

Utvikling av PLS basert kontrollanlegg for småkraftverk hos Skagerak Energi AS

Svein Seltveit

Master of Science in Electric Power Engineering

Oppgaven levert: Juni 2010

Hovedveileder: Eivind Solvang, ELKRAFT

Biveileder(e): Gunne John Heggliid, Skagerak Energi AS

Oppgavetekst

Oppgaven er foreslått av Skagerak Energi AS som står foran oppgradering/utskifting av kontrollanlegg og turbinstyringer i en rekke mindre vannkraftverk (2-8 MVA). Selskapet ønsker å utvikle tilnærmet samme løsning for disse kraftverkene. Hovedoppgaven bygger på et arbeid Svein Seltveit gjorde i prosjektoppgaven sin høsten 2009. Der etablerte han en fullstendig beskrivelse / programmeringsunderlag for et PLS-basert kontrollanlegg som dekker behovet for ett av de aktuelle småkraftverkene (Tveitereidfoss kraftverk), inkludert signallister, sekvensstyringer, overvåking, reguleringsfunksjoner, fjernkontroll, m.m.

Hovedoppgaven går ut på å utvikle et kontrollanlegg i henhold til behovsbeskrivelsen og spesifikasjonen i prosjektoppgaven. Styringsenheten i kontrollanlegget skal realiseres ved hjelp av en PLS fra Siemens. Denne skal ta seg av målinger, fjernkontroll og kommunikasjon med resterende komponenter i anlegget. Aggregatregulatoren HYMAREG fra Hymatek skal benyttes som regulerenhet. PLS-programvaren skal testes ut ved simulering av utviklede kontrollanleggsfunksjoner. Simulatoren bygges opp av enheter som gir tilnærmet samme konfigurasjon som ved en reell installasjon. Til slutt skal kandidaten gi sin vurdering av opplegget som er utviklet og i den forbindelse vurdere muligheter, utfordringer og nytteverdi knyttet til en eventuell framtidig implementering hos Skagerak Energi AS.

Oppgaven gitt: 19. januar 2010
Hovedveileder: Eivind Solvang, ELKRAFT

Sammendrag

Denne rapporten gjengir det arbeidet som er gjort i forbindelse med utredelsen av muligheten for Skagerak Energi AS å bygge sitt eget PLS styrt kontrollanlegg til deres mange småkraftverk.

Oppgaven gikk ut på å programmere en PLS, bygge et kontrollanlegg med komponenter og simulere et kraftverk for å sjekke om konfigurasjonen virket og om det var en reell mulighet for selskapet å bygge sitt eget kontrollanlegg. En Siemens PLS ble programmert til å være den overordnede styringsenheten i anlegget som tok seg av målinger, start- og stoppsekvensene, pumpestyringer og kommunikasjon med de resterende komponentene i anlegget. I tillegg ble en touch skjerm anskaffet og programmert til å vise diverse skjermbilder med relevant informasjon for kraftverksoperatøren. En aggregatregulator fra Hymatek AS tok seg av synkronisering, turbin- og spenningsregulering og et Siemens Siprotec vern ble benyttet.

For å simulere et kraftverk ble det benyttet en aggregatsimulator som var innebygd i aggregatregulatoren til Hymatek AS og en Sverker ble benyttet til å teste vernet.

Forord

Denne rapporten er et resultat av arbeidet med faget TET4910 - Elkraftteknikk, masteroppgave ved Norges teknisk-naturvitenskaplige universitet våren 2010. Rapporten er en teknisk rapport som bygger videre på det arbeidet som ble gjort i forprosjektet [7], og oppsummerer det arbeidet som ble gjort i forbindelse med utviklingen av kontrollanlegget.

For å få utbytte av rapporten er det en fordel å ha grunnleggende teknisk kjennskap til de temaene som er omtalt. Faguttrykk som regnes som allmenne i fagmiljøet vil ikke være fullstendig beskrevet.

Det ønskes å takke Skagerak Energi AS for å ha stilt med kontor og alt nødvendig utstyr underveis i oppgaven. Det vil også rettes en stor takk til Gunne John Heggli og Tommy Andersen for god oppfølging og veiledning underveis.

Porsgrunn 8.6.2010

Svein Seltveit

Innholdsfortegnelse

1	Innledning.....	1
2	Kort om vannkraftverk.....	2
3	PLS programmet.....	3
3.1	PLS.....	3
3.1.1	Adressenotasjon.....	3
3.1.1.1	Digitale inngangsadresser.....	4
3.1.1.2	Digitale utgangsadresser.....	4
3.1.1.3	Analog utgangsadresse.....	4
3.1.1.4	Analog inngangsadresse.....	4
3.1.1.5	Märker- adresser.....	4
3.1.2	Datatyper.....	5
3.1.3	Programmeringsverktøyet.....	6
3.1.4	Programmeringsspråk.....	6
3.1.4.1	Function Block Diagram.....	6
3.1.4.2	Ladder logic programming.....	6
3.1.4.3	Statement list diagram.....	7
3.1.4.4	Sequential Function Chart.....	7
3.1.5	Programstruktur.....	8
3.2	Generelt om programmet.....	9
3.3	Funksjonsbeskrivelse.....	10
3.3.1	Pumpestyringer.....	10
3.3.1.1	Hydraulikkanlegg.....	10
3.3.1.2	Trykkoljeavlastningspumper.....	12
3.3.1.3	Lensepumper.....	13
3.3.2	Lager.....	13
3.3.3	Start- og stoppsekvensene.....	15
3.3.4	Fjernkontroll.....	15
3.3.5	Inntaksluke.....	16
3.3.6	Turbinstyring.....	17
3.3.7	Veksel- og likestrømsanlegg.....	18
3.3.7.1	Vekselstrømsanlegget.....	19
3.3.7.2	Likestrømsanlegget.....	20
3.3.8	Transformator.....	20
3.3.9	Analog til reell skalering.....	21
3.3.10	Krysskoblinger og hjelpeblokker.....	23
3.4	WinCC flexible.....	23
3.4.1	Alarmvisning.....	24
3.4.2	Skjermbilder og funksjoner.....	25
3.4.2.1	Hovedsiden.....	26
3.4.2.2	Startsekvens.....	27
3.4.2.3	Hurtigstoppsekvensen.....	28
3.4.2.4	Stoppsekvensen.....	29
3.4.2.5	Trend.....	30
3.4.2.6	Grenseverdier.....	31
3.4.2.7	Startbetingelser.....	32
3.4.2.8	Pumpestyringer.....	33
3.4.2.9	Regulatormodi.....	34
4	Uttesting av systemet.....	35

4.1	Utstyr.....	35
4.1.1	Aggregatregulatoren HYMAREG 10.....	36
4.1.2	Siemens Siprotec 7UM62 vern	36
4.1.3	Sverker 750 reléprøveaggregat.....	37
4.2	Teori.....	37
4.2.1	Hymareg 10	38
4.2.1.1	Reguleringsmodi turbinregulator:	38
4.2.1.2	Reguleringsmodi spenningsregulator:.....	38
4.2.2	Siprotec 7UM62	39
4.2.3	Synkronisering	43
4.2.4	Statisk magnetisering	43
4.2.5	Feltbuss.....	44
4.3	Utførelse.....	44
4.3.1	Oppkobling.....	45
4.3.2	Oppretting av kommunikasjon	46
4.3.2.1	PLS mot PC.....	47
4.3.2.2	PLS mot touch skjerm (HMI).....	47
4.3.2.3	PLS mot aggregatregulator.....	47
4.3.2.4	PLS mot Siprotec 4 7UM62	48
4.3.2.5	I/O kort	50
4.3.3	Testing av start- og stoppsekvensene	50
4.3.4	Testing av temperaturmålingene	52
4.3.5	Test av vernet	52
4.3.5.1	Stator jordfeil.....	53
4.3.5.2	Overstrøm.....	54
4.3.5.3	Overspenning	55
4.3.5.4	Differensialvern.....	56
5	Konklusjon	57
6	Videre arbeid og refleksjoner rundt oppgaven.....	58

1 Innledning

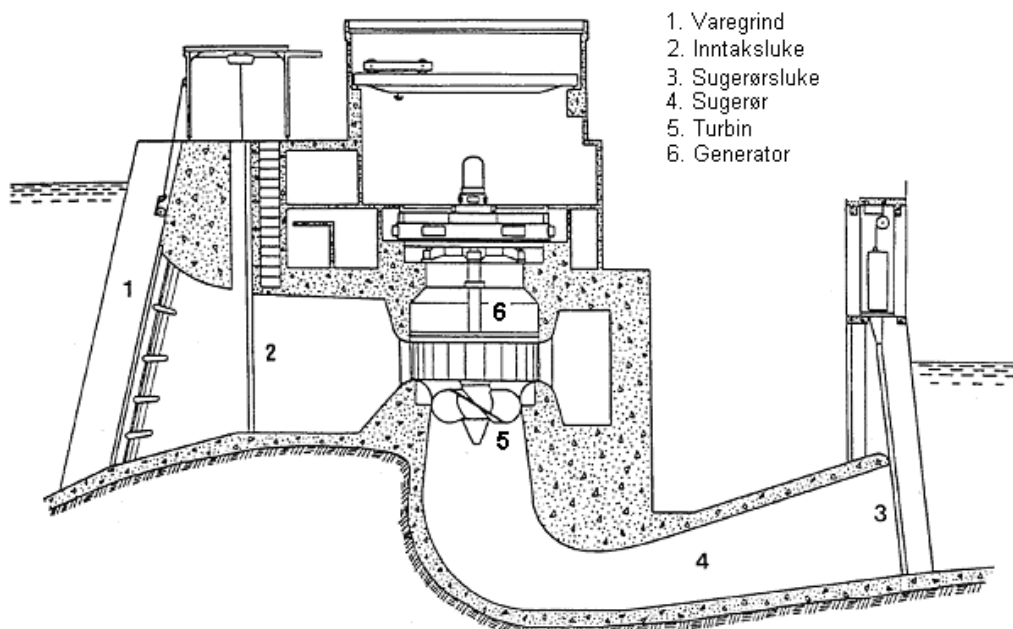
I vårsemesteret 2010 skal undertegnede, som masterstudent ved Norges teknisk-naturvitenskaplige universitet, utføre masteroppgaven sin i samarbeid med Skagerak Energi AS. Undertegnede fikk låne et kontor og nødvendig utstyr hos selskapets hovedkontor i Porsgrunn der oppgaven ble gjennomført og hadde derfor god kontakt med selskapet gjennom hele prosessen.

Bakgrunnen for oppgaven var at Skagerak Energi AS har ca. 10 stykk kraftverk med installert effekt opp til 1-12 MW, som alle trenger en oppgradering av kontrollanlegget innen nærmeste fremtid. Utskiftningen av disse kontrollanleggene vil sannsynligvis skje over en 10-15 års periode og da selskapet er pålagt å følge loven om offentlig anskaffelse er sannsynligheten stor for at en vil få kontrollanlegg fra forskjellige leverandører. For å unngå dette ville Skagerak Energi AS undersøke muligheten for kunne bygge et eget ”standard kontrollanlegg” bygd opp av ”hyllevarer” og velprøvde kjente komponenter. Dette vil føre til at selskapet vil bli mindre avhengig av eksterne leverandører ved feil og modifikasjoner i anlegget og øke kompetansen innad i selskapet. Sannsynligvis vil dette bli en mye billigere løsning en å kjøpe ferdige anlegg. I tillegg vil sannsynligvis interessen og ansvarsfølelsen til de ansatte øke siden dette vil bli et egenutviklet produkt. Hverdagen til energimontørene vil også forenkles som bare ville ha et kontrollanlegg å forholde seg til og gjøre feilsøking og vedlikehold enklere og mer effektivt.

2 Kort om vannkraftverk

Vannkraft er den største bidragsyteren til kraftproduksjon i Norge i dag. Vannkraftverkene utnytter den potensielle energien som vannet har til å produsere elektrisk energi. Figur 1 viser en oversikt over hovedkomponentene i et vannkraftverk. I tillegg er komponenter som kontrollanlegg, transformator og turbin- og spenningsregulator essensielle i et vannkraftverk.

I og med at nettet i Norge og resten av Europa blir mer sammenkoblet og innføringen av vindkraft og andre fornybare energi kilder blir vannkraften i Norge mer og mer brukt som utjevningskraft (swingbus). Dette faller seg naturlig da vannkraft kan reguleres kjapt og enkelt og kan starte og stoppe relativt kjapt i forhold til andre produksjonskilder. Dette setter krav til bedre styring / overvåkning på grunn av den intermitterende driften.



Figur 1: Hovedkomponentene i et vannkraftverk

Da de fleste vannkraftverkene i Norge ble bygd, på 60- og 70- tallet, ble kontrollanleggene bygd opp med det som kalles konvensjonell teknikk, dvs. brytere, lamper, instrumenter, vendere, releer osv. Føringene ble basert på reléstyring eller direkte over givere i anlegget. Disse anleggene begynner å bli modne for utskiftning og da vil det naturlige være å gå over til styring/overvåkning av anlegget med datamaskin / PLS baserte kontrollanlegg med tilhørende skjermbilder. Denne formen forenkler oppkobling i anlegg og er kostnadsbesparende da de fleste føringene og logikken finnes i PLS'en.

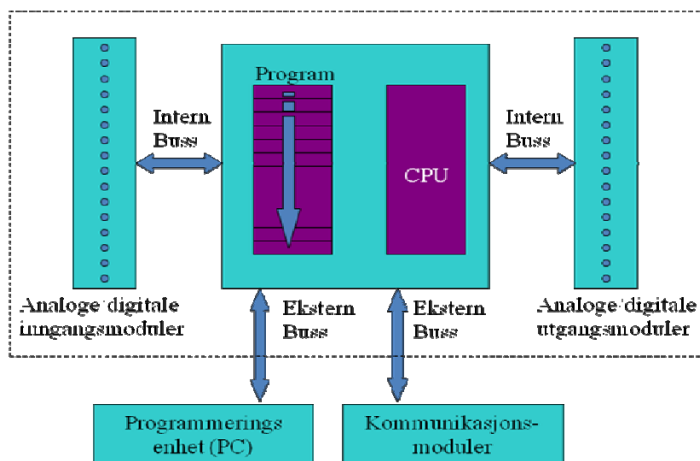
3 PLS programmet

PLS programmet ble utviklet på grunnlag av arbeidet gjort i forprosjektet[7] der det ble undersøkt hvilke komponenter som er i et kraftverk, samt hvilke signaler og alarmer som et PLS basert kontrollanlegget må kunne håndtere.

Programmet ble utviklet etter en plan om at PLS'en skulle styre vannveien, oljetrykksanlegget, hydraulikkanlegget, pumpestyringer, diverse målinger og overvåkning. Funksjoner som synkronisering, regulering og vernfunksjoner skulle bli tatt hånd om av eksterne komponenter. PLS'en skulle i den sammenhengen være den overordnede komponenten i systemet som kommuniserte med resten av utstyret. Hele programmet finnes på CD'en som er vedlagt rapporten, men for å få åpnet denne krever dette tilgang på Siemens Simatic Manager.

3.1 PLS

PLS er en forkortelse for ”programmerbar logisk styring” og er en styrenhet som kan utføre forhåndsprogrammerte hendelser. PLS'en ble introdusert for å erstatte mekaniske reléstyringer og består i hovedsak av en CPU, interne minneområder og I/O. Fordelene med en PLS kontra reléstyring er at PLS'en trekker mindre strøm og er en mer kompakt løsning. I tillegg er det enklere montasje, lite vedlikehold og lettere å utføre modifikasjoner ved et senere tidspunkt. Figur 2 viser et oversiktsbilde av PLS'ens oppbygging.



Figur 2: PLS'ens oppbygging [3]

Enn Siemens Simatic S7 300 PLS ble valgt å programmere. Denne ble valgt etter ønske fra Skagerak Energi AS og på grunn av at undertegnede har noe erfaring med denne typen PLS fra tidligere prosjekter.

3.1.1 Adressenotasjon

I de påfølgende kapitlene vil adressenotasjonen for Simatic PLS'en bli gjennomgått. PLS'en sjekker ikke om noen av adressene overlapper hverandre, så det er viktig å ha kontroll på

hvilke adresser som er i bruk. Høyeste adresse som kan brukes avhenger av størrelsen på CPU'en.

3.1.1.1 Digitale inngangsadresser

Denne type PLS har følgende adressenotasjon for digitale innganger der m er et heltall som angir en byte og n et bestemt bit (0-7) i byte m .

Bitadresse (1bit)	->	$I_{m.n}$
Byteadresse (8 bit)	->	I_m
Word- adresse (16 bit)	->	IW_m
Dobbeltword- adresse (32 bit)	->	ID_m

3.1.1.2 Digitale utgangsadresser

Denne type PLS har følgende adressenotasjon for digitale utganger der m er et heltall som angir en byte og n et bestemt bit (0-7) i byte m .

Bitadresse (1bit)	->	$Q_{m.n}$
Byteadresse (8 bit)	->	Q_m
Word- adresse (16 bit)	->	QW_m
Dobbeltword- adresse (32 bit)	->	QD_m

3.1.1.3 Analog utgangsadresse

De analoge utgangsadressene legger beslag på 2 bytes (16 bit) og notasjonen blir som følger;

Analog utgangsadresse: PQW_m , der m er et heltall og angir startbyteadressen

3.1.1.4 Analog inngangsadresse

De analoge inngangsadressene legger beslag på 2 bytes (16 bit) og notasjonen blir som følger;

Analog inngangsadresse: PIW_m , der m er et heltall og angir startbyteadressen

3.1.1.5 Märker- adresser

I tillegg til I/O adressene har denne PLS'en et internminne som kan brukes til mellomlagring av variabler, som på "Siemens språk" blir kalt märker- adresser. Adressenotasjon der m er et heltall som angir en byte og n et bestemt bit (0-7) i byte m gjelder for disse adressene også.

Bitadresse (1bit)	->	$M_{m.n}$
Byteadresse (8 bit)	->	M_m
Word- adresse (16 bit)	->	MW_m
Dobbeltword- adresse (32 bit)	->	MD_m

3.1.2 Datatyper

Det finnes mange datatyper og formater som en kan bruke etter eget ønske og formål. Tabell 1 viser et utklipp fra hjelpfunksjonene til PLS programmeringsverktøyet med de mest elementære datatypene.

Tabell 1: Oversikt over elementære datatyper

Type and Description	Size in Bits	Format Options	Range and Number Notation (lowest to highest value)_	Example
BOOL(Bit)	1	Boolean text	TRUE/FALSE	TRUE
BYTE (Byte)	8	Hexadecimal number	B#16#0 to B#16#FF	L B#16#10 L byte#16#10
WORD (Word)	16	Binary number Hexadecimal number BCD Decimal number unsigned	2#0 to 2#1111_1111_1111_1111 W#16#0 to W#16#FFFF C#0 to C#999 B#(0.0) to B#(255.255)	L 2#0001_0000_0000_0000 L W#16#1000 L word#16#1000 L C#998 L B#(10,20) L byte#(10,20)
DWORD (Double word)	32	Binary number Hexadecimal number Decimal number unsigned	2#0 to 2#1111_1111_1111_1111 1111_1111_1111_1111 DW#16#0000_0000 to DW#16#FFFF_FFFF B#(0,0,0,0) to B#(255,255,255,255)	2#1000_0001_0001_1000_ 1011_1011_0111_1111 L DW#16#00A2_1234 L dword#16#00A2_1234 L B#(1, 14, 100, 120) L byte#(1,14,100,120)

INT (Integer)	16	Decimal number signed	-32768 to 32767	L 1
DINT (Integer, 32 bits)	32	Decimal number signed	L#-2147483648 to L#2147483647	L L#1
REAL (Floating-point number)	32	IEEE Floating-point number	Upper limit: $\pm 3.402823e+38$ Lower limit: $\pm 1.175495e-38$	L 1.234567e+13

3.1.3 Programmeringsverktøyet

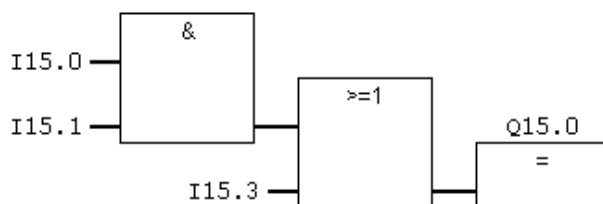
Programmeringsverktøyet som ble brukt for å programmere PLS'en var Siemens Simatic Manager STEP 7 versjon V5.4 + SP5 + HF1.

3.1.4 Programmeringsspråk

Som programmeringsspråk er det hovedsakelig brukt FBD (function block diagram), men noe STL (statement list programming language) er også brukt. I tillegg er det mulighet for å bruke LAD (ladder logic programming). For programmering av sekvenser er det programmeringsspråket Sequential Function Chart (SFC) som er blitt brukt.

3.1.4.1 Function Block Diagram

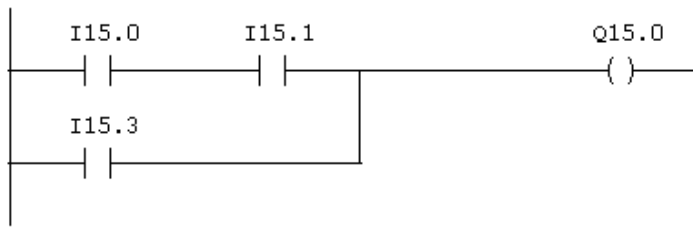
Function Block Diagram (FBD) språket er bygd opp av logiske porter og ble brukt av hensyn til at andre skal ha mulighet til å kunne feilsøke og bygge videre på programmet uten å ha en høyere utdanning innen programmering. Figur 3 viser et eksempel på hvordan FBD språket er bygd opp.



Figur 3: Eksempel på FBD

3.1.4.2 Ladder logic programming

Ladder logic programming (LAD) er et språk som er tilgjengelig i Simatic Manager, men ble ikke brukt da FBD ble foretrukket. Figur 4 viser et eksempel på hvordan LAD språket ser ut.



Figur 4: Eksempel på LAD

3.1.4.3 Statement list diagram

Statement list diagram (STL) er et språk som er mer programmeringsrettet og en skriver kommandoer istedenfor å bruke logiske blokker. Er ikke så brukervennlig, da det er vanskeligere å forstå, men ved kompliserte system kan det være en fordel å bruke dette språket. Figur 5 viser et eksempel på hvordan STL programmering ser ut.

```

A      I      15.0
A      I      15.1
O      I      15.3
=      Q      15.0
    
```

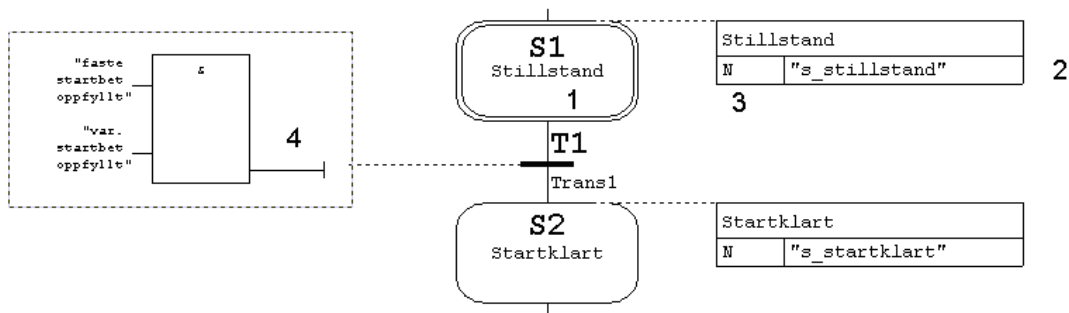
Figur 5: Eksempel på STL

3.1.4.4 Sequential Function Chart

Sequential Function Chart (SFC) er et grafisk programmeringsspråk utviklet for å designe sekvenser. Kort forklart innebærer SFC språket;

- 1) Trinn
- 2) Aksjoner – det som blir utført når et trinn blir aktivt (kun et trinn kan være aktivt om gangen)
- 3) Attributter – er med på å avgjøre hvordan en aksjon blir utført.
 - a. N: Så lenge trinnet er aktivt er aksjonen aktiv
 - b. S/R (set / reset): Aksjonen blir aktivert av et trinn blir aktivt (set) og er aktivt helt til trinn med samme aksjon, men med attributt R (reset), blir aktivt.
 - c. D (on delay): Aksjonen blir aktivert etter en satt tidsforsinkelse gitt at trinnet er aktivt like lenge.
 - d. L (limited pulse): Aksjonen er kun aktiv i et gitt antall sekunder gitt at trinnet er aktivt like lenge.
- 4) Overganger – betingelser som må være oppfylt før neste trinn blir aktivert.

I eksempelet i Figur 6 må ”faste startbetingelser” og ”variable startbetingelser” være oppfylt før trinn S2 blir aktivt og gir signal om at aggregatet er startklart.



