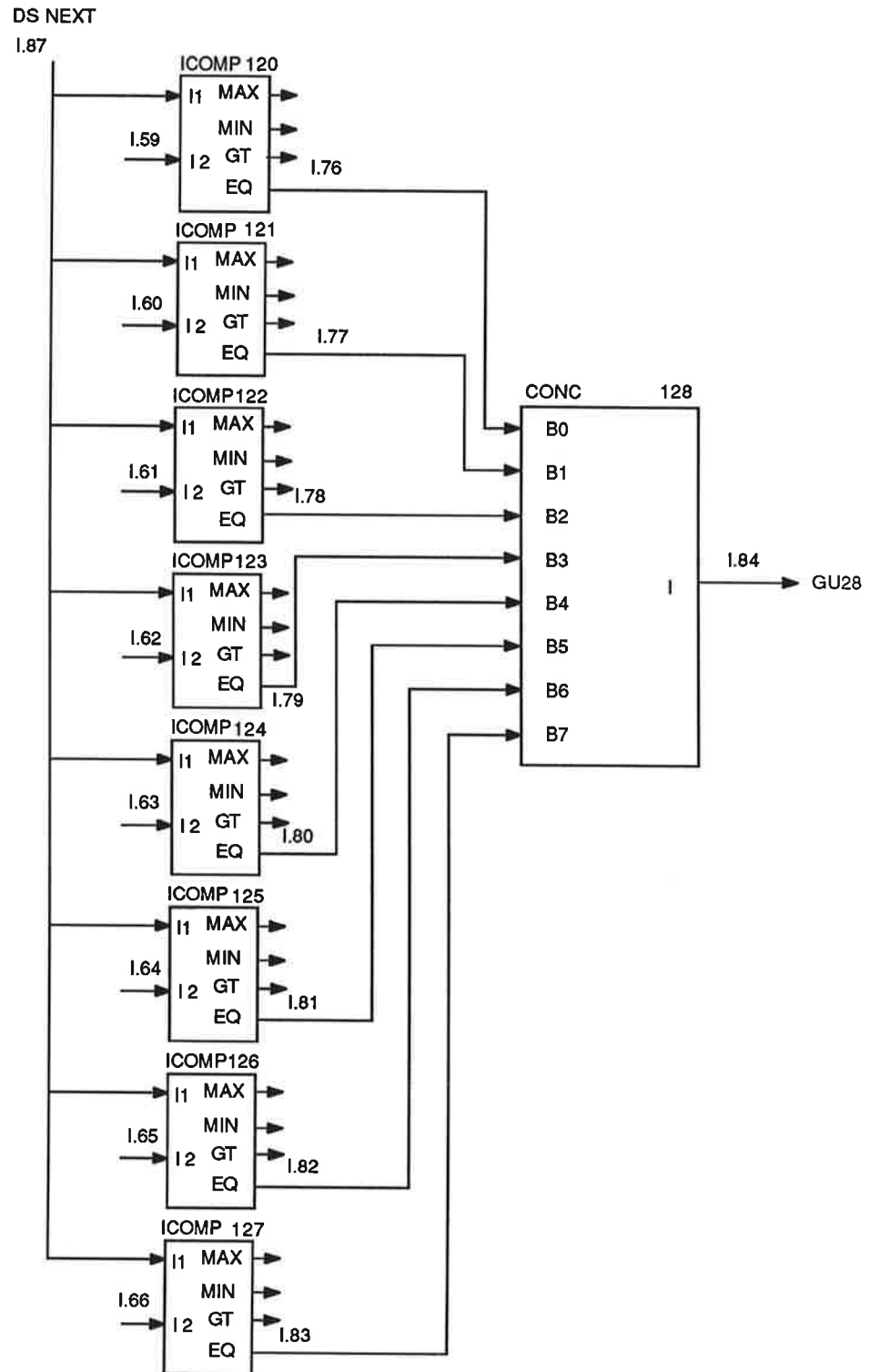
Glappet neråt är  $56 \text{ m}^3/\text{min}$  då DS-värdena är 41, 42 och 56. Samma värden på DSNEXT ger samma glapp uppåt.

## Glappet neråt 28 m<sup>3</sup>/min



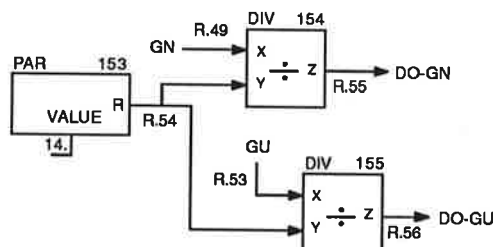
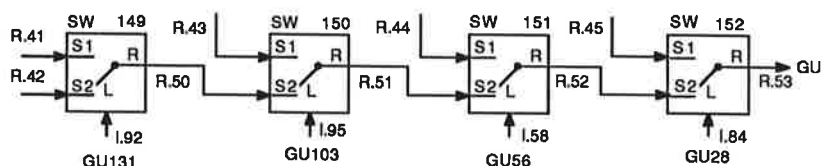
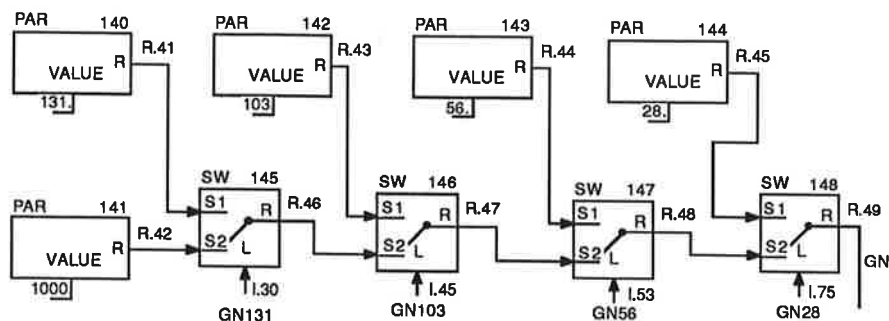
Glappet neråt är 28 m<sup>3</sup>/min då DS-värdena är 35, 43, 49, 50, 51, 57, 58 och 59. Observera att det verkliga glappet 0 m<sup>3</sup>/min behandlas som 28 m<sup>3</sup>/min. CONC-elementet fungerar som ett OR-element om man använder utsignalen som ett enkelt logiskt värde.

## Glappet uppåt 28 m<sup>3</sup>/min



Glappet uppåt är 28 m<sup>3</sup>/min då DSNEXT-värdena är 35, 43, 49, 50, 51, 57, 58 och 59. Observera att det verkliga glappet 0 m<sup>3</sup>/min behandlas som 28 m<sup>3</sup>/min. CONC-elementet fungerar som ett OR-element om man använder utsignalen som ett enkelt logiskt värde.

## Glapp uppåt och neråt

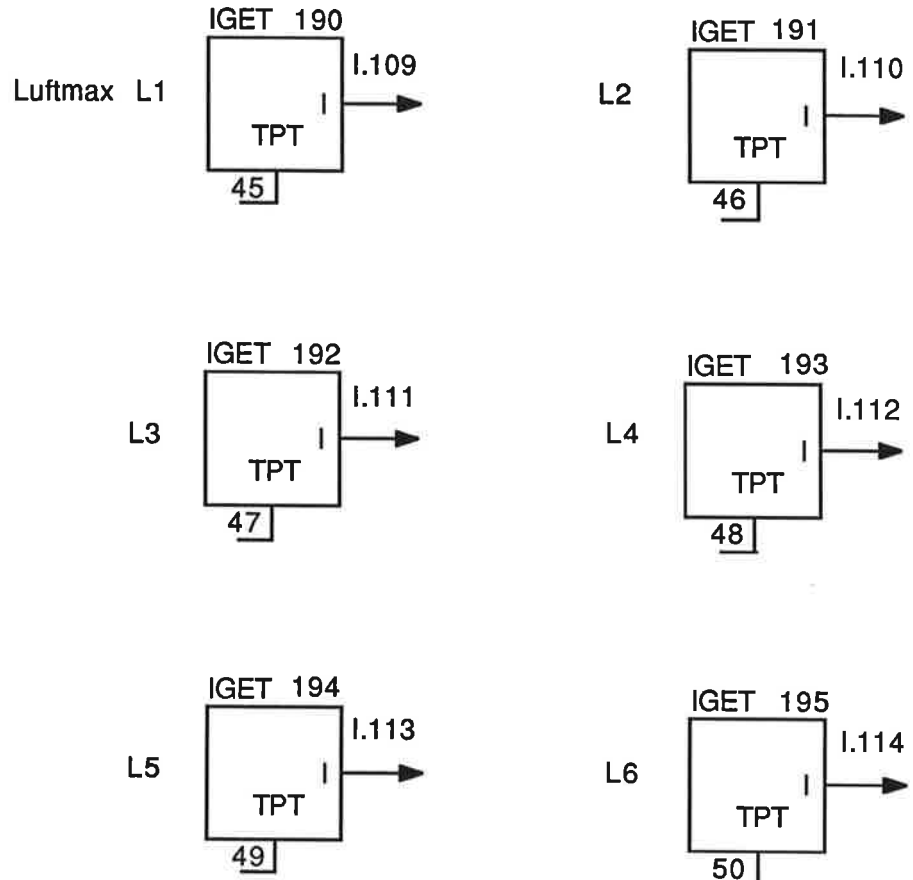


Av de logiska signalerna GN131, GN103, GN56 och GN28 är högst en sann. Om ingen av dem är sann så går endast 2 blåsmaskiner (eller färre), eller så har signalen DS ett 'omöjligt' värde. I dessa fall sätts glappet till ett stort värde ( $1000 \text{ m}^3/\text{min}$ ) för att inga testgränser skall uppfyllas. I annat fall kommer signal GN (R.49) att få värdet av det nuvarande glappet neråt.

På motsvarande sätt hanteras glappet uppåt. Då inga maskiner är startklara kommer GU att få värdet  $28 \text{ m}^3/\text{min}$ , se beräkningen av DSNEXT.

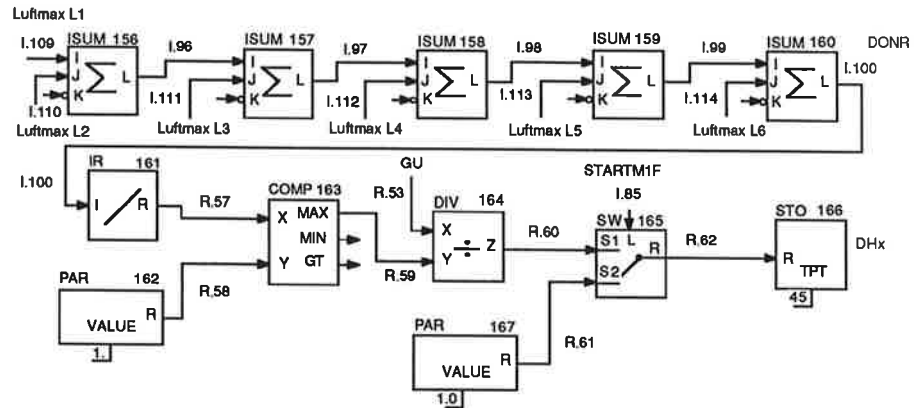
De båda glappen GU och GN anger hur stort glappet i luftproduktionen är åt respektive håll. Dessa värden divideras med en skalfaktor (14.0) för att få en omvandling till hur stor sammanlagd avvikelse i syrekonzentration som krävs för att till- eller frånslag skall ske. DO-GN anger avvikelse i syrekonzentration för att få ett frånslag, DO-GU motsvarande avvikelse för tillslag.

## Bassänger med mätning och windup i luftflödet



Inläsning av de logiska signalerna ITPT.45–50 (Luftmax L1–L6), vilka indikerar att respektive bassäng har aktiv syrerreglering och att luftflödets börvärde överstiger luftflödet med en viss testkvantitet. Signalerna genereras i block 11–16. Trottelventilerna är fullt öppna.

## Antal bassänger med windup, windup per bassäng

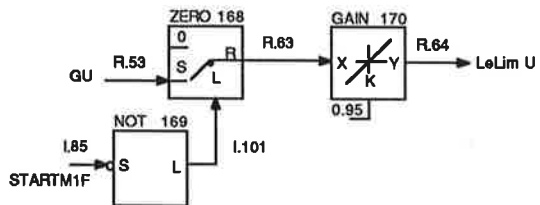


Först summeras signalerna Luftmax L1-L6 (I.109-114) till signalen DONR (I.100), som visar antalet bassänger med windup (mättning i luftflödet). Glappet uppåt i luftproduktionen (GU, R.53) delas sedan med DONR (eller 1.0 då DONR = 0), vilket resulterar i signalen DHx (R.62, RTPT.45). Denna talar om för respektive block hur stor windup som behövs i luftflödesregleringen för att bassängerna med mättning skall kunna ta emot ökningen av luftflödet vid ett tillslag. Då ingen maskin kan startas (STARTM1F = 0), sätts DHx till 1.0  $m^3/min$ .

Anledningen till att inte alla bassänger med reglering kan dela på den nödvändiga luftproduktionsökningen GU är följande. Trots mättning uppåt i flera bassänger kan det inträffa att en bassäng har minskande luftbehov. I detta läge kommer inget tillslag att ske om den avvikande bassängen också förutsätts ta sin del av glappet i luftproduktion. Detta fall har observerats under testkörning av programmet. Därför krävs att endast de bassänger som verkligen mättar också delar på glappet i luftproduktion (GU).

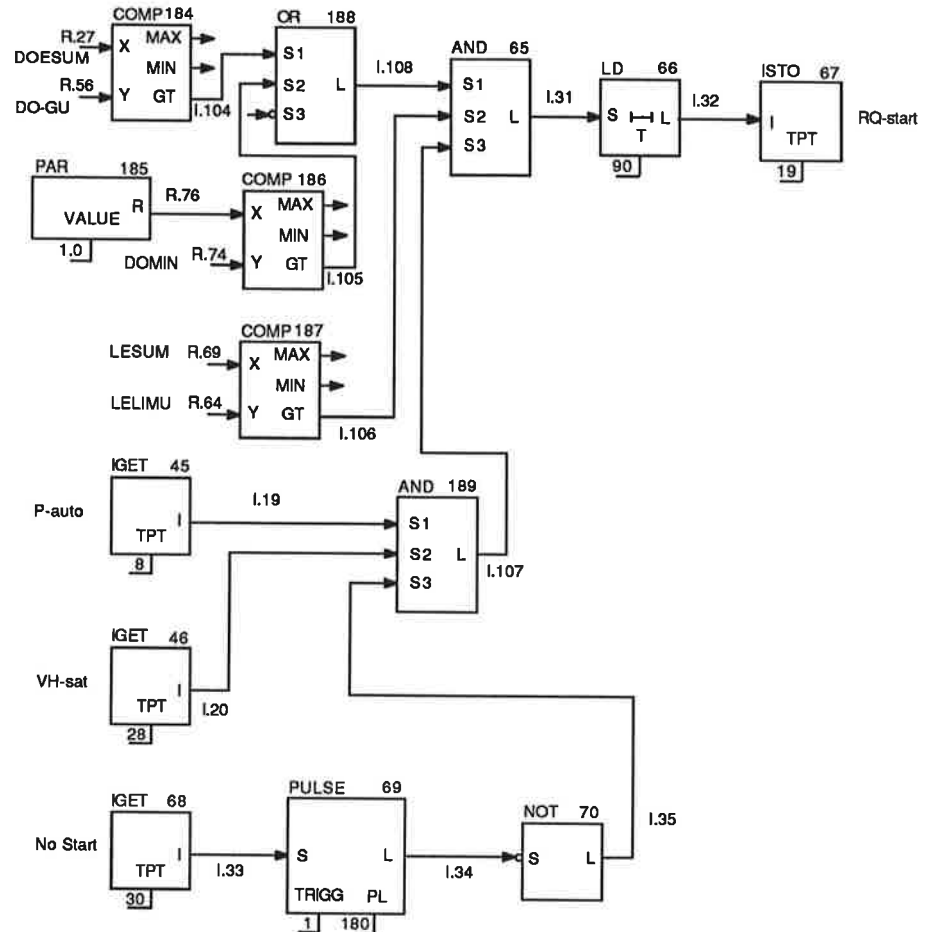


## Testgräns för luftreglerfel



Testgränsen 'LELIMU' för de sammanlagda luftreglerfelen sätts till 95 % av glappet i luftproduktion (GU). Då ingen maskin är startklar sätts testgränsen till 0.

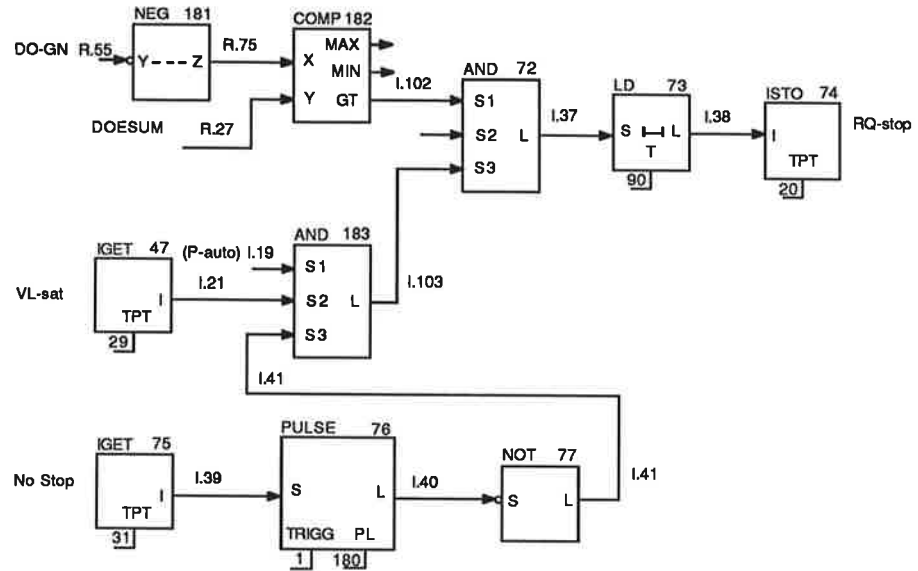
## Tillslag



Tillslag begärs under följande villkor: Att summan av syrerreglerfelen (DOESUM) är större än testgränsen DO-GU, eller då den minsta syrekonzentrationen DOMIN är mindre än 1.0 mg/l (PAR-185). Vidare måste summan av luftreglerfelen (LESUM) vara större än testgränsen LELIMU. Sedan testas även att tryckregleringen är aktiv, att luftproduktionen är mättad med signalen VH-sat, se block 3, och att ingen maskin har startats den senaste halvtimmen (då är signalen NoStart sann). När alla dessa villkor har varit uppfyllda i 15 minuter genereras tillslagsbegäran RQ-start.

Observera att luftvillkoren bör kunna brytas ut så att de ej omfattas av tidsfördröjningen på 15 minuter.

## Frånslag



Frånslag begärs under följande villkor: Att summan av syrereglerfelen (DOESUM) är mindre än testgränsen ( $-DO-GU$ ). Observera att reglerfelen är negativa inför ett frånslag. Sedan testas även att tryckregleringen är aktiv, att luftproduktionen är mättad med signalen VL-sat, se block 3, och att ingen maskin har stoppats den senaste halvtimmen (då är signalen NoStop sann). När alla dessa villkor har varit uppfyllda i 15 minuter genereras frånslagsbegäran RQ-stop.

## 5. Tryckreglering

### 5.1 Inledning

Detta kapitel beskriver tryckregleringen, vilken hanteras av block 3 och 6. Block 3 sköter själva tryckregleringen och block 6 tryckminimeringen.

Tryckregleringen ställer in ett så lågt tryck som möjligt i manifoldern genom att mäta trycket samt trottventilernas lägen. Trycket påverkas direkt med blåsmaskinernas ställdon (ledskenor respektive diffusor) och indirekt med luftflödesregleringen till bassängerna. Den är aktiv när någon av blåsmaskinerna i drift har sin regulator ställd i 'Auto & Extern'-läge.

Då luftflödet till bassängerna regleras, så beräknar tryckregleringen själv sitt börvärde genom att försöka hålla den mest öppna trottventilen nästan fullt öppen. I annat fall hålls börvärdet konstant, tex till det tryck som rådde då tryckregleringen startades.

### 5.2 Block 3

Block 3 läser in analoga mätvärden, såsom manifoldtryck, ledskenelägen mm. Från block 1 kommer logiska signaler om status för blåsmaskiner och ledskene- respektive diffusorregulatorer. Därigenom kan block 3 avgöra vilken driftmod tryckregleringen skall vara i. Block 3 beräknar (med PID-regulatorer) och ställer ut börvärden till ledskene- och diffusorregulatorer, samt genererar logiska signaler om mättning i tryckregleringen. Vidare hanteras uppstart av tryckreglering. Nedan följer en detaljerad beskrivning av programkoden i block 3.