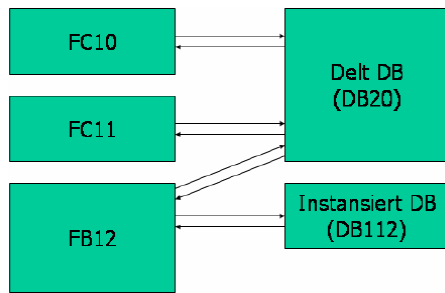
Figur 6: Eksempel på SFC

3.1.5 Programstruktur

Programmet er bygd opp av logiske blokker som en kan skrive programkoder i etter eget ønske, det vil si at en logisk blokk er en blokk som inneholder en del av Step 7 brukerprogrammet. Det finnes flere typer logiske blokker:

- Organiseringsblokker (OB)
- Funksjoner (FC)
- Funksjonsblokker (FB)
- Systemfunksjoner (SFC)
- Systemfunksjonsblokker (SFB)
- Datablokker (DB)
- Variabeltabeller (VAR)

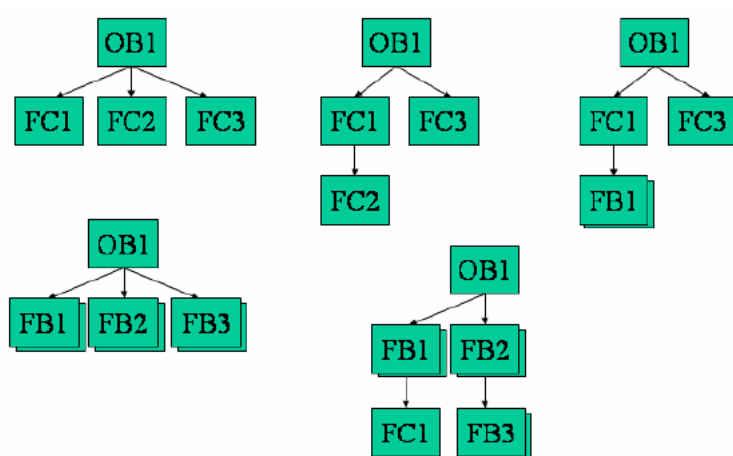
OB'ene tjener som grensesnittet mellom CPU'ens operativsystem og brukerprogrammet og bestemmer når og i hvilken rekkefølge brukerprogrammet skal utføres. En funksjon er en logisk blokk "uten minne". Det vil si at når funksjonene er eksekvert vil all data gå tapt. En funksjonsblokk er en logisk blokk "med minne". Det er tilordnet en datablokk (DB) til hver funksjonsblokk som tar vare på all data etter at funksjonsblokken er eksekvert. En SFC er en forhåndsprogrammert systemfunksjon som ligger innebygd i PLS'ens CPU. Som funksjonene er systemfunksjonene "uten minne". Systemfunksjonsblokkene er forhåndsprogrammerte funksjonsblokker og som funksjonsblokkene er de "med minne". En datablokk er en blokk som inneholder variabeldata som programmet kan arbeide med og en skiller mellom to typer datablokker, instansierte og delte datablokker. Forskjellen er, som det vises i Figur 7, at en instansiert datablokk kun gir adgang til dataen sin til den funksjonsblokken den er tilordnet til, mens en delt datablokk gir adgang til alle funksjonene og funksjonsblokkene.



Figur 7: Delt og instansiert datablokk [4]

Variabeltabellene er blokker / tabeller der en kan sette verdier på valgte innganger og utganger etter behov, samt sjekke statusen til en inngang og utgang under drift. Både analoge og digitale innganger og utganger kan simuleres ved hjelp av en variabeltabell.

Figur 8 viser eksempler på hvordan et program kan være bygd opp.



Figur 8: Programstruktur [4]

3.2 Generelt om programmet

Programmet har blitt prøvd programmet så oversiktlig og enkelt som mulig med kommentarer til hva enkelt funksjon har som oppgave og hvordan den fungerer. Det er også programmert generelle funksjoner som har blitt brukt flere steder for å spare tid og plass. I tillegg er det brukt noen ferdige funksjoner fra Siemens biblioteket og eksempler fra andre program.

Det er ikke lagt opp til at kraftverket skal kunne gå uten at PLS er operativ da den tar for seg temperaturmålingene og kommunikasjonen med vern og regulatorer. I utgangspunktet er alle målingene gjennomført med 2 nivå, et for forvarsel og et for utkobling, men dette kan også variere fra måling til måling. Under oppstart og nedstegning er også noen signal ilagt en tidsforsinkelse for å unngå unødvendige problem og utilsiktede nedstegninger.

3.3 Funksjonsbeskrivelse

Påfølgende kapitler inneholder en beskrivelse av hvordan PLS programmert styrer og kontrollerer de forskjellige komponentene i kraftverket. En kort innføring i bruk av skjermbildene i operatørpanelet blir også gitt.

3.3.1 Pumpestyringer

Alle pumpestyringer er blitt realisert i software (PLS) og ikke hardware, da aggregatet ikke skal kunne kjøres uten at PLS er i drift. De fleste pumpestyringene har mulighet for manuell styring, kalt ”hånd” i operatørpanelet. Dette for funksjonstesting under idriftsettelses av kraftverket. Men det kan også være aktuelt å kjøre pumpene manuelt under normalt drift, men denne type drift setter krav til operatør da all automatikk er koblet bort.

Det er programmert et eget skjermbilde for styring av pumper for lettere å ha oversikten over hvilke styremodi pumpene er i. Alle pumper gir tilbakemelding om at det er i drift etter at startsignal er gitt. Dette gjøres ved å kontrollere at relé kobler inn etter at startsignal er gitt.

Under start og stopp av aggregatet vil det være nødvendig med signalforsinkelse (signal blokkering) av følgende signal:

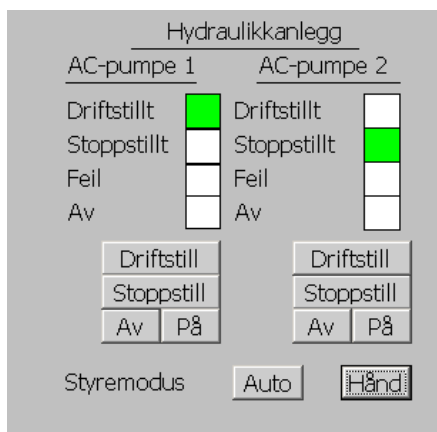
- Sirkulasjon kjølevann lager
- Oljesirkulasjon lager
- Oljestand lager

Dette er ikke blitt realisert i oppgaven, men må gjøres før programmet blir brukt på et reelt kraftverk for å unngå uønskede feilmeldinger og stopp.

3.3.1.1 Hydraulikkanlegg

Hydraulikkanlegget blir brukt til å styre ledeapparat, vridningen på skovlene (kaplan turbin), hurtiglukkeren, ledeapparatssperren og bremsene. Det mest moderne er høytrykksystem (100 bar) og det er dette systemet det er tatt utgangspunkt i. Anlegget vil bli utstyrt med to 230 V AC pumper som vil gå annenhver gang aggregatet starter og det vil bli skilt mellom tre kjøre måter; driftstilt, stoppstilt og av. Driftstilt benyttes under drift av aggregat og betyr at pumpen går hele tiden og trykket styres med en avlastningsventil¹. Stoppstilt benyttes når aggregatet står og betyr at pumpen starter og stopper mellom for eksempel 95-105 bar. At en av pumpene står i ”av” indikerer at pumpen er blokkert for start og må deblokkeres ved å trykke på ”på” knappen før start av pumpen kan skje. Figur 9 viser hvordan skjermbilde vil se ut i styremodus ”hånd”. I styremodus ”auto” vil de resterende knappene forsvinne for å forsikre seg om at det ikke skal være mulig å kjøre pumpene utilsiktet.

¹ En avlastningsventil er en ventil som holder på trykket inntil et visst nivå. Da vil den redusere trykket til et akseptabelt nivå igjen.



Figur 9: Skjerm bilde for styring av hydraulikkanlegg

I touchpanelet er det mulig å skifte mellom driftmodi "auto" og "hånd". I auto vil skiftingen mellom pumpene og kjøremåte skje automatisk, mens i hånd har en muligheten for å velge pumpe og hvilke kjøremønster en ønsker. Ved feil eller vedlikehold på en av pumpene vil den andre starte viss det er gitt startsignal og det ikke kommer bekreftelse på at pumpen har startet etter et gitt antall sekund. Signal "feil" gis ved utløsning av bimetall og / eller spenning mangler. Signal "av" indikerer at pumpen er ute av drift og kan kobles vekk for vedlikehold. Tabell 2 viser alle feilmeldingene som vil vises i operatørpanelet ved gitte feil.

Tabell 2: Meldinger til operatørpanel fra hydraulikkanlegg

Tekst	Alarmtype
FM Hydraulikkpumpe1 feil	alarm
FM Hydraulikkpumpe2 feil	alarm
DM Hydraulikkpumpe 1 idrift	melding
DM Hydraulikkpumpe 2 idrift	melding
FM Hydraulikkanlegg oljetrykk lavt	forvarsel
FM Hydraulikkanlegg oljetrykk kritisk lavt	alarm
FM Hydraulikkanlegg oljetrykk høyt	forvarsel
FM Hydraulikkanlegg oljetrykk kritisk høyt	alarm
FM Hydraulikkanlegg oljetemperatur høy	forvarsel
FM Hydraulikkanlegg oljetemperatur kritisk høy	alarm
FM Hydraulikkanlegg oljenivå lavt	forvarsel
FM Hydraulikkanlegg oljenivå kritisk lavt	alarm
FM Hydraulikkanlegg oljenivå høyt	forvarsel
FM Hydraulikkanlegg oljenivå kritisk høyt	alarm
FM Lang starttid hydraulikkpumpe 2 -> hydraulikkpumpe 1 startet	alarm
FM Lang starttid hydraulikkpumpe 1 -> hydraulikkpumpe 2 startet	alarm

Alle kritiske verdier aktiverer automatisk hurtigstopp, mens de andre gir alarm / forvarsel. Se Vedlegg 6 for programkode.

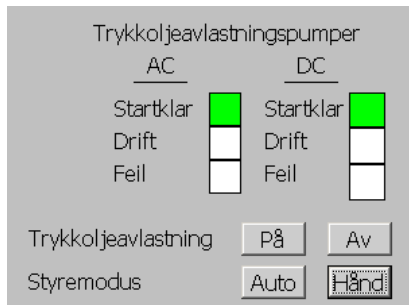
Ved bruk av programmet er det noen parametere som må bli satt avhengig av leverandør som er brukt og hvilke krav som er satt av Skagerak Energi AS:

- For å få riktige temperatur-, trykk- og nivåmålinger må skaleringen fra integer form til reell form bestemmes. Dette gjøres ved å sette hva som er maksimum og minimum temperatur for det aktuelle måleutstyret.
- I tillegg må både tidsforsinkelsen og hystereseverdien på skaleringsblokken bli bestemt. Se kapittel 3.3.9 for beskrivelse av funksjonen til disse verdiene.
- Alarmgrenseverdier for oljetrykk, oljetemperatur og oljenivå målingene må bestemmes.
- Tid fra startkommando gitt til kjølepumpe til bekreftelse på at pumpen går. Denne tiden vil variere fra leverandør til leverandør. Tar dette lengre tid enn den fastsatte tiden skal den andre pumpen startes og melding gis til operatørpanelet.
- Det må angis i hvilket trykkområde pumpene skal gå ved intermitterende drift.

3.3.1.2 Trykkoljeavlastningspumper

Trykkoljeavlastningen vil bli utstyrt med en DC og en AC pumpe. Disse pumpene blir brukt som hjelpesmøring for bærelageret når turtallet er $< 90 \%$, altså kun under start og stopp av aggregatet. AC pumpen er den som normalt vil gå, men med bortfall av AC stasjonsforsyning eller diverse problem som gjør at oljetrykket ikke blir høyt nok vil DC pumpen starte.

Figur 10 viser skjermbilde for styring av trykkoljeavlastningspumpene i styremodus "hånd". I styremodus "auto" vil de resterende knappene forsvinne for å forsikre seg om at det ikke skal være mulig å kjøre pumpene utilsiktet.



Figur 10: Skjermbilde for styring av trykkoljeavlastningspumper

Det er satt som krav at det må være tilstrekkelig trykk i trykkoljesystemet før vannveien åpner. Dette for å forsikre seg om at lagrene får tilstrekkelig med smøring. I start- og stoppsekvensen er det lagt inn krav om at AC pumpen må få opp trykket innen et visst antall sekunder ellers starter DC pumpen. DC pumpen vil da gå parallelt med AC pumpen til de stopper ved turtallet $= 90 \%$.

I styremodus "auto" vil start og stopp av pumpene skje automatisk, mens i "hånd" vil det være mulighet for å kjøre AC pumpen uavhengig av turtallet. Fremdeles vil DC pumpen starte viss det ikke er høyt nok oljetrykk. Programmet er laget slik fordi det ikke er lagt inn noen mulighet for å kontrollere oljetrykket i operatørpanelet og det vil derfor være for risikabelt og ikke ha denne sikkerhetsfunksjonen. At lampe "startklar" lyser indikerer at pumpen er klar for start, det vil si at det er spenning tilstede og bimetall ok. Lampe "drift" viser at pumpen er

idrift. Lampe ”feil” indikerer manglende spenning eller at bimetall har løst ut. Tabell 3 viser meldingene som vil bli vist i operatørpanelet. De resterende meldingene angående lagersmøring vil vises i forbindelse med bærelageret. Programkoden kan ses i Vedlegg 8.

Tabell 3: Meldinger til operatørpanel fra trykkoljeavlastningspumper

Tekst	Alarmtype
FM Trykkoljeavlastningspumpe DC feil	alarm
FM Trykkoljeavlastningspumpe AC feil	alarm
DM Trykkoljeavlastningspumpe DC i drift	melding
DM Trykkoljeavlastningspumpe AC i drift	melding

Ved bruk av programmet er det noen parametere som må bli satt avhengig av leverandør som er brukt og hvilke krav som er satt:

- Tiden det tar før DC pumpen starter viss AC pumpen er i drift og ikke klarer å opprettholde trykket i systemet.
- Hva som er tilfredsstillende trykk for smøringen

3.3.1.3 Lensepumper

Styringen av lensepumpene vil ikke gå gjennom PLS'en, men vil bli utført i eget skap. Dette gjøres slik av sikkerhetsmessige årsaker da en må være sikker på at pumpen går ved en eventuell lekkasje selv om PLS'en er nede. Det vil likevel bli gitt meldinger til operatørpanel ved feil, vannivå og hvilke Pumpe som er idrift. Anlegget vil bli utført med to 230 V AC pumper.

Tabell 4: Meldinger til operatørpanel fra lenseystem

Tekst	Alarmtype
DM Lensepumpe 1 drift	melding
DM Lensepumpe 2 drift	melding
FM Lensepumpe 1 feil	alarm
FM Lensepumpe 2 feil	alarm
FM Lensekum vannivå høyt	alarm
FM Lensekum vannivå kritisk høyt	alarm

Start og stopp av lensepumpene styres av flottører i lensekummen og pumpene vil gå i ca. 250 timers sykluser[1]. Ved vannivå kritisk høyt vil begge pumpene gå for å få senket vannivået.

3.3.2 Lager

Det er tatt høyde for at det er to lager i kraftverket, da det er dette som ble antatt i forprosjektet[7]. Det er derfor tatt med temperaturmålinger for et styrelager og et bærelager. I tillegg er det sirkulasjonsvakter på både smøreoljen og kjølevannet. Styrelaget er selvsmørende, mens bærelageret trenger trykkoljeavlastning som nevnt i kapittel 3.3.1.2. Begge lagrene bruker olje fra samme oljesump og det vil være sirkulasjonsvakt for å kontrollere at lagrene får smøring. Kjøling av smøreoljen skjer ved at nedkjølt vann blir

sirkulert i rør gjennom oljesumpen. Vannet, som kan bli hentet fra undervannet, trykksjakten eller eget vannmagasin(uaktuelt i småkraftverk), blir sirkulert ved hjelp av to stykk 230 V AC kjølevannspumper som blir driftet annenhver gang aggregatet starter.

Pumpene kan ikke bli styrt fra operatørpanelet, dvs. at pumpene kun kan bli startet og stoppet fra start- og stoppsekvensen. Det vil også være mulig å testkjøre pumpene lokalt i stasjonen. Spenning mangler og bimetall gir feilmelding til operatørpanel. Tabell 5 viser en oversikt over alle meldingene/alarmene som sendes til operatørpanelet og Vedlegg 5 viser programkoden.

Tabell 5 Meldinger til operatørpanel fra lager

Tekst	Alarmtype
FM Kjølepumpe 1 feil	alarm
FM Kjølepumpe 2 feil	alarm
FM Kjølepumpe 1 idrift	melding
FM Kjølepumpe 2 idrift	melding
FM Bærelager temperatur høy	forvarsel
FM Bærelager temperatur kritisk høy	alarm
FM Styrelager temperatur høy	forvarsel
FM Styrelager temperatur kritisk høy	alarm
FM Lager oljesump nivå kritisk lavt	alarm
FM Lager oljesump nivå lavt	forvarsel
FM Lager oljesump høyt	forvarsel
FM Lager oljesump nivå kritisk høyt	alarm
FM Lager kjølevann sirkulasjon mangler	alarm
FM Oljetrykk lagersmøring mangler	alarm
FM Lang starttid lager kjølepumpe 2 -> kjølepumpe 1 startet	alarm
FM Lang starttid lager kjølepumpe 1 -> kjølepumpe 2 startet	alarm

Ved bruk av programmet er det noen parametere som må bli satt avhengig av hvilke utstyr og leverandør som blir valgt:

- For å få riktige temperaturmålinger må skaleringen fra integer form til reell form bestemmes. Dette gjøres ved å sette hva som er maksimum og minimum temperatur for det aktuelle måleutstyret. I tillegg må både tidsforsinkelsen og hystereseverdien på skaleringsblokken bli bestemt. Se kapittel 3.3.9 for beskrivelse av funksjonen til disse verdiene.
- Ved drift av kjølevannspumpene sjekkes det om det er sirkulasjon i kjølevannet. Dette for å bekrefte at lageret faktisk får kjøling. Tiden som tillates uten vannsirkulasjon under drift av pumpene før aggregatet går til hurtigstopp må bestemmes.
- Tid fra startkommandoen er gitt, til kjølepumpen gir bekreftelse på at den går. Denne tiden vil variere fra leverandør til leverandør. Tar dette lengre tid enn den fastsatte tiden skal den andre pumpen startes og melding gis til operatørpanelet.
- Alarmgrenser for temperatur høy og kritisk høy for både bære- og styrelager.

3.3.3 Start- og stoppsekvensene

Start, stopp og hurtigstopp er sekvenser som ble programmert i PLS'en, mens nødstyringen er planlagt koblet opp i eget skap. Dette er tenkt slik på grunn av sikkerhetsmessige hensyn, da en skal ha mulighet til å stoppe kraftverket selv om PLS'en har blitt ødelagt under drift. Sekvensene ble programmert i en funksjonsblokk med programmeringsspråket SFC. Da en utgang kun skal aktiveres en plass i programmet er alle sekvensene programmet i samme funksjonsblokk. Vedlegg 2 viser sekvensen i sin helhet.

Det er lagt inn krav om at aggregatet må være startklart før en startsekvens kan begynne. At aggregatet er startklart indikerer at alle faste og variable startbetingelser er oppfylt. Det skilles mellom tre startsekvenser som alle har utgangspunkt i aggregat startklart. Disse er tomgang uten spenning, tomgang med spenning og nettdrift.

Faste startbetingelser

- Spenning tilstede kjølepumpe 1 og / eller kjølepumpe 2
- Spenning tilstede trykkoljepumpe ac og / eller trykkoljepumpe dc
- Spenning tilstede hydraulikkpumpe 1 og / eller hydraulikkpumpe 2
- Brems av
- Turbinregulator auto
- Batterispenning tilstede (startmagnetisering)
- Jordingskniv ute
- Kjølevann tilstede

Variable startbetingelser

- Hurtiglukker stoppstilt
- Ledeapparat lukket
- Inntaksluke nede
- Slagbegrenser lukket
- Feltbryter ute
- Effektbryter ute
- Skillebryter ute

Siden nødstyring går utenom PLS'en kan det tenkes at den kan bli aktivert uten at PLS'en er nede. Dette kan for eksempel skje ved at lokal nødstopp knapp trykkes inn. Da er det ønskelig at signal sendes til PLS'en som kan overstyre nødstyringen og stoppe aggregatet raskt og uten de påkjenningene som nødstyringen påfører aggregatet.

3.3.4 Fjernkontroll

De større kraftverkene til Skagerak Energi AS er i dag fjernstyrt fra Statkraft sin driftsentral på Dalen, mens de små og eldre er manuelt styrt. Dette er ikke ideelt og de er et ønske at et nytt kontrollanlegg også skal ha mulighet for å bli fjernstyrt. I tillegg til at kraftverkene blir

styrt fra Dalen, har Skagerak Energi AS sin egen driftsentral i Porsgrunn der en har tilgang til de samme skjermbildene som på Dalen.

Selve kommunikasjonen mellom driftsentral og kraftstasjon er det ikke opparbeidet da dette ikke er en del av oppgaven, men programmet er klart til å fjernstyres. Med dette menes at alle signaler, alarmer og målinger som skal sendes til /fra driftsentralen er lagt i datablokker for enkel ut/ innhenting. Signalene som vil bli sendt til driftsentralen vil bli bestemt på et senere tidspunkt når kommunikasjonen er opprettet.

Ved en realisering av prosjektet vil en mulig løsning å bruke samme PLS for styring og fjernstyring, men det kan også være en mulighet å ha en egen PLS for fjernkontrollen som kommuniserer med PLS'en til aggregatet og operatørpanelet over PROFIOUS-DP.

Kommunikasjonen mellom driftsentral og PLS for fjernkontroll skal være over IEC 60870-5-101 eller -104 protokollen[1]. Skagerak Energi AS setter krav til korrekt tidsstemping av all informasjon og med krav om 10 ms nøyaktighet på vernmeldinger og effektbryterindikering.

3.3.5 Inntaksluke

Inntaksluken er en viktig komponent i kraftverket da den er med på kontrollere vanntilførselen til turbinen. I små elvekraftverk er det som regel ikke noen ventil før ledeapparatet siden vannveien er så kort. Det er derfor viktig at luken kan stenges ved uforutsette hendelser for å stoppe energitilførselen.

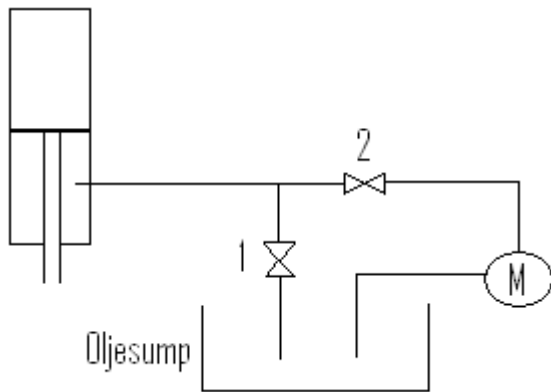
Lukestilling måles med 3 endebrytere; åpen, lukket og sig. Lukesig detekteres av endebryter sig, som starter løft av luke. Tiden mellom sig detektert og luke åpen blir målt og overstiger den X sekunder (forskjellig fra kraftverk til kraftverk) vil aggregatet gå til hurtigstopp. Sig endebryter blir automatisk blokkert når signal "luke ned" gis. Bimetall utløst og spenning mangler for pumpene gir varsel til operatørpanelet. Tabell 6 viser meldingene som vises i operatørpanelet og Vedlegg 9 viser programkoden.

Tabell 6: Meldinger til operatørpanel fra inntaksluken

Tekst	Alarmtype
FM Inntaksluke lavt oljenivå	forvarsel
FM Inntaksluke kritisk lavt oljenivå	alarm
FM Inntaksluke oljetemperatur høy	forvarsel
FM Inntaksluke oljetemperatur kritisk høy	alarm
FM Inntaksluke sig	alarm
DM Inntaksluke åpen	melding
DM Inntaksluke nede	melding
DM Inntaksluke pumpe idrift	melding
FM Inntaksluke feil pumpe	alarm
FM Inntaksluke; lang tid mellom sig og luke åpen	alarm

Figur 11 viser et forenklet hydrauliskskjema for inntaksluken som er brukt som eksempel. Denne luken står på Tveitereidfoss kraftverk i Kragerø vassdraget. Inntaksluken vil stå på

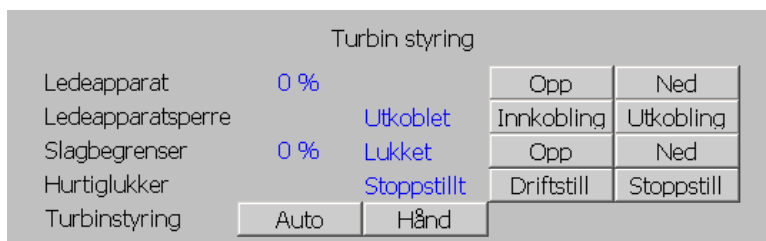
oljetrykket og lukkes med egenvekt når signal ”luke ned” gis. Da vil ventil 1 åpne og slippe oljen ned i oljesumpen. Ved signal ”luke opp” lukkes ventil 1 og ventil 2 åpnes samtidig som oljepumpen starter. Signal fra endebryter ”luke oppe” lukker ventil 2 og stopper oljepumpen. Ventil 1 vil ha to utløsespoler, ene for normal drift og den andre for nødstyring. Ventil 2 kan eventuelt være en tilbakslagsventil², men dette vil variere fra anlegg til anlegg.



Figur 11: Forenklet hydraulikkskjema inntaksluke

3.3.6 Turbinstyring

I auto vil aggregatregulatoren Hymareg 10 styre turbinen avhengig av hvilke reguleringsfunksjon som er valgt, se kapittel 4.2.1.1 for beskrivelse av de forskjellige funksjonene. Ved spesielle anledninger kan det være ønskelig å kunne kjøre disse funksjonene manuelt, for eksempel under idriftsettelse for å teste funksjonene før aggregatet settes idrift. Derfor ble det laget en mulighet for dette i PLS programmet. Styringen av ledeapparatet og skovlene på turbinen vil gå gjennom aggregatregulatoren, mens styringen av ledeapparatssperre, slagbegrenser og hurtiglukkeren vil gå direkte fra PLS'en til objektet. Programmet er lagt opp slik at det er mulig å kjøre disse funksjonene manuelt fra operatørpanelet. I utgangspunktet vil turbinstyringen stå i ”auto” og det er også en startbetingelse at styringen står i denne posisjonen. Figur 12 viser et skjermbilde av hvordan turbinstyringen ser ut i operatørpanelet.



Figur 12: Skjermbilde for turbinstyring

Ledeapparatet er mulig å kjøre fra 0-100 % åpning. Under drift vil det i realiteten kun være mulig å kjøre ledeapparatet ned til 20 %, startåpning på ledeapparatet. Dette for å unngå at retureffekt løser ut. Hurtiglukker er en forrigling mot ledeapparatet, enten mekanisk,

² En tilbakeslagsventil er en ventil som kun slipper gjennom olje i en retning.

hydraulisk eller elektrisk. Hurtiglukker ”driftstillt” vil automatisk kjøre ledeapparatet opp til startåpning, mens hurtiglukker ”stoppstilt” kjører ledeapparatet ned. Slagbegrenseren er også mulig å kjøre fra 0-100 % åpning. Manuell drift setter krav til operatør som må forsikre seg om at slagbegrenseren alltid har større åpning enn ledeapparatet, da slagbegrenseren er en mekanisk forrigling mot ledeapparatet. Ingenting alvorlig vil skje om dette skjer, men ledeapparatet vil følge slagbegrenseren. Innkobling og utkobling er styremuligheten for ledeapparatetsperren. Vedlegg 6 viser programkoden for turbinstyringen.

Tabell 7: Meldinger til operatørpanel fra turbinstyring

Tekst	Alarmtype
DM Hurtiglukker driftstillt	melding
DM Hurtiglukker stoppstilt	melding
DM ledeapparat lukket	melding
DM Ledearrattsperre innkoblet	melding
DM Ledearrattsperre utkoblet	melding

3.3.7 Veksel- og likestrømsanlegg

Styringen av veksel- og likestrømsanlegget omhandler i hovedsak overvåkning av systemet og omkobling ved feil. I større kraftverk vil det være mer kobling da de kan være matet fra flere plasser og / eller bli forsynt av dieselaggregat ved bortfall av stasjonsforsyningen.

Alle komponentene som tilfører prosessen energi skal ha to utløsespoler: en nullspenningsspole og en spole for arbeidsstrøm. Disse komponentene er effektbryter, feltbryter, inntaksluken og trykkoljeanlegg med ledeapparat. Dette er med på å skape en mer sikker drift av kraftverket. Som styrestrøm skal helst 24 V DC benyttes. I utgangspunktet er det bestemt at en skal bruke arbeidsstrømsprinsippet³ og ikke hvilestrømsprinsippet⁴. Dette er av praktiske årsaker da kraftverkene som er aktuelle for ombygging er gamle og ble bygd opp etter arbeidsstrømsprinsippet. Derfor vil en ombygging bli enklere og billigere ved å benytte arbeidsstrømsprinsippet. Et nytt småkraftverk i dag ville mest sannsynlig bli bygd opp etter hvilestrømsprinsippet da kretsene vil være selvovervåkende.

Tabell 8 sammenligner begge prinsippene utefra noen aktuelle problemstillinger.

³ Går ikke strøm i kretsen før en hendelse blir aktivert. Da slutes kretsen og hendelsen utføres.

⁴ Går strøm i styrekretsen hele tiden inntil en hendelse aktiveres. Da kuttes strømmen og hendelsen utføres.

Sitat fra Krav til kontrollanlegg i småkraftverk, Skagerak Energi AS.

Tabell 8: Arbeidsstrøm Vs hvilestrøm

Problemstilling	Arbeidsstrøm	Hvilestrøm
Kostnad	Ekstra utstyr for å ta hånd om nødstyring vil øke kostnadene. Reservesystem for å ivareta sikkerhetsfunksjoner er nødvendig	Enkel oppbygging og derav lavere kostnader.
Sikkerhet	Krever alltid energi for å endre en tilstand. Overvåkning av kommandokretser nødvendig.	Er selvovervåkende. Kommandokretsene tilføres energi hele tiden når kommandoen er aktiv. Ved bortfall av styrestrøm vil aggregatet frakobles elektrisk og vannveien stenges.
Tilgjengelighet	Enklere å lete etter feil i styrestrømskretsene under drift	Ved arbeid i styrestrømskretsene eller jordfeil i hjelpeanlegget vil aggregatet gå til stopp

Sitat slutt.

3.3.7.1 Vekselstrømsanlegget

Vekselstrømsanlegget blir matet fra en stasjonstransformator, men ved feil som gjør at stasjonen mister spenningen vil dieselaggregatet ta over. Dieselaggregatet er ofte dimensjonert etter prioritert last. Dette betyr at når dieselaggregatet blir innkoblet blir den uprioriterte lasten frakoblet slik at dieselaggregatet bare trenger å forsyne den prioriterte lasten. Dette er ofte gjort på grunn av økonomiske hensyn og med hensyn til størrelsen på dieselaggregatet. Ytelsen på stasjonstransformatorene avhenger av lasten, men ligger vanligvis rundt 50 – 350 kVA [1]. Det vil kunne være aktuelt å ta i bruk isolasjonsovervåkning av vekselstrømsanlegget. Tabell 9 viser meldingene som sendes til operatørpanel.

Kortslutninger blir koblet bort med sikringer og indikasjon vil bli sendt til operatørpanel ved at melding ”FM AC spenning borte” vises.

Tabell 9: Meldinger til operatørpanel fra vekselstrømsanlegget.

Tekst	Alarmtype
FM AC spenning borte	alarm
FM Jordfeil AC anlegg	alarm
DM Dieselaggregat drift	melding
FM Dieselaggregat samlefeil	alarm
FM Stasjonstransformator temperatur høy	forvarsel
FM Stasjonstransformator temperatur kritisk høy	alarm
FM Stasjonstransformator oljenivå lavt	forvarsel
FM Stasjonstransformator oljenivå kritisk lavt	alarm
FM Stasjonstransformator gass forvarsel	alarm

3.3.7.2 Likestrømsanlegget

Likestrømsanlegget skal forsyne komponenter som en vil ha operative selv om stasjonsforsyningen(AC) forsvinner. Det er vanlig at batteripakken dimensjoneres slik at stasjonen kan startes opp igjen selv om stasjonsforsyningen har vært borte i 10 timer [5]. Anlegget blir mest sannsynlig bygd opp med 110 V DC batteripakke og med DC/DC omformer for 110 / 24 V. Tabell 10 viser meldingene som sendes til operatørpanel.

Tabell 10: Meldinger til operatørpanel fra likestrømsanlegget

Tekst	Alarmtype
FM Lav DC spenning	alarm
FM Feil DC/DC omformer	alarm
FM Jordfeil DC anlegg	alarm
FM Ladelikeretter feil	alarm

3.3.8 Transformator

Transformatoren er koblet inn mellom generatoren og samleskinne eller linjeavgang for å transformere generatorens spenning opp til ønsket spenningsnivå. I noen småkraftverk er generatorspenningen tilpasset nettets spenning og derfor er en hovedtransformator ikke nødvendig. Slik er det i Tveitereidfoss kraftverk som ble tatt for seg i forprosjektet [7] og derfor er ikke overvåkingen av transformatoren gått grundig inn på. I programmet er det allikevel tatt med de viktigste overvåkningsfunksjonene.

I mange transformatorer er det trinnkoblere for å kunne forandre vindingsantallet, normalt på høyspenningsviklingen, for å kunne justere spenningen viss dette skulle være ønskelig. En skiller mellom trinnkoblere som kan justeres med last og uten last og om koblingene kan fjernstyres eller om de må skje manuelt.

Tabell 11: Meldinger til operatørpanel fra transformator.

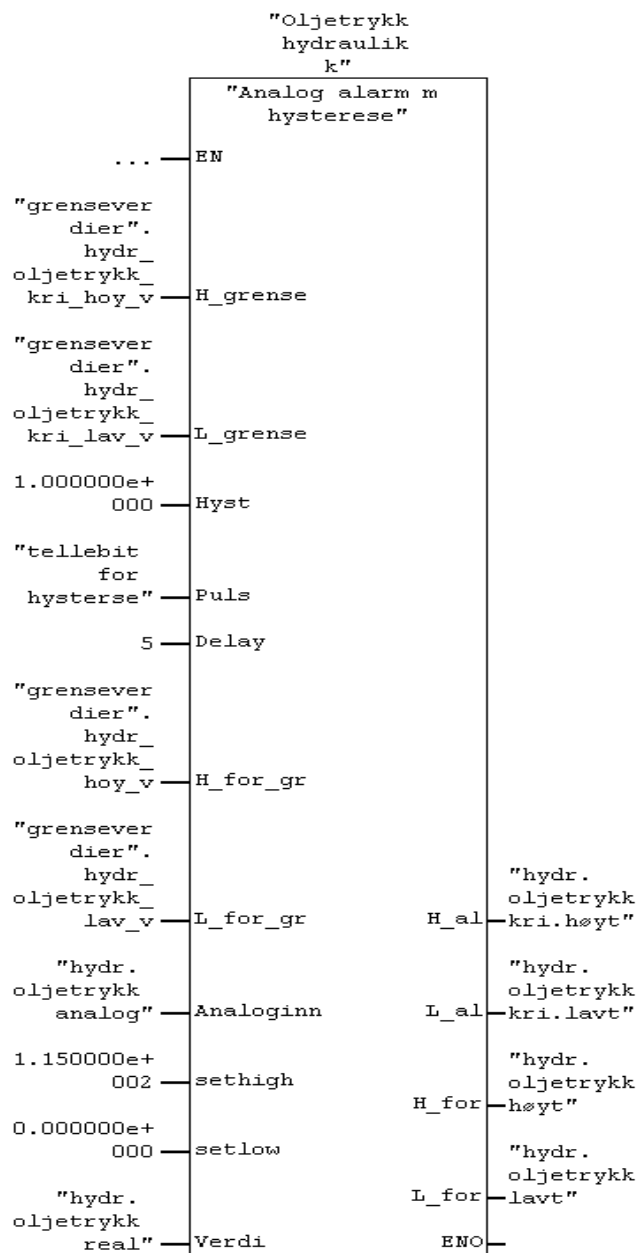
Tekst	Alarmtype
FM Hovedtransformator gass (Buchholz relé) kritisk	alarm
FM Hovedtransformator oljenivå forvarsel	forvarsel
FM Hovedtransformator oljenivå kritisk	alarm
FM Hovedtransformator oljetemperatur forvarsel	forvarsel
FM Hovedtransformator oljetemperatur kritisk	alarm
FM Hovedtransformator viklingstemperatur forvarsel	forvarsel
FM Hovedtransformator viklingstemperatur kritisk	alarm

3.3.9 Analog til reell skalering

Alle analoge målinger blir sendt til PLS'en der målingene blir sammenlignet med grenseverdier for forvarsel og utkoling. Det er laget en funksjon med forvarsel og utkobling/alarm for både høye og lave verdier. Samme funksjon blir brukt til trykk-, oljenivå- og temperaturmålinger. Temperaturmålinger trenger ikke grenseverdier for lav temperatur, men for enkelhets skyld er samme funksjonsblokk brukt for alle analoge målinger. Funksjonsblokken kan ses i Figur 13.

Network 3 : Oljetrykksmåling

```
hydr. oljetrykk lavt -> forvarsel
hydr. oljetrykk kri.lavt -> hurtigstopp
hydr. oljetrykk høyt -> forvarsel
hydr. oljetrykk kri.høyt -> hurtigstopp
```



Figur 13: Oljetrykksmåling hydraulikkanlegg

Funksjonsblokken konverterer målingene fra en integer- verdi og til ønsket reell (REAL) verdi. Dette gjøres ved å sette inn ønsket min og maks reell verdi inn på pinnene "setlow" og "sethigh". I tilfellet over blir verdien skalert fra 0 – 32767 til 0 – 115 bar. Dette forenkler visningen i touch- panelet og gjør grensesettingen lettere. Pinnene "L_for" og "H_for" angir grenseverdien på forvarsel for henholdsvis lav og høy verdi. Pinnene "L_grense" og "H_grense" angir grenseverdien for alarm for henholdsvis lav og høy verdi. Når det gjelder

temperaturmålingene er det satt av egne bit i programmet for lave temperaturer, men de blir ikke hentet ut.

Det er brukt sammenligningsblokker for å kunne angi når en verdi er over eller under en grenseverdi. Det er også lagt inn en hysteresis som gjør at prelling av signalet unngås. Denne virker slik at når en måling, for eksempel en oljetrykksmåling, overstiger en grenseverdi vil en alarm gå etter en fastsatt tid. For at alarmen skal resettes må måleverdien synke til grenseverdien minus en satt hysteresisverdi. Tidsforsinkelsen, som i dette tilfellet er 5 sekunder, settes inn på "delay" pinnen. Hysteresisverdien, som i dette tilfellet er 1 bar, settes inn på "hyst" pinnen. Både tidsforsinkelsen og hysteresisverdien vil avhenge av grenseverdiene som er satt og hvilke målinger som blir gjennomført. Se Vedlegg 3 for programkoden.

Fra operatørpanelet er det mulig å endre verdien for forvarsel(høy og lav) og alarm(høy og lav) for alle målingene som har innlagte grenseverdier.

3.3.10 Krysskoblinger og hjelpeblokker

I tillegg til at det er laget egne funksjonsblokker til de forskjellige komponentene er det også laget en funksjonsblokk kalt krysskoblinger. I denne funksjonsblokken har disse oppgavene blitt programmert:

- forriglingen mot å starte aggregatet før det er startklart
- stoppsekvensene overstyrer startsekvensen
- diverse hjelpefunksjoner for skjermbildene
- tidsovervåkingen av start- og stoppsekvensene
- funksjon for indikasjon av faste og variable startbetingelser oppfylt
- aktivering av hurtigstopp og stopp

For fullstendig programkode se Vedlegg 4

3.4 WinCC flexible

WinCC flexible er et programmeringsverktøy laget av Siemens for programmering av touch-skjermer og skjermbilder til datamaskiner. WinCC flexible er et underprogram av Simens Simatic, noe som gjør adresseringen mellom PLS og skjerm enkel. Versjon 2008 SP1 ble brukt i dette prosjektet. Vedlegg 12 viser alle signalene (tags) som ble brukt i WinCC.

I dette prosjektet ble WinCC brukt for å lage skjermbilder til en touch – skjerm som er tenkt brukt som operatørpanel i kraftverket. Dette innebærer visning av bryterstillinger, utvalgte målinger, alarmvisning og grensesetting. Det vil også være mulighet for å slå av fjernstyringen for å kunne sikkert utføre vedlikehold og reparasjoner.

3.4.1 Alarmvisning

Alle signaler i operatørpanelet som ligger under alarmtype ”alarm” aktiverer en hendelse, mens signalene under ”forvarsel” og ”melding” gir kun melding.

Alle driftsmeldinger(DM), forvarsel(FM), feilmeldinger(FM) og vernmeldinger(VM) blir vist i operatørpanelet. I WinCC flexible skiller en mellom ”errors” og ”warnings”. Alle feilmeldinger, forvarsel og vernmeldinger ligger under ”errors”, mens driftsmeldinger ligger under ”warnings”. Alle meldinger som sendes til WinCC vises i meldingsvinduet, se Figur 14. Tilstanden til meldingene indikeres ved kombinasjoner av bokstavene C, A og D.

- C = alarm aktiv og ukvittert
- (C)D = alarm borte, men ble ikke ukvittert for
- (C)A = alarm kvittert, men fremdeles aktiv
- (CA)D = alarm borte og kvittert for
- (CD)A = alarm kvittert for, men etter at den har forsvunnet

Skagerak Energi		Meldinger			8:28:40 AM
Tilbake		C = alarm aktiv og ukvittert			(C)D = alarm borte, men ble ikke ukvittert for
Hovedside		C(A) = alarm kvittert, men fremdeles aktiv			(CA)D = alarm borte og kvittert for
Meldinger		(CD)A = alarm kvittert for, men etter at den har forsvunnet			6/1/2010
	Klokkeslett	Date	Tilstand	Beskrivelse	
Grenseverdier	8:28:36 AM	6/1/2010	(C)A	FM Lager oljesump nivå kritisk lavt	
Pumpestyringer	8:28:35 AM	6/1/2010	(C)A	FM Lager oljesump nivå lavt	
Startbetingelser	8:28:35 AM	6/1/2010	(C)A	FM Hydraulikkanlegg oljenivå lavt	
Startsekvens	8:28:35 AM	6/1/2010	(C)A	FM Hydraulikkanlegg oljetrykk lavt	
Hurtigstoppsek.	8:28:34 AM	6/1/2010	(C)A	FM Hydraulikkanlegg oljenivå kritisk lavt	
Stoppsek.	8:28:34 AM	6/1/2010	(C)A	FM Kjølepumpe1 feil	
Reguleringsmodi	8:28:34 AM	6/1/2010	(C)A	FM Kjølepumpe2 feil	
	8:28:33 AM	6/1/2010	(C)A	FM Hydraulikkpumpe1 feil	
	8:28:33 AM	6/1/2010	(C)A	FM Hydraulikkpumpe2 feil	
	8:28:33 AM	6/1/2010	(C)A	FM Trykkoljeavlastningspumpe AC feil	
	8:28:32 AM	6/1/2010	(C)A	FM Trykkoljeavlastningspumpe DC feil	
	8:28:32 AM	6/1/2010	(C)A	FM Inntaksluke oljepumpe feil	
	8:28:31 AM	6/1/2010	(C)A	FM Hydraulikkanlegg oljetrykk kritisk lavt	
	8:28:31 AM	6/1/2010	(C)A	FM Inntaksluke lavt oljenivå lavt	
	8:28:31 AM	6/1/2010	(C)A	FM Inntaksluke lavt oljenivå kritisk lavt	
	8:28:29 AM	6/1/2010	C	FM Inntaksluke lavt oljenivå kritisk lavt	
	8:28:29 AM	6/1/2010	C	FM Inntaksluke lavt oljenivå lavt	
	8:28:29 AM	6/1/2010	C	FM Hydraulikkanlegg oljetrykk kritisk lavt	
	8:28:29 AM	6/1/2010	C	FM Inntaksluke oljepumpe feil	
	8:28:29 AM	6/1/2010	C	FM Trykkoljeavlastningspumpe DC feil	
	8:28:29 AM	6/1/2010	C	FM Trykkoljeavlastningspumpe AC feil	
	8:28:29 AM	6/1/2010	C	FM Hydraulikkpumpe2 feil	
	8:28:29 AM	6/1/2010	C	FM Hydraulikkpumpe1 feil	
	8:28:29 AM	6/1/2010	C	FM Kjølepumpe2 feil	
	8:28:29 AM	6/1/2010	C	FM Kjølepumpe1 feil	
	8:28:29 AM	6/1/2010	C	FM Hydraulikkanlegg oljenivå kritisk lavt	
	8:28:29 AM	6/1/2010	C	FM Hydraulikkanlegg oljetrykk lavt	
	8:28:29 AM	6/1/2010	C	FM Hydraulikkanlegg oljenivå lavt	
	8:28:29 AM	6/1/2010	C	FM Lager oljesump nivå lavt	
	8:28:29 AM	6/1/2010	C	DM Hurtigstopp aktivert	
	8:28:29 AM	6/1/2010	C	FM Lager oljesump nivå kritisk lavt	

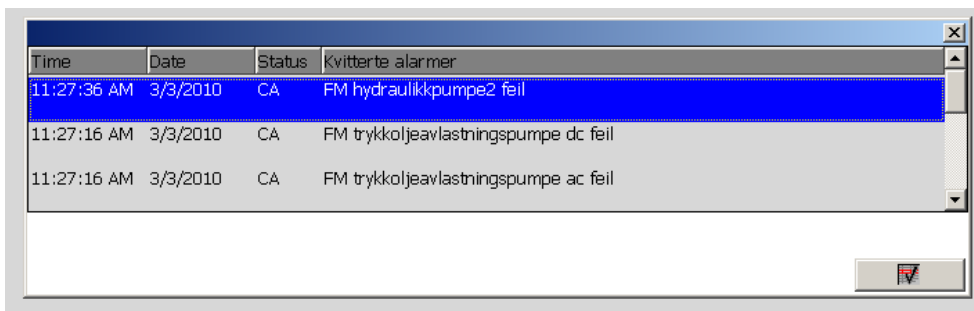
Figur 14: Meldingsvindu

Ved en ”error” vil en varseltrekant, se Figur 15, vise seg og blinke for å indikere at en feil har inntruffet. Denne varseltrekanten indikerer også antall feil. Ved å trykke på varseltrekanten vil et meldingstablå, se Figur 16, vise seg. I dette vinduet skal en kvittere / bekrefte at feilen er

oppdaget av operatør. Når alle alarmene er kvittert for vil varseltrekanten slutte å blinke, men er fremdeles aktiv i vinduet til feilen er utbedret / har forsvunnet. En driftsmelding vil kun vises i meldingsvinduet. En oversikt over alle alarmer og meldinger som er implementert kan ses i Vedlegg 11



Figur 15: Varseltrekant

A screenshot of a software window titled 'Kvitterte alarmer'. The window contains a table with four columns: 'Time', 'Date', 'Status', and 'Kvitterte alarmer'. The first row is highlighted in blue. The second and third rows are grey. There is a small icon in the bottom right corner of the window.

Time	Date	Status	Kvitterte alarmer
11:27:36 AM	3/3/2010	CA	FM hydraulikkpumpe2 feil
11:27:16 AM	3/3/2010	CA	FM trykkoljeavlastningspumpe dc feil
11:27:16 AM	3/3/2010	CA	FM trykkoljeavlastningspumpe ac feil

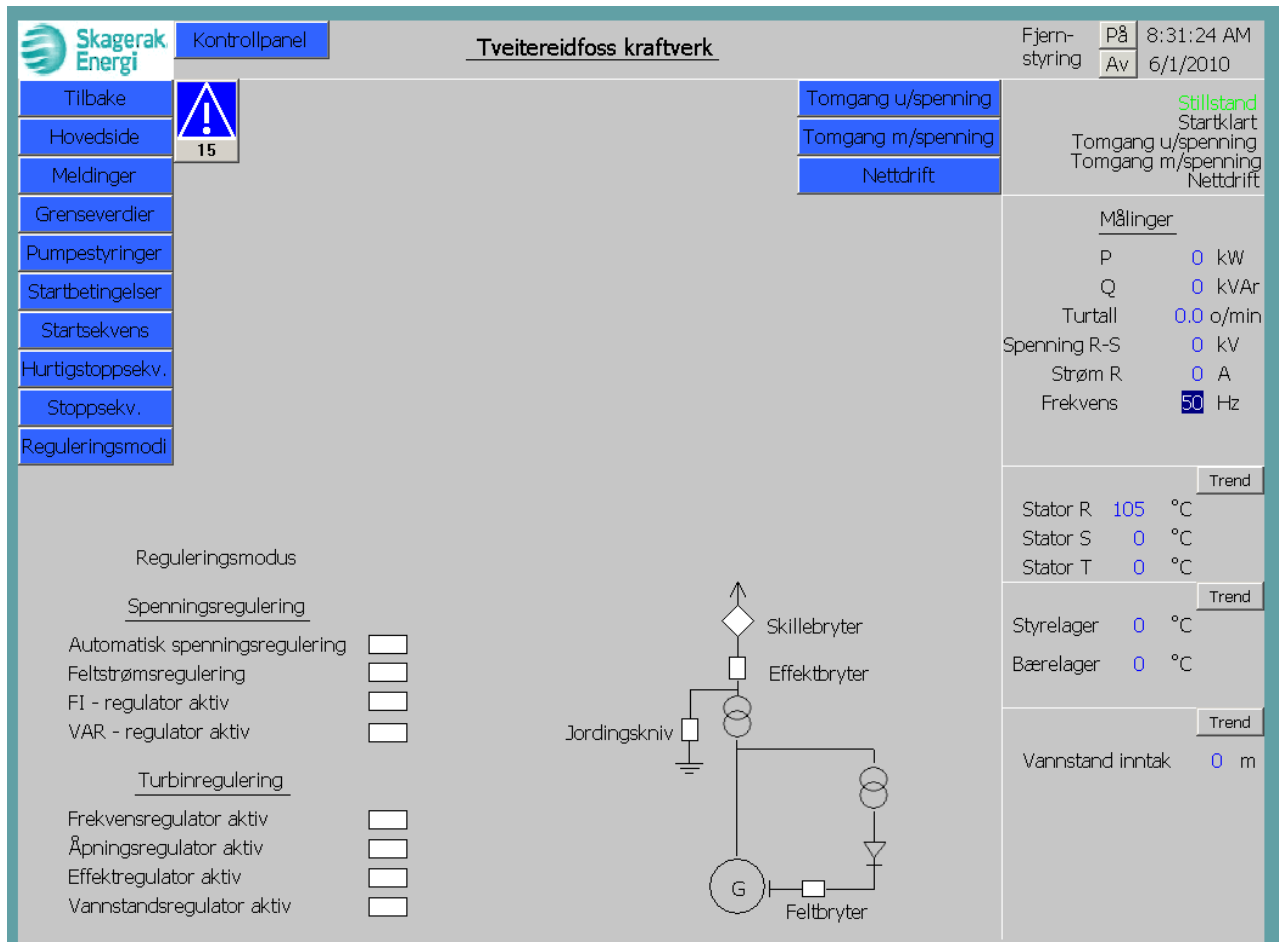
Figur 16: Meldingstablå

3.4.2 Skjermbilder og funksjoner

Det ble lagt fokus på lage et enkelt og forståelig brukergrensesnitt når skjermbildene ble laget. Dette for å forenkle hverdagen til operatørene som bruker panelet daglig og for å unngå misforståelser og uhell. I alle skjermbildene er hovedmenyen laget likt for å enkelt kunne manøvrere mellom sidene, samt at klokkeslett og dato også vises.