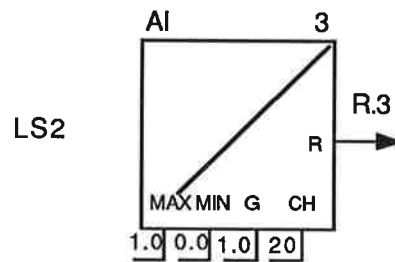
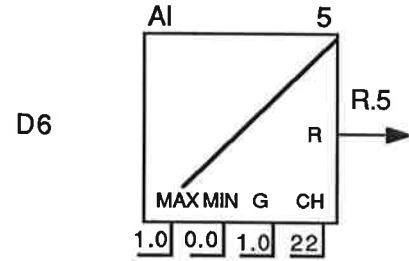
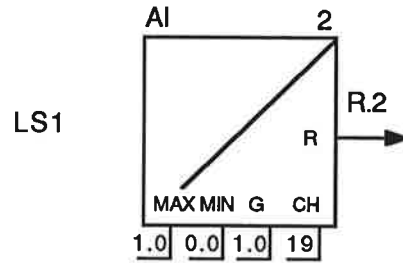
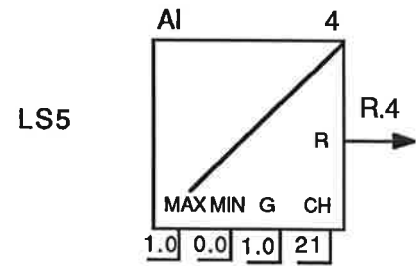
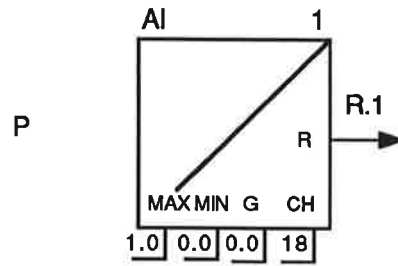
#### **Blockdata**

Type: Time (klockavbrott)

Period: 20 (= 1 s samplingsintervall)

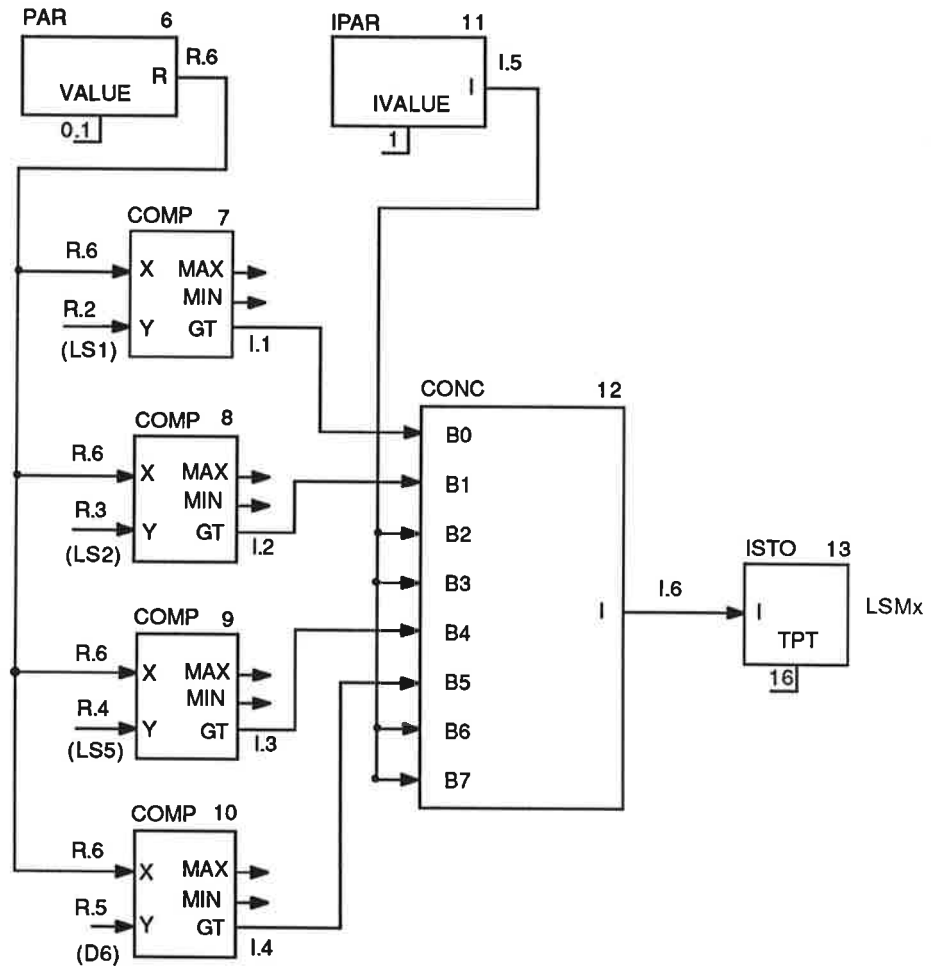
Priority: 3

## Inläsning av analoga signaler



Inläsning av manifoldtryck (P, R.1), ledskenelägen (LS1–2, LS5 respektive R.2–4) och diffusorläge (D6, R.5).

## Beräkning LSMx

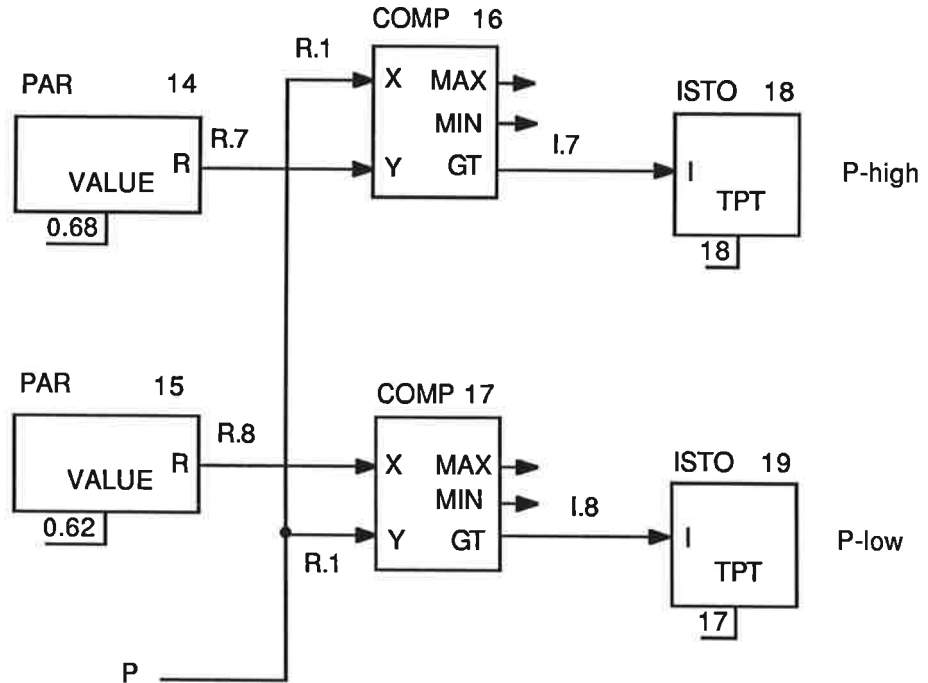


Signalen LSMx(m) anger bitvis vilka av blåsmaskinerna som har strypta ledskene- respektive diffusorlägen. Testgränsen är 0.1, signalerna ligger i intervallet 0.0–0.8 (för ledskenor) respektive 0.0–0.6 (för diffusorn).

Maskiner utan ställdon indikeras alltid som strypta, liksom de icke anslutna/existerande (BM3, 7 och 8).

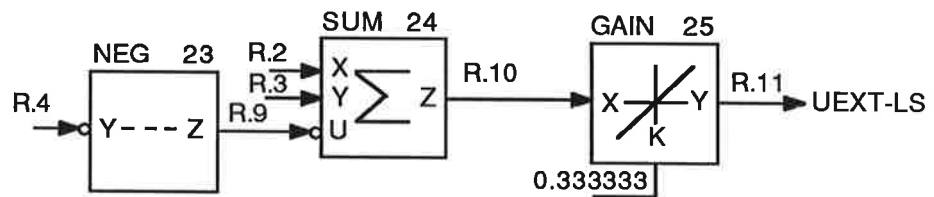
LSMx lagras i ITPT.16 och används av block 4 i startsekvensen.

### Beräkning av P-low och P-high



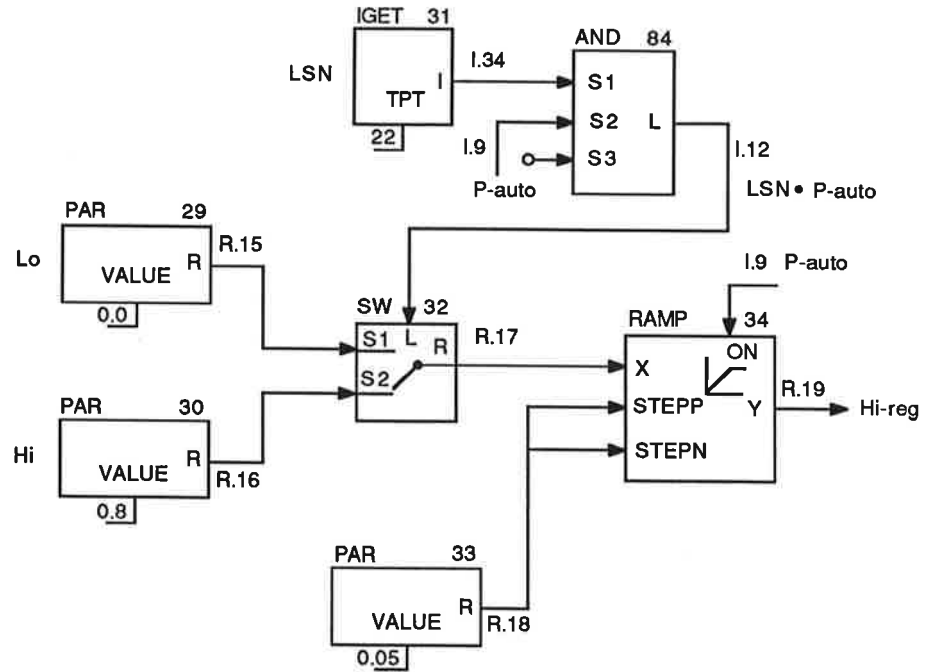
P-low är sann om trycket är mindre än 0.62 (Bar) och P-high är sann när trycket är högre än 0.68 (Bar). Dessa signaler används i till- respektive frånslagsvillkor i block 4.

### Beräkning av extern styrsignal för ledskenor



Medelvärde UEXT-LS av mätsignalerna för ledskenelägena, R.2-4, beräknas och används sedan som extern styrsignal till den PID-regulator som beräknar börvärden till ledskeneregulatorerna (PID-35).

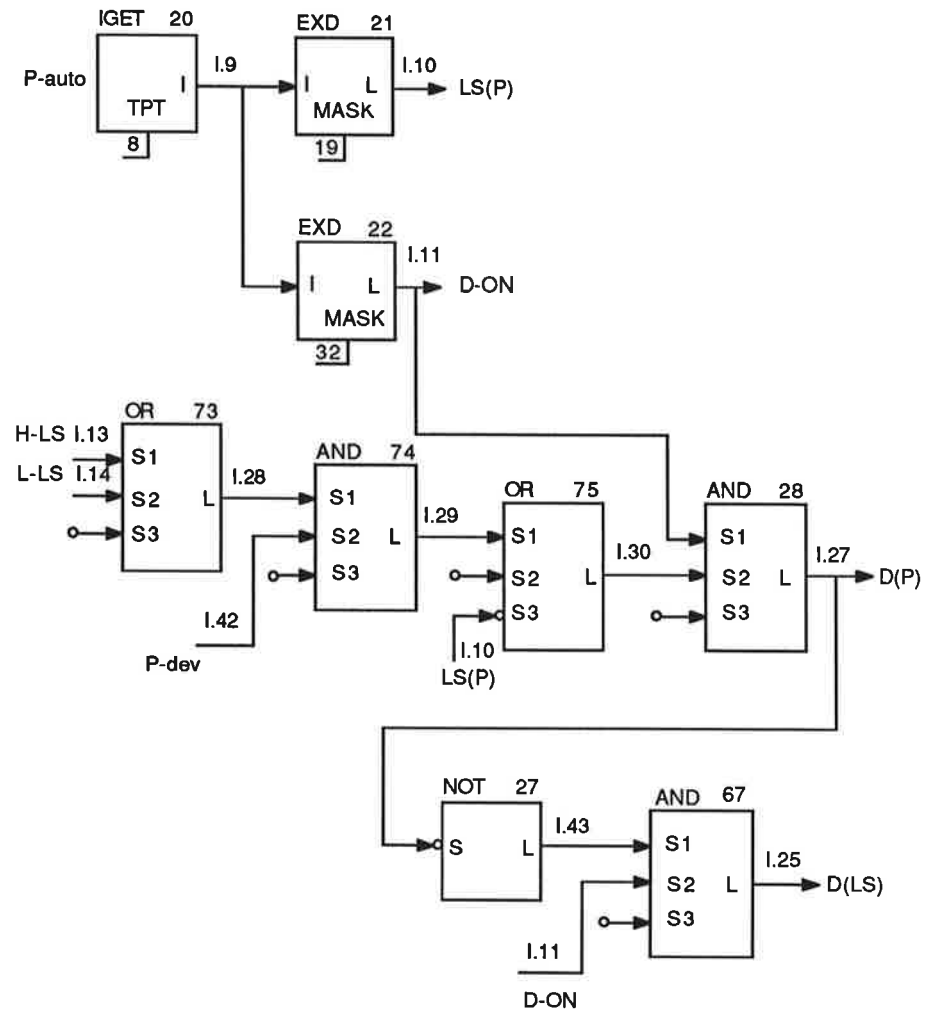
## Begränsning av börvärde till ledskenor och diffusor



Normalt begränsas börvärdena till intervallet 0.0–0.8, signalerna Lo respektive Hi, men vid tillslag av blåsmaskin skall ställdonen strypas ner. Signalen LSN (I.34, ITPT.22) från block 4 indikerar att strypning skall ske. Den multipliceras med P-auto för att urkoppling av tryckreglering direkt skall tillåta fullt spelrum för börvärdena. RAMP-modulen ändrar utsignalen med maximalt 0.05 enheter per sampel då tryckregleringen (P-auto) är inkopplad. Därigenom kommer övre gränsen för börvärdet (Hi-reg, R.19) att på 16 sekunder svepas från max- till minläget och vice versa, när nerstrypning begärs från block 4.



## Reglermoder

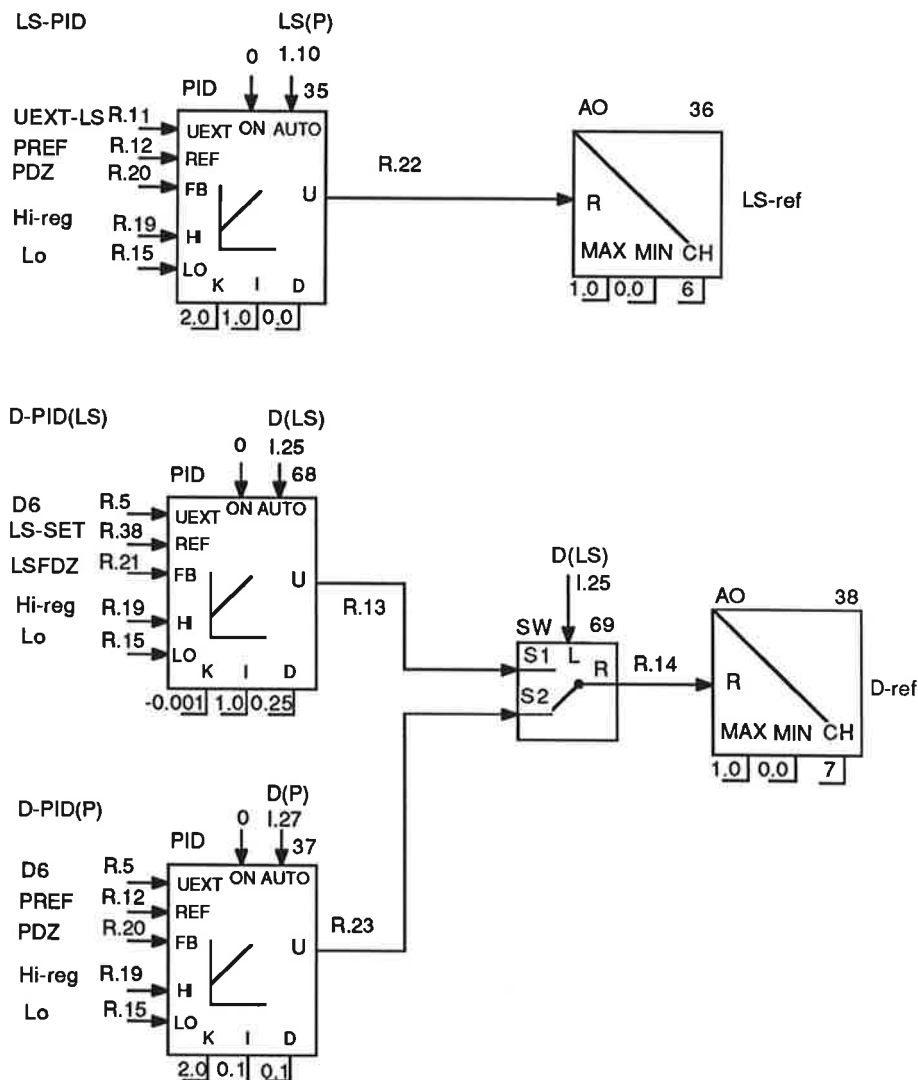


Tryckregleringen sköts i olika moder beroende på vilka av blåsmaskinerna som är i drift. Anledningen är olika snabbhet och reglerintervall hos Helsingörsmaskinen (BM6) respektive Demagmaskinerna (BM1, 2 och 5). De senare har litet reglerintervall, men snabba ställdon. Därför får dessa maskiner reglera trycket så snart någon av dem är i drift. Om BM6 också är i drift så får den istället 'reglera ledskenorna' genom att försöka hålla dem mitt i sitt arbetsområde. Om ledskenorna tex är nästan fullt öppna så kommer diffusorn att öppnas lite, vilket får tryckregleringen (med PID-35) att dra ner ledskenorna, och vice versa. BM6 tar över tryckregleringen om antingen ingen av BM1, 2 eller 5 är i drift eller om de har mättat sina ställdon. Det senare visar sig snabba upp tryckregleringen en del vid mätningar, eftersom man kan ha en snabbare slutna loop för BM6 då den utför tryckreglering än då den 'reglerar ledskenor'.

Signalen P-auto (från block 1) visar att tryckreglering skall vara aktiv. P-auto är en multipel logisk signal, vilket betyder att man ur den kan se vilka av blåsmaskinerna som reglerar. Utsignalen från EXD-modulen är 255 (alla bitar = 1) om någon av bitarna i 'masken' är ettsatta. Således blir signal LS(P) sann då någon av BM1, 2 eller 5 kan reglera trycket. Signal D-ON visar att BM6 kan reglera. Därefter bestäms om BM6 skall reglera trycket (D(P) sann) eller ledskenorna (D(LS) sann). BM6 skall reglera trycket om LS(P) falsk eller om ledskenorna är mättade (H-LS eller L-LS sann) och trycket avviker

tillräckligt mycket från börvärdet (P-dev sann). I annat fall skall BM6 reglera ledskenenlägen.

## PID-regulatorer



För att realisera de olika reglermoderna används tre PID-regulatorer. PID-35 (LS-PID) beräknar ett börvärde (LS-ref) till ledskenerreglingen. I manuell mod (LS(P) falsk) sätts LS-ref till medelvärdet av ledskenelägena (UEXT-LS). Trycksignalen PDZ har passerat en dödzon. Tryckbörvärdet (PREF) kommer från block 6. Gränserna för styrsignalen ges av Hi-reg och Lo (R.19 resp. R.15). Denna PID-regulator används som en PI-regulator, med förstärkning 2 och integrationstid 1 s. Signalen LS-ref ställs ut direkt på en analog utgång. PID-35 går i sluten loop när signal LS-P är sann.

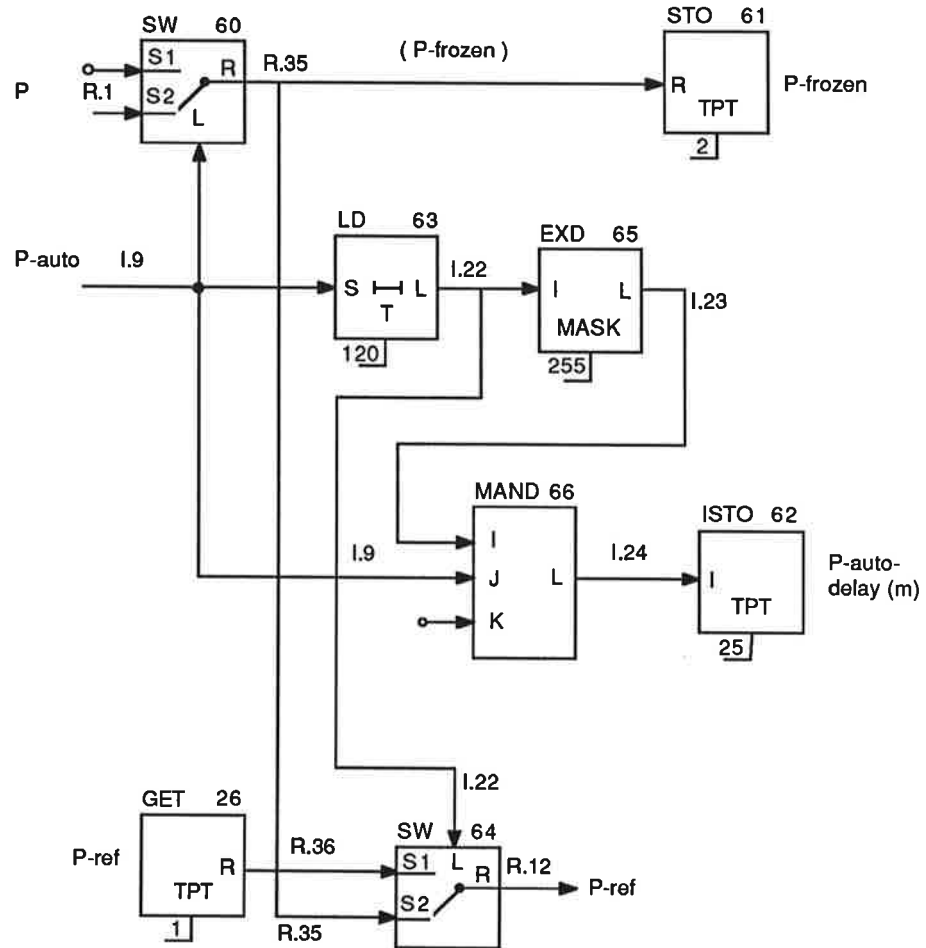
Tryckreglering med BM6 hanteras av PID-37 (D-PID(P)). Skillnaden mot PID-35 är att den har diffusorläget (D6) som extern styrsignal, och att dess utsignal blir diffusorbörvärde (D-ref). Vidare har den längre integrationstid (10 s) och derivatitiden 0.1 s, men samma förstärkning som PID-35. Den går i sluten loop endast när signalen D(P) är sann.