3.4.2.1 Hovedsiden

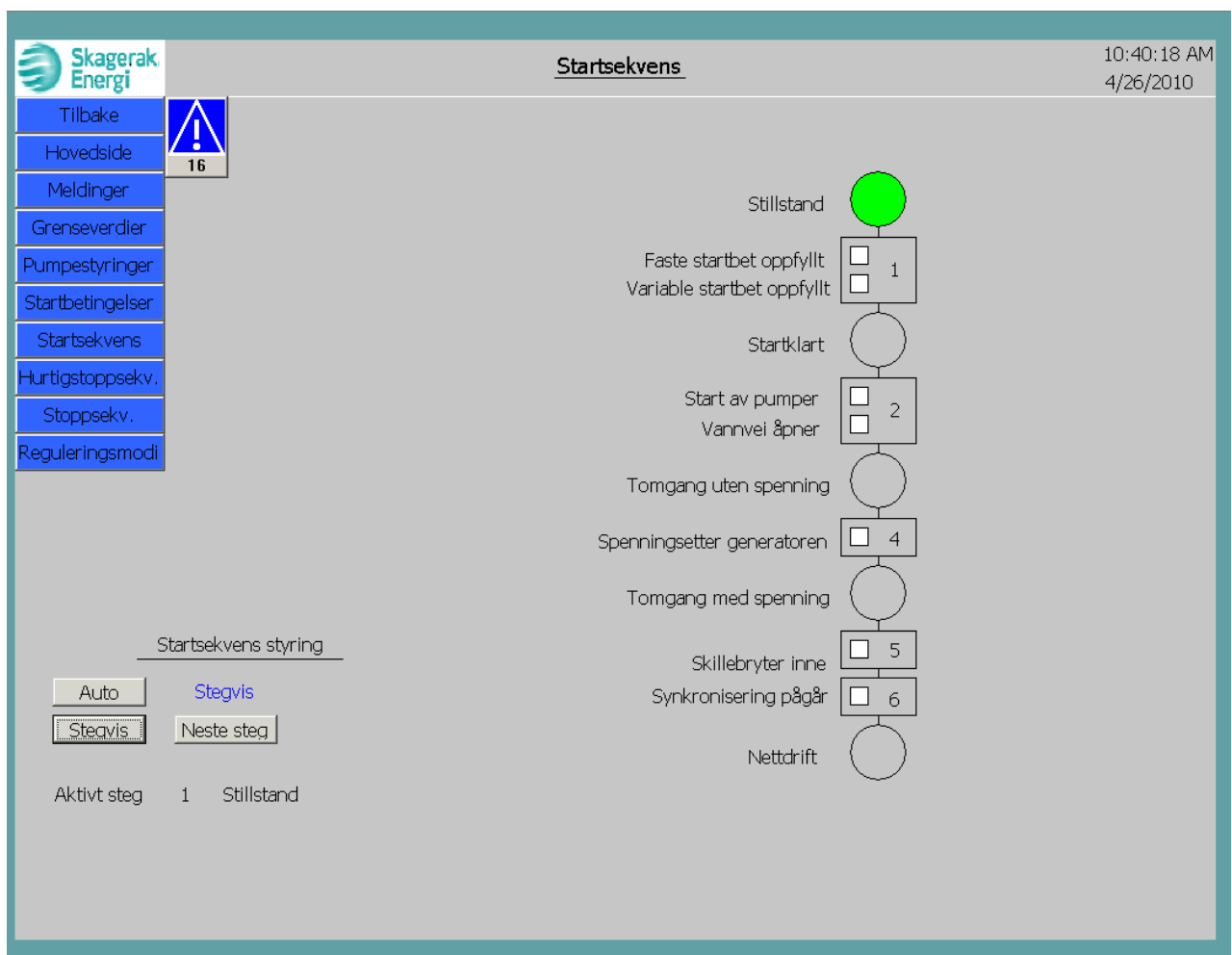
På hovedsiden har en oversikten over hvilke regulatormodi som er aktive, samt at bryterstillinger på effektbryter, skillebryter, feltbryter og jordingsbryter er vist grafisk med et enlinjeskjema. I tillegg til å indikere hvilke driftmodi aggregatet er i, er det også mulighet for å starte og stoppe kraftverket og slå av fjernstyringen etter ønske. Det er også visning av et utvalg av de mest aktuelle målingene i kraftverket, samt mulighet for trendvisning av vannstand i magasin og temperatur i stator og lager.



Figur 17: Hovedsiden

3.4.2.2 Startsekvens

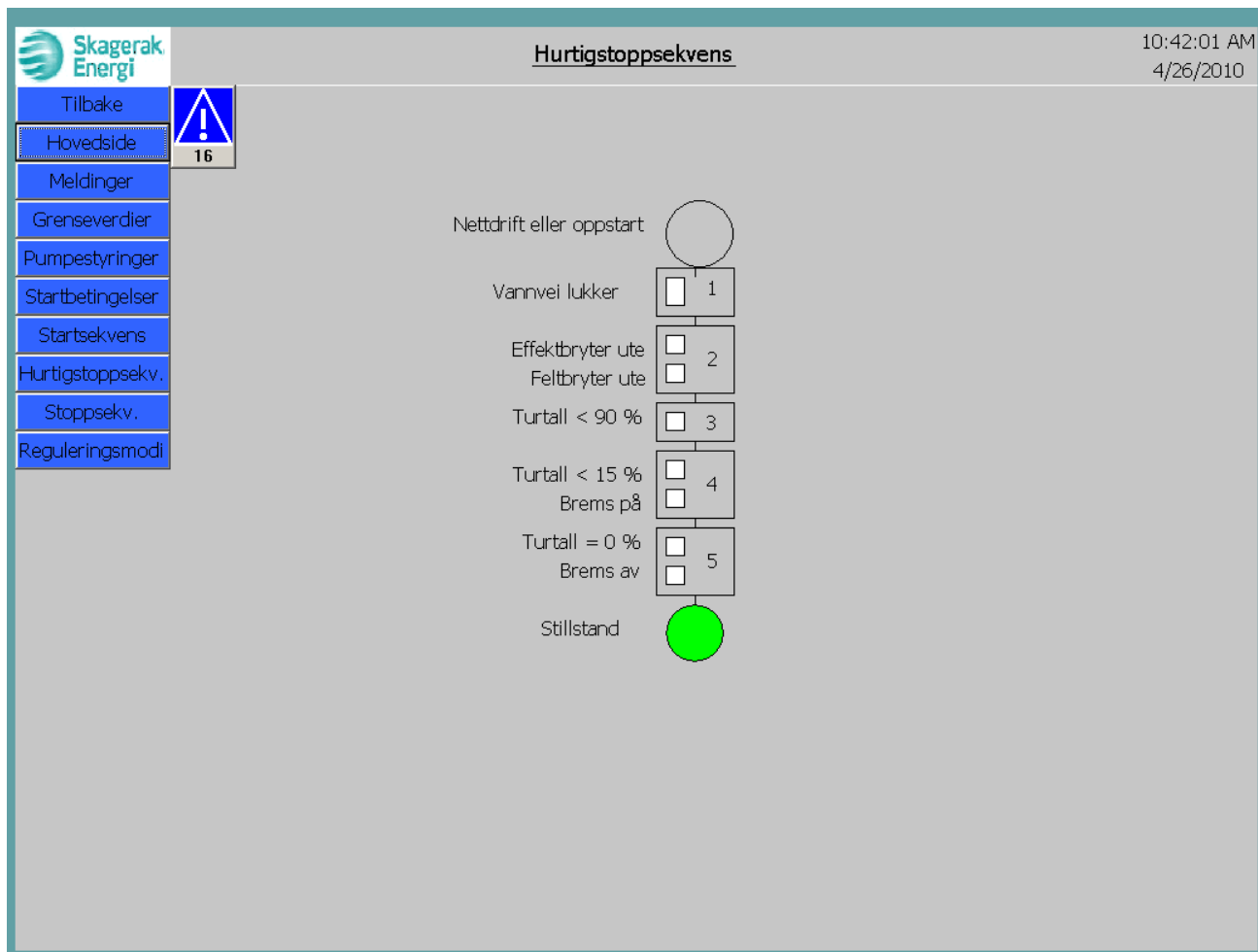
Fra skjermbilde ”startsekvens”, se Figur 18, kan en følge med på hvor i startsekvensen aggregatet er. Etter hvert som startsekvensen går vil firkantene bli grønne og indikere at handlingen er oppfylt / aktiv. Skjermbildet inneholder også en mulighet for å kjøre skrittvis gjennom startsekvensen. Indikeres med at ”stegvis” lyser på skjermen. Det vil si at operatøren kan kontrollere at hvert skritt er utført før neste skritt blir aktivert. Denne funksjonen benyttes normalt kun under første igangkjøring av aggregatet. Normalt vil startsekvens styringen stå i ”auto”. I tillegg vises hvilke steg som er aktivt og hvilke aksjon som gjennomføres i dette steget.



Figur 18: Startsekvens

3.4.2.3 Hurtigstoppsekvensen

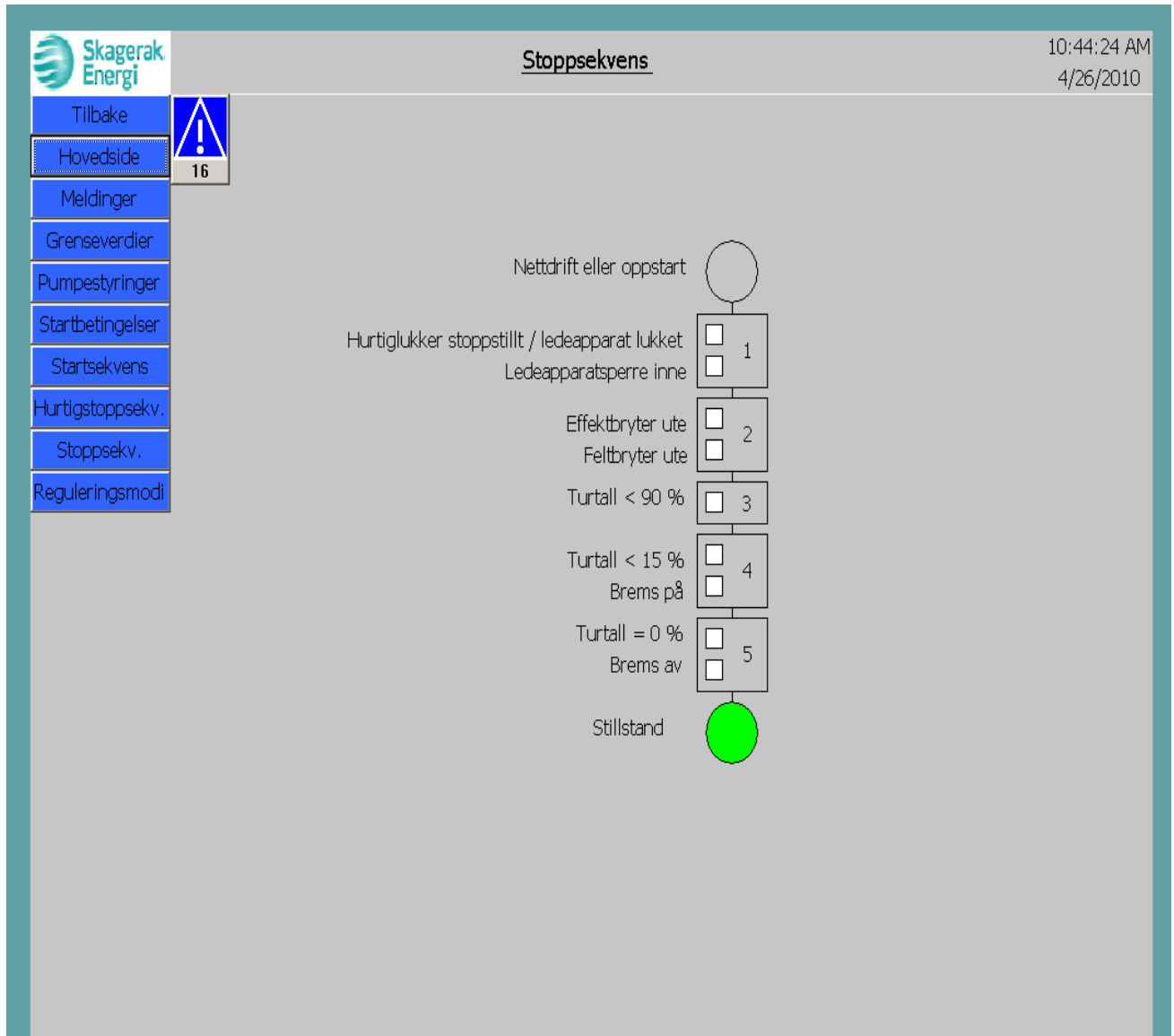
Det er også laget skjermbilder for hurtigstoppsekvensen, se Figur 19. Dette for å enkelt kunne følge med på hvilke steg aggregatet er i under en hurtigstopp.



Figur 19: Hurtigstoppsekvens

3.4.2.4 Stoppsekvensen

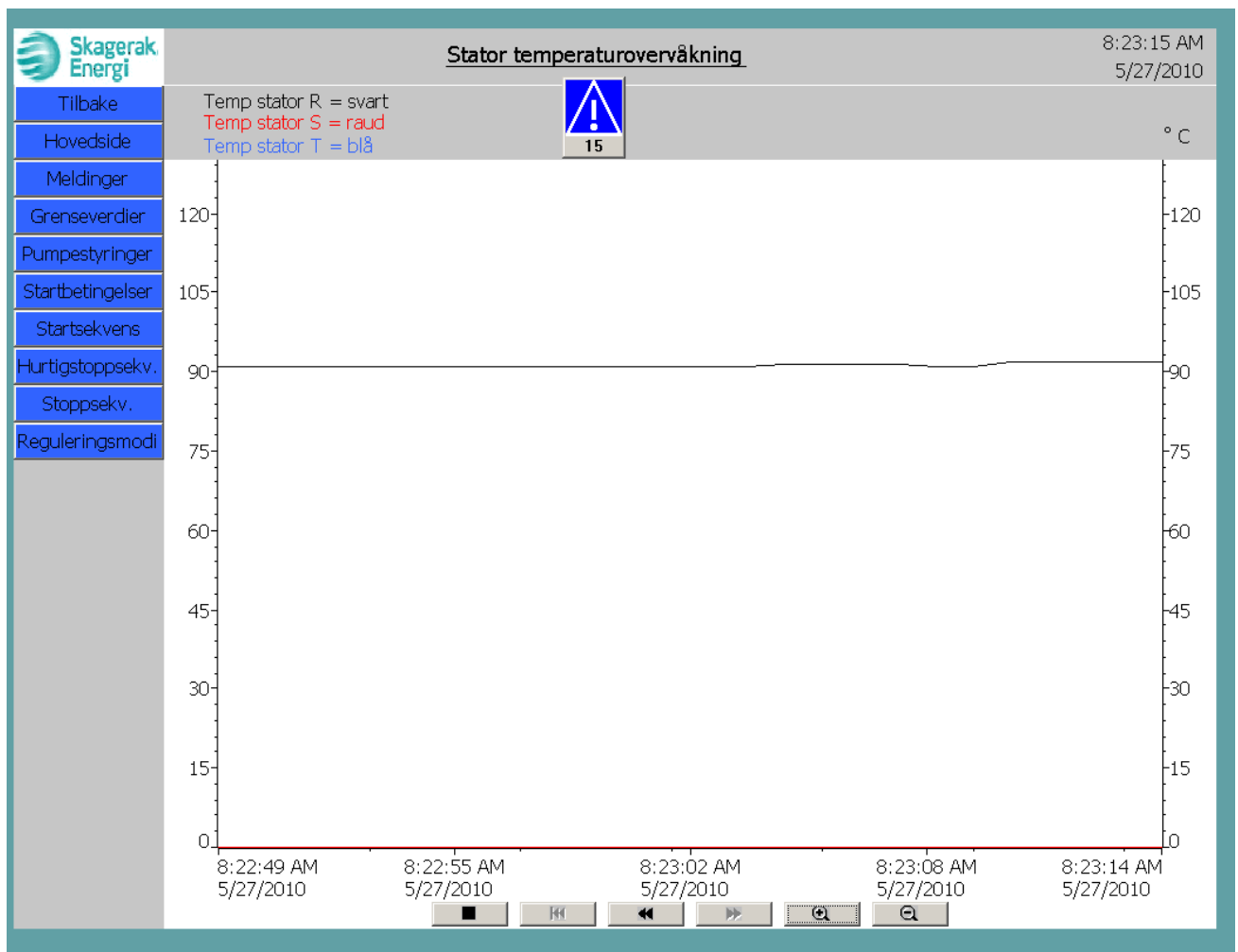
Det er også laget skjermbilder for stoppsekvensen, se Figur 20. Dette for å enkelt kunne følge med på hvilke steg aggregatet er i under en stopp.



Figur 20: Stoppsekvens

3.4.2.5 Trend

Det er laget skjermbilder for visning av utviklingen til enkelte målinger, også kalt trendvisning, over et visst tidsrom. Det er mulig å se temperaturen i alle tre fasene i statoren i et diagram, temperaturen på begge lagrene og vannstanden på overvannet. Figur 21 viser trendbilde for stator temperaturovervåking. Det ble kun simulert med PT -100⁵ element i statorvikling fase R når bilde ble tatt.



Figur 21: Trendvisning av statortemperatur

⁵ Et PT -100 element er en variabel motstand som varierer med temperaturen -> 100 Ω ved 0 °C og 138,5 Ω ved 100 °C [5]

3.4.2.6 Grenseverdier

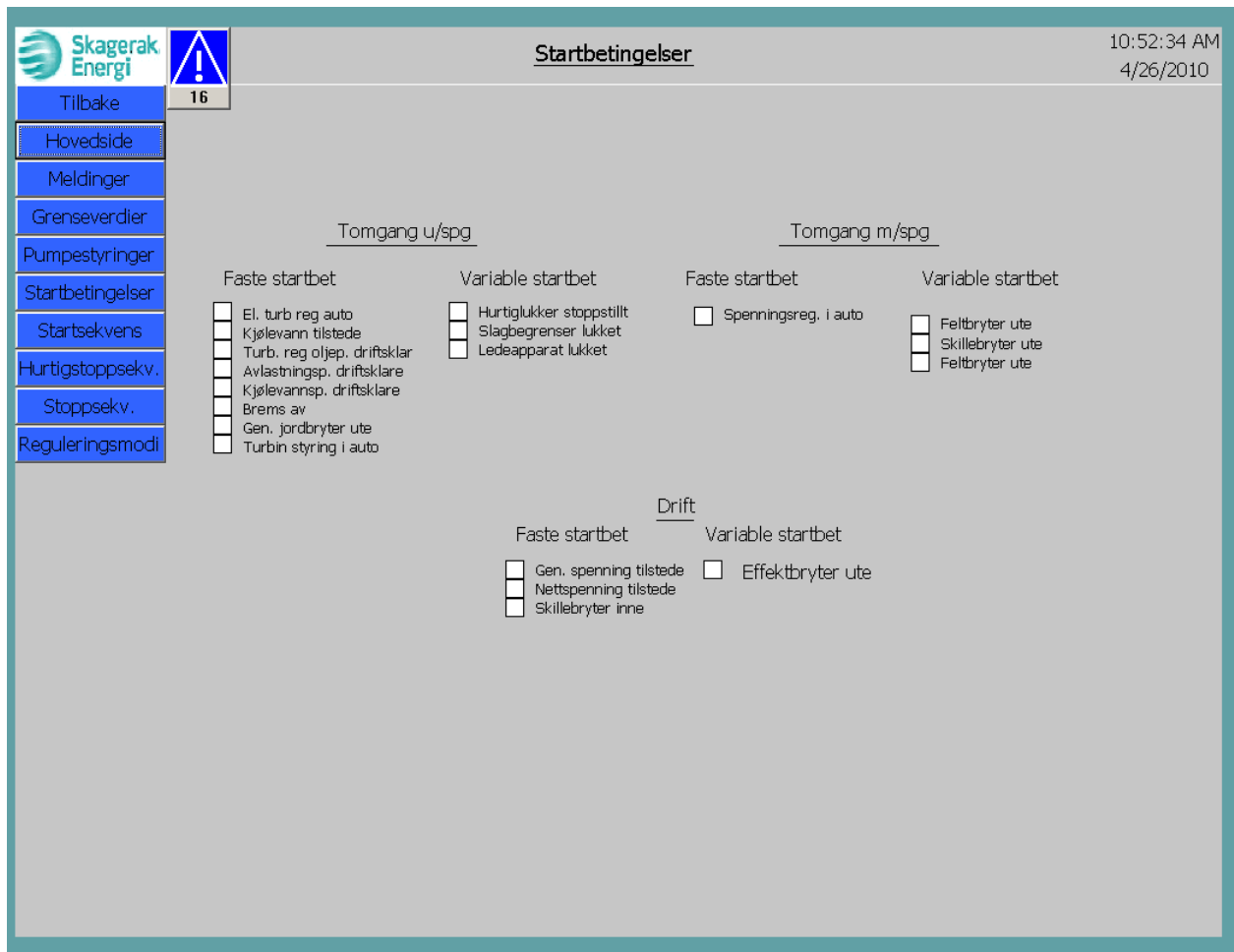
I skjerm bilde ”grenseverdier”, se Figur 22, vises den reelle verdien til hver enkelt måling som bearbejdes av PLS’en i kraftverket. I tillegg er det mulighet for å sette grensene for forvarsel og alarm for hver enkelt måling. Grenseverdien sendes så til funksjonen som ble forklart i kapittel 3.3.9 hvor en alarm eller forvarsel blir aktivert viss den reelle verdien er under satt grenseverdi.

		Reell verdi	Alarm lav	Forvarsel lav	Forvarsel høy	Alarm høy	
Tilbake	16						
Hovedside							
Meldinger	Stator vikling L1	100			90	100	° C
Grenseverdier	Stator vikling L2	0			90	100	° C
Pumpestyringer	Stator vikling L3	0			90	100	° C
Startbetingelser	Oljenivå hydraulikkanlegg	0	30	40			cm
Startsekvens	Oljetemperatur hydraulikkanlegg	0			80	90	° C
Hurtigstoppekv.	Oljetrykk hydraulikkanlegg	0	40	50	110	90	bar
Stoppekv.	Oljenivå sump inntaksluke	0	30	40			cm
Reguleringsmodi	Oljetemperatur inntaksluke	0			80	90	° C
	Temperatur bærelager	0			90	100	° C
	Temperatur styrelager	0			90	100	° C
	Oljenivå lager	0	20	30	60	70	cm

Figur 22: Grenseverdier

3.4.2.7 Startbetingelser

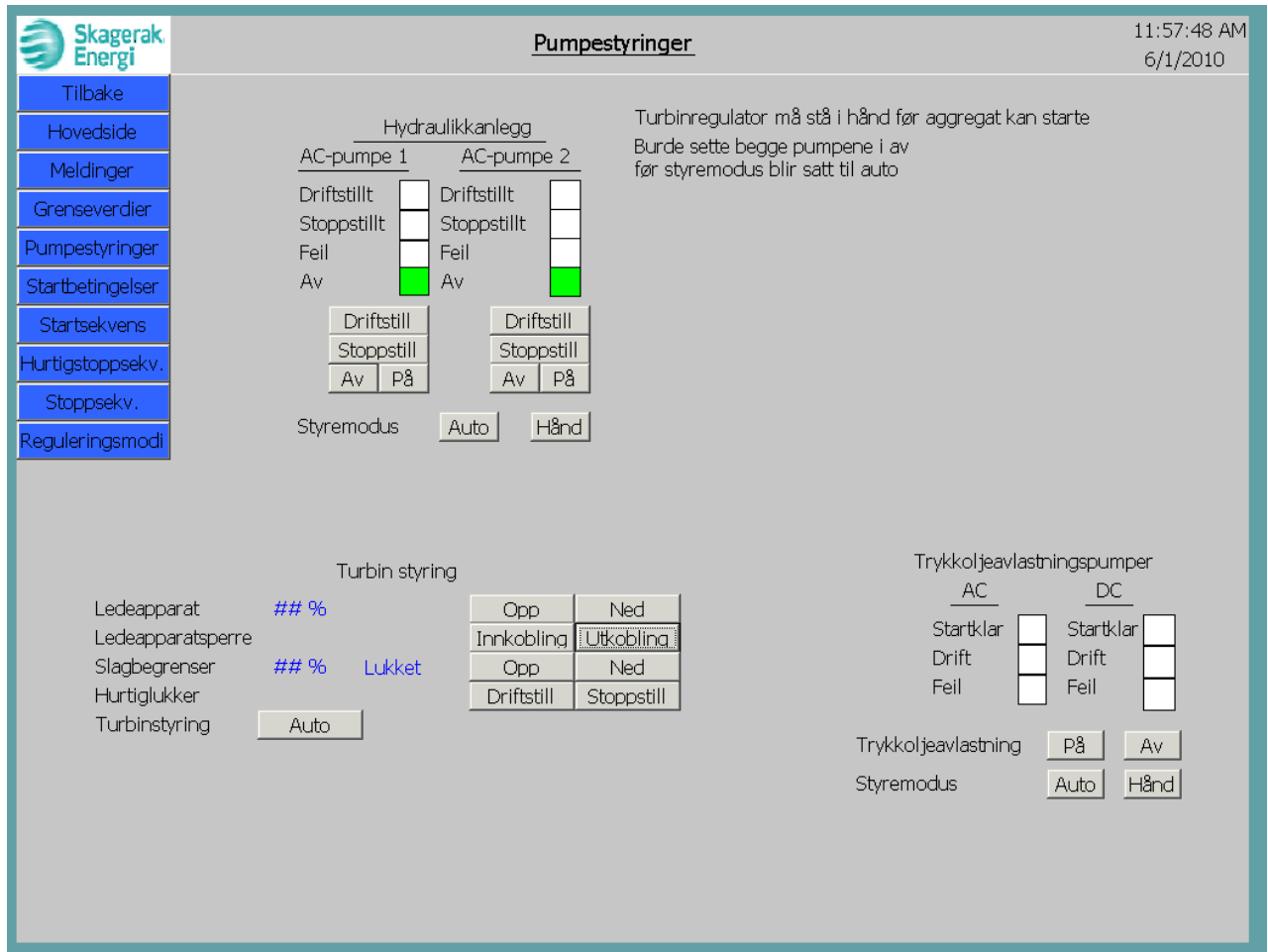
I skjermbilde ”startbetingelser”, se Figur 23, vises alle betingelsene som må være oppfylt før en start kan aktiveres. Det skilles her mellom betingelser for start til tomgang uten spenning, tomgang med spenning og nettdrift for å enkelt kunne sjekke hva som hindrer aggregatet å starte. Viss en betingelse ikke er oppfylt er indikasjonsfirkanten hvit, men er en betingelse oppfylt lyser den grønt.