'Ledskenerregling' med BM6 utförs av PID-68 (D-PID(LS)). Skillnaden mot PID-37 är att den har ett ledskenebörvärde (LS-SET) och en ledskenesignal (LSFDZ) som återkopplingsignal. LSFZ bildas genom att låta LS-ref passera en dödzon. Att använda tex UEXT-LS (medelvärdet av ledskenelägena) eller någon liknande signal baserad på mätning av ledskenelägen visar sig

ge dålig stabilitet pga trög dynamik. Att istället framkoppla från LS-ref visar sig snabbare och ger inga stabilitetsproblem. Förstärkningen måste vara negativ i den här typen av regulator, ty ett positivt reglerfel (lägre mätsignal än börvärde) skall ge en minskad styrsignal. Vidare måste förstärkningen vara liten för att i en långsammare tidsskala justera ledskenorna mot deras börvärde. Detta är för närvarande 0.6, dvs 75 % öppna ledskenor.

SW-69 växlar mellan utsignalerna från PID-37 och PID-68. Då D(LS) är sann skickas signal R.13 (från PID-68) vidare som utsignal D-ref och ställs ut på en analog utgång. Tvärtom då D(LS) är falsk.

## Uppstart av tryckreglering



När tryckregleringen är urkopplad, dvs signal P-auto (I.9) är falsk, så kommer aktuellt manifoldtryck P (R.1) att lagras i signalen P-frozen (R.35, RTPT.2) samt bli börvärde P-ref (R.12), ty signal I.22 är alltid falsk då I.9 är det. Signal R.12 används som börvärde till PID-35 och PID-68 i tryckregleringen.

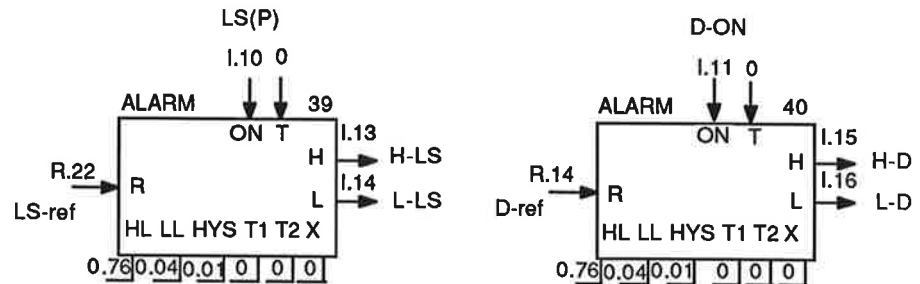
Tryckbörvärdet beräknas normalt av block 6 som har samplingsintervallet 120 sekunder. Då tryckregleringen startas används rådande tryck som första börvärde innan tryckminimeringen startar. Efter 120 sekunder har block 6 samplat en gång och då kan man koppla om till att hämta börvärdet därifrån. Detta hanteras enligt följande.

Då tryckregleringen kopplas in (P-auto blir sann) så kommer P-frozen (R.35) att bli konstant (lika med rådande tryck just före inkopplingen). Detta värde lagras i RTPT.2 samt blir börvärde för tryckregleringen, ty signal I.22 blir inte sann förrän 120 sekunder efter att P-auto har blivit sann. Efter 120 sekunder har block 6 samplat, och då kan man med SW-64 koppla om till att hämta tryckbörvärdet P-ref därifrån (signal RTPT.1).

Så länge I.22 är falsk kommer signal P-auto-delay (I.24, ITPT.25) att vara falsk och då kommer block 6 att kopiera över P-frozen (RTPT.2) till P-ref (RTPT.1). Då P-auto-delay blir sann startar tryckminimeringen i block 6, och då kommer P-ref att uppdateras på annat sätt. P-auto är en multipel logisk signal, och därför används modulerna EXD-65 (som har alla bitar ettställda då insignalen är sann) och MAND-66 för att låta P-auto-delay innehålla samma

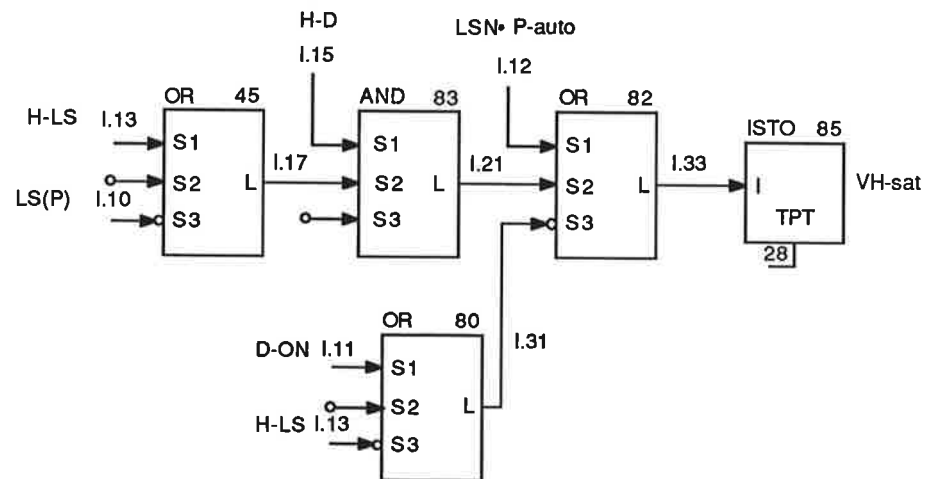
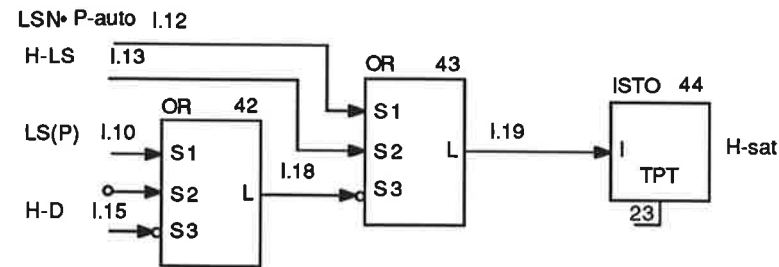
information om reglerande maskiner. Tryckminimeringen kopplas ur då enbart BM6 reglerar trycket, detta pga att diffusorn ger så pass långsam sluten loop. I detta läge hålls då rådande börvärde konstant tills minimeringen kan starta på nytt. Observera att detta senare konstanta tryckbörvärde i regel är skilt från P-frozen.

### Mättning i ledskene- och diffusorbörvärden



ALARM-modulerna används för att enkelt testa om börvärdena LS-ref respektive D-ref ligger nära övre respektive undre gräns (inom 5 % av mätområdet från respektive gräns plus lite hysteres). Då ON-signalen till en ALARM-modul är falsk så är dess utsignaler alltid falska. Således är signalen H-LS sann endast när LS-ref är större än HL (0.76) och LS(P) är sann. Motsvarande gäller för de övriga signalerna. Observera att testen görs mot fasta gränser.

## Mättnings uppåt i tryckregleringen



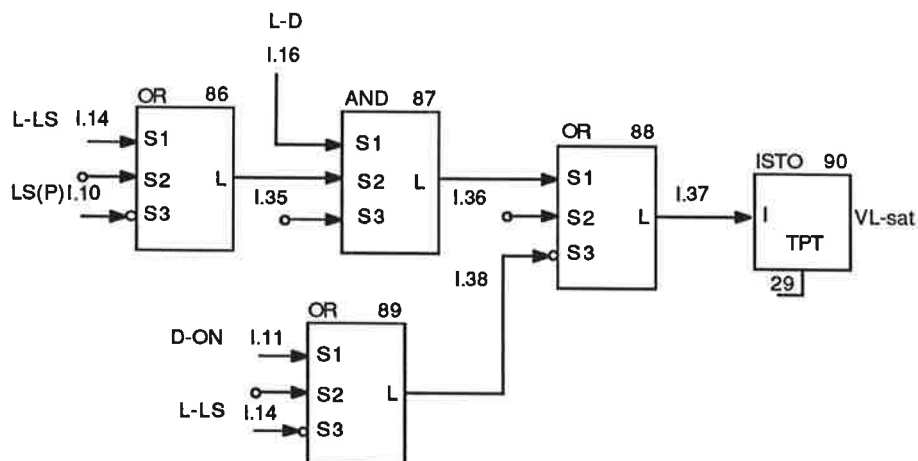
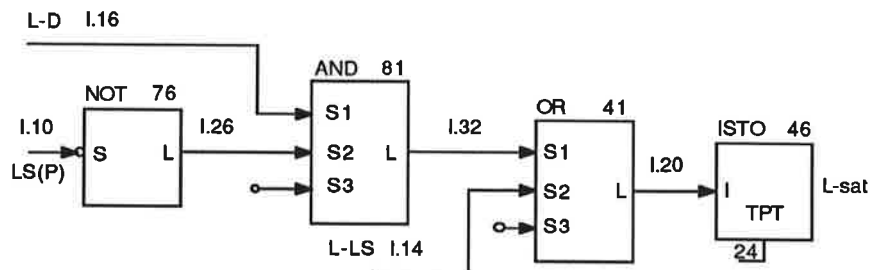
Signalen H-sat (I.19, ITPT.23) används av block 6 där signalen indikerar begränsning i tryckminimeringen. Den indikerar framför allt att ledskenemaskiner har mättnings uppåt men även att nerdragning är begärd (LSN·P-auto), ty även då är ledskenorna begränsade uppåt. Då ledskenemaskiner ej är i drift indikerar den även att diffusorn mättar uppåt. H-sat ges av det logiska uttrycket

$$H\text{-sat} = LSN \cdot P\text{-auto} + H\text{-LS} + H\text{-D} \cdot \overline{LS(P)}$$

VH-sat (I.33, ITPT.28) indikerar att alla tillgängliga ställdon är begränsade uppåt. VH-sat används av syrerregleringen (Block 11-16) och block 7 (för att begära tillslag). VH-sat ges av det logiska uttrycket

$$VH\text{-sat} = LSN \cdot P\text{-auto} + H\text{-LS} \cdot \overline{D\text{-ON}} + H\text{-D} \cdot \overline{LS(P)} + H\text{-LS} \cdot H\text{-D}$$

## Mättningar neråt i tryckregleringen



Signalen L-sat (I.20, ITPT.24) används av block 6 där signalen indikerar begränsning i tryckminimeringen. Den indikerar framför allt att ledskenemaskiner har mättning neråt. Då ledskenemaskiner ej är i drift indikerar den även att diffusorn mättar neråt. L-sat ges av det logiska uttrycket

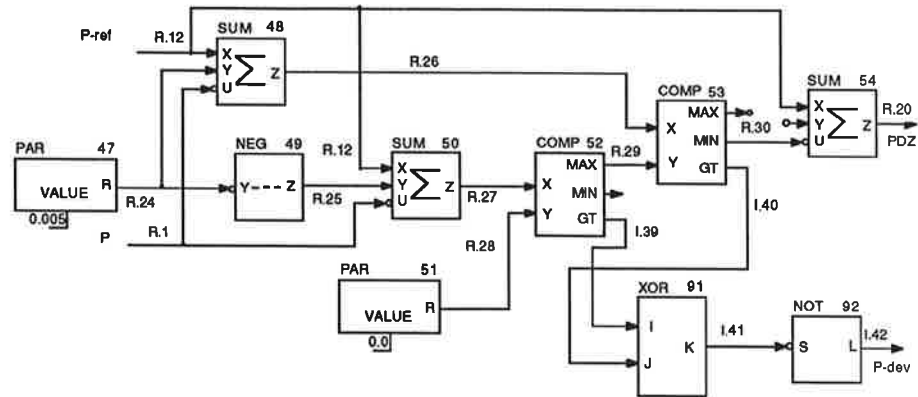
$$L\text{-sat} = L\text{-LS} + L\text{-D} \cdot \overline{LS(P)}$$

VL-sat (I.37, ITPT.29) indikerar att alla tillgängliga ställdon är begränsade neråt. VL-sat används av syreregleringen (Block 11-16) och block 7 (för att begära frånslag). VL-sat ges av det logiska uttrycket

$$VL\text{-sat} = L\text{-LS} \cdot \overline{D\text{-ON}} + L\text{-D} \cdot \overline{LS(P)} + L\text{-LS} \cdot L\text{-D}$$



## Dödzon för trycket



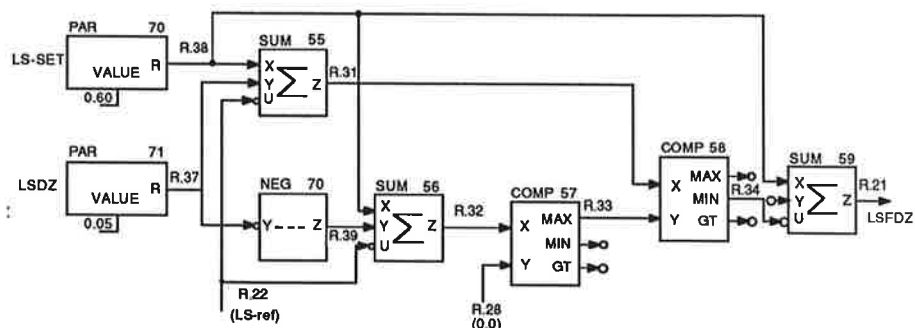
För att förhindra att små tryckavvikelser ger upphov till ledskenerrörelser så införs en dödzon för tryckmätningen. Då manifoldtrycket  $P$  ligger inom  $\pm 0.005$  (Bar) från börvärdet blir signal  $PDZ = P-ref$ . Då  $P > P-ref + 0.005$  blir  $PDZ = P - 0.005$ , och då  $P < P-ref - 0.005$  blir  $PDZ = P + 0.005$ .

Den logiska signalen  $P-dev$  indikerar att trycket  $P$  ligger utanför dödزونen, dvs att  $|P - P-ref| > 0.005$ .

Följande tabell visar värdena hos några signaler i de tre olika fallen. Detta förklarar funktionen hos blockschemat.

Signal	$P > P-ref + 0.005$	$ P - P-ref  < 0.005$	$P < P-ref - 0.005$
R.29	0	0	$P-ref - 0.005 - P$
R.30	$P-ref + 0.005 - P$	0	$P-ref - 0.005 - P$
PDZ	$P - 0.005$	0	$P + 0.005$
I.39	falsk	falsk	sann
I.40	falsk	sann	sann

## Börvärde och dödzon för ledskanelägen



Istället för att återkoppla ledskanelägen till PID-68 så framkopplas deras börvärde LS-ref, efter att det har passerat en dödzon. Detta ger större snabbhet och bättre stabilitet för 'ledskenerreglingen'. Dödزونen förhindrar att små avvikelser i LS-ref från LS-SET ger upphov till rörelser hos diffusorn.

Dödزونen fungerar identiskt med dödزونen för tryckmätningen. Då ledskenebörvärdet LS-ref ligger inom  $\pm 0.05$  från 'börvärdet' LS-SET blir signal LSFZ = LS-SET. Då  $LS-ref > LS-SET + 0.05$  blir LSFZ = LS-ref - 0.05, och då  $LS-ref < LS-SET - 0.05$  blir LSFZ = LS-ref + 0.05.

### 5.3 Block 6

Block 6 hanterar tryckminimeringen. Blocket läser in logiska signaler om status för luftflödesregleringen och reglermod för manifoldtrycket. Trottelventillägena hämtas från block 21-26. Börvärdet för manifoldtrycket justeras sedan så att den mest öppna trottelventilen blir 85 % öppen. Detta block har lägst prioritet i programmet. Nedan följer en detaljerad beskrivning av programkoden i block 6.

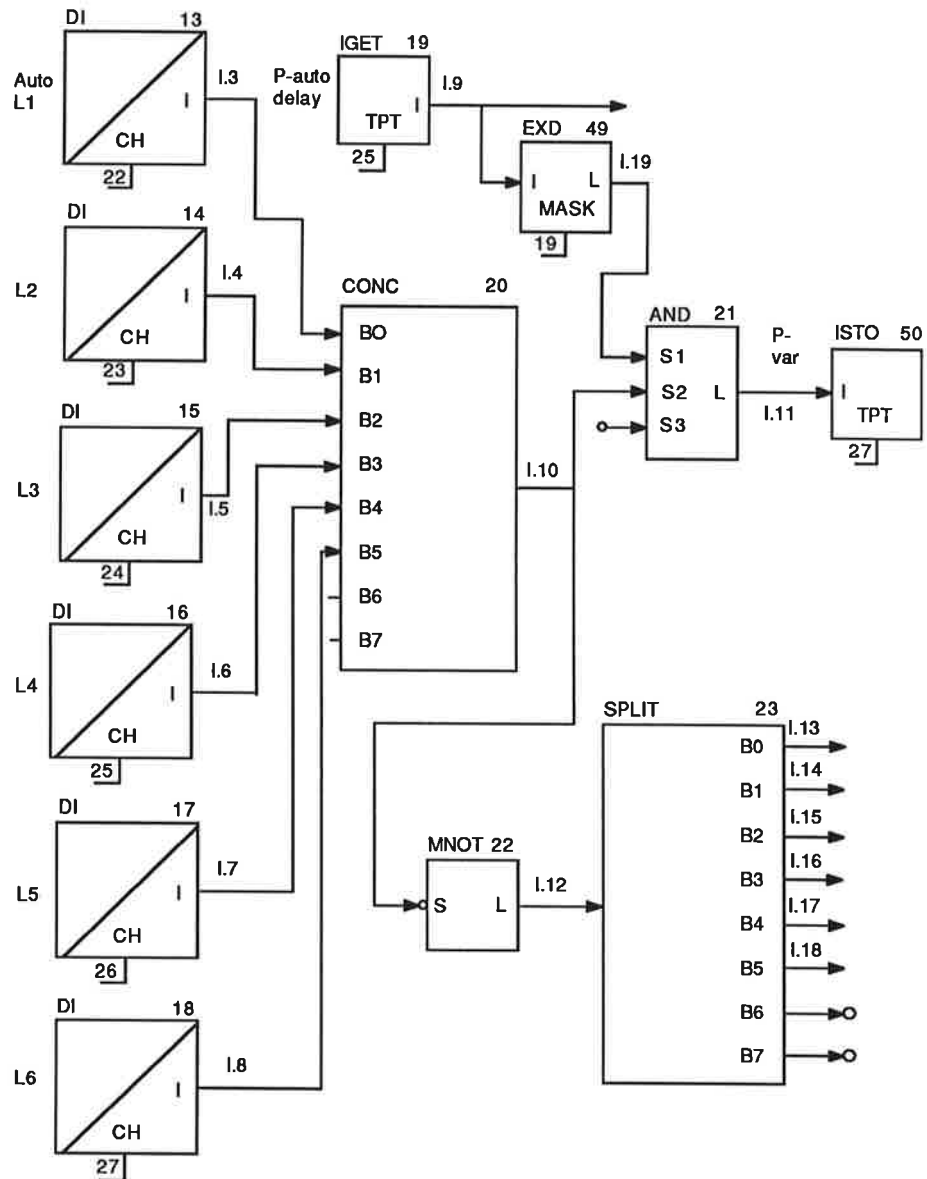
#### Blockdata

Type: Time (klockavbrott)

Period: 2400 (= 2 min samplingsintervall)

Priority: 9

## Status för luftflödesregleringen

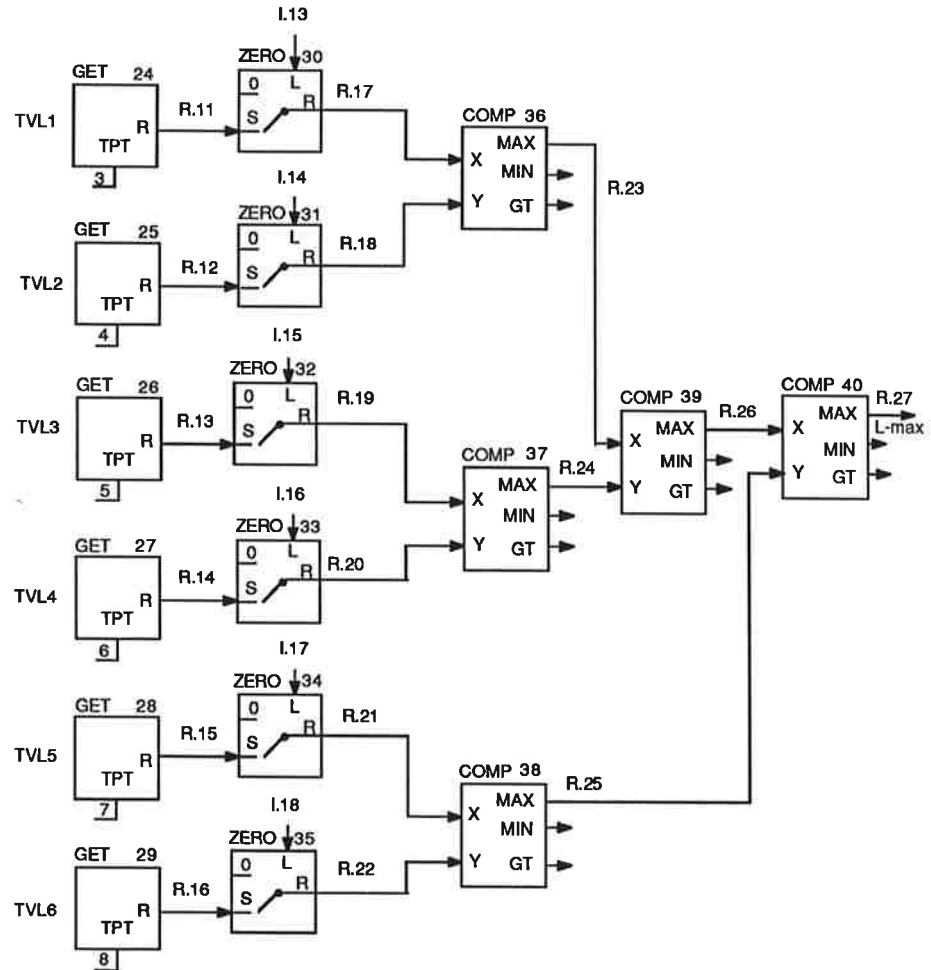


För att tryckminimeringen skall vara aktiv krävs dels att tryckregleringen är aktiv med ledskenemaskiner, dels att luftflödena till bassängerna regleras (lokalt eller externt börvärde spelar ingen roll).

Signalerna 'Auto L1' osv är sanna då luftflödena till bassängerna regleras. CONC-modulen fungerar väsentligen som en ELLER-grind, dvs dess utsignal är sann då någon bassäng har luftreglering. För att signal I.19 skall vara sann (= 255) krävs att någon av ledskenemaskinerna BM1, BM2 eller BM5 är inkopplad. Om båda dessa villkor är uppfyllda kan tryckminimering ske, och då sätts signal P-var (I.11, ITPT.27) sann.

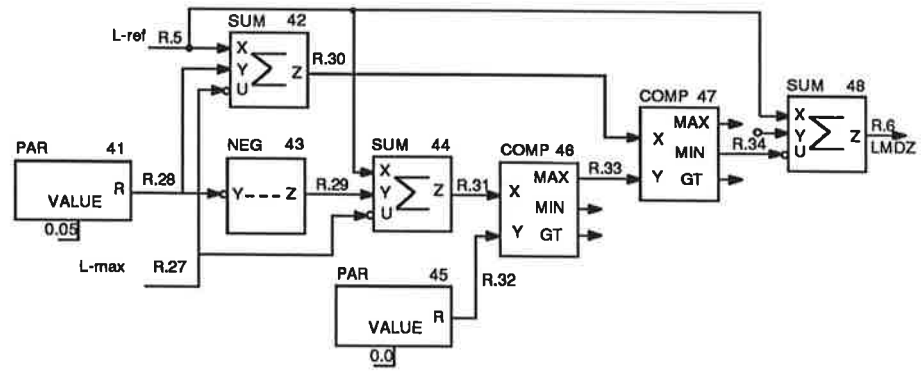
Signal I.10 inverteras och delas upp (SPLIT) i signalerna I.13-18. De används för att nollställa respektive ventillägessignal då regleringen är urkopplad.

## Mest öppna trottellventilläget



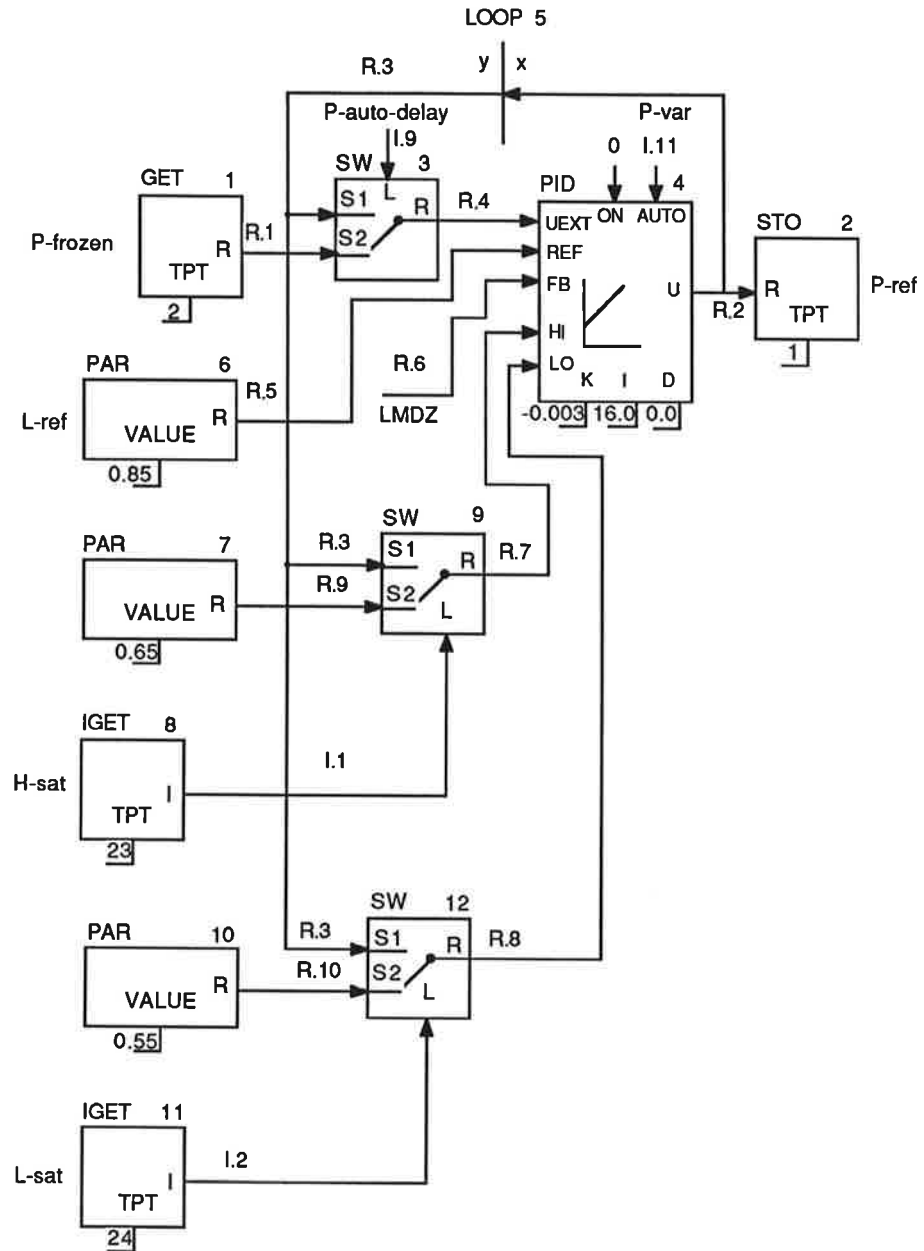
Trottellventillägena (R.11-16, RTPT.3-8) hämtas från block 21-26. Då respektive bassäng har bortkopplad luftreglering blir den logiska insignalen till respektive ZERO-modul sann, och då nollställs dess utsignal. Annars blir utsignalen samma som insignalen. Med COMP-modulerna 36-40 väljs det största trottellventilläget (L-max, R.27) ut.

## Dödzon på trotteltventilläget



På samma sätt som för manifoldtrycket och ledskeneläget i block 3 införs här en dödzon på 5 % för det största trotteltventilläget. Då trotteltventilläget  $L\text{-max}$  ligger inom  $\pm 0.05$  från börvärdet  $L\text{-ref}$  blir signal  $LMDZ$  (R.6) =  $L\text{-ref}$ . Då  $L\text{-max} > L\text{-ref} + 0.05$  blir  $LMDZ = L\text{-max} - 0.05$ , och då  $L\text{-max} < L\text{-ref} - 0.05$  blir  $LMDZ = L\text{-max} + 0.05$ .

## Tryckbörvärde



Med en PI-regulator beräknas tryckbörvärdet till block 3. Logiken för in- och urkoppling av tryckminimeringen finns i dels block 3, dels i ovanstående blockschema. Notera att signalen P-auto-delay är fördröjd 2 minuter i sitt tillslag, efter att P-auto blivit sann.

Då tryckminimeringen är urkopplad (P-auto-delay och P-var båda falska) så skickas signalen P-frozen vidare som börvärdet P-ref. Signalen P-frozen blir konstant så fort signalen P-auto blir sann. Då P-auto-delay blir sann (2 minuter efter att P-auto blivit sann) så ställs SW-3 om så att förra utsignalen från PID-4 blir ny extern styrsignal. Om P-var då är falsk (inga bassänger med luftflödesreglering) så förblir P-ref konstant, lika med förra utsignalen från PID-4. P-var blir sann då någon av BM1, 2 eller 5 blir inkopplad, och då börjar PID-4 att beräkna börvärden för att få mest öppna trotteltventilläget (efter dödزونen) att bli lika med L-ref (ventilen 85 % öppen).

PID-4 måste ha negativ förstärkning ty ett positivt reglerfel ( $L_{\max} < L_{\text{ref}}$ ) skall ge en minskning i styrsignalen (P-ref). Regulatorn arbetar i princip som en I-regulator med integrationstiden 7.5 sekunder ( $h/T_i = 16$ ) där  $h = 120$  sekunder.

Övre och undre gränserna för tryckbörvärdet är normalt 0.65 respektive 0.55 (Bar). Då ledskenorna mättar uppåt (H-sat sann) används föregående tryckbörvärde (R.3) som övre gräns, och vice versa när ledskenorna mättar neråt (L-sat sann).

## 6. Syrereglering

### 6.1 Inledning

Detta kapitel beskriver syreregleringen för luftningsbassängerna L1-L6. Den hanteras av block 10, 11-16 och 21-26. Block 21-26 läser in analoga och logiska signaler för att avgöra reglermoden för syreregleringen. Block 11-16 hanterar själva syreregleringen med självinställande reglering, och block 10 slutligen läser ut börvärden till luftflödesregleringen till respektive bassäng.

Block 21-26 har högre prioritet än block 11-16, som i sin tur har högre prioritet än block 10. Block 11-16 har samplingsintervallet 1 minut, de övriga har samplingsintervallet 1 sekund. Vid urkopplad syrereglering skickar block 21-26 ärvärdet på luftflödet vidare till block 10, som ställer ut detta som externt börvärde till luftregleringen. Därför måste block 10 och 21-26 ha kort samplingsintervall.

Då syreregleringen kopplas in använder den självinställande regulatorn (STAR) i block 11-16 det aktuella luftflödet som startvärde på styrsignalen. Sedan samplar den självinställande regulatorn var 15:e minut. Pga begränsningar i Novatune måste block 11-16 ha relativt långa samplingsintervall om STAR skall kunna sampla så sällan som var 15:e minut. Den valda lösningen kan hantera snabb in- och urkoppling av syreregleringen samt uppdateringar av utsignalen i manuell reglering. Den förklaras närmre nedan.

Signalerna i syreregleringen, tex syrehalter, reglerfel för syre och luftflöden, utnyttjas av block 7 för att tillsammans med signaler om status för blåsmaskiner mm generera start- och stopporder till blåsmaskiner. Före ett tillslag av en blåsmaskin måste windup introduceras i luftregleringen, annars kan det extra luftflödet ej tas om hand av bassängerna. Denna windup indikeras till block 7 med en logisk signal från block 11-16

Först beskrivs inläsningsblocken 21-26 som är nästan identiska. Sedan beskrivs syreregleringen i block 11-16, dessa är också nästan identiska. Sist beskrivs block 10, som innehåller 6 nästan identiska delar.

### 6.2 Block 21-26

Block 21-26 läser in analoga och logiska signaler för att avgöra reglermoden för syreregleringen.

#### Blockdata

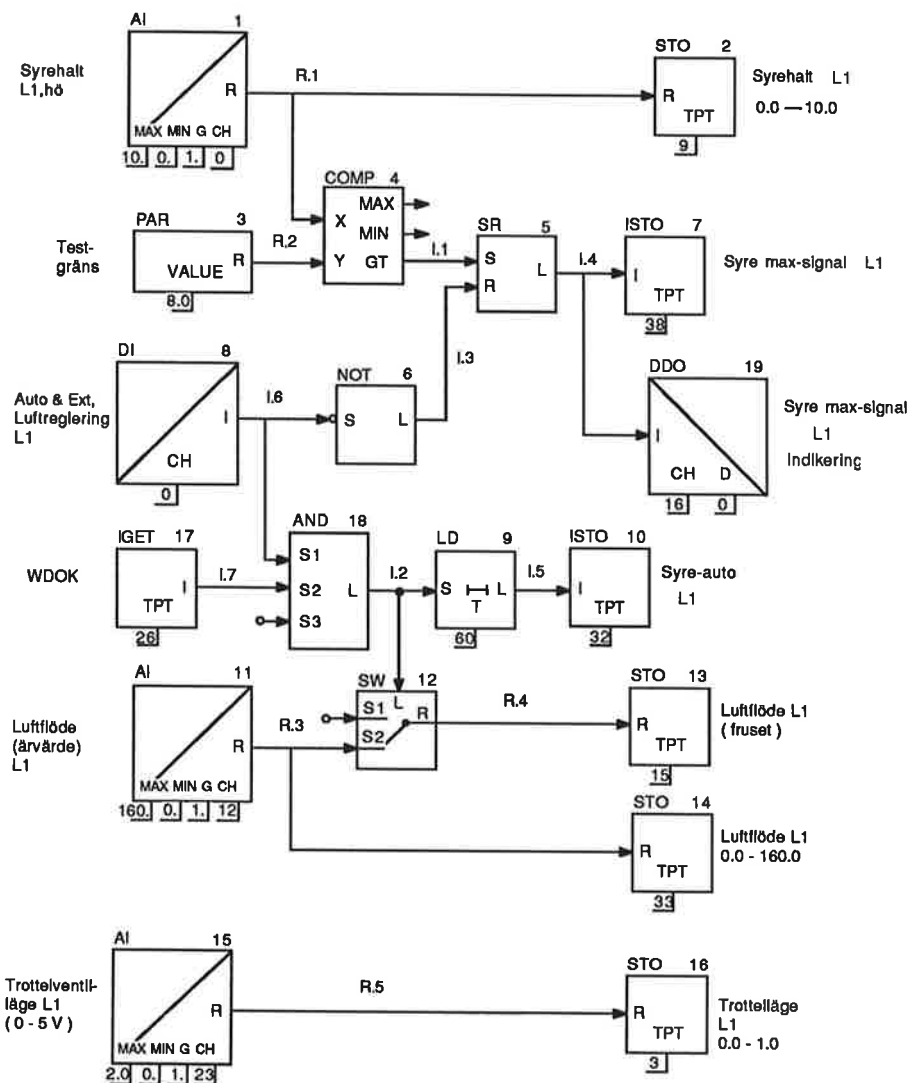
Type: Time (klockavbrott)

Period: 20 (= 1 s samplingsintervall)

Priority: 6



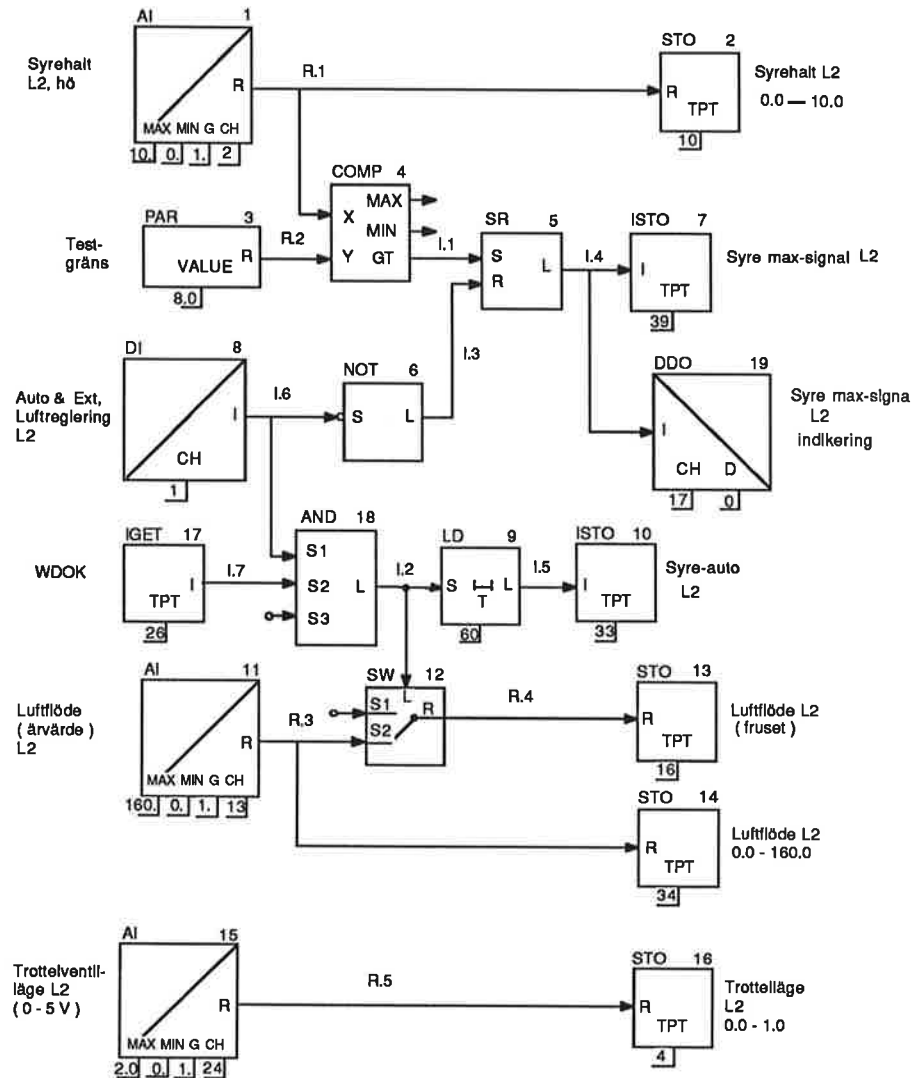
## Block 21



Block 21 läser in syrehalt i höger bassänghalva i L1, luftflöde till L1 och trottelventilläge till L1. Om luftregulatorn är kopplad i läge 'Auto & Extern' så skall syreregleringen vara inkopplad. Från block 1 kommer signalen WDOK som visar att ställdon och Novatunes WatchDog möjliggör syrerreglering. Blocket testar också om syresignalen är större än  $8 \text{ mg/l}$ . I så fall kopplas regleringen ur, ty detta indikerar att syre-proben kan ha lyfts upp ur vattnet. Återställning görs genom att koppla över luftregleringen i 'Manuell' och sedan koppla in på nytt.

Till block 11 (och block 7) levereras syrehalt, ventilläge och luftflöde. Det frusna värdet på luftflödet fixeras direkt vid inkoppling av syrerregleringen, men Syre-Auto-signalen har fördröjt tillslag med 1 minut. Under denna minut hinner block 11 läsa in det senast frusna värdet för att uppdatera självinställaren (STAR). Därefter görs den första automatiska beräkningen av luftbörvärde under nästa minut, och sedan var 15:e minut, så länge regleringen är inkopplad.

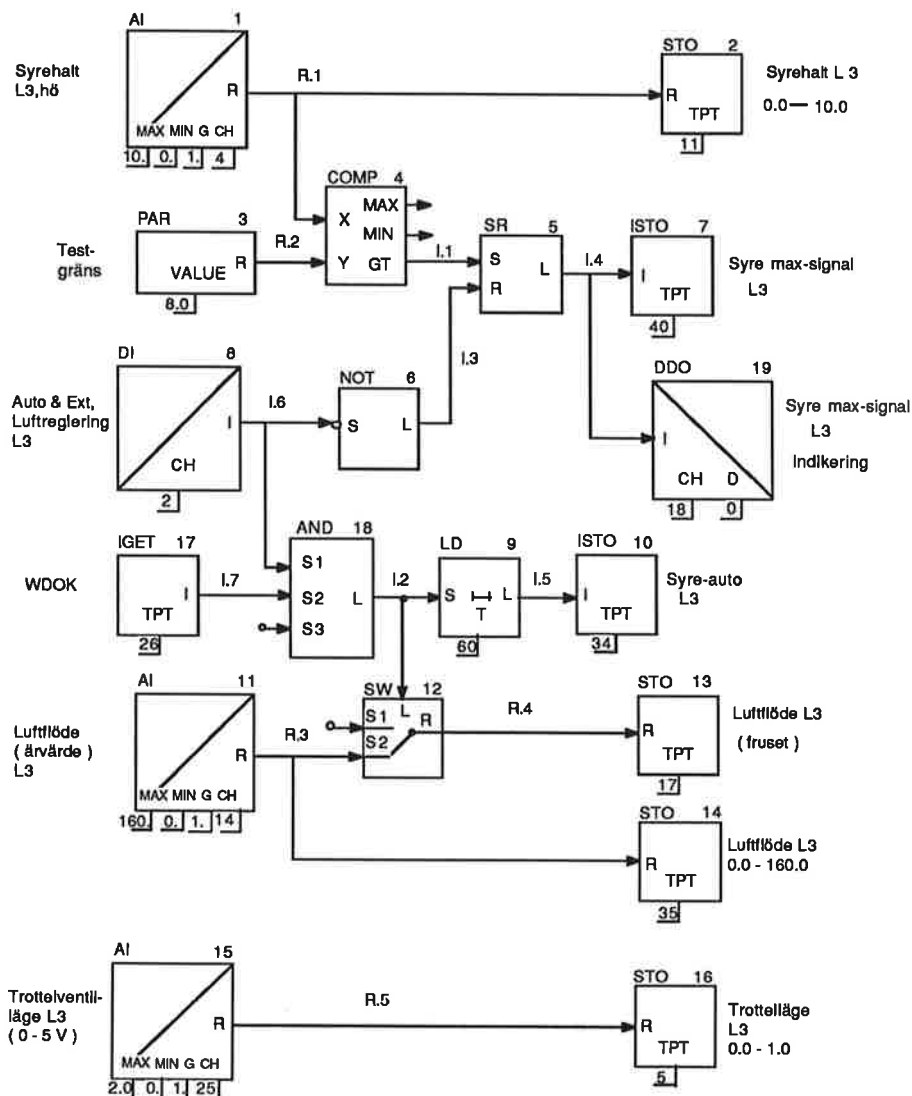
## Block 22



Block 22 läser in syrehalt i höger bassänghalva i L2, luftflöde till L2 och trottelventilläge till L2. Om luftregulatorn är kopplad i läge 'Auto & Extern' så skall syrerregleringen vara inkopplad. Från block 1 kommer signalen WDOK som visar att ställdon och Novatunes WatchDog mm möjliggör syrerreglering. Blocket testar också om syresignalen är större än 8 mg/l. I så fall kopplas regleringen ur, ty detta indikerar att syre-proben kan ha lyfts upp ur vattnet. Återställning görs genom att koppla över luftregleringen i 'Manuell' och sedan koppla in på nytt.

Till block 12 (och block 7) levereras syrehalt, ventilläge och luftflöde. Det frusna värdet på luftflödet fixeras direkt vid inkoppling av syrerregleringen, men Syre-Auto-signalen har fördröjt tillslag med 1 minut. Under denna minut hinner block 12 läsa in det senast frusna värdet för att uppdatera självinställaren (STAR). Därefter görs den första automatiska beräkningen av luftbörvärde under nästa minut, och sedan var 15:e minut, så länge regleringen är inkopplad.