Figur 23: Startbetingelser

3.4.2.8 Pumpestyringer

Pumpestyringen ble forklart i kapittel 3.3.1 så noe videre forklaring er ikke nødvendig. Hele skjermbildet vises i Figur 24.



Figur 24: Pumpestyringer

3.4.2.9 Regulatormodi

I dette skjermbildet, Figur 25, har en mulighet for å endre på hvilke settpunkt og hvilke funksjoner regulatoren skal ha. Beskrivelse av hvordan regulatoren og hvert enkelt modi fungerer er forklart i kapittel 4.2.1.

Skagerak Energi 8:32:53 AM
6/1/2010

Reguleringsmodi

Tilbake

Hovedside

Meldinger

Grenseverdier

Pumpestyringer

Startbetingelser

Startsekvens

Hurtigstoppsekv.

Stoppsekv.

Reguleringsmodi

Spenningsregulering

Automatisk spenningsregulering

Feltstrømsregulering

FI - regulator aktiv

VAR - regulator aktiv

Turbinregulering

Frekvensregulator aktiv

Åpningsregulator aktiv

Effektregulator aktiv

Vannstandsregulator aktiv

Auto spenningsreg

Manuell feltstrøm regulering

FI - regulering

VAR - regulering

Frekvensregulering

Åpningsregulering

Effektregulering

Vannstandsregulering

<u>Spenningsregulering</u>			<u>Turbinregulering</u>		
	Reell verdi	Settpunkt		Reell verdi	Settpunkt
Generator spenning	0.0	0.0	Generator frekvens	0.0	
Generator strøm	0.0		Effekt	0.0	0.0
Aktiv strøm	0.0		Turbin åpning	0.0	0.0
Reaktiv strøm	0.0		Vannstand overvann	0.0	0.0
Feltstrøm	0.0	0.0			
Feltspenning	0.0				
Samleskinnespenning	0.0				
VAR settpunkt	0.0	0.0			
Fi settpunkt	0.0	0.0			
Statikk	0.0	0.0			

Figur 25: Regulatormodi

4 Uttesting av systemet

For å få en best mulig dokumentasjon av kontrollanlegget, både når det gjelder kommunikasjonen mellom komponentene og oppgavene de utførte, er det gjennomført en funksjonstesting av anlegget. Alt nødvendig utstyr og programvare ble skaffet av Skagerak Energi AS i samarbeid med undertegnede.

4.1 Utstyr

Det er blitt brukt mye forskjellig utstyr i denne testingen av anlegget. Derfor er det i tillegg til utstysrlisten, som kan ses i Tabell 12, laget en kort forklaring av de viktigste komponentene som er brukt.

Tabell 12: Utstysrliste

Type	Fabrikkat	Modell
PLS	Siemens Simatic	S7-300 CPU315 – 2 DP
Spenningsforsyning	Siemens	PS307 5A, DC24V 307-1EA00-0AA0
Analogt inngangskort	Siemens	SM331 AI 8x13 BIT 331-1KF01-0AB0
Digitalt inngangskort x 2	Siemens	IN/OUT 16 374-2XH01-0AA0
Digitalt inngangskort	Siemens	SM321 DI 16xDC24V 321-1BH50-0AA0
Protokollkonverter	Siemens	CP 341 RS232C
Rack	Siemens	6ES7 390-1AB80-0AA0
Touch skjerm	Siemens	MP377 15” 6AV6 644-0AB01-2AX0
Vern	Siemens	Siprotec 4 7UM62
Aggregatregulator	Rainpower Hymatek	Hymareg 10
Relé prøveaggregat	GE Energy Services	Sverker 750
Kabel	Siemens	7XV5100-4/BB (PC med vern)
Kabel, PC adapter USB	Siemens	6ES7972-0CB20-0AX0 (PC med PLS)
Kabel	Hymatek	(PC med aggregatregulator)
Kabel	Egenprodusert (etter tegninger gitt av Hymatek AS)	Telefonkontakt 6 pins til RS 485 (aggregatregulator til PLS)
PT-100 element		
Buss kabel	PROFIBUS	DP
Programvare	Siemens	SIMATIC Manager STEP 7 version V5.4 + SP5 + HF1.
Programvare	Siemens	DIGSI V 4.82
Programvare	Siemens	WinCC

4.1.1 Aggregatregulatoren HYMAREG 10

Aggregatregulatoren HYMAREG 10 levert av HYMATEK AS er brukt. Dette er en standardisert aggregatregulator utviklet for små vannkraftaggregater som inneholder alle funksjonene som er ønskelig i et småkraftverk. Disse funksjonene er:

- Turbinregulering
 - o Frekvensregulering
 - o Åpningsregulering
 - o Vannstandsregulering
- Spenningsregulator
 - o Spenningsregulering
 - o VAR regulering
 - o Cos ϕ regulering
 - o Feltstrømsregulering
 - o Begrenserfunksjoner
- Magnetisering (feltmaskin)
- Synkronisering
- Turtalls- frekvensovervåking

Spenningsregulatoren oppfyller ikke kravene til dempetilsats så regulatoren kan ikke brukes på aggregater over 25 MVA.

Når det gjelder magnetisering er det ønskelig å kunne bruke aggregatregulatoren på statisk magnetisering også. Dette setter større krav til regulatoren da den må tåle en betydelig høyere strøm en ved magnetisering med feltmaskin som den brukt i oppgaven var beregnet for. Det er innledet samtaler med HYMATEK AS angående denne problemstillingen og de har satt seg villige til å utvikle aggregatregulatoren for statisk magnetisering.

4.1.2 Siemens Siprotec 7UM62 vern

Det ble valgt å bruke et Siemens Siprotec 7UM62 vern som kan fungere som vern for generatorer, transformatorer og motorer. Dette ble valgt på grunn av at Skagerak Energi AS har god erfaring med dette vernet fra tidligere, mens også på grunn av alle vernfunksjonene og kommunikasjonsmulighetene som er innebygd. Følgende vernfunksjoner er tilgjengelig:

Sitat SIPROTEC Numerical Protection Relays, Siemens, Catalog SIP 2003[8]

- Definite-Time Overcurrent Protection ($I>$, ANSI 50/51) with Undervoltage Seal-In
- Definite-Time Overcurrent Protection ($I>>$, ANSI 50, 51, 67) with Direction Detection
- Inverse-Time Overcurrent Protection (ANSI 51V)
- Thermal Overload Protection (ANSI 49)
- Unbalanced Load (Negative Sequence) Protection (ANSI 46)
- Startup Overcurrent Protection (ANSI 51)

- Differential Protection and Its Protected Objects
- Earth Current Differential Protection (ANSI 87GN, TN)
- Underexcitation (Loss-of-Field) Protection (ANSI 40)
- Reverse Power Protection (ANSI 32R)
- Forward Active Power Supervision (ANSI 32F)
- Impedance Protection (ANSI 21)
- Out-of-Step Protection (ANSI 78)
- Undervoltage Protection (ANSI 27)
- Overvoltage Protection (ANSI 59)
- Frequency Protection (ANSI 81)
- Overexcitation (Volt/Hertz) Protection (ANSI 24)
- Inverse-Time Undervoltage Protection (ANSI 27)
- Rate-of-Frequency-Change Protection df/dt (ANSI 81R)
- Jump of Voltage Vector
- 90-%-Stator Earth Fault Protection (ANSI 59N, 64G, 67G)
- Sensitive Earth Fault Protection (ANSI 51GN, 64R)
- 100-%-Stator Earth Fault Protection with 3rd Harmonics (ANSI 27/59TN 3rd Harm.)
- 100-%-Stator Earth Fault Protection with 20 Hz Voltage Injection (ANSI 64G - 100%)
- Sensitive Earth Fault Protection B (ANSI 51GN)
- Interturn Protection (ANSI 59N (IT))
- Rotor Earth Fault Protection R_r (ANSI 64R)
- Sensitive Rotor Earth Fault Protection with 1 to 3 Hz Square Wave Voltage Injection (ANSI 64R - 1 to 3 Hz)
- Motor Starting Time Supervision (ANSI 48)
- Restart Inhibit for Motors (ANSI 66, 49Rotor)
- Breaker Failure Protection (ANSI 50BF)
- Inadvertent Energization (ANSI 50, 27)
- DC Voltage/Current Protection (ANSI 59NDC/51NDC)

Sitat slutt

4.1.3 Sverker 750 reléprøveaggregat

Sverker 750 reléprøveaggregat er et apparat som er bygd for å teste vern, men kan også brukes i mange andre sammenhenger. Strømkilden i Sverkeren kan gi ut 0-10 A, 0-40 A, 0-100 A, 0-250 V AC og 0-300 V DC. I tillegg er det en spenningsforsyning som kan gi ut 0-120 V AC og 20-220 V DC. Det er også muligheter for å koble inn motstander og kondensatorer for å kunne forandre fasevinkelen viss dette er ønskelig.

4.2 Teori

I de påfølgende kapitlene vil det være beskrevet hvordan utstyret fungerer i teorien og hvordan funksjonene fungerer.

4.2.1 Hymareg 10

Innebygd i aggregatregulatoren finnes det en aggregatsimulator som ble brukt under uttestingen av systemet. Denne simulatoren simulerer både servosystemet og generatoren slik at en får stilt inn ønskelige parametere for et reelt kraftverk og testet hvordan systemet virker før en eventuell idriftsettelse. Det måtte gjøres to omkoblinger på regulatoren (ble gjort med veiledning fra Hymatek AS) for å få den til å fungere som normalt ved bruk av simulatoren. Denne simulatoren forenkler også testingen av PLS programmet siden en får respons tilbake på eventuelle settpunkt endringer, feil etc. Simulatoren har tilgjengelig alle regulatorfunksjonene som finnes i aggregatregulatoren slik at en får testet funksjonene før de settes i drift. Videre vil det komme en forklaring på hvordan regulatorfunksjonene fungerer og hvilke kombinasjoner som er mulig.

Under start og stopp av aggregatet og i frakoblet drift vil alltid frekvensregulatoren være aktiv og åpningsregulatorens settpunkt styres av gjeldende sekvens. Denne modus heter ”Åpningsregulering”. I tillegg vil spenningsregulatoren stå i ”automatisk spenningsregulering”. Etter gjennomført oppstart går aggregatregulatoren tilbake til de regulatormodiet som den hadde før aggregatet ble frakoblet.

4.2.1.1 Reguleringsmodi turbinregulator:

- *Åpningsregulering*: Regulering med konstant åpning på turbinen. I startsekvensen blir det satt en minimums åpning/startåpning på turbinen (20 %) slik at generatoren blir klargjort for spenningssetting. Men også for at retureffektvernet ikke skal slå inn under oppstart.
- *Frekvensregulering*: Blir alltid brukt for å opprettholde frekvensen under oppstart av aggregatet (helt frem til at effektbryteren går inn).
- *Effektregulering*: Brukt for å opprettholde konstant effekt. Er den mest vanlig reguleringsfunksjonen under normal drift.
- *Vannstandsregulering*: Regulerer for å opprettholde konstant vannstand i overvannet.

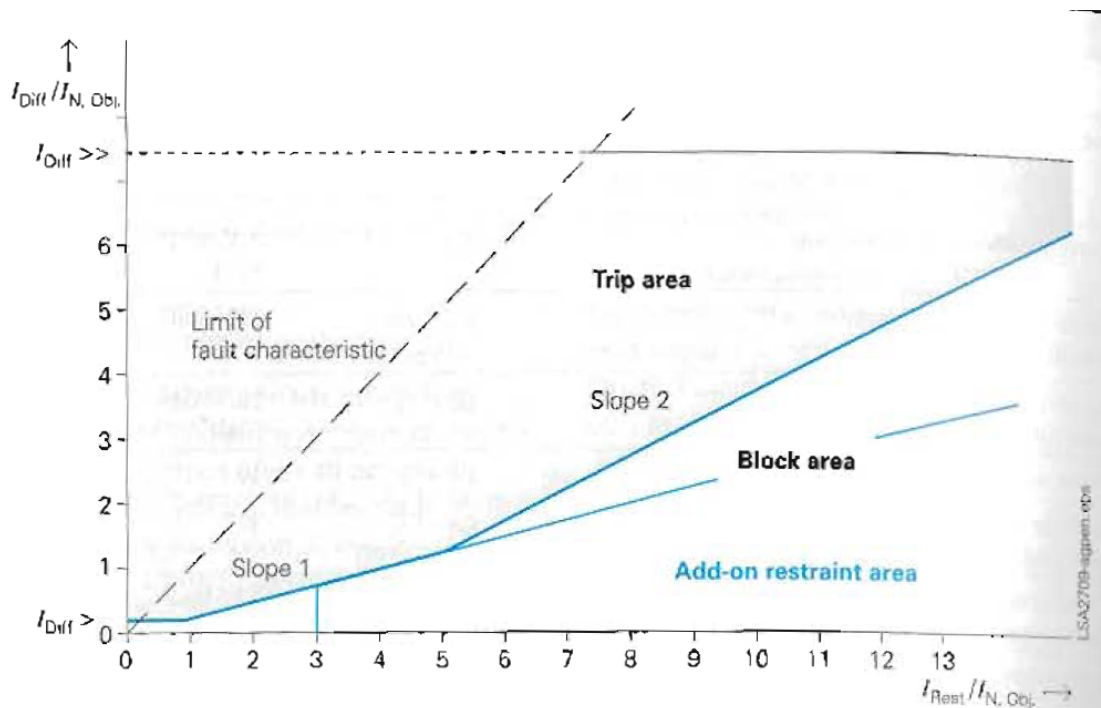
4.2.1.2 Reguleringsmodi spenningsregulator:

- *Spenningsregulering*: Prøver å opprettholde konstant spenning med bidrag fra statikk. Dette gjøres ved å variere magnetiseringsstrømmen. Denne reguleringsmodusen er satt som standard.
- *Cos φ -regulering*: Regulerer for å opprettholde konstant effektvinkel på gitt settpunkt. Settpunkt må settes innenfor satte grenser. For eksempel mellom $\cos \varphi=0,8$ (ind) - $\cos \varphi=0,8$ (kap)
- *VAR – regulering*: Regulerer for å opprettholde konstant reaktiv effekt på gitt settpunkt. Settpunkt innenfor generatoren sitt driftsdiagram.
- *Konstant feltstrømsregulering*: Regulerer med konstant feltstrøm i henhold til gitt settpunkt. Denne reguleringsmodusen er også kalt manuell regulering.

4.2.2 Siprotec 7UM62

Vernet er den viktigste overvåkningsfunksjonen i kraftverket siden den beskytter både utstyr, da spesielt generatoren, og personell mot uforutsette hendelser og feil. Det stilles derfor ekstra strenge krav til sikker funksjonalitet. Vernet som er brukt i denne oppgaven har mange funksjoner og derfor ble det i samarbeid med Skagerak Energi AS tatt et kvalifisert valg av hvilke funksjoner som de ønsker i sine småkraftverk. Videre blir disse vernfunksjonene beskrevet.

- *Overstrømsvern:* Overstrømsvernet er til for å beskytte generatoren under kortslutninger, men beskytter også en eventuell transformator. Overstrømsvernet har et momentant -ledd med kort tidsforsinkelse ($I \gg$) og et termisk- ledd med lengre tidsforsinkelse ($I >$) og mulighet for å ta hensyn til generator spenningen (kun aktuelt ved statisk magnetisering med mating fra generatoruttaket). Grunne til dette er at ved en kortslutning nær generatoren vil matingen til magnetiseringen påvirkes og magnetiseringsytelsen vil gå ned. Dette kan føre til at kortslutningsstrømmen synker under grenseverdien innen tidsforsinkelsen er over.
- *Overspenningsvern:* Overspenningsvernet beskytter isolasjonen i anlegget når spenningen er for høy. Dette kan komme av en defekt spenningsregulator eller ytre årsaker som for eksempel lange tomtgående linjer. Vernet har et momentant overspenningsvern med tilnærmet null tidsforsinkelse ($U \gg$) og er termisk – ledd med lengre tidsforsinkelse ($U >$). Dette for å få maksimal beskyttelse av anlegget.
- *Frekvensvern:* Frekvensvernet kan detektere både over- og underfrekvenser og er med på å beskytte aggregatet, men også beskytte forbrukerne mot skadelige over- og underfrekvenser. Vernet kan stilles inn med 4 grenseverdier med en egen tidsforsinkelse for hver grenseverdi slik at en får en optimal beskyttelse mot uønskede frekvenser.
- *Skjevlastvern (negativ sekvens vern), $I_2 >$:* Normalt vil generatoren være likt belastet i alle tre fasene, men usymmetrisk last kan forekomme ved fasebrudd, defekter i brytere eller at store deler av lasten er usymmetrisk for eksempel i nærheten av smelteverk. En usymmetrisk last vil føre til et motroterende felt i statoren (100 Hz) som vil indusere virvelstrømmer i rotoren. Disse virvelstrømmene vil føre til oppvarming av dempeviklingene og poloverflatene.
- *Differensialvern:* Differensialvernet detekterer kortslutninger i anlegget mellom vernets måletransformatorer. Dette gjøres ved at vernet sammenligner strømmen og ved feil vil den vektorielle summen av strømmene være forskjellig fra null. Vernet har to trinn, $I > \text{diff}$ og $I \gg \text{diff}$. $I \gg \text{diff}$ detekterer kortslutninger direkte mellom måletransformatorene og krever høy kortslutningsstrøm. $I > \text{diff}$ detekterer kortslutninger ute i nettet som gjør at en av måletransformator går i metning og dermed måler en forskjellig strøm i transformatorene. $I > \text{diff}$ arbeider etter karakteristikken i Figur 26 og løser ut når I_{diff} kommer ut av ”add on restraint area”.



Figur 26: Karakteristikk for differensial vern [8]

- *Stator jordfeilvern, $U_o >$* : Stator jordslutningsvern beskytter statorviklingen og de anleggsdeler som er galvanisk forbundet med denne. Det blir skilt mellom 95 % dekning og 100 % dekning stator jordfeilvern.
 - *95 % dekning*: Av denne typen skiller det mellom to forskjellige måleprinsipp, alternativ 1 og alternativ 2. Felles for begge alternativene er at de kun klarer å dekke den 95 % delen av viklingen som er nærmest faseuttakene. Ved bruk av alternativ 1 blir generatorens nullpunkt jordet med en motstand som begrenser feilstrømmen til 5-20 A [4]. Spenningen mellom generatorens nullpunkt og jord blir så målt og ved høy spenningen løser vernet ut. Spenningen som måles ligger mellom null og fasespenning avhengig av hvor på viklingen feilen oppstår. Grunnen til at vernet kun dekker 95 % av viklingen er at det alltid vil være en liten spenning over generatorens nullpunkt og for å unngå at vernet skal løse ut feilaktig settes vernet opp slik at det ikke løser ut ved de minste spenningene. Alternativ 2 dekker også kun 95 % av viklingen og vernet er nå tilkoblet til en åpen trekantvikling på en spenningstransformator tilkoblet generatorens faseuttak. Uten jordfeil i stator vil vernet ikke måle spenning siden summen av alle tre fasene blir null (vektorielt sett). Ved en jordfeil vil spenningen øke i de friske fasene og synke i fasene med feil. Dette fører til at vernet vil detektere en spenning og løse ut. Ved flere generatorer koblet inn på samme samleskinne må jordfeilvernet være retningsbestemt for å kunne bestemme hvilken generator som har jordfeil.
 - *100 % dekning*: Da spenningen er lav i de resterende 5 % av viklingen er sjansen for jordfeil på grunn av spenningspåkjenninger liten, men siden de mekaniske påkjenningene er like store i hele viklingen kan feil oppstå. De finnes flere måter å detektere denne type feil, men de vanligste er nok

injiseringsprinsippet og detektering av forandring i amplituden av 3. harmoniske spenningen i nullpunktet. Ved bruk av injiseringsprinsippet påtrykker en enten en fremmedspenning eller en frekvens forskjellig fra 50 Hz, som for eksempel 20 Hz.

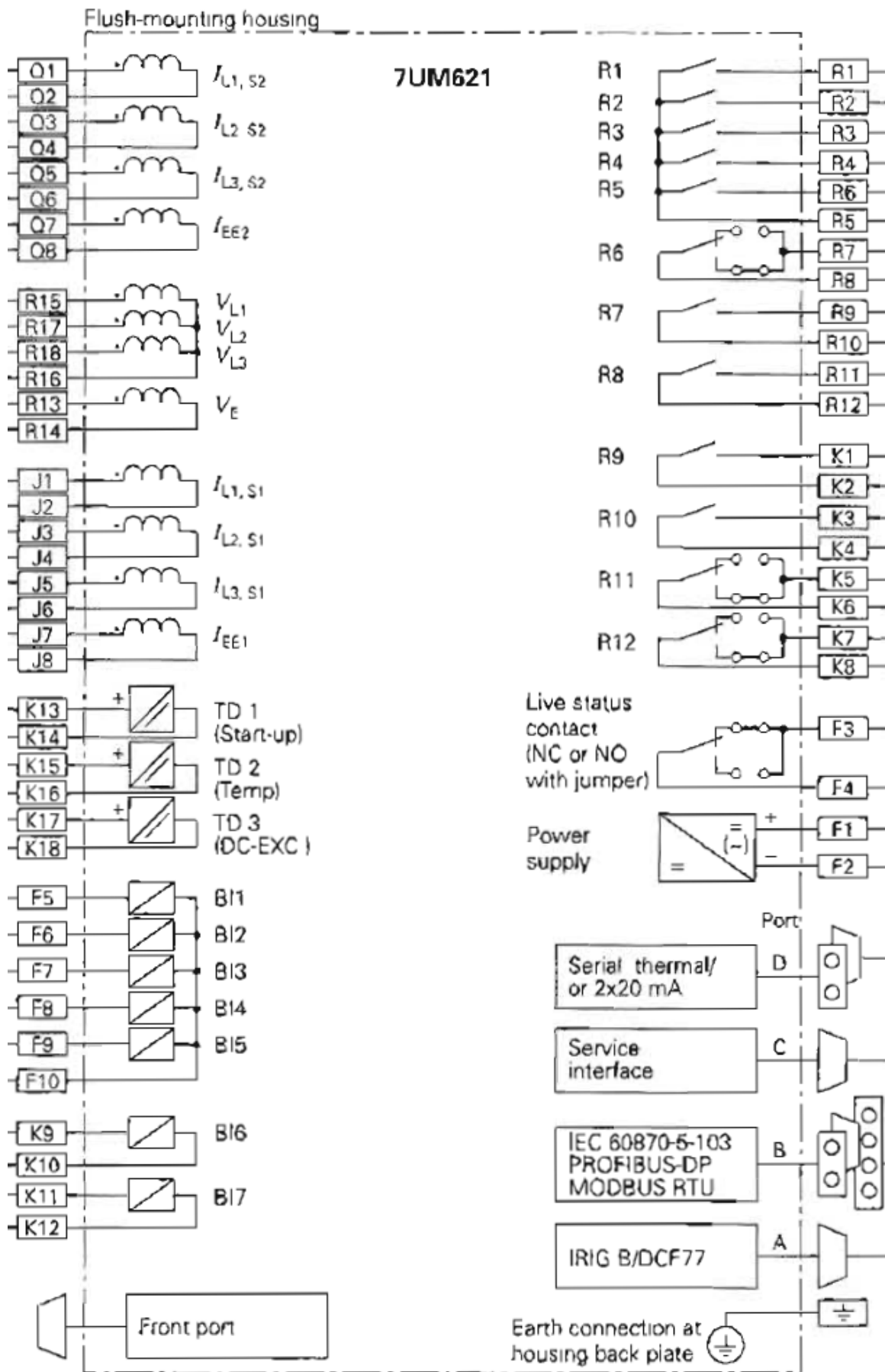
- *Rotor jordfeilvern, R <:* Rotoren eller feltkretsen er normalt isolert fra jord noe som betyr at en enkel jordfeil medfører kun små feilstrømmer og ingen umiddelbare fare. Men med en dobbeljordfeil vil deler av magnetiseringsutstyret bli kortsluttet som vil føre til store feilstrømmer og vibrasjoner. Dette kan i uheldige tilfeller føre til at polhjulet går inn i blikkpakken. Vernet jobber etter injiseringsprinsippet. Dette gjøres ved å påtrykke enten en spenning med 50 Hz og måle lekkasje lekkasjestrømmen til jord eller ved å påtrykke en firkantbølget spenning med frekvens mellom 1 – 3 Hz og måle resistansen til jord. Vernet opererer med to steg, et signal for varsel om jordfeil og et signal for utkobling.
- *Retureffekt, P <:* Dette er et vern for dykkede turbiner (Kaplan og Francis) og ikke for generatoren. Viss ledeapparatet er lukket og effektbryteren er inne vil generatoren gå som motor og turbinen vil pumpe samme vannet mot ledeapparatet, noe som vil kunne skade turbinen. Vernet aktiveres dersom generatoren produserer under en satt verdi for aktiv effekt og tidsforsinkelsen har gått ut.

I vernet er det, som vist i Figur 27:

- 8 strømtransformatorer
- 4 spenningstransformatorer
- 7 binære inputs
- 12 binære outputs (output relays)

Det er finnes tre forskjellige kommunikasjons protokoller som en kan velge mellom. Disse er:

- IEC 60870-5-103 protokoll
- PROFIBUS-DP
- MODBUS-RTU



Figur 27: Innganger bak på vernet

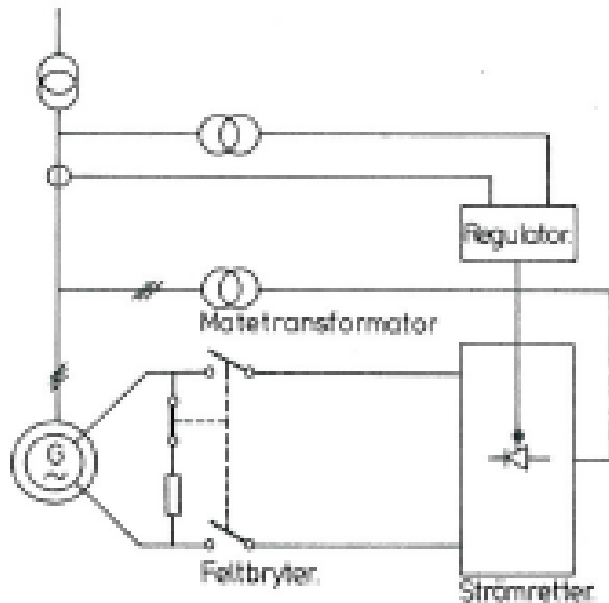
4.2.3 Synkronisering

Synkronisering av generator og nett/samleskinne kan deles opp i to forskjellige måter, synkronisering med spenningsatt samleskinne og ”død” samleskinne. Med *spenningsatt samleskinne* blir spenningen i en fase målt på begge sider av effektbryteren med enfaset spenningstransformatorer. I synkroniseringsenheten blir verdien på spenningene, frekvensene og vinklene målt og sammenlignet. Når verdiene er innenfor gitte grenser giss signal ”effektbryter inn”. Dette kan skje både automatisk og manuelt. I automatikk sender synkroniseringsenheten signalet, mens med manuell styring brukes en synkroniseringsklokke som viser verdien. Når alle variablene er oppfylt giss signal. Når innsignalet er gitt giss bekreftelse på at effektbryteren er inne med en endebryter. Det gis alarmsignal viss signal ”inn” har blitt gitt uten at bekreftelse på at effektbryteren er ”inne” etter at tidsforsinkelsen har gått ut. Ved *død samleskinne* er den aktuelle generatoren som vil spenningssette samleskinnen og tilhørende nett. Da må styring av effektbryteren settes i hånd og alle forriglinger må oppheves før ”effektbryter inn” kommandoen gis. Dette setter krav til operatør da sjekk av frekvens og spenning på generator ikke blir gjort av automatikken før kommandoen gis.

4.2.4 Statisk magnetisering

Det finnes flere typer magnetiseringsutrustning som er i bruk i dagens kraftverk, men ettersom aggregatregulatoren som er tenkt brukt i dette prosjektet mest sannsynlig skal brukes på aggregat med statisk magnetisering vil kun denne typen magnetiseringsutrustning bli forklart.

Prinsippet er at en helstyrt tyristorbro blir kontrollert for å likerette spenningen som blir forsynt av en egen magnetiseringstransformator. Kretsen er også tilkoblet stasjonsbatteriet for å gi generatoren en startmagnetisering, siden remanensspenningen i feltviklingen er for liten til å magnetisere generatoren ved start. Startmagnetiseringen ligger inne et visst antall sekunder eller til spenningen har kommet opp til et visst nivå. Ved stopp blir feltviklingen avmagnetisert ved at tyristorbroen blir styrt til vekselretting før avmagnetiseringskretsen kobles inn. Dette vil si at energien i feltviklingen blir ført tilbake til nettet. I det avmagnetiseringskretsen blir innkoblet vil feltbryteren koble ut, og en utlademotstand tilkobles for å gi en fullstendig avmagnetisering av feltviklingen. Ved nødstopp blir feltbryteren kobles ut momentant og samtidig som avmagnetiseringskretsen kobles inn. Figur 28 viser et eksempel på statisk magnetisering.



Figur 28: Statisk magnetisering

4.2.5 Feltbuss

Feltbuss er en kommunikasjonsform mellom komponentene i kontrollanlegget og er en sikker og robust kommunikasjonsmåte. Feltbuss ble valgt for å spare kabel, dvs. at en kan trekke kun en kabel som er felles for alle enhetene i stedet for å måtte trekke en egen kabel fra PLS'en og ned til hver enkel komponent. Dette gjør også at eventuelle modifikasjoner i anlegget blir lettere å håndtere ved et senere tidspunkt.

Det finnes mange varianter av feltbuss, men valget falt på Profibus DP. Profibus DP (Desentralisert Periferi) er en feltbuss som brukes til å overføre informasjon og kommunisere med distribuert I/O ute i kraftverket. Dataene blir overført serielt over RS 485 kommunikasjon. Hastigheten varierer fra 9600 kbit/s til 12 Mbit/s avhengig av avstanden mellom I/O og PLS. I utgangspunktet kan en bare koble til 32 enheter på bussen, men med ekstra utstyr kan en koble opp til 128 enheter.

Det finnes flere protokolltyper for Profibus DP:

- DP-V0: Master til slave protokoll, mest brukt,
- DP-V1: Utvidelse av DP-V0, multiple master med token ring.
- DP-V2: Gir utvidelse for slave til slave kommunikasjon.

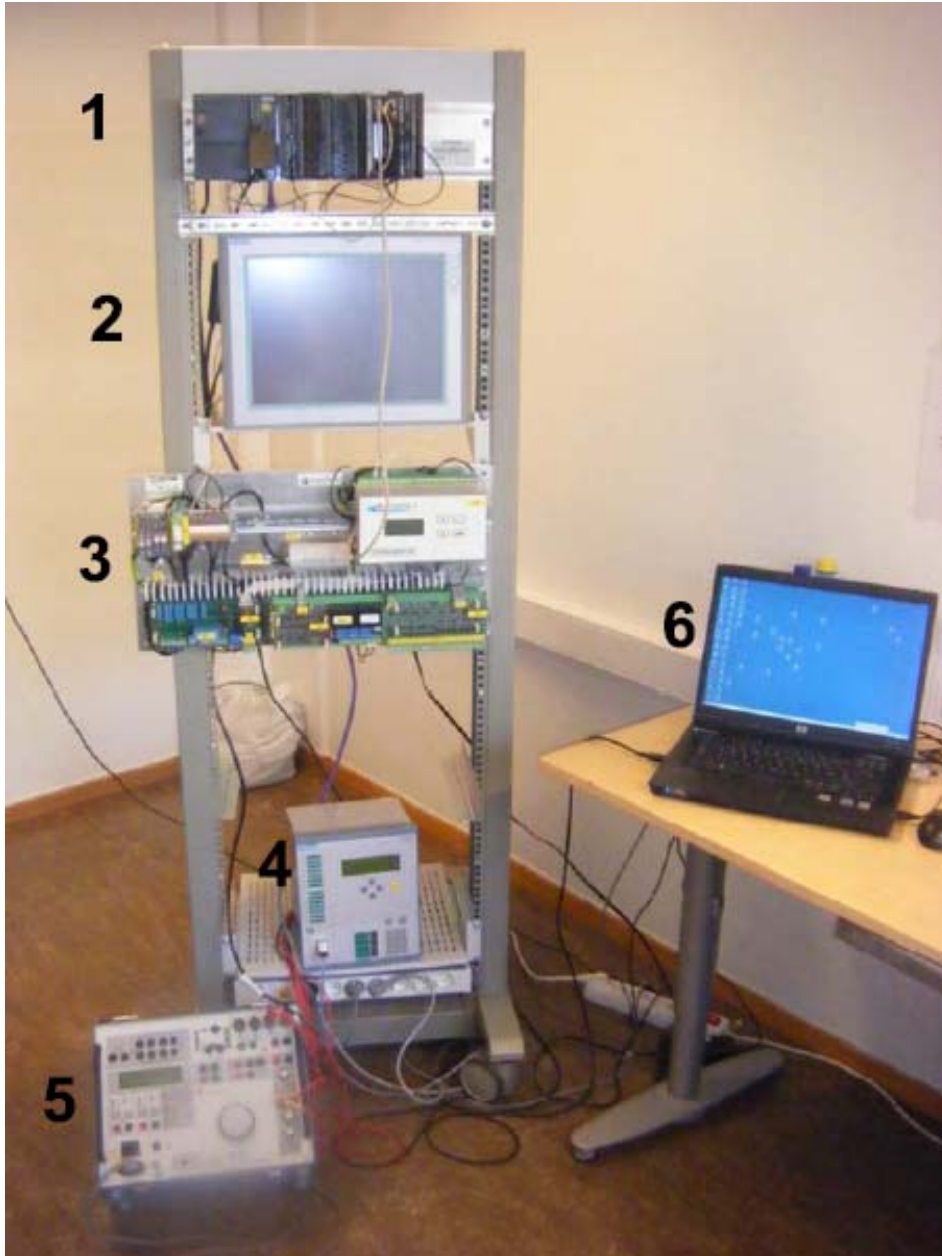
Ved bruk av Profibus DP skal helst begge endene av kabelen termineres med en motstand for å redusere elektrisk støy og redusere risikoen for dataoverføringsfeil. Dette gjøres enkelt ved å aktivere en bryter, som er innebygd i Profibus koblingene, som kobler inn motstanden.

4.3 Utførelse

I de påfølgende kapitlene vil det bli beskrevet hvordan utstyret ble koblet opp, hvordan kommunikasjonene ble opprettet og hvordan testene ble gjennomført.

4.3.1 Oppkobling

Alt utstyret ble koblet opp i et skap for lettere å holde oversikten og sikre seg mot uhell. I tillegg ble det lettere å koble seg inn på hver komponent for å feilsøke og modifisere med PC. Figur 29 viser hvordan skapet ble seende ut.



Figur 29: Oppkobling av utstyr

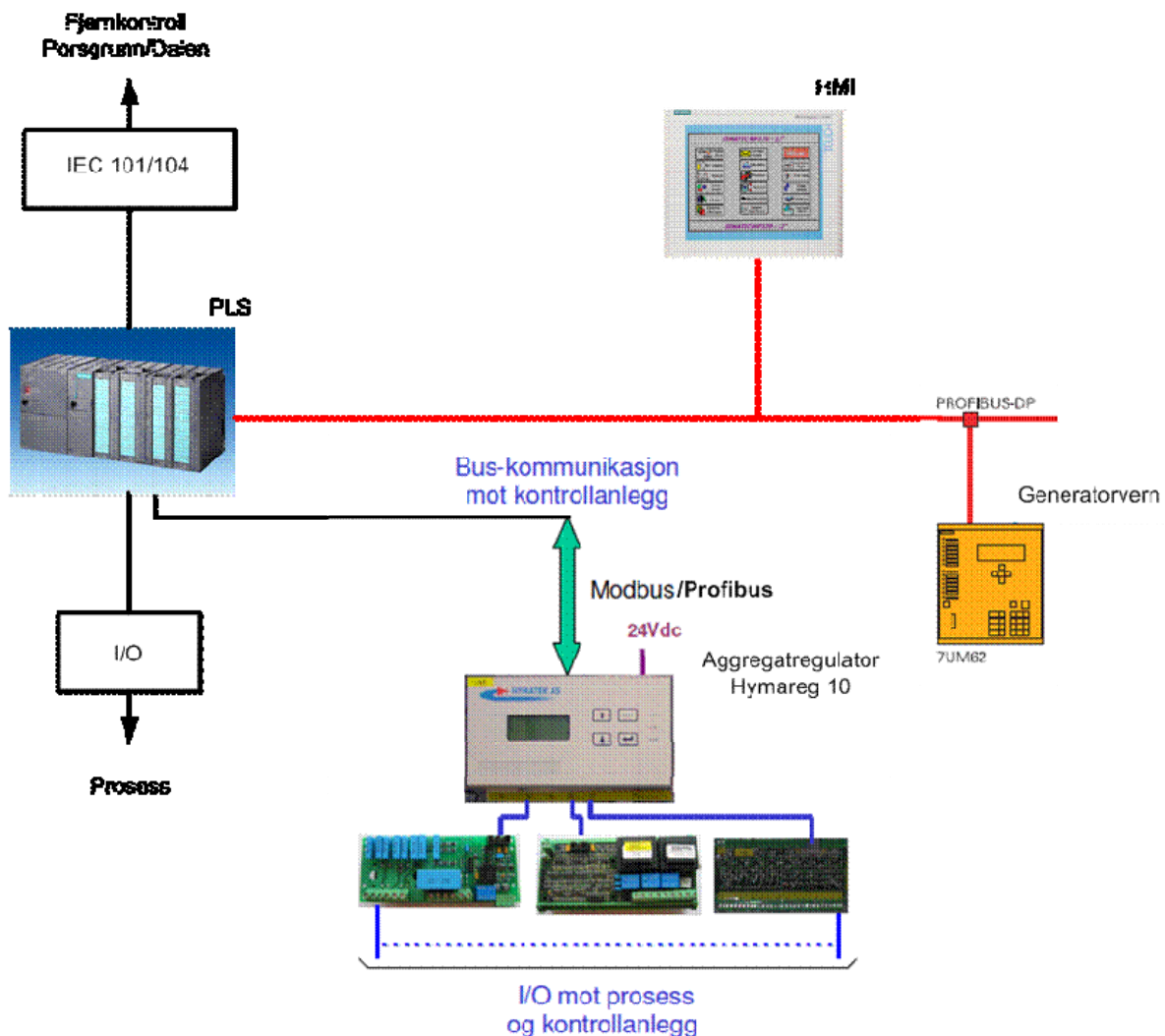
Beskrivelse av nummer på Figur 29:

1. Rack med PLS, spenningsforsyning og inngangs- og utgangskort (I/O)
2. Touch- skjermen fra Siemens
3. Aggregatregulatoren Hymareg 10
4. Siemens Siprotec 4 7UM621
5. Sverker 750 reléprøveaggregat
6. Datamaskin med programvare

Spenningsforsyningen forsyner PLS'en, inngangskortene, aggregatregulatoren og touch-skjermen med 24 V DC. Vernet og Sverkeren ble forsynt med 230 V AC.

4.3.2 Oppretting av kommunikasjon

For å kunne teste funksjonene måtte det bli opprettet kommunikasjon mellom de forskjellige komponentene. Systemet ble bygd opp med PLS'en som master og med de resterende komponentene som slaver. All kommunikasjon var tenkt over Profibus DP siden dette er den enkleste formen for kommunikasjon med en Siemens PLS. Dette viste seg å være utfordrende da alt utstyret ikke var kompatibelt med denne type buss, men det ble gjort grep som gjorde til at kommunikasjonen fungerte til slutt. Figur 30 viser et overordnet bilde av kommunikasjonen mellom komponentene.



Figur 30: Oversiktsbilde over kommunikasjonen

Kommunikasjonen ut til prosessen (pumper, luker etc.) vil i små kraftverk sannsynligvis være normal kabling siden det er snakk om så små avstander. Derfor sparer en penger på å bruke konvensjonell kabling fremfor dyrere buss utstyr. I større kraftverk med lengre avstander

mellom PLS og prosess vil buss være foretrukket kommunikasjon. Da vil det stå utgangskort (distribuert I/O) ved hver komponent for styring av utstyret og kommunikasjon med PLS. Ved store kraftverk er det vanlig, i de tilfeller med bruk av buss, vanlig å gjøre om bussignalene til optiske signaler viss en skal utenfor kontrollrommet. Dette gjøres for å forhindre støy og en bruker da egne bokser (OLM⁶) for forandring av signalene.

I denne oppgaven ble DP-V0 brukt da denne er den mest brukte og det ikke var nødvendig med slave til slave kommunikasjon.

4.3.2.1 PLS mot PC

Som nevnt ble Siemens Simatic Manager brukt for å programmere PLS programmet. For å få programmet over på PLS'en ble det brukt en standard kabel fra Siemens med USB til RS 232 kommunikasjon.

I hardwarekonfigurasjon ble PLS'en satt til å forstå hvilken CPU og spenningsforsyning den skulle forholde seg til. Videre ble CPU'en klargjort for Profibus DP ved at "subnet Profibus(1)" ble valgt, samt at overføringshastigheten ble satt til 1,5 Mbit/s⁷ og CPU'en fikk adresse 1 på bussen.

4.3.2.2 PLS mot touch- skjerm (HMI)

Touch skjermen fra Siemens kom ukonfigurert, men med innganger klargjort for PROFIBUS-DP. PLS'en ble klargjort for kommunikasjon med touch skjermen ved at den ble lagt til i hardwarekonfigurasjonen. Touch skjermen hadde et Windows basert system der Profibus adressen og overføringshastigheten ble satt. Adressen ble satt til 3 og overføringshastigheten til 1,5 Mbit/s.

Siden WinCC, programmet hvor skjermbildene ble konfigurert, er et underprogram av Siemens Simatic ble programmet lastet opp til skjermen med samme kabel som for med PLS'en.

4.3.2.3 PLS mot aggregatregulator

Aggregatregulatoren Hymareg 10 var også konfigurert for feltbuss, ikke Profibus, men for Modbus RTU⁸. Da det var ønskelig å overføre alt på Profibus-DP, på grunn av adressering og for enkel tilkobling til PLS, ble en protokollomformer (Siemens CP 341-RS232C) kjøpt. Denne omformeren ble koblet opp på racken og inn på den interne bussen til PLS'en. Kabelen mellom PLS og aggregatregulatoren ble laget etter tegninger fått av Hymatek AS og bestod av en 6 pins telefonkontakt (fra aggregatregulator) til en standard RS 485 kontakt (inn på omformeren).

6 OLM = Optical Link Module, overgang fra normal Profibus til optisk Profibus.

7 1,5 Mbit/s er standard overføringshastighet på Profibus DP

8 Modbus er en type feltbuss, eller kommunikasjons protokoll, som ble lansert av Modicon i 1979 (RTU = Remote Terminal Unit).

Det vil ikke bli gjennomgått spesifikt hvordan MODBUS jobber for å overføre data, da dette er en kjent feltbuss som er blitt brukt i mange år. Det som kan nevnes er at det er en veldig tungvint måte å overføre data på i forhold til Profibus-DP da det trengs egne datablokker i PLS'en for å overføre og motta data. Det ble funnet datablokker i Simatic Manager arkivet som ble brukt i denne oppgaven. Lage sine egne datablokker fra bunnen av ville tatt for lang tid og hadde vært unødvendig siden de fantes eksempler i Simatic. Blokkene som ble brukt var ikke fullstendig klare for bruk, men ble modifisert til å overføre noe data fra aggregatregulatoren til PLS'en. Blokkene som ble brukt er listet opp i Tabell 13 og kan ses i Vedlegg 13.

Tabell 13: Blokker for kommunikasjon mellom aggregatregulator og PLS

Blokk	Navn
FB7	P_RVC_RK
FB8	P_SND_RK
FC10	
FC21	Execute Send Jobs
FC23	Execute Receive Jobs
DB40	Work DB send
DB41	Work DB Receive
DB42	SOURCE_DB
DB43	DESTINATION_DB
DB50	IDB_P_SND_RK
DB70	IDB_P_RCV_RK
VAT_200	VAT_200
SFB52	RDTEC
SFB53	WRREC

Informasjonen som ble sendt til PLS'en var verdien på alle analoge utganger, det vil si settpunkt visning og reell verdi på målingene som aggregatregulatoren gjorde. Grunnen til at PLS programmet (blokkene) ikke ble fullstendig klargjort for overføring og mottaking av data var grunnet tidsmangel. Å modifisere blokkene for fullstendig kommunikasjon ville krevd en del programmering da MODBUS krever at blokkene sender unike bit ned til aggregatregulatoren avhengig av hvilke data som skal overføres/mottas.

4.3.2.4 PLS mot Siprotec 4 7UM62

Kommunikasjonen mellom Siprotec vernet og PLS'en foregikk også over Profibus DP. For å kunne konfigurere vernet var det nødvendig med DIGSI⁹ og en seriell RS-232 kabel for å overføre data fra PC-en til vernet. Siprotec vernet ble satt opp med mapping¹⁰ 3.2 og adresse 11 på Profibus. Videre ble DSG-fil¹¹ ”SIPROTEC4 DP-modul (SI1_80A1)” lagt inn før

9 DIGSI er en programvare til PC som brukes for å konfigurere Siemens vern.

10 Mappingen angir hvor mye og hvilke data som blir sendt fra vernet til PLS'en.

11 DSG fil er en fil som inneholder informasjon om en spesiell versjon av et spesielt produkt. Den trengs for å opprette kommunikasjon mellom PLS og produktet ved bruk av Siemens PLS.

vernet ble satt på bussen i hardware konfigurasjonene i PLS'en. I hardwarekonfigurasjonen ble vernet satt opp med tilsvarende innganger og utganger som mapping 3.2 krevde. Disse var:

16 bytes input -> I30 – I45
16 bytes input -> I46 – I61
16 bytes input -> I62 – I77
Input 4 bytes -> I78 – I81
Output 6 bytes-> Q30- Q45

Når alle disse endringene var lagret og lastet opp i PLS'en var kommunikasjonen i orden, men for å kunne sende signal måtte hver enkelt vernfunksjon bli tilegnet sitt eget bit. Dette ble først gjort i DIGSI før hvert enkelt bit måtte settes av i minnet til PLS'en. Adresseringen ble som følger:

Overstrøm I >	=	I30.0
Overstrøm I >>	=	I30.1
Differensial >	=	I30.2
Differensial >>	=	I30.3
Overspenning >	=	I30.4
Overspenning >>	=	I30.5
Stator jordfeil	=	I30.7

Vernet hadde også mulighet for å kunne aktivere en LED i frontpanelet ved deteksjon av feil og trip av vern. At LED2 lyser er en indikasjon på at en måling har oversteget en grenseverdi, mens LED1 indikerer at en vernfunksjon har blitt aktivert.

Relay trip	=	LED 1
Relay pickup	=	LED 2
Overstrøm I >	=	LED 3
Overstrøm I >>	=	LED 4
Differensial >	=	LED 5
Differensial >>	=	LED 6
Overspenning >	=	LED 7
Overspenning >>	=	LED 8
Stator jordfeil	=	LED 9

For å spare penger og tid ved en eventuell oppkobling i et kraftverk vil vernet bli brukt som måleverdidiomformer slik at en slipper omformere, for eksempel 5 A / 4- 20 mA, for visning av aktuelle verdier. I dette tilfellet ble visningen av aktiv effekt, reaktiv effekt, frekvens, strøm og linjespenning målt av vernet og sendt opp til touch- skjermen for visning. Hvilke adresse hver måleverdi skulle ha ble satt opp i konfigurasjonsmatrisen i DIGSI. Verdiene ble sendt som 16 bits integer og fikk disse adressene på bussen (inn til PLS'en):

Linjespenning UL1L2	=	IW 56
Aktiv effekt	=	IW 62
Reaktiv effekt	=	IW 64
Frekvens	=	IW 66
Strøm L1	=	IW 72

For å enkelt kunne hente opp dataene ved konfigurasjon av fjernkontroll ble alle måleverdiene først satt inn i en delt datablokk før de ble sendt til touch- skjermen.

4.3.2.5 I/O kort

For å få en fornuftig og ikke alt for tungvint test av start- og stoppsekvensene ble det anskaffet to stykk inngangskort. Begge kortene hadde muligheten for å aktivere 16 digitale innganger eller 16 digitale utganger med små brytere som satt på kortet. I dette forsøket var det ønskelig å ha kortet satt opp med digitale innganger. En skiftet mellom innganger og utganger med en skrue i fronten på kortet. Kortene ble så koblet opp på racken og inn på den interne bussen på PLS'en. For å få kommunikasjonene opp måtte kortene bli satt opp i hardwarekonfigurasjonen i PLS'en ved at de ble hentet opp i komponentbiblioteket i Simatic Manager og satt inn på den aktuelle racken i programmet. Kortene fikk henholdsvis adressene I 15-16 og I 17-18.

Det ble også satt opp et analog inngangskort med mulighet for å koble inn målinger av spenning, strøm(både i området A og mA) og en variabel motstand (PT-100 element). Dette kortet ble også koblet opp på racken og satt opp i hardware på PLS'en, men med adressene I 256- 271.

4.3.3 Testing av start- og stoppsekvensene

Testingen av start- og stoppsekvensene var nødvendig for å sjekke om automatikken og forriglingene som var programmet fungerte som planlagt. Dette innebar en test av for eksempel at under en nedstegning av aggregatet er det ikke mulig å aktivere en start før aggregatet er stoppet.

For å få en fornuftig og ikke for tidkrevende test fikk alle betingelsene og indikasjonene i start- og stoppsekvensene adresser som var styrt på de digitale inngangskortene. Dette gjorde til at det var mulig å kjøre gjennom sekvensene relativt enkelt. Hele start- og stoppsekvensen kan ses i Vedlegg 2. For å få til en realistisk test måtte også pumpestyringene være operative. Dette ble gjort ved å sette alle signal og indikasjoner som må være tilstede for å kjøre pumpene høye i variabel tabeller. Hvilke signal dette var kan ses i Tabell 14.

Tabell 14: Signal satt høge i variabel tabeller under testing av sekvenser

Signal	Adresse
"kjølepumpe1 idrift"	I 2.5
"kjølepumpe2 idrift"	I 2.6
"kjølepumpe1 spenning"	I 2.1
"bimetall kjølepumpe1"	I 2.3
"kjølepumpe2 spenning"	I 2.2
"bimetall kjølepumpe2"	I 2.4
"kjølevann sirkulasjon"	I 2.7
"hydr.pumpe1 idrift"	I 3.4
"hydr.pumpe2 idrift"	I 3.5
"hydr.pumpe1 bimetall"	I 3.0
"hydr.pumpe1 spenning"	I 3.2
"hydr.pumpe2 bimetall"	I 3.1
"hydr.pumpe2 spenning"	I 3.3
"trykkolje ac idrift"	I 4.2
"trykkolje dc idrift"	I 4.3
"trykkolje ac spenning"	I 4.0
"trykkolje ac bimetall"	I 3.6
"trykkolje dc spenning"	I 4.1
"trykkolje dc bimetall"	I 3.7
"inntakspumpe spenning"	I 5.2
"inntakspumpe bimetall"	I 5.3
"inntakspumpe idrift"	I 5.4

Ved gjennomgang av sekvensene ble følgende funksjoner sjekket:

- Sjekket at overgangsbetingelsene var oppfylt før neste trinn ble aktivert
- Start og stopptid funksjonen
- Start til tomgang med og uten spenning og til nettdrift
- Sjekk mot aggregat simulator i Lab View
- Satt en grenseverdi for stator temperatur ned under reell verdi og aktiverte hurtigstopp
- Aktiverte en vernfunksjon i nettdrift og sjekket om stoppsekvensen ble aktivert og at korrekt FM ble aktivert
- Aktiverte en vernfunksjon under oppstart og sjekket om stoppsekvensen overstyrte startsekvensen
- Prøvde å starte uten at faste og variable startbetingelser var oppfylt
- Sjekket om pumpene startet annenhver gang aggregatet startet

Alle funksjonene som ble utprøvd virket som planlagt. Hvor lang tid start og stopp av aggregatet tar vil variere fra kraftverk til kraftverk, så det ble kun satt en tilfeldig tid når denne funksjonene ble testet.