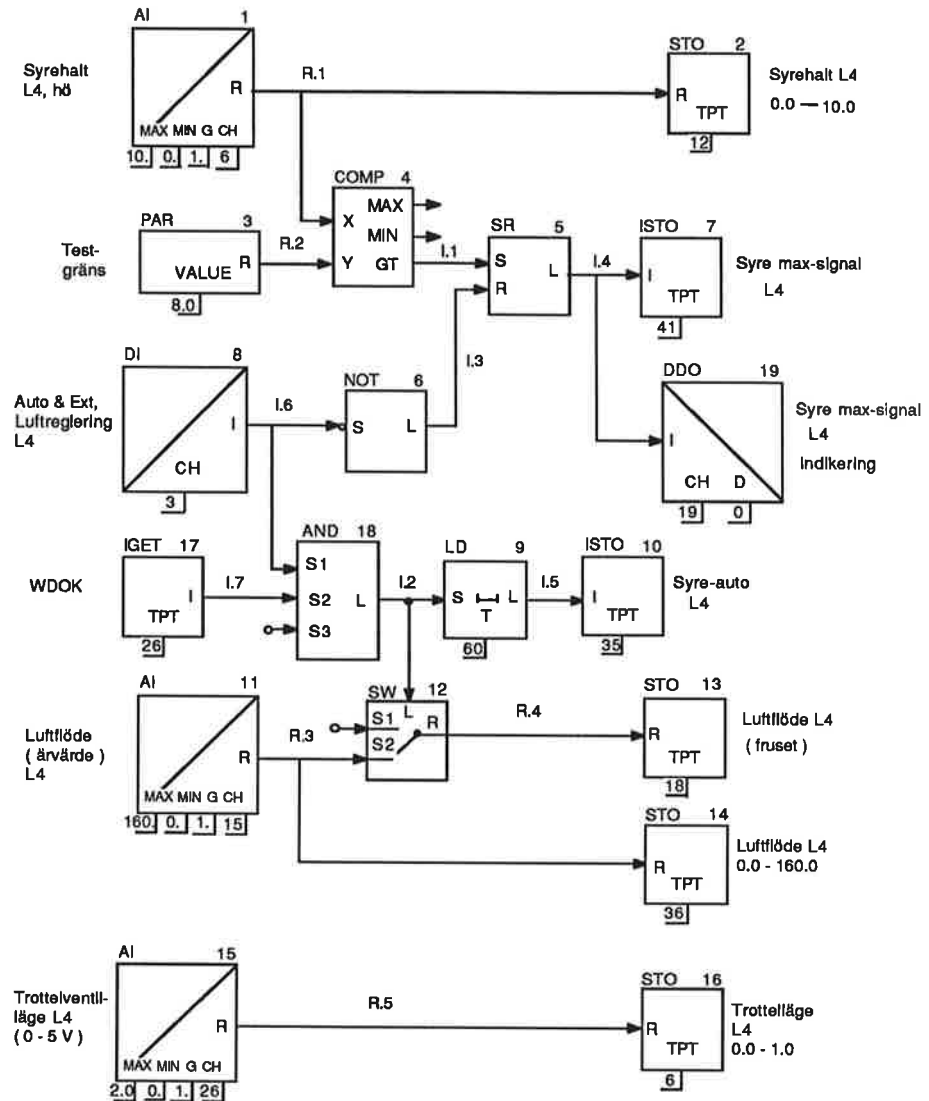
## Block 23



Block 23 läser in syrehalt i höger bassänghalva i L3, luftflöde till L3 och trottelventilläge till L3. Om luftregulatorn är kopplad i läge 'Auto & Extern' så skall syreregleringen vara inkopplad. Från block 1 kommer signalen WDOK som visar att ställdon och Novatunes WatchDog mm möjliggör syrereglering. Blocket testar också om syresignalen är större än 8 mg/l. I så fall kopplas regleringen ur, ty detta indikerar att syre-proben kan ha lyfts upp ur vattnet. Återställning görs genom att koppla över luftregleringen i 'Manuell' och sedan koppla in på nytt.

Till block 13 (och block 7) levereras syrehalt, ventilläge och luftflöde. Det frusna värdet på luftflödet fixeras direkt vid inkoppling av syreregleringen, men Syre-Auto-signalen har fördröjt tillslag med 1 minut. Under denna minut hinner block 13 läsa in det senast frusna värdet för att uppdatera självinställaren (STAR). Därefter görs den första automatiska beräkningen av luftbörvärde under nästa minut, och sedan var 15:e minut, så länge regleringen är inkopplad.

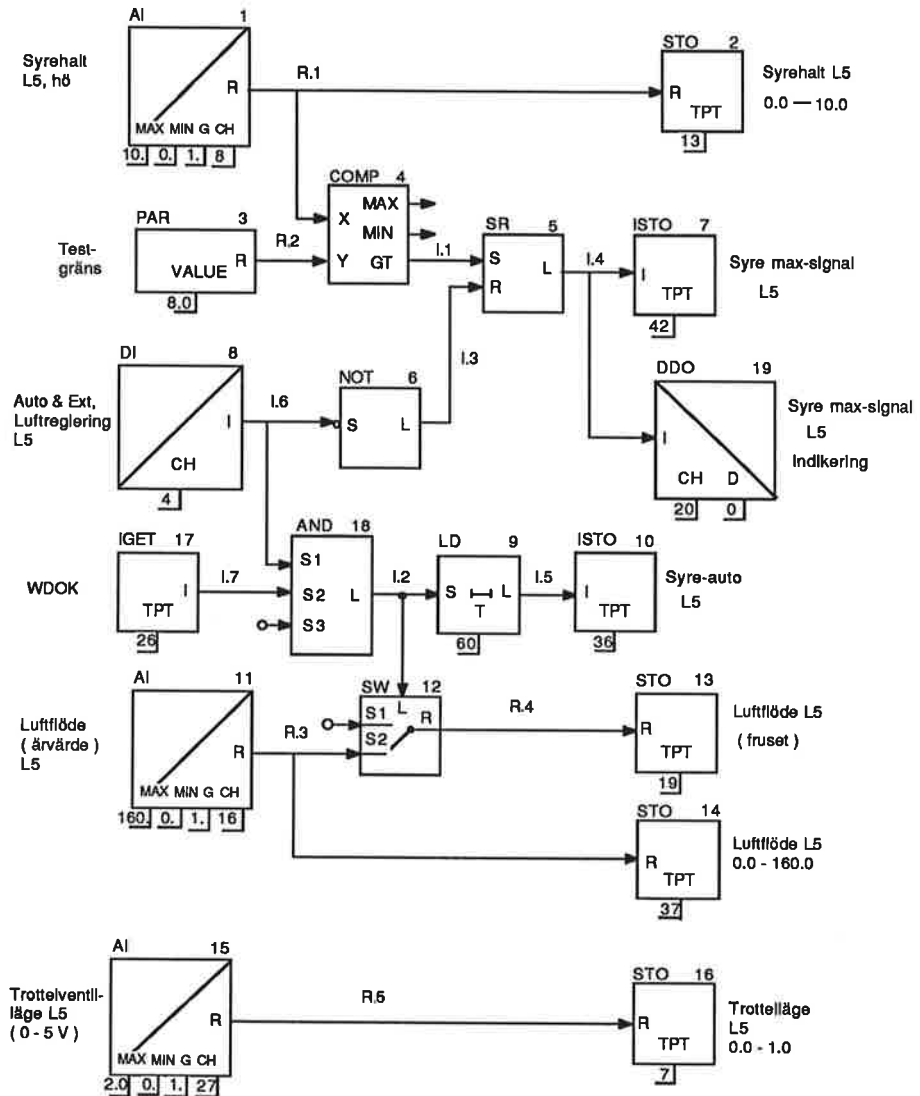
## Block 24



Block 24 läser in syrehalt i höger bassänghalva i L4, luftflöde till L4 och trottelventilläge till L4. Om luftregulatorn är kopplad i läge 'Auto & Extern' så skall syrereglern vara inkopplad. Från block 1 kommer signalen WDOK som visar att ställdon och Novatunes WatchDog mm möjliggör syrereglern. Blocket testas också om syresignalen är större än 8 mg/l. I så fall kopplas reglern ur, ty detta indikerar att syre-proben kan ha lyfts upp ur vattnet. Återställning görs genom att koppla över luftreglern i 'Manuell' och sedan koppla in på nytt.

Till block 14 (och block 7) levereras syrehalt, ventilläge och luftflöde. Det frusna värdet på luftflödet fixeras direkt vid inkoppling av syrereglern, men Syre-Auto-signalen har fördröjt tillslag med 1 minut. Under denna minut hinner block 14 läsa in det senast frusna värdet för att uppdatera självinställaren (STAR). Därefter görs den första automatiska beräkningen av luftbörvärde under nästa minut, och sedan var 15:e minut, så länge reglern är inkopplad.

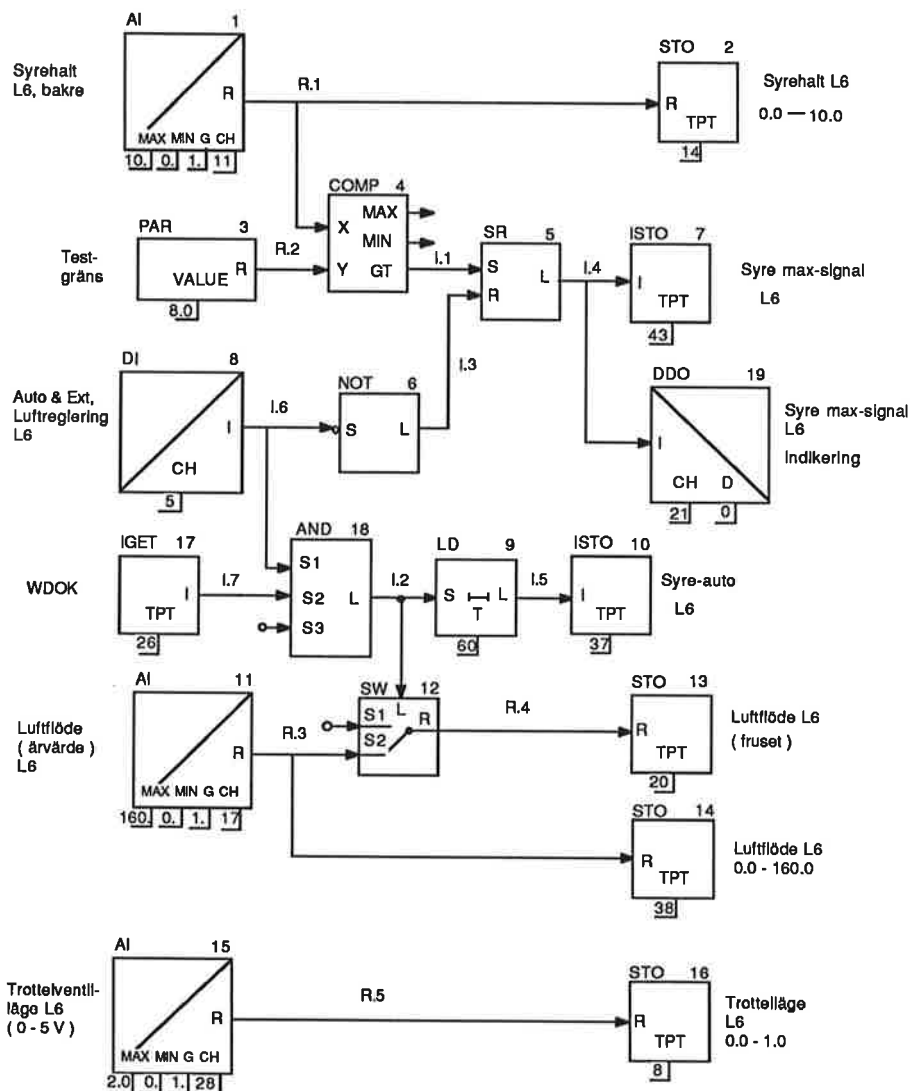
## Block 25



Block 25 läser in syrehalt i höger bassänghalva i L5, luftflöde till L5 och trottelventilläge till L5. Om luftregulatorn är kopplad i läge 'Auto & Extern' så skall syrerregleringen vara inkopplad. Från block 1 kommer signalen WDOK som visar att ställdon och Novatunes WatchDog mm möjliggör syrerreglering. Blocket testar också om syresignalen är större än 8 mg/l. I så fall kopplas regleringen ur, ty detta indikerar att syre-proben kan ha lyfts upp ur vattnet. Återställning görs genom att koppla över luftregleringen i 'Manuell' och sedan koppla in på nytt.

Till block 15 (och block 7) levereras syrehalt, ventilläge och luftflöde. Det frusna värdet på luftflödet fixeras direkt vid inkoppling av syrerregleringen, men Syre-Auto-signalen har fördröjt tillslag med 1 minut. Under denna minut hinner block 15 läsa in det senast frusna värdet för att uppdatera självinställaren (STAR). Därefter görs den första automatiska beräkningen av luftbörvärde under nästa minut, och sedan var 15:e minut, så länge regleringen är inkopplad.

## Block 26



Block 26 läser in bortre syrehalt i bassäng L6, luftflöde till L6 och trotteventilläge till L6. Om luftregulatorn är kopplad i läge 'Auto & Extern' så skall syrerregleringen vara inkopplad. Från block 1 kommer signalen WDOK som visar att ställdon och Novatunes WatchDog mm möjliggör syrerreglering. Blocket testar också om syresignalen är större än  $8 \text{ mg/l}$ . I så fall kopplas regleringen ur, ty detta indikerar att syre-proben kan ha lyfts upp ur vattnet. Återställning görs genom att koppla över luftregleringen i 'Manuell' och sedan koppla in på nytt.

Till block 16 (och block 7) levereras syrehalt, ventilläge och luftflöde. Det frusna värdet på luftflödet fixeras direkt vid inkoppling av syrerregleringen, men Syre-Auto-signalen har fördröjt tillslag med 1 minut. Under denna minut hinner block 16 läsa in det senast frusna värdet för att uppdatera självinställaren (STAR). Därefter görs den första automatiska beräkningen av luftbörvärde under nästa minut, och sedan var 15:e minut, så länge regleringen är inkopplad.

### **6.3 Block 11–16**

Först visas de 6 blockschema som skiljer block 11–16 åt, nämligen de moduler som hanterar kommunikationen med andra delar i programmet. Sedan visas de gemensamma delarna, dvs reglering, beräkning av styrsignalgränser, in- och urkoppling av reglering, adaptering etc.

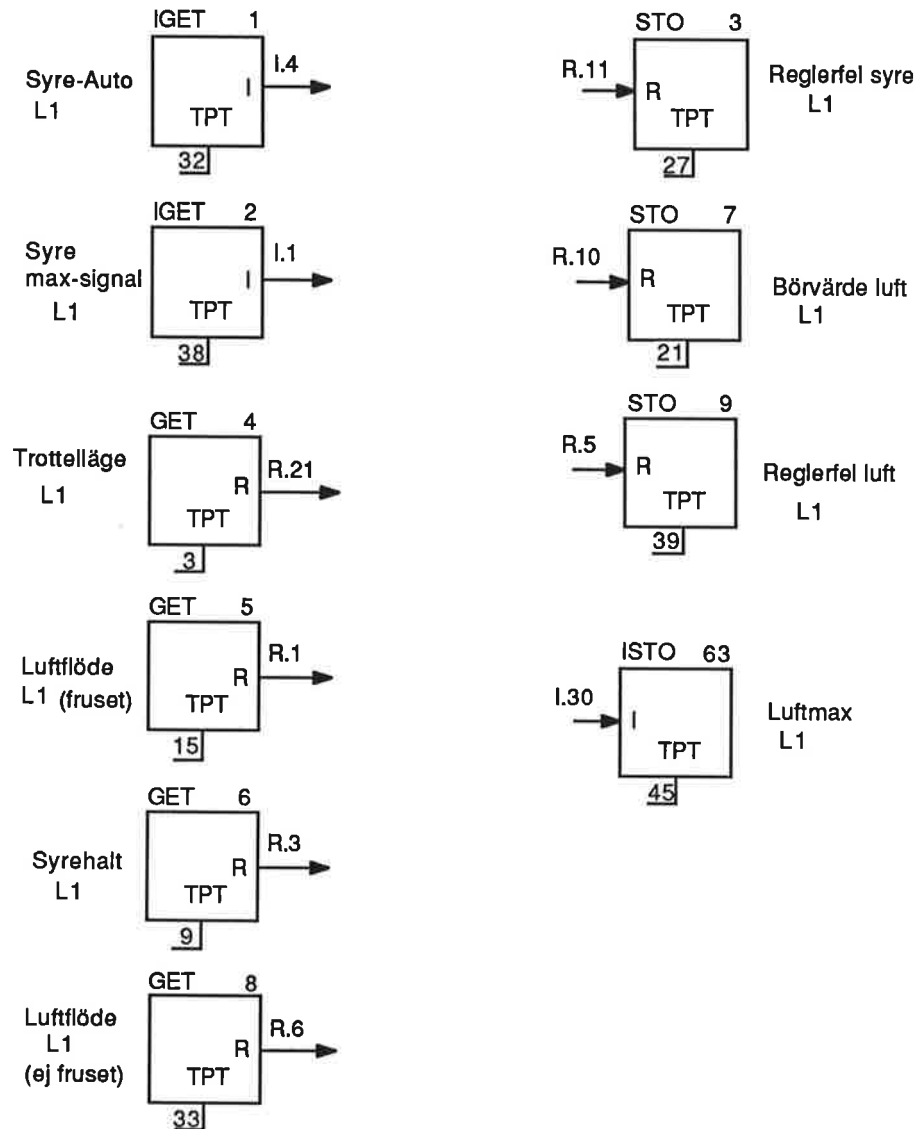
#### **Blockdata**

Type: Time (klockavbrott)

Period: 1200 (= 1 min samplingsintervall)

Priority: 7

## Block 11, kommunikation

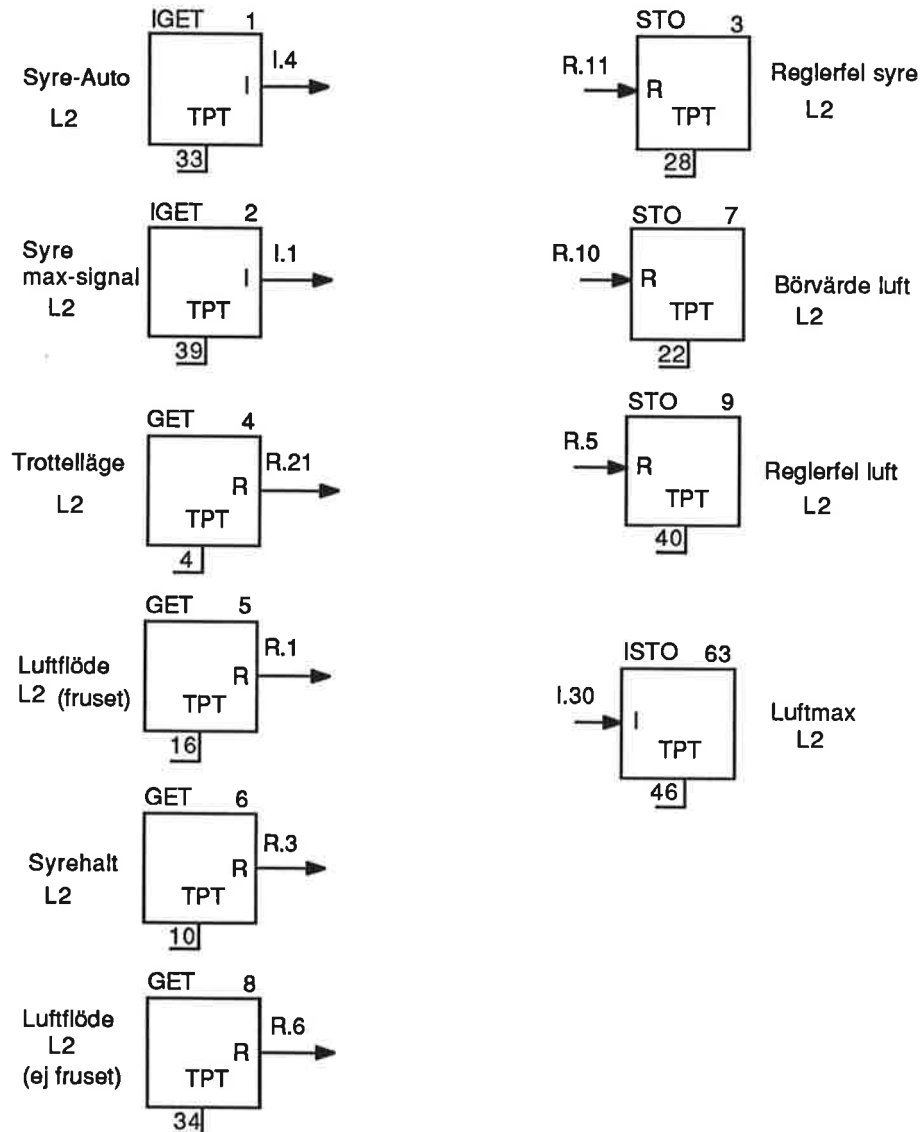


Från block 21 läses följande signaler in: Syre-Auto L1, som indikerar att syrerreglering är inkopplad, Syre max-signal L1, som indikerar att syresignalen har överskridit testgränsen för att syreproben kan ha lyfts upp ur vattnet, trotteälläget, syrehalten, samt luftflödet, där det frusna värdet fixeras vid inkoppling av automatiken och det ofrusna värdet används för att beräkna reglerfelet i luftflödet.

Till block 10 levereras ett börvärde för luftflödet till bassäng L1, och till block 7 levereras reglerfelen för syrehalt respektive luftflöde, samt den logiska signalen Luftmax L1, som indikerar windup luftflödet.