4.3.4 Testing av temperaturmålingene

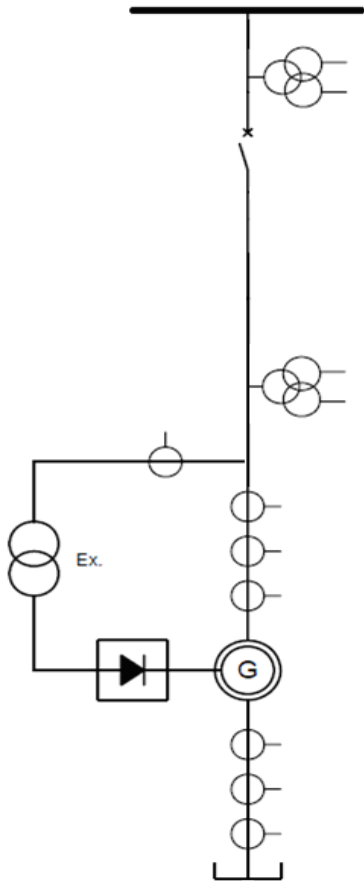
I dette prosjektet hadde en et analogt inngangskort med mulighet for å koble inn et PT -100 element. Et PT -100 element ble anskaffet og koblet opp for å simulere temperaturen i en statorvikling. En fikk da også testet ut funksjonen som ble beskrevet i kapittel 3.3.9 i praksis, samt en fikk testet ut trend skjermbildet og ved å justere grenseverdien for alarm ble varslingsfunksjonen testet. En temperaturforandring ble simulert ved å legge elementet i en kopp med varmt vann og det ble registret at automatikken virket.

Ved en realisering av kontrollanlegget vil det være nødvendig å kjøpe et analogt inngangskort med mulighet for å koble på flere PT -100 element siden det er flere temperaturmålinger i et kraftverk. Det vil også være viktig å tenke på hvordan en legger ledningene fra elementet og frem til PLS'en da dette er spenningssignal og er dermed følsomme for støy.

4.3.5 Test av vernet

Siden vernet som ble brukt var nytt regnet en med at selve vernfunksjonene fungerte ordentlig. Ved test av vernet menes derfor egentlig en test av at kommunikasjonen fungerte og at vernet løste ut når målingene oversteig grenseverdiene som var satt. Siden en ikke hadde et kraftverk til rådighet ble det brukt en Sverker for å kjøre inn strømmer og spenninger på vernet for å simulere forskjellige feilsituasjoner. Dette er en normal måte å teste vern på i praksis, men er vernet koblet opp i et kraftverk må en åpne spenningskretsene og kortslutte strømkretsene før en kan koble til Sverkeren. Dette gjøres ofte ved hjelp av et prøvehandtak.

Siden vernet har mange vernfunksjoner ble det gjort et kvalifisert utvalg i samsvar med Skagerak Energi AS av hvilke vernfunksjoner som er nødvendig / ønskelig å ha med i et småkraftverk. Det er så klart mulig å ha med flere eller færre funksjoner, men dette ble valgt som en begynnelse. Dette betyr at et aggregat som skal ha dette vernet må ha måletransformatorene visst i Figur 31 som et minimum.



Figur 31: Måletransformatorer

Før en eventuell idriftsettelse må en også skaffe data på generator, transformatorer, kabel, linjer etc. En trenger da både størrelse, omsetningsforhold, reaktanser, nominell strøm og spenning og andre relevant opplysninger. På grunnlag av disse opplysningene må det gjennomføres kortslutningsberegninger og utarbeides en reléplan for å stille inn vernet med aktuelle verdier og tidsforsinkelser.

Det er antatt at generatorens nullpunkt er isolert fra jord og at det ikke er noen transformator mellom generatoren og nettet i denne testen. Verdiene som er brukt er standard verdier som kom med vernet.

Vernfunksjoner ble testet ut en og en, det vil si at kun den aktuelle vernfunksjonen som ble testet ut var aktiv, mens de andre var deaktivert. Noen av funksjonene krevde en nokså høy strøm for å bli aktivert. Derfor ble noen grenseverdier satt ned slik at uttestingen ikke ble gjennomført med så høye strømmer.

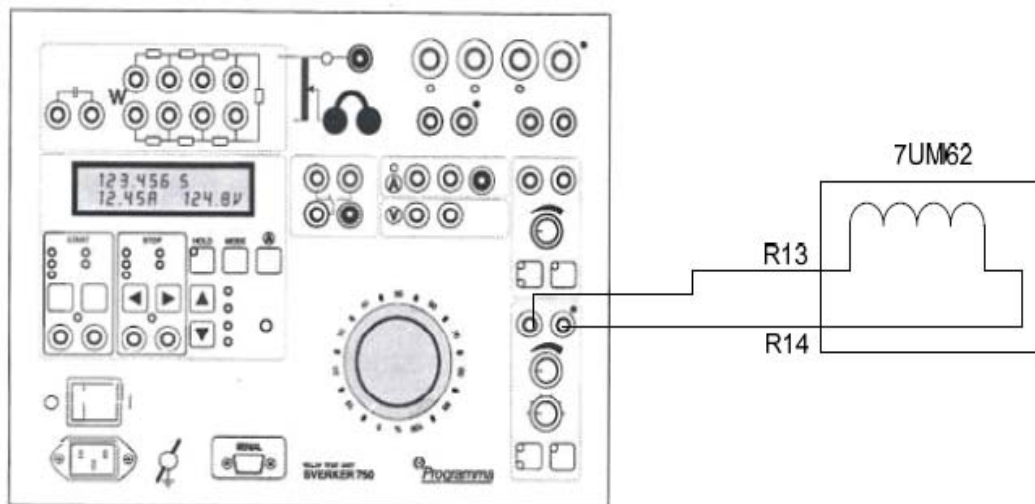
4.3.5.1 Stator jordfeil

Siden generatorens nullpunkt er isolert fra nettet er den mest naturlige måten å detektere jordefeil i statoren ved å koble vernet til en åpen trekantkobling koblet til en spenningstransformator ved faseuttaket. I DIGSI ble denne konfigurasjonen valgt, samt parametrene i Tabell 15.

Tabell 15: Parametere stator jordfeil

Stator jordfeil grenseverdi	10 V
Stator jordfeil tidsforsinkelse	0,30 sekunder

Sverkeren ble brukt for å påtrykke en vekselspanning og ble koblet opp i henhold til Figur 32. Når spenningen kom over 10 V brukte vernet 297 ms på å løse ut, aktivere LED 9 og sende alarm melding til touch- skjermen og aktivere stoppsekvensen.



Figur 32: Oppkobling for test av stator jordfeilvern

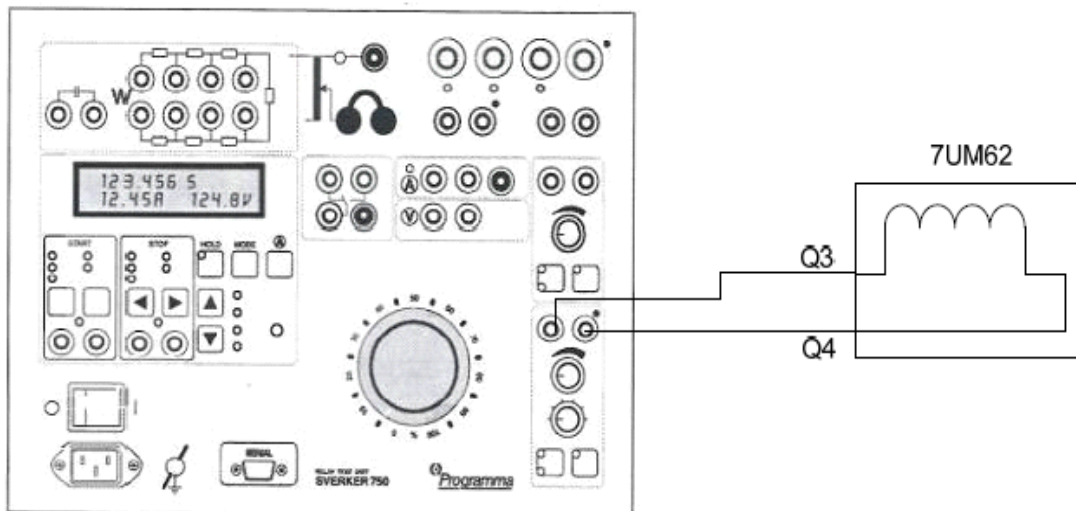
4.3.5.2 Overstrøm

Overstrømsvernet har som nevnt tidligere to trinn, et momentant og et termisk ledd. Sverkeren ble koblet opp i henhold til Figur 33 og denne konfigurasjonen ble brukt for begge trinnene. Parametrene som vernet hadde under testen vises i Tabell 16.

Tabell 16: Parametere overstrømsvern

I > grenseverdi	3 A
I > tidsforsinkelse	3 sekunder
Underspenning grenseverdi	80 V
Underspenning tidsforsinkelse	4 sekunder
I >> grenseverdi	21,50 A
I >> tidsforsinkelse	0,10 sekunder

Begge funksjonene ble testet ved at strømmen ble satt til ønsket verdi rett over grenseverdien, for så å registrere om ønsket funksjonen ble utført. I begge tilfellene ble korrekt LED aktivert i displayet på vernet, alarm sendt til touch- skjerm og stoppsekvensen ble aktivert.



Figur 33: Oppkobling for test av overstrømsvern

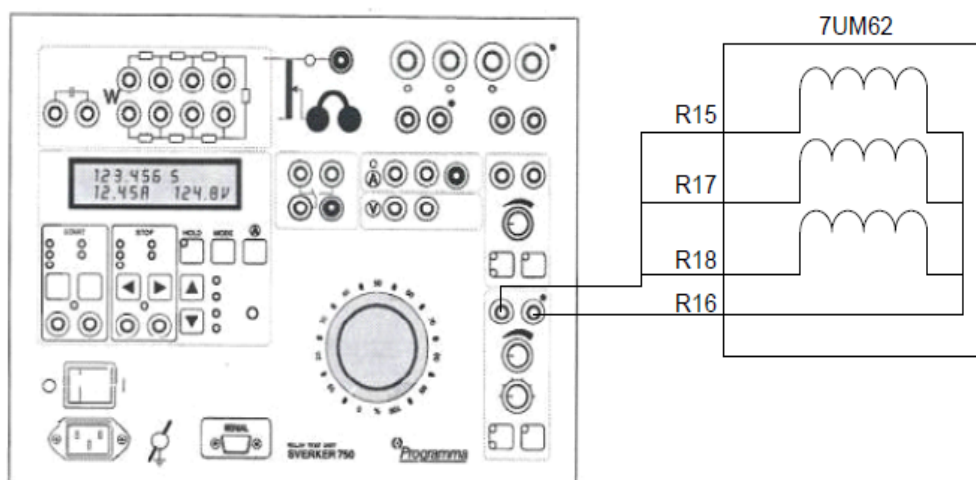
4.3.5.3 Overspenning

Overspenningsvernet hadde også to trinn med parametrene gitt Tabell 17. Sverkeren ble koblet opp i henhold til Figur 34 og ble brukt for å aktivere overspenningsvernet ved å påtrykke vekselspanning i alle tre fasene over de satte grenseverdiene.

Tabell 17: Parametre overspenningsvern

U > grenseverdi	30 V
U > tidsforsinkelse	3 sekunder
U >> grenseverdi	130 V
U >> tidsforsinkelse	0,50 sekunder

Begge trinnene fungerte som planlagt og vernet løste ut etter satt tidsforsinkelse. Korrekt LED, alarm og stoppsekvens ble aktivert ved trip av vernet.



Figur 34: Oppkobling for test av overspenningsvern

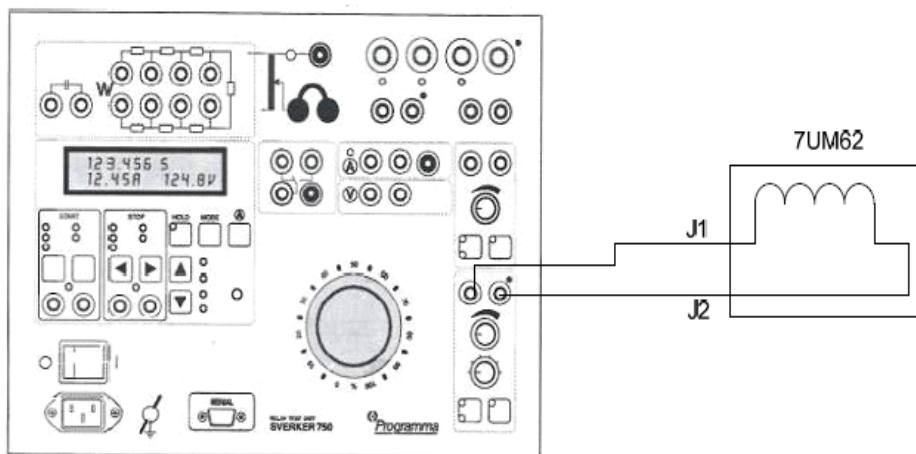
4.3.5.4 Differensialvern

Differensialvernet skal detektere ujevnheter i strømmen gjennom generatoren. Enkleste måten å simulere dette på var å sette på en strøm på en av sidene av generatoren i kun en av fasene, se Figur 35 for oppkobling.

Tabell 18: Parametere differensialvern

Diff > grenseverdi	$0,2I / I_N$
Diff >> grenseverdi	$6,0I / I_N$

Når strømmen kom over grenseverdien ble korrekt LED aktivert, alarmvisning på touch – skjermen ble aktivert og stoppfunksjonen ble aktivert.



Figur 35: Oppkobling for test av differensialvern

5 Konklusjon

På grunnlag av det arbeidet som ble lagt ned i forprosjektet ble PLS programmet utviklet og kontrollanlegg ble bygd opp i et skap med tilhørende vern, regulatorer og touch- skjerm. Kommunikasjonen mellom de forskjellige komponentene ble opprettet og et kraftverk ble simulert (funksjonsvis) for å sjekke om konfigurasjonen fungerte.

Ut ifra arbeidet som er gjort er det ingenting som tilsier at Skagerak Energi AS ikke kan gjennomføre ideen sin om å lage sitt eget kontrollanlegg. Da selskapet har flere ansatte som er kompetente innen de fleste fagområder, ikke minst innen PLS programmering og kraftverksdrift vil dette være en fin mulighet for å utnytte denne kompetansen. Ved å kjøpe ”hyllevarer” og kjente produkter vil selskapet kunne bygge kontrollanlegget og konfigurere dette etter eget ønske og benytte de funksjonene som de føler er nødvendige og ønsker i kraftverkene sine.

Blir denne ideen gjennomført vil det være nødvendig å sette ned en prosjektgruppe med gruppe-medlemmer som har kunnskap innen alle fagfeltene som en kommer innom i et kraftverk for å sikre kvaliteten på kontrollanlegget.

6 Videre arbeid og refleksjoner rundt oppgaven

Oppgaven var gitt av Skagerak Energi AS og var muligens en litt spesiell masteroppgave da den var formet mer som en jobb og var nokså praktisk. Da undertegnede ville skrive masteroppgaven om vannkraftverk har det vist seg at oppgaven var ideell siden en kom borti alle funksjonene i et kraftverk i detalj. I tillegg fikk en jobbe med og få erfaring med utstyr som er i bruk i dag, samt opplæring i å lese strømskjemaer, noe som vil være til stor hjelp i fremtidige jobber. Opplæring i kraftverksdrift er fag som ikke ble undervist i under utdannelsen og derfor var oppgaven en kjempefin måte å få et grunnlag innen denne bransjen før en kommer ut i arbeidslivet. I tillegg til at oppgaven var utrolig lærerik for undertegnede, fikk Skagerak Energi AS undersøkt muligheten for å utvikle et kontrollanlegg selv, uten bruke av for mye tid og penger.

Å utvikle et ferdig kontrollanlegg er komplekst og tidkrevende og det var ikke realistisk å tro at undertegnede skulle klare dette under masteroppgaven. Underveis i prosessen er det derfor bestemt og utelatte forskjellige temaer. Disse temaene kan bygge videre på den jobben som er gjort i masteroppgaven og er forslag til nye bachelor og masteroppgaver i regi av Skagerak Energi AS. Under vil noen forslag til nye oppgaver bli gitt:

- Opprette kommunikasjon med driftsentral og klargjøre kontrollanlegget for fjernstyring.
- Ta for seg et reelt kraftverk hvor kontrollanlegget skal oppgraderes og utarbeide en reléplan slik at en kan stille inn vernet med konkrete og faktiske verdier.
- Lage ferdig programmet for kommunikasjon med aggregatregulatoren (Modbus) og/eller eventuelt vurdere andre måter å kommunisere med denne på (protokollomformere).
- Koble opp alle vernfunksjonene samtidig (vurdere hvilke vern som må være dubberte), opprette all kommunikasjon med aggregatregulator og simulere reell kraftverksdrift med tilhørende meldinger / alarmer, start og stopp. Dette for å sjekke om alle forriglinger fungerer og oppdage feiltilfeller som ikke er tatt høyde for i dette prosjektet.
- Går Skagerak Energi AS videre med denne konfigurasjonen må oppkoblingen i kraftstasjonen tenkes på, samt tegning av skap med tilhørende utstyr.

Referanser

- [1] Muntlig fakta gitt av Gunne John Heggelid
- [2] Muntlig fakta gitt av Tommy Andersen
- [3] PLS av Morten Pedersen. Power point presentasjon i forbindelse med undervisning i faget programmerbar elektronikk ved Høgskolen i Telemark
- [4] Lær Simatic Step 7 V031006 av Morten Pedersen, Høgskolen i Telemark
- [5] EBL Kompetanse, Håndbok kontrollanlegg
- [6] Måling og styring med datamaskin R5397 av Nils- Olav Skeie, Høgskolen i Telemark 23. august 2007
- [7] Forprosjekt, PLS – basert kontrollanlegg i vannkraftverk, Svein Seltveit, Høsten 2009
- [8] SIPROTEC Numerical Protection Relays, Siemens, Catalog SIP 2003

Vedlegg

Vedlegg 1	Signalliste
Vedlegg 2	Programkode start- og stoppsekvensene
Vedlegg 3	Programkode analog alarm med hysteres
Vedlegg 4	Programkode krysskoblinger
Vedlegg 5	Programkode lager
Vedlegg 6	Programkode hydraulikkanlegg
Vedlegg 7	Programkode diverse målinger
Vedlegg 8	Programkode trykkoljeavlastningspumpe
Vedlegg 9	Programkode inntaksluke
Vedlegg 10	Programkode alarm/ fjernkontroll
Vedlegg 11	Alarmliste
Vedlegg 12	Tags WinCC
Vedlegg 13	Digitalt vedlegg som finnes i DAIM med hele programmet

Vedlegg 1: Symbolliste

Symbol	Adresse	Datatype	Beskrivelse
grenseverdier 2	DB 2	DB 2	
alarm / fjernkontroll	DB 3	DB 3	
aggregatregulator	DB 4	DB 4	
oljenivåmåling hydr.olje	DB 5	FB 3	
oljetemp. hydr.olje	DB 6	FB 3	
Oljetrykk hydraulikk	DB 7	FB 3	
Temp stator L1	DB 8	FB 3	
Temp stator L2	DB 9	FB 3	
Temp stator L3	DB 10	FB 3	
Temp styrelager	DB 11	FB 3	
Temp bærelager	DB 12	FB 3	
Oljenivå lager	DB 13	FB 3	
Oljenivå inntaksluke	DB 14	FB 3	
Oljetemp inntaksluke	DB 15	FB 3	
grenseverdier	DB 17	FB 2	
Work DB Send	DB 40	DB 40	Work DB for Send Jobs
Work DB Receive	DB 41	DB 41	Work DB for Receive Jobs
SOURCE_DB	DB 42	DB 42	Source DB
DESTINATION_DB	DB 43	DB 43	Destination DB
IDB_P_SND_RK	DB 50	FB 8	Instance DB for P_SND_RK
IDB_P_RCV_RK	DB 70	FB 7	Instance DB for P_RCV_RK
sekvens	FB 1	FB 1	
husk av grensevariabler	FB 2	FB 2	
Analog alarm m hysteres	FB 3	FB 3	
P_RCV_RK	FB 7	FB 7	Receive Data / Provide Data
P_SND_RK	FB 8	FB 8	Send Data / Fetch Data
SET_SW	FB 60	FB 60	Set summer/winter time (without status)
TIMESTAMP	FB 62	FB 62	Transmit time-stamped messages of an IM153-2
krysskoblinger	FC 1	FC 1	
lager	FC 2	FC 2	
hydraulikkpumper	FC 3	FC 3	
diverse målinger	FC 6	FC 6	
trykkoljeavlastningspump	FC 8	FC 8	
ventilsystem vannvei	FC 11	FC 11	
alarmer / fjernkontroll	FC 12	FC 12	
inntaksluke	FC 13	FC 13	
Execute Send Jobs	FC 21	FC 21	Execute Send Jobs
Execute Receive Jobs	FC 23	FC 23	Execute Receive Jobs
SCALE	FC 105	FC 105	Scaling Values
UNSCALE	FC 106	FC 106	Unscaling Values
spenning lensepumpe	I 0.3	BOOL	
spenning res.lensepumpe	I 0.4	BOOL	
bimetall lensepumpe	I 0.5	BOOL	
bimetall res.lensepumpe	I 0.6	BOOL	
brems inne	I 0.7	BOOL	
brems ute	I 1.0	BOOL	

Vedlegg 1: Symbolliste

oljesirkulasjon bærelag	I	1.4	BOOL	1=sirkulajon, 0=ikke sirkulajon
rusing	I	1.5	BOOL	
lensepumpe idrift	I	1.6	BOOL	signal fra kontaktor
reservelensepumpe idrift	I	1.7	BOOL	signal fra kontaktor
kjølevann tilstede	I	2.0	BOOL	startbetingelse
kjølepumpe1 spenning	I	2.1	BOOL	lagerkjøling
kjølepumpe2 spenning	I	2.2	BOOL	lagerkjøling
bimetall kjølepumpe1	I	2.3	BOOL	lagerkjøling
bimetall kjølepumpe2	I	2.4	BOOL	lagerkjøling
kjølepumpe1 idrift	I	2.5	BOOL	lagerkjøling
kjølepumpe2 idrift	I	2.6	BOOL	lagerkjøling
kjølevann sirkulasjon	I	2.7	BOOL	1=sirkulajon, 0=ikke sirkulajon
hydr.pumpe1 bimetall	I	3.0	BOOL	
hydr.pumpe2 bimetall	I	3.1	BOOL	
hydr.pumpe1 spenning	I	3.2	BOOL	
hydr.pumpe2 spenning	I	3.3	BOOL	
hydr.pumpe1 idrift	I	3.4	BOOL	
hydr.pumpe2 idrift	I	3.5	BOOL	
trykkolje ac bimetall	I	3.6	BOOL	
trykkolje dc bimetall	I	3.7	BOOL	
trykkolje ac spenning	I	4.0	BOOL	
trykkolje dc spenning	I	4.1	BOOL	
trykkolje ac idrift	I	4.2	BOOL	
trykkolje dc idrift	I	4.3	BOOL	
oljetrykk lager	I	4.4	BOOL	1=tilstede, 0 = mangler
turtall = 0 %	I	4.5	BOOL	
turtall < 90 %	I	4.6	BOOL	
turtall > 90 %	I	4.7	BOOL	
ledeapparatsp. ute	I	5.0	BOOL	
ledeapparatsp. inne	I	5.1	BOOL	
inntakspumpe spenning	I	5.2	BOOL	
inntakspumpe bimetall	I	5.3	BOOL	
inntakspumpe idrift	I	5.4	BOOL	
inntaksluke oppe	I	5.5	BOOL	
inntaksluke nede	I	5.6	BOOL	
inntaksluke sig	I	5.7	BOOL	
inntaksluke startopen	I	6.0	BOOL	30 % åpen
hurtigl. driftstillt	I	6.1	BOOL	
hurtigl. stoppstilt	I	6.2	BOOL	
slagbeg. startopen	I	6.3	BOOL	
slagbeg. lukket	I	6.4	BOOL	
slagbeg.100% open	I	6.5	BOOL	
ledeapp. lukket	I	6.6	BOOL	
ledeapp. opent	I	6.7	BOOL	
feltb. inne	I	7.0	BOOL	
feltb. ute	I	7.1	BOOL	
dc_lav spenning	I	7.2	BOOL	
dc_jordfeil	I	7.3	BOOL	