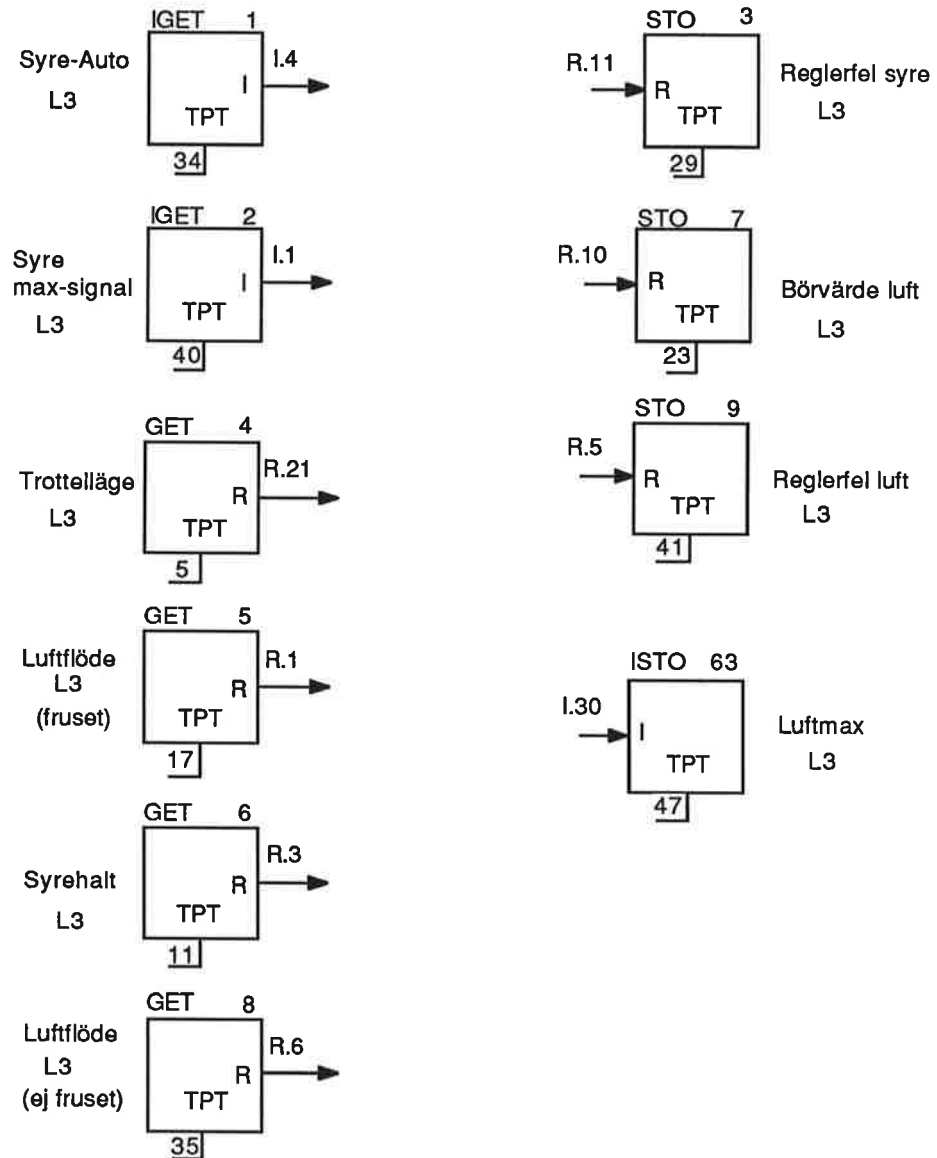
## Block 12, kommunikation



Från block 22 läses följande signaler in: Syre-Auto L2, som indikerar att syrereglering är inkopplad, Syre max-signal L2, som indikerar att syresignalen har överskridit testgränsen för att syreproben kan ha lyfts upp ur vattnet, trottelläget, syrehalten, samt luftflödet, där det frusna värdet fixeras vid inkoppling av automatiken och det ofrusna värdet används för att beräkna reglerfelet i luftflödet.

Till block 10 levereras ett börvärde för luftflödet till bassäng L2, och till block 7 levereras reglerfelen för syrehalt respektive luftflöde, samt den logiska signalen Luftmax L2, som indikerar windup luftflödet.

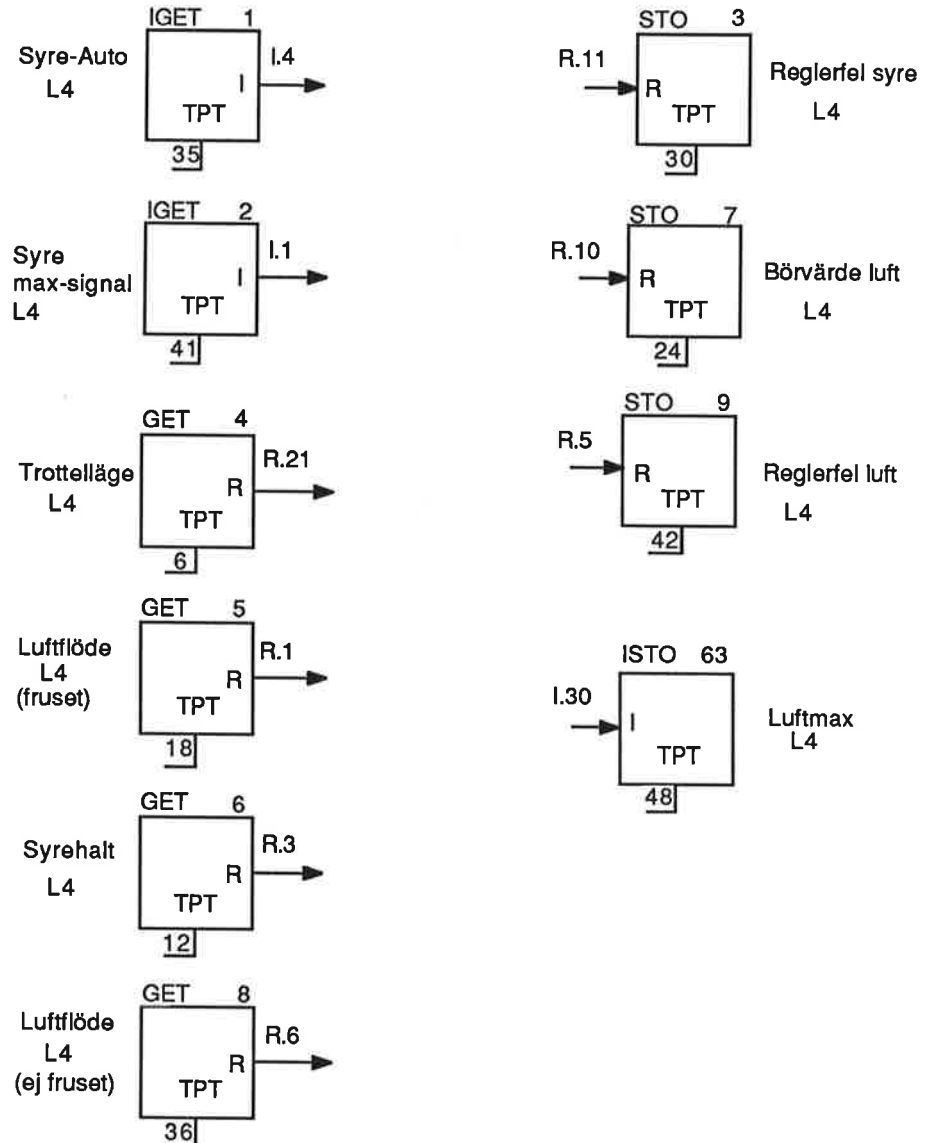
### Block 13, kommunikation



Från block 23 läses följande signaler in: Syre-Auto L3, som indikerar att syrereglering är inkopplad, Syre max-signal L3, som indikerar att syresignalen har överskridit testgränsen för att syreproben kan ha lyfts upp ur vattnet, trottelläget, syrehalten, samt luftflödet, där det frusna värdet fixeras vid inkoppling av automatiken och det ofrusna värdet används för att beräkna reglerfelet i luftflödet.

Till block 10 levereras ett börvärde för luftflödet till bassäng L3, och till block 7 levereras reglerfelen för syrehalt respektive luftflöde, samt den logiska signalen Luftmax L3, som indikerar windup luftflödet.

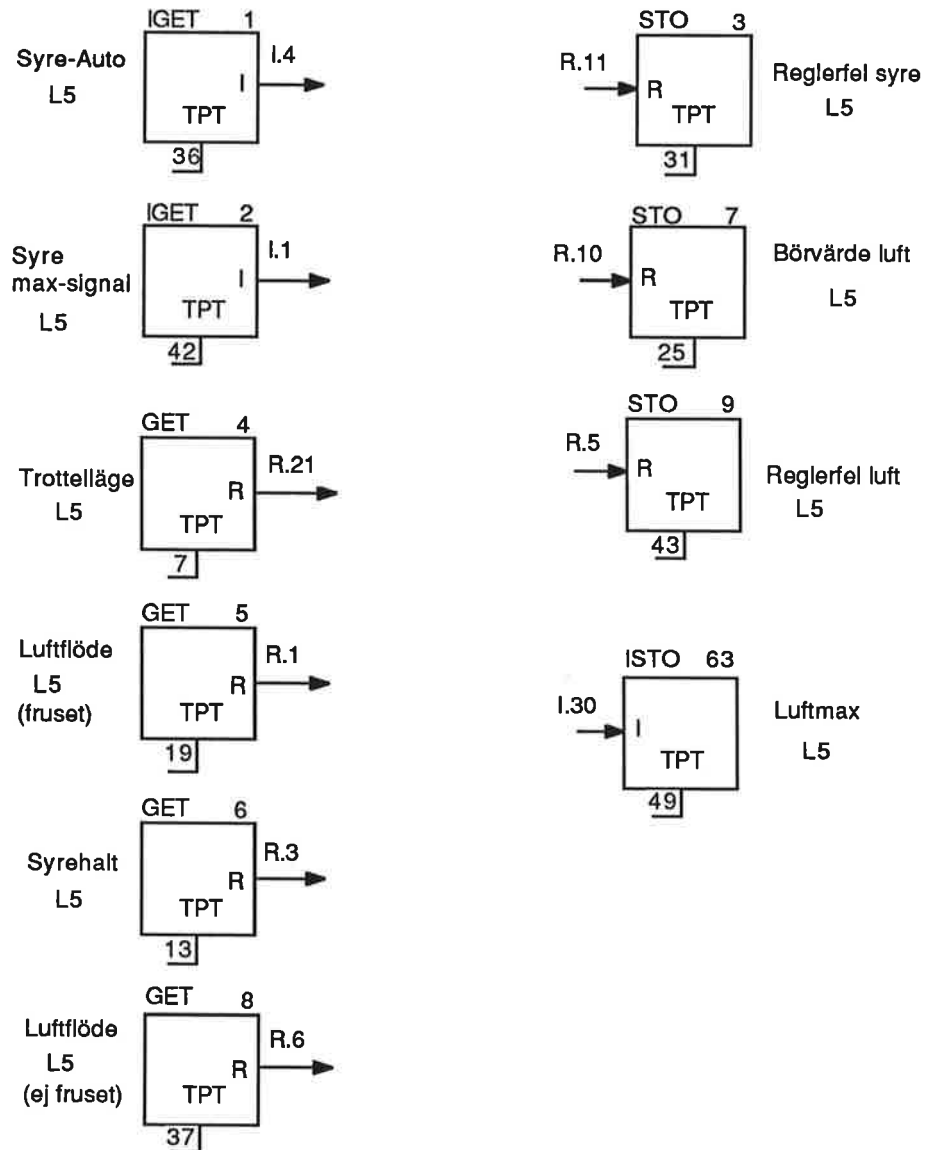
## Block 14, kommunikation



Från block 24 läses följande signaler in: Syre-Auto L4, som indikerar att syrerreglering är inkopplad, Syre max-signal L4, som indikerar att syresignalen har överskridit testgränsen för att syreproben kan ha lyfts upp ur vattnet, trotteltventilläget, syrehalten, samt luftflödet, där det frusna värdet fixeras vid inkoppling av automatiken och det ofrusna värdet används för att beräkna reglerfelet i luftflödet.

Till block 10 levereras ett börvärde för luftflödet till bassäng L4, och till block 7 levereras reglerfelet för syrehalt respektive luftflöde, samt den logiska signalen Luftmax L4, som indikerar windup luftflödet.

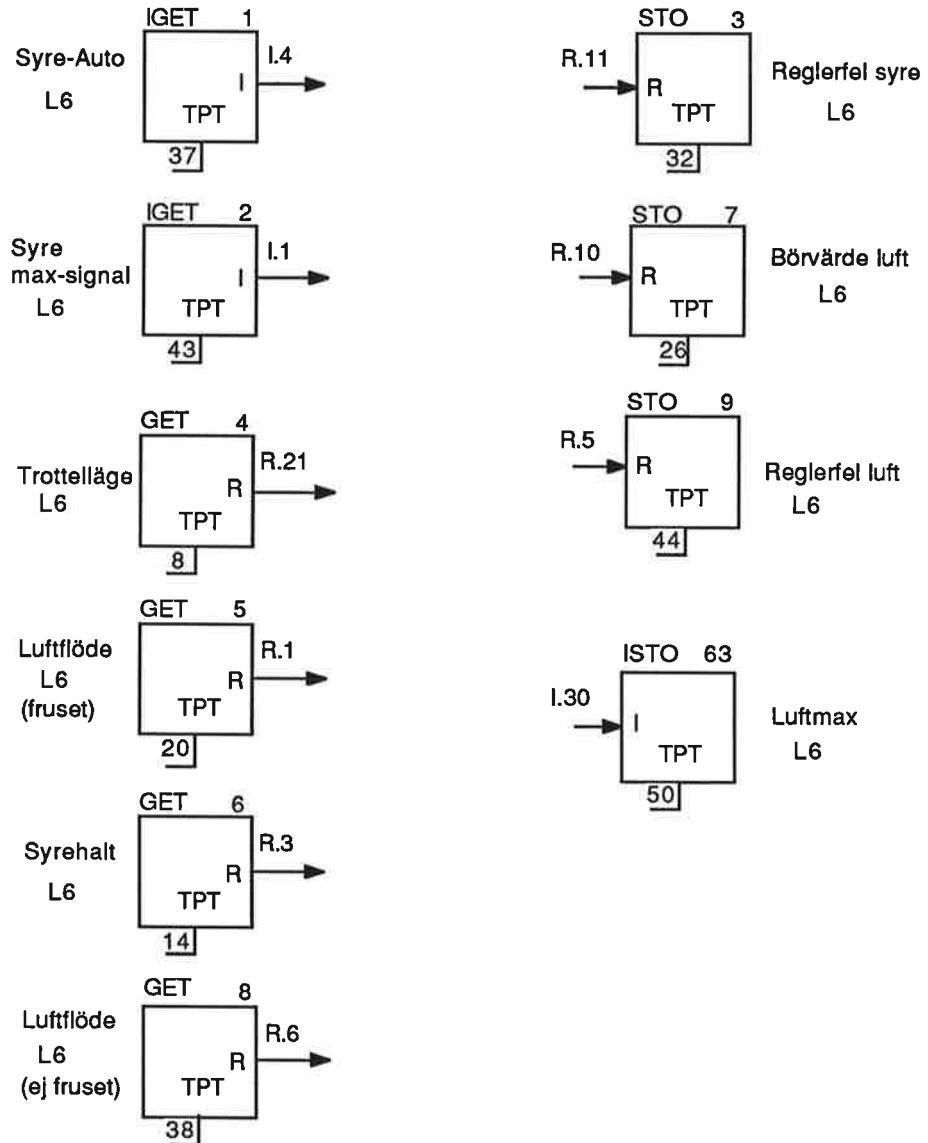
## Block 15, kommunikation



Från block 25 läses följande signaler in: Syre-Auto L5, som indikerar att syrerreglering är inkopplad, Syre max-signal L5, som indikerar att syresignalen har överskridit testgränsen för att syreproben kan ha lyfts upp ur vattnet, trotteltventilläget, syrehalten, samt luftflödet, där det frusna värdet fixeras vid inkoppling av automatiken och det ofrusna värdet används för att beräkna reglerfelet i luftflödet.

Till block 10 levereras ett börvärde för luftflödet till bassäng L5, och till block 7 levereras reglerfelen för syrehalt respektive luftflöde, samt den logiska signalen Luftmax L5, som indikerar windup luftflödet.

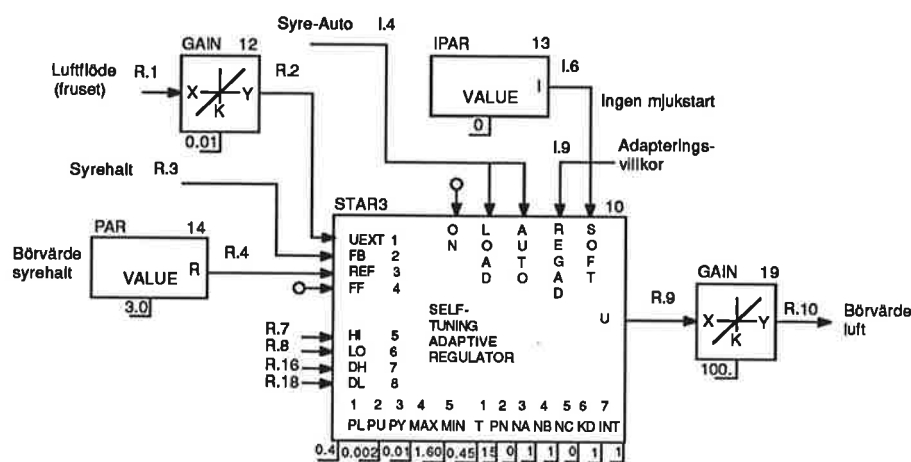
## Block 16, kommunikation



Från block 26 läses följande signaler in: Syre-Auto L6, som indikerar att syrerreglering är inkopplad, Syre max-signal L6, som indikerar att syresignalen har överskridit testgränsen för att syreproben kan ha lyfts upp ur vattnet, trottelventilläget, syrehalten, samt luftflödet, där det frusna värdet fixeras vid inkoppling av automatiken och det ofrusna värdet används för att beräkna reglerfelet i luftflödet.

Till block 10 levereras ett börvärde för luftflödet till bassäng L6, och till block 7 levereras reglerfelen för syrehalt respektive luftflöde, samt den logiska signalen Luftmax L6, som indikerar windup luftflödet.

## 6.4 Självinställande syrereglering



För syreregleringen används en STAR3-modul, vilket är den STAR-modul som ger störst frihet att välja parametrar. Luftflödessignalerna (extern styrsignal respektive börvärde) skalas med en faktor 100 så att signalerna ligger i intervallet 0.45–1.60 internt i STAR-modulen. Att använda intervallet 45–160 på styrsignalen kan ge instabilitet, därför att B-parametern skall då göras en faktor 100 mindre. Det är endast internt i STAR-modulen samt i signalerna R.2 och R.9 som den skalade luftflödessignalen används. Begränsningarna (HI, LO, DH, DL) måste också vara nerskalade.

Börvärdet i syrehalt sätts som en parameter (PAR-14), separat för varje bassäng. Mätsignalen (syrehalten) finns i signal R.3. Ingen framkopplingssignal (FF) används. Syre-Auto-signalen kopplar om STAR-modulen mellan automatik och manuell. I automatik-läget samplar STAR-modulen var 15:e minut (heltalsparameter nr 1), men i manuell samplar den var minut (dvs samma som blocket). Då Syre-Auto-signalen ändras från sann till falsk eller tvärtom så laddas dumpade parametrar in i STAR-modulen. Därför bör man kort efter första uppstart lagra (DUMP-kommandot under STAR) en uppsättning parametrar.

Med heltalsparametern i IPAR-13 kan man koppla in och ur mjukstart. Då parametern är noll görs ingen mjukstart, då den är större än noll görs mjukstart. Adapteringen kopplas bort vid flera olika tillfällen, vilka redovisas längre fram. Begränsningarna i styrsignalen beräknas beroende på trotteltventilläge, mätning i tryckreglering etc. De redovisas längre fram.

Parametrarna till STAR-modulen är valda enligt följande. Slutna systemets pol (PL) = 0.4, vilket ger en lösningstid (5 %) på ca 1 timme. PU och PY anger upplösningen i styr- respektive mätsignalen, och är valda till ca 1/2000-del av respektive signalintervall. 12 bitars upplösning i AD- och DA-omvandlarna ger ca 4000 möjliga mätvärden. MAX och MIN ger hårda absoluta gränser för styrsignalen. Om HI eller LO ligger utanför detta intervall så har de ingen verkan. MAX och MIN används även för vissa beräkningar i STAR-modulen. MAX och MIN måste anges nerskalade med en faktor 100.

T anger samplingsintervallet för STAR-modulen (i automatik) relativt blocket, här vart 15:e sampel. PN (penalty) är en form av styrsignalstraff (Clarke-Gawthrop) då den är större än noll, men utnyttjas ej här. NA = 1 anger att en mätsignalparameter (A-parameter) används, NB = 1 att en styrsignalparameter (B-parameter) och NC = 0 att ingen framkopplingsparameter används. KD anger prediktionshorisonten, dvs hur många STAR-sampel framåt som STAR-algoritmen försöker prediktera syrekoncentrationen

(1 STAR-sampel = T blocksampel). INT = 1 anger att integralverkan används. INT = 0 tar bort integralverkan.

Den integrerande styrlagen ser ut enligt följande,

$$\hat{b}_0 \Delta u(t) = -\hat{a}_0 \Delta y(t) + (1 - PL)(r(t) - y(t))$$

där  $u$  är styrsignalen (börvärde i luftflöde),  $y$  mätsignalen (syrekoncentration) och  $r$  börvärdet (i syrekoncentration).  $\hat{a}_0$  och  $\hat{b}_0$  skattas av en minsta kvadrat-algoritm.

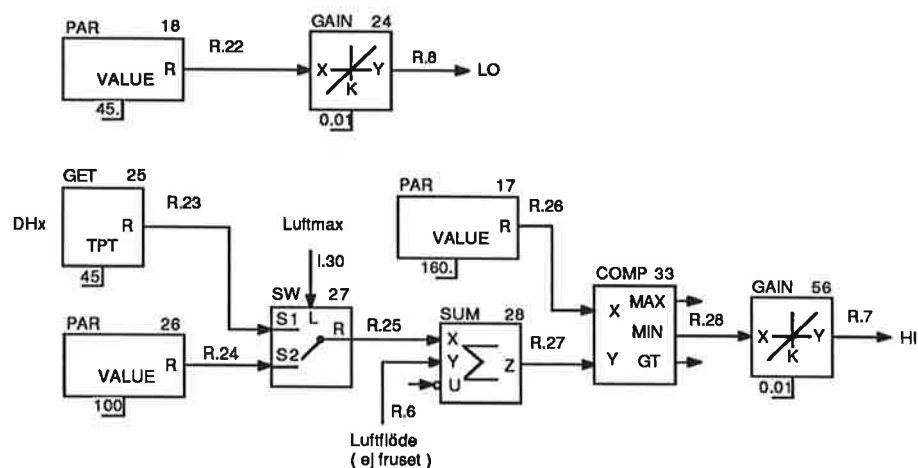
En icke integrerande styrlag ser, med samma beteckningar som ovan, ut enligt följande

$$\hat{b}_0 u(t) = -\hat{a}_0 y(t) + (1 - PL)r(t)$$

Om fler parametrar används i styrlagen (NA och NB > 1), så tillkommer termer av typen  $\hat{b}_i \Delta u(t - i)$  respektive  $\hat{b}_i u(t - i)$  och  $\hat{a}_i \Delta y(t - i)$  respektive  $\hat{a}_i y(t - i)$ .

## 6.5 Begränsningar i syrer regleringen

### Absoluta gränser

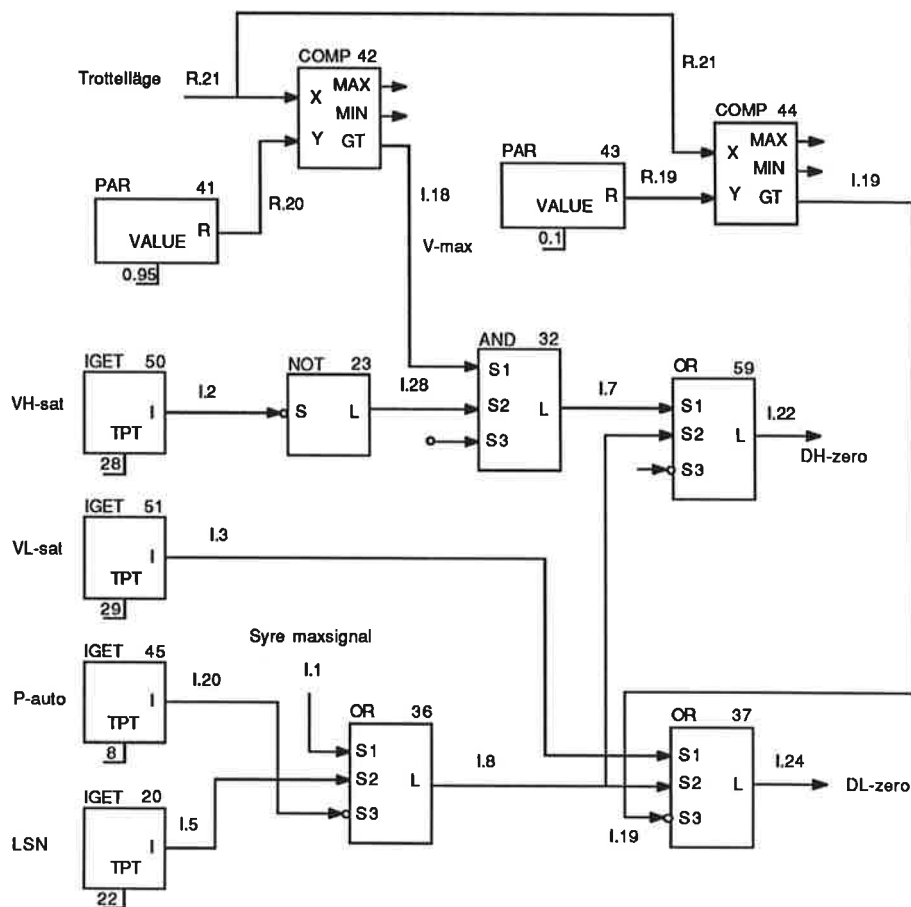


Lägre gränsen LO sätts med PAR-18 (här satt till  $45 \text{ m}^3/\text{min}$ ). Signalen skalas ner innan den skickas till STAR-modulen. Lägre värden än MIN-värdet (motsvarande  $45 \text{ m}^3/\text{min}$ ) i STAR-modulen får ingen effekt.

Övre gränsen HI är normalt det lägsta av  $160 \text{ m}^3/\text{min}$  eller aktuellt flöde +  $100 \text{ m}^3/\text{min}$ . Om tex aktuellt flöde är  $80 \text{ m}^3/\text{min}$  så väljs det lägsta av 160 och  $180 \text{ m}^3/\text{min}$ . Då signalen Luftmax är sann så har windup (avsiktligt) introducerats i regleringen. Då hämtas signalen DHx från block 7 vilken talar om hur mycket windup som behövs per bassäng inför ett tillslag. DHx adderas till aktuellt (och pga öppen trottelventil också maximalt) luftflöde, vilket då ger signalen HI. Högre värden än MAX-värdet (motsvarande  $160 \text{ m}^3/\text{min}$ ) i STAR-modulen får ingen effekt.



## Nollställning av inkrementella gränser



De inkrementella gränserna nollställs under vissa villkor, tex vid mätningar i tryckregleringen. Det är dock viktigt att att de ej nollställs vid den avsiktliga windup som behövs inför ett tillslag av blåsmaskin.

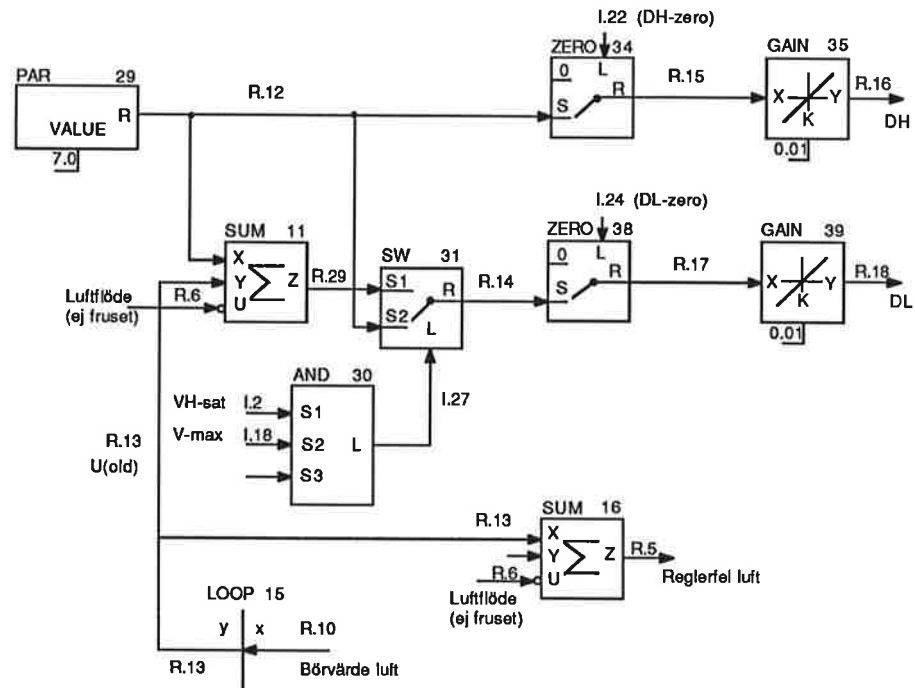
Både DH-zero och DL-zero blir sanna (medför nollställning av både DH och DL dvs frysning av styrsignalen) då antingen P-auto blir falsk (tryckregleringen kopplas bort) eller 'Syre max-signalen' blir sann (syrekoncentrationen överskrider testgräns) eller LSN blir sann (nerdragning av ledskenor begärd inför tillslag). Detta är den enda verkan som urkoppling av tryckregleringen får för syreregleringen, nämligen att styrsignalen fryses till sitt senaste värde. Detta medför att ett konstant börvärde ställs ut till luftflödesregleringen. Detta börvärde är antingen den senaste styrsignalen eller ett just inläst aktuellt luftflöde. Förhoppningsvis ger denna lösning ett anständigt uppförande vid bortkoppling av tryckreglering, då 'Syre max-signalen' blir sann och då nerdragning av ledskenor begärs.

Signal V-max (I.18) indikerar att trottventilen är mer än 95 % öppen, och I.19 att ventilen är mer än 10 % öppen. Förutom då både DH och DL nollställs enligt ovan, så nollställs DL även då trottventilen är mindre än 10 % öppen (dvs då signal I.19 är falsk) eller då VL-sat är sann, dvs tryckregleringen mättar neråt. En minskning av luftbörvärdena i det senare fallet medför att trottventilerna stängs mer, vilket kan resultera i en kraftig tryckstegring. Detta förhindras genom att DL nollställs.

Förutom i ovanstående fall så nollställs DH då trottventilen är mer än 95 % öppen, men endast om VH-sat inte är sann. Då VH-sat är sann så är tryckregleringen mättad och det kan bli aktuellt med tillslag. I detta läge får

DH inte nollställas, ty då förhindras den avsiktliga windup som behövs inför ett tillslag.

### Inkrementella gränser



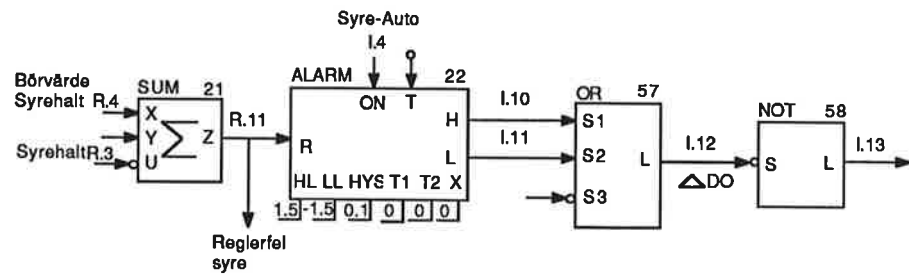
Då DH eller DL ej nollställs är de normalt  $7 \text{ m}^3/\text{min}$  (PAR-29). Då både VH-sat (I.2) och V-max (I.18) är samma (vilket gäller då windup införs avsiktligt) så sätts DL till reglerfelet (i luftflödet) +7, vilket medför att regulatorn i ett steg kan minska börvärdet till  $7 \text{ m}^3/\text{min}$  under aktuellt luftflöde. Detta kan bli aktuellt vid tillfällen då luftbehovet i bassängen börjar minska under ett mätningstillstånd. Med  $DH = 7 \text{ m}^3/\text{min}$  kan börvärdet öka med som mest  $7 \text{ m}^3/\text{min}$  var 15:e minut (då STAR-modulen samplar) upp till den gräns som ges av signalen HI.

Reglerfelet i luftflödet (R.5) beräknas med en fördröjd (1 minut) styrsignal från STAR-modulen. Därigenom kommer inte signal R.5 att innehålla det transienta reglerfel som uppstår då STAR-modulen beräknar ett nytt börvärde, utan endast bestående reglerfel.

Av programtekniska skäl måste ett LOOP-element (LOOP-15) finnas någonstans mellan signalerna R.10 och R.18 i beräkningen av DL. Här gjordes valet att använda en fördröjd styrsignal (R.13).

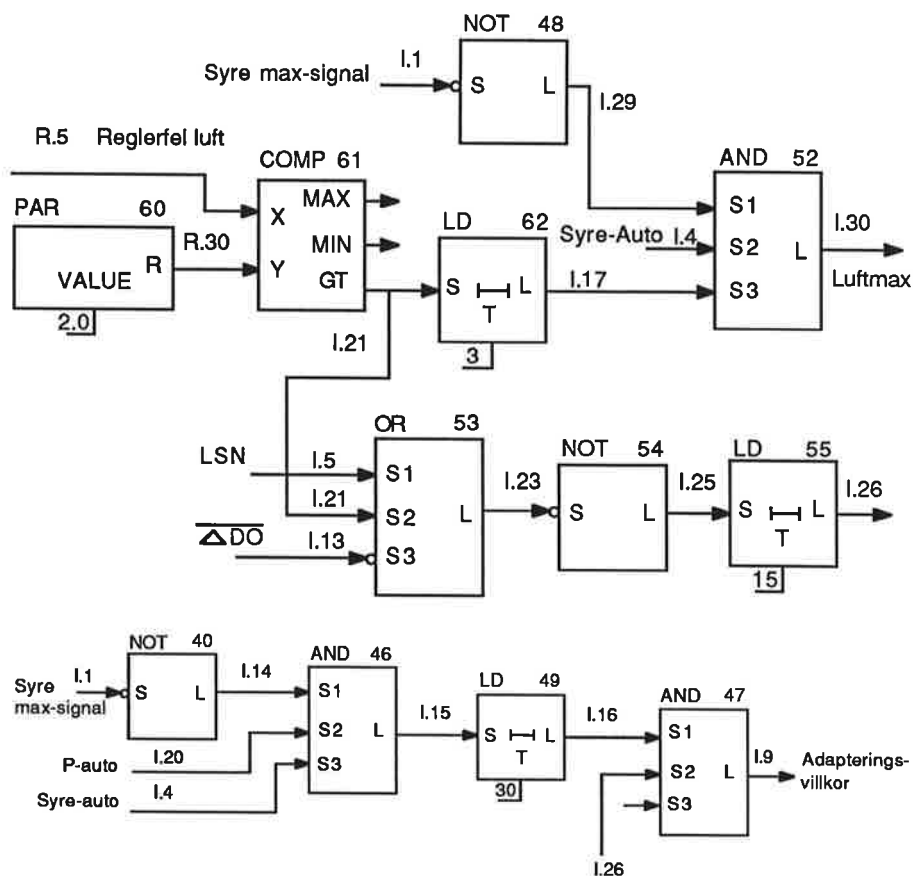
## 6.6 Adapteringsvillkor

### Reglerfel i syrehalten



Först beräknas reglerfelet i syrekonzentrationen, signal R.11. Med ALARM-modulen testas om reglerfelets belopp är större än  $1.5 \text{ mg/l}$  vid inkopplad syrereglering (Syre-Auto). I så fall blir signalen  $\Delta DO$  (I.12) sann.

## Begränsningar



Först visar signal Luftmax (I.30) att det finns windup i luftregleringen genom att 'Syre max-signalen' är falsk, Syre-Auto är sann och att reglerfelet i luftflödet (R.5) har varit större än  $2 \text{ m}^3/\text{min}$  i minst 3 minuter. Då det ej är mätning i luftflödet så blir reglerfelet mindre än  $2 \text{ m}^3/\text{min}$  inom 1 minut efter en börvärdesändring. Då det är en fördröjd styrsignal som används för att beräkna reglerfelet så blir signal I.21 normalt sann enbart då en mätning i tryckregleringen medför att det önskade flödet inte kan erhållas inom en minut. Observera att en felkalibrerad mätsignal för luftflödet kan medföra att Luftmax-signalen nästan alltid är sann.

För att signal I.26 skall vara sann krävs att ingen av signalerna LSN (nerdragning av ledskenor inför tillslag), I.21 (bestående reglerfel större än  $2 \text{ m}^3/\text{min}$ ) eller  $\Delta\text{DO}$  (I.13) har varit sann under de senaste 15 minuterna. Eventuellt kan man byta ut signal I.21 till I.17 som insignal till OR-53 om man vill vara säkrare på att adapteringen inte kopplas ur så lätt. Här finns också en orsak till att en fördröjd styrsignal används vid beräkningen av reglerfelet i luftflödet.

För att adapteringen skall vara inkopplad (I.9 sann) skall dels I.26 vara sann, samt så måste tryck- och syreregleringen ha varit inkopplad i minst 30 minuter. Vidare kopplas adapteringen bort då 'Syre max-signalen' blir sann. Syre max-signalen blir falsk genom att syreregleringen kopplas ur.

## 6.7 Block 10

Block 10 ställer ut externa börvärden till luftflödesregulatorerna till bas-sängerna L1–L6. Då syreregleringen är urkopplad ställs aktuellt luftflöde (från block 21–26) ut som externt börvärde. En inkoppling av syrereglering ger då initialt ingen ändring luftflödet. Vid syrereglering hämtas det externa börvärdet från block 11–16, dvs styrsignalen från STAR-modulerna.

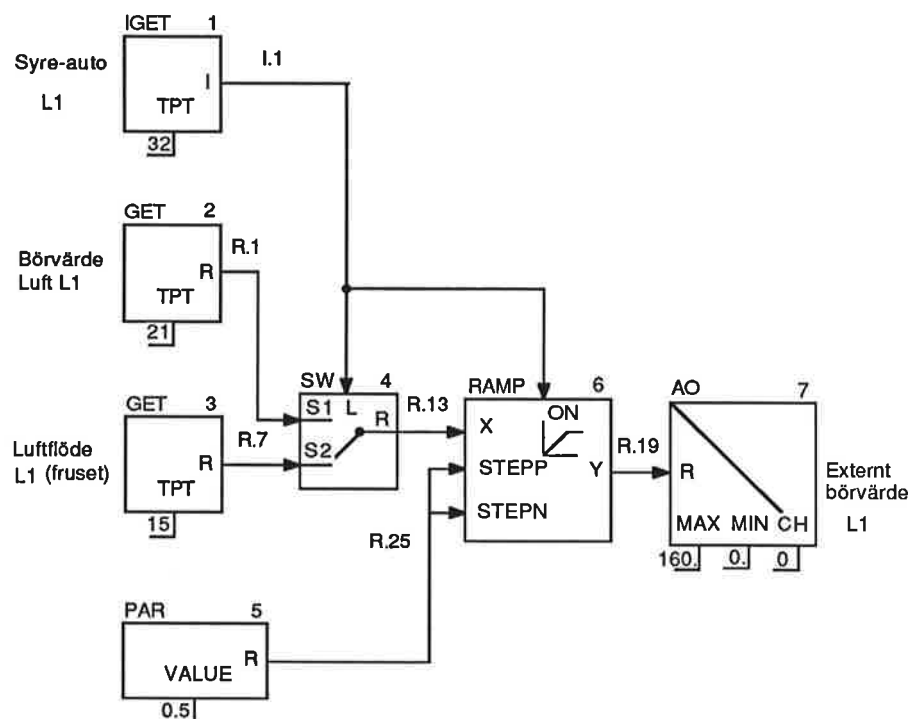
### Blockdata

Type: Time (klockavbrott)

Period: 20 (= 1 s samplingsintervall)

Priority: 8

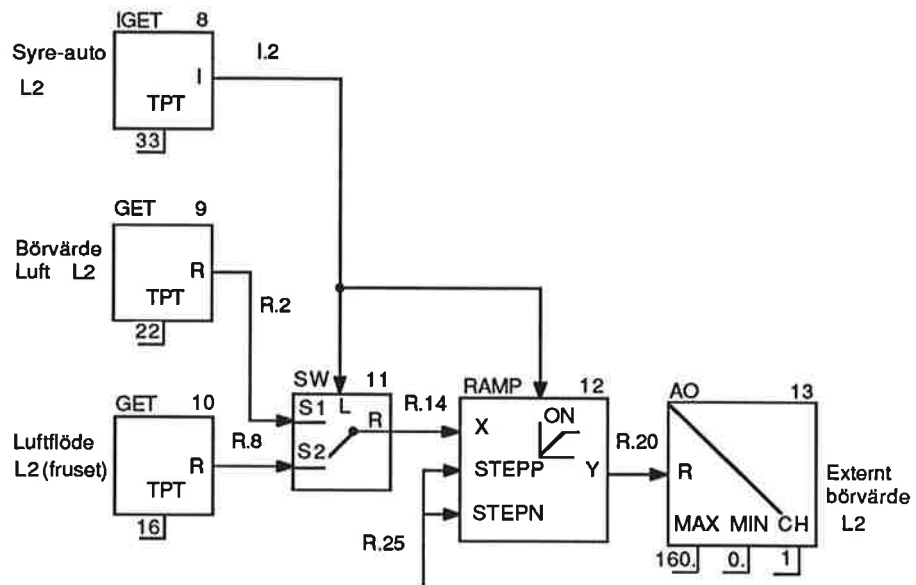
## Externt börvärde till bassäng L1



Vid urkopplad syrereglering ställs aktuellt luftflöde ut som externt börvärde till luftregulatorn för bassäng L1. Signalen ITPT.15 uppdateras då varje sekund av block 21. Då signalen Syre-Auto L1 blir sann hämtas det externa börvärdet istället från block 11 (ITPT.21) och samtidigt kopplas RAMP-modulen in, vilket medför att det externa börvärdet (AO.0) ändras med högst  $0.5 \text{ m}^3/\text{min}$  per sekund (sampel). Styrsignalen ändras normalt inte mer än  $7 \text{ m}^3/\text{min}$  av STAR-modulen pga begränsningarna DH och DL. Det tar då upp till 14 sekunder för externa börvärdet att anta det nya värdet.

Under uppstart av syreregleringen är Syre-Auto signalen falsk den första minuten efter inkoppling av externt börvärde i luftregulatorn. Samtidigt är signal ITPT.15 frusen till det aktuella luftflödet vid inkopplingen, dvs externa börvärdet hålls konstant. Inom en minut har block 11 samplat, och därefter har signal ITPT.21 samma värde som ITPT.15, så omkopplingen till att ställa ut ITPT.21 som externt börvärde märks inte. Under nästa minut kommer STAR-modulen att beräkna sin första styrsignal (ITPT.21), därefter sker det var 15:e minut.

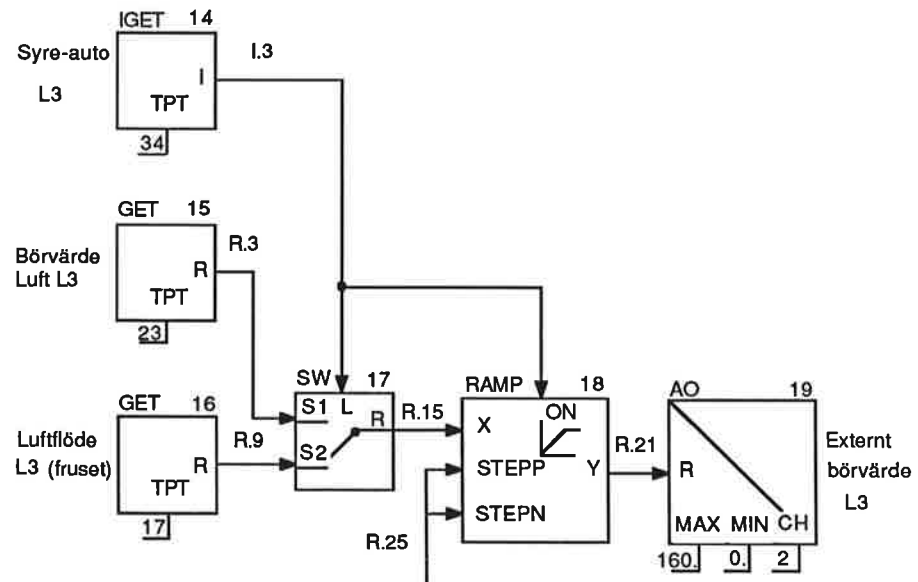
## Externt börvärde till bassäng L2



Vid urkopplad syrereglering ställs aktuellt luftflöde ut som externt börvärde till luftregulatorn för bassäng L2. Signalen ITPT.16 uppdateras då varje sekund av block 22. Då signalen Syre-Auto L2 blir sann hämtas det externa börvärdet istället från block 12 (ITPT.22) och samtidigt kopplas RAMP-modulen in, vilket medför att det externa börvärdet (AO.1) ändras med högst  $0.5 \text{ m}^3/\text{min}$  per sekund (sämpel). Styrsignalen ändras normalt inte mer än  $7 \text{ m}^3/\text{min}$  av STAR-modulen pga begränsningarna DH och DL. Det tar då upp till 14 sekunder för externa börvärdet att anta det nya värdet.

Under uppstart av syreregleringen är Syre-Auto signalen falsk den första minuten efter inkoppling av externt börvärde i luftregulatorn. Samtidigt är signal ITPT.16 frusen till det aktuella luftflödet vid inkopplingen, dvs externa börvärdet hålls konstant. Inom en minut har block 12 samplat, och därefter har signal ITPT.22 samma värde som ITPT.16, så omkopplingen till att ställa ut ITPT.22 som externt börvärde märks inte. Under nästa minut kommer STAR-modulen att beräkna sin första styrsignal (ITPT.22), därefter sker det var 15:e minut.

### Externt börvärde till bassäng L3

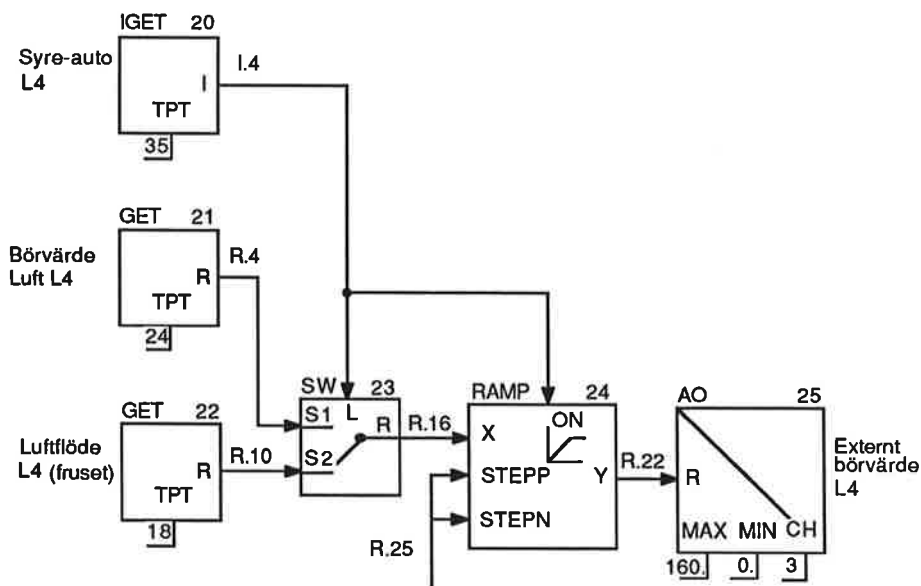


Vid urkopplad syrereglering ställs aktuellt luftflöde ut som externt börvärde till luftregulatorn för bassäng L3. Signalen ITPT.17 uppdateras då varje sekund av block 23. Då signalen Syre-Auto L3 blir sann hämtas det externa börvärdet istället från block 13 (ITPT.23) och samtidigt kopplas RAMP-modulen in, vilket medför att det externa börvärdet (AO.2) ändras med högst  $0.5 \text{ m}^3/\text{min}$  per sekund (sämpel). Styrsignalen ändras normalt inte mer än  $7 \text{ m}^3/\text{min}$  av STAR-modulen pga begränsningarna DH och DL. Det tar då upp till 14 sekunder för externa börvärdet att anta det nya värdet.

Under uppstart av syreregleringen är Syre-Auto signalen falsk den första minuten efter inkoppling av externt börvärde i luftregulatorn. Samtidigt är signal ITPT.17 frusen till det aktuella luftflödet vid inkopplingen, dvs externa börvärdet hålls konstant. Inom en minut har block 13 samplat, och därefter har signal ITPT.23 samma värde som ITPT.17, så omkopplingen till att ställa ut ITPT.23 som externt börvärde märks inte. Under nästa minut kommer STAR-modulen att beräkna sin första styrsignal (ITPT.23), därefter sker det var 15:e minut.



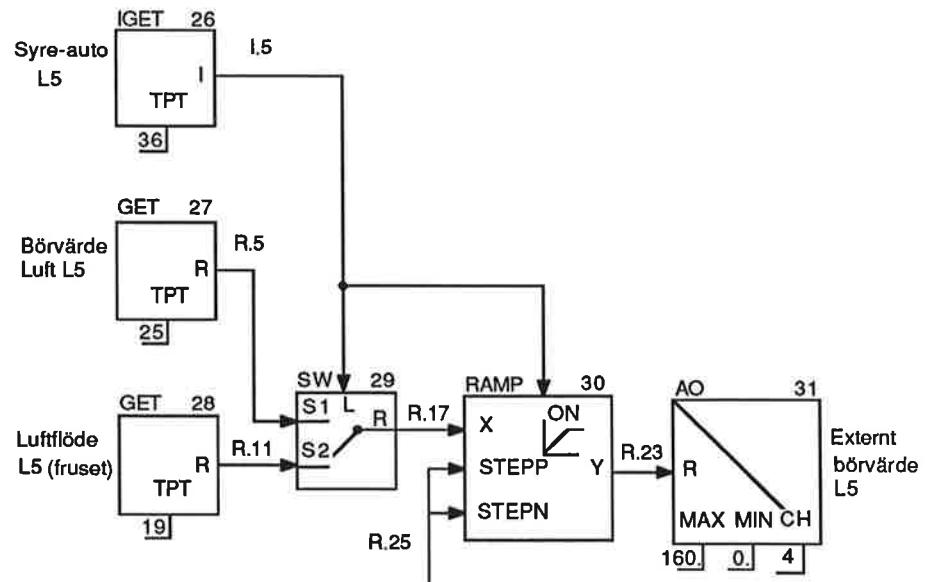
## Externt börvärde till bassäng L4



Vid urkopplad syrereglering ställs aktuellt luftflöde ut som externt börvärde till luftregulatorn för bassäng L4. Signalen ITPT.18 uppdateras då varje sekund av block 24. Då signalen Syre-Auto L4 blir sann hämtas det externa börvärdet istället från block 14 (ITPT.24) och samtidigt kopplas RAMP-modulen in, vilket medför att det externa börvärdet (AO.3) ändras med högst  $0.5 \text{ m}^3/\text{min}$  per sekund (sämpel). Styrsignalen ändras normalt inte mer än  $7 \text{ m}^3/\text{min}$  av STAR-modulen pga begränsningarna DH och DL. Det tar då upp till 14 sekunder för externa börvärdet att anta det nya värdet.

Under uppstart av syreregleringen är Syre-Auto signalen falsk den första minuten efter inkoppling av externt börvärde i luftregulatorn. Samtidigt är signal ITPT.18 frusen till det aktuella luftflödet vid inkopplingen, dvs externa börvärdet hålls konstant. Inom en minut har block 14 samplat, och därefter har signal ITPT.24 samma värde som ITPT.18, så omkopplingen till att ställa ut ITPT.24 som externt börvärde märks inte. Under nästa minut kommer STAR-modulen att beräkna sin första styrsignal (ITPT.24), därefter sker det var 15:e minut.

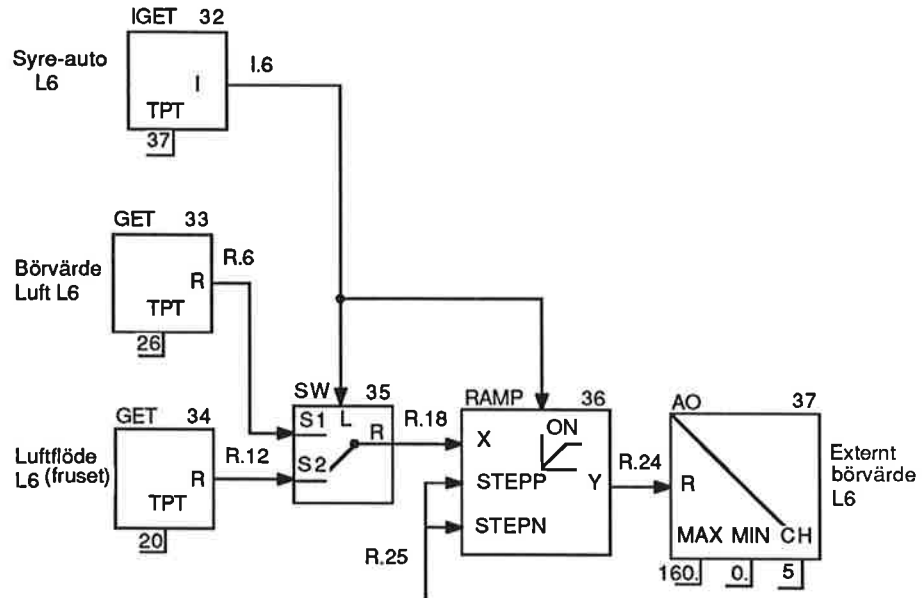
## Externt börvärde till bassäng L5



Vid urkopplad syrereglering ställs aktuellt luftflöde ut som externt börvärde till luftregulatorn för bassäng L5. Signalen ITPT.19 uppdateras då varje sekund av block 25. Då signalen Syre-Auto L5 blir sann hämtas det externa börvärdet istället från block 15 (ITPT.25) och samtidigt kopplas RAMP-modulen in, vilket medför att det externa börvärdet (AO.4) ändras med högst  $0.5 \text{ m}^3/\text{min}$  per sekund (sampel). Styrsignalen ändras normalt inte mer än  $7 \text{ m}^3/\text{min}$  av STAR-modulen pga begränsningarna DH och DL. Det tar då upp till 14 sekunder för externa börvärdet att anta det nya värdet.

Under uppstart av syreregleringen är Syre-Auto signalen falsk den första minuten efter inkoppling av externt börvärde i luftregulatorn. Samtidigt är signal ITPT.19 frusen till det aktuella luftflödet vid inkopplingen, dvs externa börvärdet hålls konstant. Inom en minut har block 15 samplat, och därefter har signal ITPT.25 samma värde som ITPT.19, så omkopplingen till att ställa ut ITPT.25 som externt börvärde märks inte. Under nästa minut kommer STAR-modulen att beräkna sin första styrsignal (ITPT.25), därefter sker det var 15:e minut.

## Externt börvärde till bassäng L6



Vid urkopplad syrereglering ställs aktuellt luftflöde ut som externt börvärde till luftregulatorn för bassäng L6. Signalen ITPT.20 uppdateras då varje sekund av block 26. Då signalen Syre-Auto L6 blir sann hämtas det externa börvärdet istället från block 16 (ITPT.26) och samtidigt kopplas RAMP-modulen in, vilket medför att det externa börvärdet (AO.5) ändras med högst  $0.5 \text{ m}^3/\text{min}$  per sekund (sampel). Styrsignalen ändras normalt inte mer än  $7 \text{ m}^3/\text{min}$  av STAR-modulen pga begränsningarna DH och DL. Det tar då upp till 14 sekunder för externa börvärdet att anta det nya värdet.

Under uppstart av syreregleringen är Syre-Auto signalen falsk den första minuten efter inkoppling av externt börvärde i luftregulatorn. Samtidigt är signal ITPT.20 frusen till det aktuella luftflödet vid inkopplingen, dvs externa börvärdet hålls konstant. Inom en minut har block 16 samplat, och därefter har signal ITPT.26 samma värde som ITPT.20, så omkopplingen till att ställa ut ITPT.26 som externt börvärde märks inte. Under nästa minut kommer STAR-modulen att beräkna sin första styrsignal (ITPT.26), därefter sker det var 15:e minut.

## 7. Index

### A

Adapteringsvillkor, 107, 113  
AE(m), 12, 18, 21, 28, 29, 32, 35  
Aktivering block 2, 25  
Auto & Extern, Diffusor 6, 9  
Auto & Extern, Ledskena 1, 9  
Auto & Extern, Luftreg. L1, 9,  
94, 95, 96, 97, 98, 99, 115, 116,  
117, 118, 119, 120  
Auto Luftreg. L1, 9, 88  
Automatik BM, 10, 52  
Automatik & Extern, BM1, 18

### B

Begränsningar i styrsignal, 107,  
109, 110, 111  
Block 1, 5, 6, 15, 25, 27, 37, 38,  
40, 43, 46, 49, 51, 52, 53, 54, 55,  
68, 69, 73, 75, 76, 77, 78, 82, 84,  
85, 87, 89, 90, 91, 93, 94, 95, 96,  
97, 98, 99, 100, 101, 102, 103,  
104, 105, 106, 109, 114, 115,  
116, 117, 118, 119, 120  
BM6, 48  
BMAUTO<sub>x</sub>, 52  
BMSTART, 32, 36, 45  
BMSTART<sub>x</sub>, 32, 45, 52  
BMSTOP, 32, 36, 45, 51  
BMSTOP<sub>x</sub>, 32, 52  
Bortfall 3 kV, 9  
Börvärde diffusor 6, 8  
Börvärde ledskenor 1,2,5, 8  
Börvärde luft, 107, 111  
Börvärde luftflöde L1, 8  
Börvärde luft L1, 14, 101, 102,  
103, 104, 105, 106, 115, 116,  
117, 118, 119, 120  
Börvärden luft, 114  
Börvärde syrehalt, 112

### D

D6, 80  
ΔDO, 112, 113  
DH, 111, 115, 116, 117, 118,  
119, 120  
DH<sub>x</sub>, 14, 69, 109

DH-zero, 110, 111

DK, 50

DKint, 48

DKint(m), 12, 17, 23, 28, 32,  
35, 39, 50

DK(m), 17, 23

DL, 111, 115, 116, 117, 118,  
119, 120

D(LS), 78, 80

DL-zero, 110, 111

DO1, 56, 57, 58, 60

DOE1, 56, 57, 58, 59

DOESUM, 59, 71, 72

DO-GN, 67, 72

DO-GU, 67, 71

DOMIN, 60, 71

D-ON, 78, 83, 84, 85

DONR, 69

D(P), 78, 80

D-ref, 80, 83

Driftklar BM1, 9, 17

Driftsvar BM1, 9, 16

DS, 67

DSAE, 31, 32

DSAE<sub>x</sub>(m), 12, 21, 28, 31

DS-Failure(m), 39, 43

DS(m), 12, 16, 21, 28, 29, 30,  
31, 32, 35, 36, 37, 39, 60, 61,  
62, 63, 64, 65

DSNEXT, 61, 63, 64, 66, 67

DSnumber, 30, 38

DSSTART, 35, 36, 47

DSSTOP, 35, 36, 50

Dödzon, 86, 87, 90

### E

ENOUGHBM, 30, 45

Externt börvärde luftflöde, 114

Externt börvärde luftflöde L1, 115,  
116, 117, 118, 119, 120

### F

FEWBM, 30, 45, 49, 52

Frånslag, 10, 52

Frånslag omöjligt, 10, 52

## G

GN131, 62, 64, 65, 67  
GU131, 63, 64, 66, 67, 69, 70

## H

H-D, 83, 84  
Hi, 77, 109, 111  
Hi-reg, 77, 80  
H-LS, 78, 83, 84  
H-sat, 84, 91  
H-sat (p), 12

## I

INTSTART, 53, 54  
INTSTART(m), 12, 20, 24

## K

Klarsignal fr WatchDog, 9

## L

L-D, 83, 85  
LE1, 56, 57, 58, 59  
LELIMU, 70, 71  
LESUM, 59, 71  
L-LS, 78, 83, 85  
L-max, 89, 90, 91  
LMDZ, 90, 91  
Lo, 77, 80, 109  
lokal reglering, 4  
Lokalt börvärde L1-L6, 10  
L-ref, 90, 91  
L-sat, 85, 91  
L-sat (p), 12  
LSDZ, 87  
LSFDZ, 80, 87  
LSM, 29, 46, 47  
LSMx(m), 12, 28, 29, 75  
LSN, 46, 52, 110, 113  
LSN·P-auto, 77, 84  
LSN (Start), 12, 77  
LS(P), 78, 80, 83, 84, 85  
LS-ref, 80, 83, 87  
LS-SET, 80, 87  
Luftflöde (ej fruset), 109  
Luftflöde (fruset), 107  
Luftflöde L1, 7, 8, 14, 94, 95,  
96, 97, 98, 99, 101, 102, 103,  
104, 105, 106  
Luftflöde L1 (fruset), 14, 94,  
95, 96, 97, 98, 99, 101, 102,  
103, 104, 105, 106, 115, 116,  
117, 118, 119, 120  
Luftföde (ej fruset), 111  
Luftföde L5, 8

Luftmax, 109, 113  
Luftmax L1, 13, 68, 69, 101, 102,  
103, 104, 105, 106  
Lufttryck manifolder, 8, 74,  
76, 80, 82, 86  
Läge diffusor 6, 8, 74, 75  
Läge ledskena 1, 8, 74, 75, 76  
Läge trottelventil L1, 94, 95,  
96, 97, 98, 99, 101, 102, 103,  
104, 105, 106

## M

manuell reglering, 4  
Manöverspänning t ställdon, 9  
MSR, 12, 37, 47, 53, 54  
Multipla logiska signaler, 11

## N

No-Start, 27, 49, 71  
No-Start (sOn3), 12  
No-Stop, 27, 51, 72  
No-Stop (sOff2), 12  
Novatune går, 10, 54

## O

Off1Set, 44, 50, 51  
On3Set, 38, 44, 46, 47, 49

## P

P-auto, 71, 72, 77, 78  
P-auto-delay(m), 12, 82, 88, 91  
P-auto(m), 12, 21, 82, 91, 110, 113  
P-dev, 78, 86  
PDZ, 80, 86  
P-frozen, 14, 82, 91  
P-high, 12, 28, 45, 47, 49, 76  
P-low, 12, 28, 45, 76  
P-minimize, 12  
P-ref, 14, 80, 82, 86, 91  
Priority1(m), 12, 27, 28, 33, 34  
P-var, 21, 88, 91

## R

Realisering, 41  
Reglerfel luft, 111, 113  
Reglerfel luft L1, 14, 56, 57, 58,  
101, 102, 103, 104, 105, 106  
Reglerfel syre, 112  
Reglerfel syre L1, 14, 56, 57, 58,  
101, 102, 103, 104, 105, 106  
Reset(m), 12, 23, 43  
RQ-start, 12, 27, 28, 30, 45, 52, 71  
RQ-stop, 12, 27, 28, 30, 45, 51, 72

**S**  
 SC1, 25, 27, 38  
 Sekvensnät, 27, 40  
 Skalfaktor luft-syre, 67  
 sluten reglering, 3  
 sOff3, 35, 37, 39, 42, 44, 45,  
 47, 50, 51, 52  
 sOn2, 37, 42, 44, 45, 46, 47,  
 48, 49, 52  
 sStartF, 44  
 sStopF, 44  
 sStopFailure, 50  
 StartFSet, 42, 47, 48  
 STARTIMP, 45, 52  
 STARTINT, 35, 36, 46, 47  
 STARTK(m), 32, 33  
 STARTM1, 33, 35  
 StartM1F, 12, 35, 36, 37, 42, 47,  
 48, 60, 61, 63, 69, 70  
 Startmiss, 23  
 Startmiss BM1, 10, 23  
 StartMiss(m), 42, 43  
 Startorder BM1, 10, 54  
 Startorder BM3 (ej koppl.), 10  
 STOPCOND, 45, 51, 52  
 StopFSet, 42, 50  
 STOPINT, 35, 36, 50  
 STOPK(m), 32, 34  
 STOPM1, 34, 35  
 STOPM1F, 35, 36, 37, 42  
 StopMiss(m), 42, 43  
 sWait, 35, 42, 44, 45, 46, 47,  
 49, 50, 51, 52  
 Syre-Auto, 107, 112, 113  
 Syre-Auto L1, 12, 56, 57, 58, 94,  
 95, 96, 97, 98, 99, 101, 102,  
 103, 104, 105, 106, 115, 116,  
 117, 118, 119, 120  
 Syrehalt, 107, 112  
 Syrehalt L1, 14, 56, 57, 58, 94,  
 95, 96, 97, 98, 99, 101, 102,  
 103, 104, 105, 106  
 Syrehalt L6 bortre, 7, 99  
 Syrehalt L1 höger, 7, 94, 95,  
 96, 97, 98  
 Syrehalt L6 närmre, 7  
 Syrehalt L1 vänster, 7  
 Syre max-signal, 113  
 Syre max-signal L1, 10, 12, 56, 57,  
 58, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 101,  
 102, 103, 104, 105, 106

**T**  
 Tillslag, 10, 52  
 Tillslag omöjligt, 10, 52  
 Trottelläge, 110  
 Trottelläge L1, 8, 14, 89  
 Tryckbörvärde varierar, 10, 21  
 Tryckreglering, 10, 19, 21

**U**  
 UACT, 18  
 UDSAE, 32, 46, 47, 50, 51  
 UEXT-LS, 76, 80  
 U3KV, 20  
 U3KVD, 32  
 U3KVD(m), 20, 24  
 U3KVD(m), 12, 20, 28, 32  
 U3KV(m), 12, 20, 28, 39

**V**  
 VH-sat, 71, 84, 110, 111  
 VH-sat (p), 12  
 VL-sat, 72, 85, 110  
 VL-sat (p), 12  
 V-max, 110, 111  
 Väntar efter till/från, 10, 52

**W**  
 WaitSet, 44, 46, 47, 49, 50, 51  
 WDok, 12, 18, 19, 94, 95, 96,  
 97, 98, 99