Vedlegg 1: Symbolliste

dc-dc omformer feil	I	7.4	BOOL	
dc_spenning tilstede	I	7.5	BOOL	
spenning > 30 %	I	8.0	BOOL	
spenning > 90 %	I	8.1	BOOL	
effektb. inne	I	8.2	BOOL	
effektb. ute	I	8.3	BOOL	
skillebryter ute	I	8.5	BOOL	
skillebryter inne	I	8.6	BOOL	
turb.reg.turtall < 15 %	I	9.0	BOOL	
rele_turtall < 15 %	I	9.1	BOOL	
jordingskniv ute	I	9.2	BOOL	
jordingskniv inne	I	9.3	BOOL	
Overstrøm I > trip	I	30.0	BOOL	
Overstrøm I >>	I	30.1	BOOL	
Differensial >	I	30.2	BOOL	
Differensial >>	I	30.3	BOOL	
Overspenning >	I	30.4	BOOL	
Overspenning >>	I	30.5	BOOL	
Stator jordfeil trip	I	30.7	BOOL	Stator jordfeil
Lensepumpe 1 drift	I	31.0	BOOL	
Lensepumpe 2 drift	I	31.1	BOOL	
Lensepumpe 1 feil	I	31.2	BOOL	
Lensepumpe 2 feil	I	31.3	BOOL	
Lensekum vannivå høyt	I	31.4	BOOL	
Lensekum vann kri. høyt	I	31.5	BOOL	
AC spenning borte	I	31.6	BOOL	
Jordfeil AC anlegg	I	31.7	BOOL	
Dieselaggregat drift	I	32.0	BOOL	
Dieselagg samlefeil	I	32.1	BOOL	
Stasjonstrans temp høy	I	32.2	BOOL	
Stas.transf temp kri høy	I	32.3	BOOL	
S. trans oljenivå lavt	I	32.4	BOOL	
S.trans o.nivå kri lavt	I	32.5	BOOL	
S.trans gass forvarsel	I	32.6	BOOL	
H.trans gass kri	I	32.7	BOOL	
H.trans oljenivå forvars	I	33.0	BOOL	
H.trans oljenivå kri	I	33.1	BOOL	
H.trans o.temp forvarse	I	33.2	BOOL	oljetemperatur
H.trans o.temp kri	I	33.3	BOOL	oljetemperatur
H.trans v.temp forvarsel	I	33.4	BOOL	viklingstemperatur
H.trans v.temp kri	I	33.5	BOOL	viklingstemperatur
scale temp lager unipola	I	100.0	BOOL	
UL1L2 fra vern	IW	56	INT	
aktiv effekt fra vern	IW	62	INT	
Q fra vern	IW	64	INT	
F fra vern	IW	66	INT	
I1 fra vern	IW	72	INT	

Vedlegg 1: Symbolliste

feil lensepumpe	M	0.0	BOOL	
feil reservelensepumpe	M	.1	BOOL	
reservelensepumpe drift	M	0.2	BOOL	
lensepumpe drift	M	0.3	BOOL	
lensepumpe startkl.	M	0.4	BOOL	
res.lensepumpe startk.	M	0.5	BOOL	
agg. hurtigstopp	M	0.6	BOOL	
faste startbet oppfylt	M	0.7	BOOL	
var. startbet oppfylt	M	1.0	BOOL	
temp bærelag høg	M	1.1	BOOL	
temp bærelag kri. høg	M	1.2	BOOL	
olje bærelag lavt	M	1.3	BOOL	
olje bærelag kri. lavt	M	1.4	BOOL	
olje bærelag høyt	M	1.5	BOOL	
olje bærelag kri. høyt	M	1.6	BOOL	
nivaa lavt lensekum	M	1.7	BOOL	
nivaa høyt lensekum	M	2.0	BOOL	
nivaa kri. høyt lensekum	M	2.1	BOOL	
nivaa kri. lavt lensekum	M	2.2	BOOL	variabel opptatt, men ikke i bruk
temp bærelag lav	M	2.3	BOOL	variabel opptatt, men ikke i bruk
temp bærelag kri. lav	M	2.4	BOOL	variabel opptatt, men ikke i bruk
kjølepumpe1 startklar	M	2.5	BOOL	
kjølepumpe2 startklar	M	2.6	BOOL	
kjølepumpe1 drift	M	2.7	BOOL	
kjølepumpe2 drift	M	3.0	BOOL	
kjølepumpe1 feil	M	3.1	BOOL	
kjølepumpe2 feil	M	3.2	BOOL	
hydr. oljenivå lavt	M	3.6	BOOL	
hydr. oljenivå kri. lavt	M	3.7	BOOL	
hydr. oljenivå høyt	M	4.0	BOOL	
hydr. oljenivå kri. høyt	M	4.1	BOOL	
hydr. oljetemp lavt	M	4.2	BOOL	
hydr. oljetemp kri. lavt	M	4.3	BOOL	
hydr. oljetemp høyt	M	4.4	BOOL	
hydr. oljetemp kri. høyt	M	4.5	BOOL	
hydr. oljetrykk lavt	M	4.6	BOOL	
hydr. oljetrykk kri.lavt	M	4.7	BOOL	
hydr. oljetrykk høyt	M	5.0	BOOL	
hydr. oljetrykk kri.høyt	M	5.1	BOOL	
hydr.pumpe1 drift	M	5.2	BOOL	
hydr.pumpe2drift	M	5.3	BOOL	
hydr.pumpe1 feil	M	5.4	BOOL	
hydr.pumpe2 feil	M	5.5	BOOL	
hydr.pumpe1 startkl.	M	5.6	BOOL	
hydr.pumpe2 startkl.	M	5.7	BOOL	
agg.start til nett	M	6.3	BOOL	
agg.start tomgang uten u	M	6.4	BOOL	
agg.start tomgang med u	M	6.5	BOOL	

Vedlegg 1: Symbolliste

agg. stopp	M	6.6	BOOL	
s_stillstand	M	6.7	BOOL	
s_startklart	M	7.0	BOOL	
s_tomgang u/spenning	M	7.1	BOOL	
s_tomgang m/spenning	M	7.2	BOOL	
s_nettdrift	M	7.3	BOOL	
starttid nettdrift	M	7.4	BOOL	
stopptid hurtigstopp	M	7.5	BOOL	
stopptid stopp	M	7.6	BOOL	
gra_start tomgang uten u	M	7.7	BOOL	
gra_start tomgang med u	M	8.0	BOOL	
gra_start til nett	M	8.1	BOOL	
trykkolje ac drift	M	8.2	BOOL	
trykkolje dc drift	M	8.3	BOOL	
trykkolje ac feil	M	8.4	BOOL	
trykkolje dc feil	M	8.5	BOOL	
trykkolje ac startkl.	M	8.6	BOOL	
trykkolje dc startkl.	M	8.7	BOOL	
trykkolje auto / hand	M	9.0	BOOL	1 = auto, 0 = hand
trykkolje hand paa/av	M	9.1	BOOL	1 =paa, 0= av
gra_trykkolje ac start	M	9.2	BOOL	fra graph sekvens
gra_trykkolje stopp	M	9.3	BOOL	
gra_hydr.pump drifts	M	9.4	BOOL	
gra_hydr.pump stopps	M	9.5	BOOL	
hydr.pumpe1 av	M	9.6	BOOL	
hydr.pumpe2 av	M	9.7	BOOL	
hydr.pumpe1 driftstill	M	10.0	BOOL	
hydr.pumpe2 driftstill	M	10.1	BOOL	
hydr.pumpe1 stoppstill	M	10.2	BOOL	
hydr.pumpe2 stoppstill	M	10.3	BOOL	
hydr.pumpe alternering	M	10.4	BOOL	0 = pumpe1, 1 =pumpe2
hydr.pumpe hjelpebit	M	10.5	BOOL	
hydr.pumpe auto / hand	M	10.6	BOOL	1=auto, 0=hand
hydr.pumpe1 driftstillt	M	10.7	BOOL	
hydr.pumpe2 driftstillt	M	11.0	BOOL	
hydr.pumpe1 stoppstillt	M	11.1	BOOL	
hydr.pumpe2 stoppstillt	M	11.2	BOOL	
hydr.pumpe1 avknapp	M	11.3	BOOL	
hydr.pumpe2 avknapp	M	11.4	BOOL	
hydr.pumpe1 xstart	M	11.5	BOOL	starter pumpe 1 viss pumpe 2 ikkje starter med gitt startsignal / eller i av
hydr.pumpe2 xstart	M	11.6	BOOL	starter pumpe 2 viss pumpe 1 ikkje starter med gitt startsignal / eller i av
gra_kjolepumpe start	M	11.7	BOOL	
kjolepumpe hjelpebit	M	12.0	BOOL	
kjolepumpe alternering	M	12.1	BOOL	
gra_kjolepumpe stopp	M	12.2	BOOL	
kjolepumpe stopp	M	12.3	BOOL	
kjolepumpe1 xstart	M	12.4	BOOL	forrigling viss pumpe 2 er ute av drift

Vedlegg 1: Symbolliste

kjolepumpe2 xstart	M	12.5	BOOL	forrigling viss pumpe 1 er ute av drift
inntakspumpe feil	M	12.6	BOOL	
inntakspumpe drift	M	12.7	BOOL	
inntaksoljeni lavt	M	13.0	BOOL	
inntaksoljeni kri.lavt	M	13.1	BOOL	
inntaksoljeni hoyt	M	13.2	BOOL	variabel opptatt, men ikke i bruk
inntaksoljeni kri.hoyt	M	13.3	BOOL	variabel opptatt, men ikke i bruk
inntaksolje temp lav	M	13.4	BOOL	variabel opptatt, men ikke i bruk
inntaksolje temp.kri.lav	M	13.5	BOOL	variabel opptatt, men ikke i bruk
inntaksolje temp høy	M	13.6	BOOL	
inntaksolje temp.kri.høy	M	13.7	BOOL	
touch_ledeappartsp.ut	M	14.0	BOOL	
gra_ledeapparatsp.ut	M	14.1	BOOL	
touch_ledeappartsp.inn	M	14.2	BOOL	
gra_ledeapparatsp.inn	M	14.3	BOOL	
el.turb.reg auto	M	14.4	BOOL	
el.turb.reg.man	M	14.5	BOOL	
gra_hurtigl. driftstill	M	14.6	BOOL	
touch_hurtigl.driftstill	M	14.7	BOOL	
gra_hurtigl. stoppstill	M	15.0	BOOL	
touch_hurtigl.stoppstill	M	15.1	BOOL	
slagbeg. startopnes	M	15.2	BOOL	
slagbeg.opnes 100 %	M	15.3	BOOL	
touch_slagbeg.opp	M	15.4	BOOL	
touch_slagbeg.ned	M	15.5	BOOL	
gra_slagbeg.ned	M	15.6	BOOL	
hstopp_hjelpebit	M	15.7	BOOL	
stopp_hjelpebit	M	16.0	BOOL	
hstopp feltb.ut	M	16.1	BOOL	
stopp feltb.ut	M	16.2	BOOL	
gra_feltb_inn	M	16.3	BOOL	
hstopp.effektb.ut	M	16.5	BOOL	
stopp.effektb. ut	M	16.6	BOOL	
turtall < 15 %	M	17.0	BOOL	
temp styrelag lav	M	17.1	BOOL	
temp styrelag kri.lav	M	17.2	BOOL	
temp styrelag høy	M	17.3	BOOL	
temp styrelag kri.høy	M	17.4	BOOL	
inntaksluke opp	M	17.5	BOOL	
inntaksluke ned	M	17.6	BOOL	
inntaksluke sig tid	M	17.7	BOOL	
temp stator L1 lav	M	18.0	BOOL	
temp stator L1 kri.lav	M	18.1	BOOL	
temp stator L1 høy	M	18.2	BOOL	
temp stator L1 kri.høy	M	18.3	BOOL	
temp stator L2 lav	M	18.4	BOOL	
temp stator L2 kri.lav	M	18.5	BOOL	
temp stator L2 høy	M	18.6	BOOL	

Vedlegg 1: Symbolliste

temp stator L2 kri.høy	M 18.7	BOOL	
temp stator L3 lav	M 19.0	BOOL	
temp stator L3 kri.lav	M 19.1	BOOL	
temp stator L3 høy	M 19.2	BOOL	
temp stator L3 kri.høy	M 19.3	BOOL	
s_start av starttid	M 19.4	BOOL	
s_start av pumper	M 19.5	BOOL	
s_vannvei opner	M 19.6	BOOL	
s_vannvei open	M 19.7	BOOL	
s_feltbryter inn	M 20.0	BOOL	
s_skillebryter inn	M 20.1	BOOL	
s_synkronisering pågår	M 20.2	BOOL	
s_slagbegrenser 100% opp	M 20.3	BOOL	
w_start av pumper	M 20.4	BOOL	
w_vannvei opner	M 20.5	BOOL	
w_synkronisering pågår	M 20.6	BOOL	
w_oppstart / nettdrift	M 20.7	BOOL	
wincc vern test	M 2.0	BOOL	
Bit hydr POS	M 300.0	BOOL	
Bit kjole POS	M 300.1	BOOL	
bit SR lensekum	M 400.0	BOOL	
bit SR h-sekvens1	M 400.1	BOOL	holdefunksjon i "logikk for sekvenser"
bit SR h-sekvens2	M 400.2	BOOL	holdefunksjon i "logikk for sekvenser"
bit SR h-sekvens3	M 400.3	BOOL	holdefunksjon i "logikk for sekvenser"
bit SR avlastning	M 400.4	BOOL	
SR- trykkolje ac start	M 400.5	BOOL	
bit SR- inntaksluke opp	M 400.6	BOOL	
bit SR- inntaksluke ned	M 400.7	BOOL	
SR-ledeappartsp.inn	M 401.0	BOOL	
SR-ledeappartsp.ut	M 401.1	BOOL	
SR-hurtigl.driftstillt	M 401.2	BOOL	
SR-hurtigl.stoppstillt	M 401.3	BOOL	
SR-slagbeg.opp	M 401.4	BOOL	
SR-slagbeg.ned	M 401.5	BOOL	
SR-feltbryter	M 401.6	BOOL	
SR-brems paa	M 401.7	BOOL	
SR-brems av	M 402.0	BOOL	
tellebit for hysterse	M 407.4	BOOL	
temp bærelag real	MD 50	REAL	
olje bærelag real	MD 54	REAL	
lensekum nivaa real	MD 58	REAL	
hydr. oljenivå real	MD 62	REAL	
hydr. oljetemp real	MD 66	REAL	
hydr. oljetrykk real	MD 70	REAL	
P real	MD 74	REAL	
turtall real	MD 78	REAL	
temp stator L1 real	MD 82	REAL	

Vedlegg 1: Symbolliste

temp stator L2 real	MD 86	REAL	
temp stator L3 real	MD 90	REAL	
inntaksoljени real	MD 94	REAL	
inntaksoljetemp real	MD 98	REAL	
ledeapp.pos_real	MD 102	REAL	
slagbeg. real	MD 106	REAL	
temp styrelag real	MD 110	REAL	
temp s L1 kri.høy verdi	MD 114	REAL	
temp s L1 høy verdi	MD 118	REAL	
temp s L1 kri.lav verdi	MD 122	REAL	
temp s L1 lav verdi	MD 126	REAL	
temp s L2 lav verdi	MD 130	REAL	
temp s L2 kri.lav verdi	MD 134	REAL	
temp s L2 høy verdi	MD 138	REAL	
temp s L2 kri.høy verdi	MD 142	REAL	
temp s L3 lav verdi	MD 146	REAL	
temp s L3 kri.lav verdi	MD 150	REAL	
temp s L3 høy verdi	MD 154	REAL	
temp s L3 kri.høy verdi	MD 158	REAL	
hydr.oljenivå lav v	MD 162	REAL	
hydr.oljenivå kri.lav v	MD 166	REAL	
hydr.oljenivå høy v	MD 170	REAL	
hydr.oljenivå.kri.høy v	MD 174	REAL	
hydr.oljetemp lav v	MD 178	REAL	
hydr.oljetemp kri.lav v	MD 182	REAL	
hydr.oljetemp høy v	MD 186	REAL	
hydr.oljetemp.kri.høy v	MD 190	REAL	
hydr.oljetrykk lav v	MD 194	REAL	
hydr.oljetrykk kri.lav v	MD 198	REAL	
hydr.oljetrykk høy v	MD 202	REAL	
hydr.oljetrykk.kri.høy v	MD 206	REAL	
temp styrelag høy v	MD 210	REAL	
temp styrelag kri.høy v	MD 214	REAL	
temp bærelag høy v	MD 218	REAL	
temp bærelag kri.høy v	MD 222	REAL	
olje bærelag lav v	MD 226	REAL	
olje bærelag kri.lav v	MD 230	REAL	
olje bærelag høy v	MD 234	REAL	
olje bærelag kri.høy v	MD 238	REAL	
innt.oljeniv.lav v	MD 242	REAL	
innt.oljeniv.kri.lav v	MD 246	REAL	
innt.oljetemp.høy v	MD 250	REAL	
innt.oljetemp.kri.høy v	MD 254	REAL	
Q real	MD 258	REAL	
I1 real	MD 262	REAL	
UL1L2 real	MD 266	REAL	
F real	MD 270	REAL	
sekvensnummer	MW 403	INT	

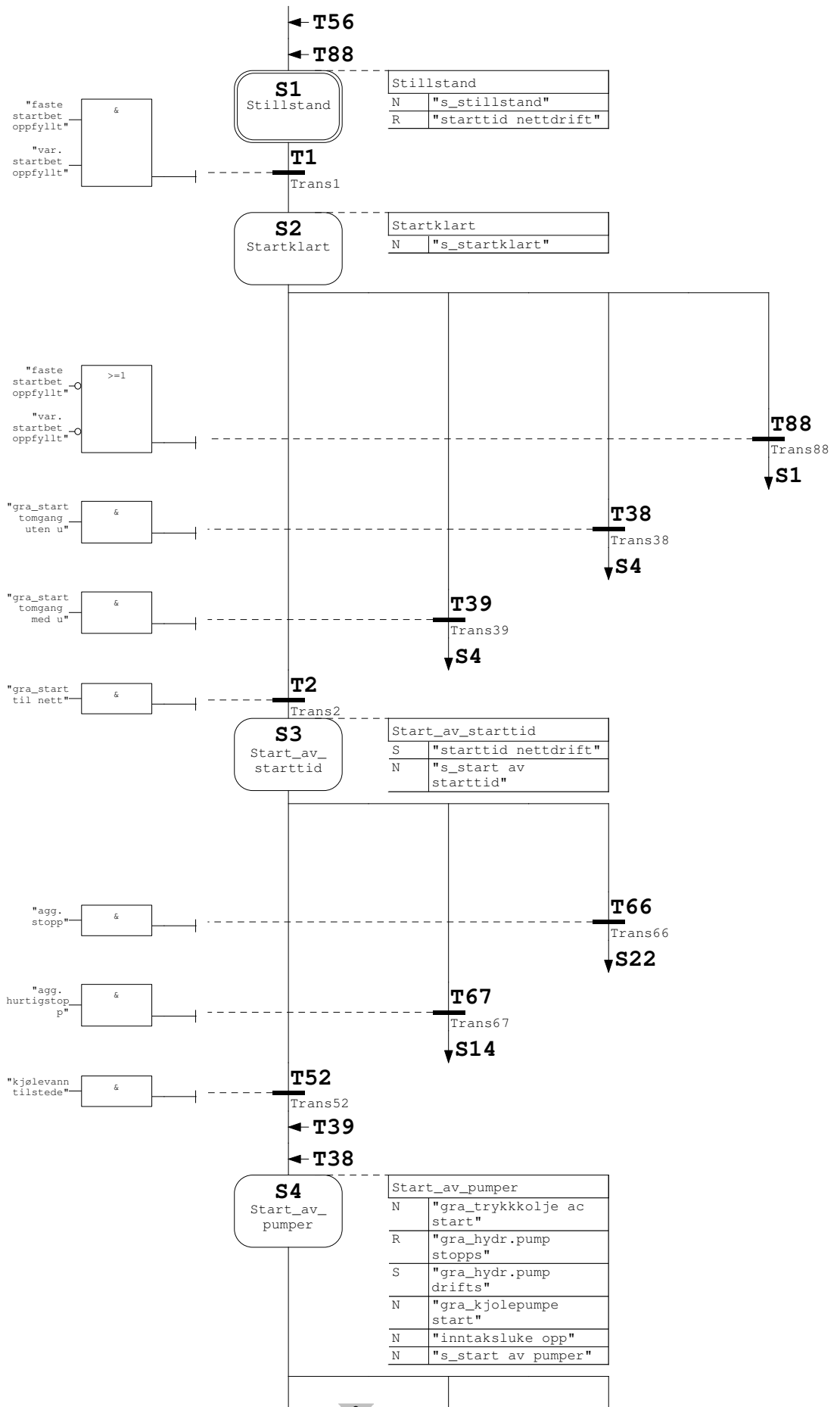
Vedlegg 1: Symbolliste

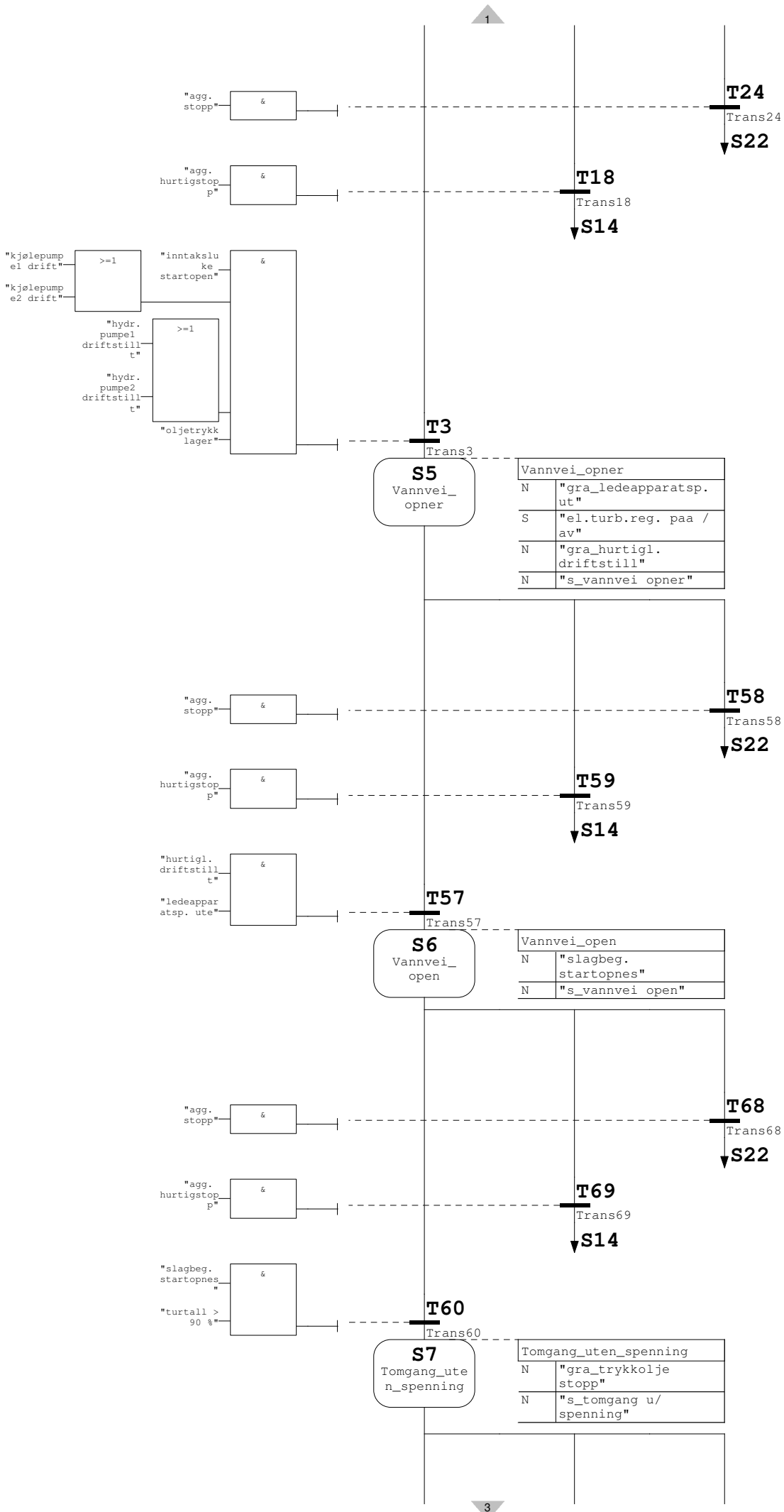
kladdeblokk for scale	MW 405	WORD	
Complete Restart	OB 100	OB 100	Restart OB
PROG_ERR	OB 121	OB 121	Programming Error
MOD_ERR	OB 122	OB 122	Module Access Error
temp bærelag analog	PIW 50	INT	
oljenivå bærelag analog	PIW 52	INT	
lensekum nivva analog	PIW 54	INT	
hydr. oljetemp analog	PIW 58	INT	
hydr. oljetrykk analog	PIW 60	INT	
temp stator L3 analog	PIW 70	INT	
inntaksoljetemp analog	PIW 74	INT	
ledeapp.pos_analog	PIW 76	INT	
slagbeg. analog	PIW 78	INT	
temp styrelag analog	PIW 80	INT	
lensepumpe start	Q 0.0	BOOL	
res. lensepumpe start	Q 0.1	BOOL	
brems paa	Q 0.2	BOOL	
brems av	Q 0.3	BOOL	
kjølepumpe1 start	Q 1.4	BOOL	
kjølepumpe2 start	Q 1.5	BOOL	
hydr.pumpe1 start	Q 1.6	BOOL	
hydr.pumpe2start	Q 1.7	BOOL	
trykkolje ac start	Q 2.0	BOOL	1 =start, 0 =stopp
trykkolje dc start	Q 2.1	BOOL	1 =start, 0 =stopp
ledeapparat.sp. ut	Q 2.2	BOOL	
ledeapparat.sp. inn	Q 2.3	BOOL	
gra_inntakspumpe start	Q 2.4	BOOL	
ventil1 åpne	Q 2.5	BOOL	
ventil2 åpne	Q 2.6	BOOL	
el.turb.reg. paa / av	Q 2.7	BOOL	1 =paa, 0= av
hurtigl.driftstill	Q 3.0	BOOL	
hurtigl. stoppstill	Q 3.1	BOOL	
slagbeg. opp	Q 3.2	BOOL	
slagbeg. ned	Q 3.3	BOOL	
ledeapp. ned	Q 3.4	BOOL	
ledeapp. opp	Q 3.5	BOOL	
feltb. inn/ut	Q 3.6	BOOL	1 =inne, 0=ute
sp.reg.auto	Q 4.0	BOOL	
sp.reg.hand	Q 4.1	BOOL	
spenning auke	Q 4.2	BOOL	
spenning minke	Q 4.3	BOOL	
effktb. inn	Q 4.4	BOOL	
effktb. ut	Q 4.5	BOOL	
skillebryter inn/ ut	Q 4.7	BOOL	
jordingskniv inn/ut	Q 5.2	BOOL	
RDREC	SFB 52	SFB 52	Read a Process Data Record
WRREC	SFB 53	SFB 53	Write a Process Data Record
TIME_TCK	SFC 64	SFC 64	Read the System Time

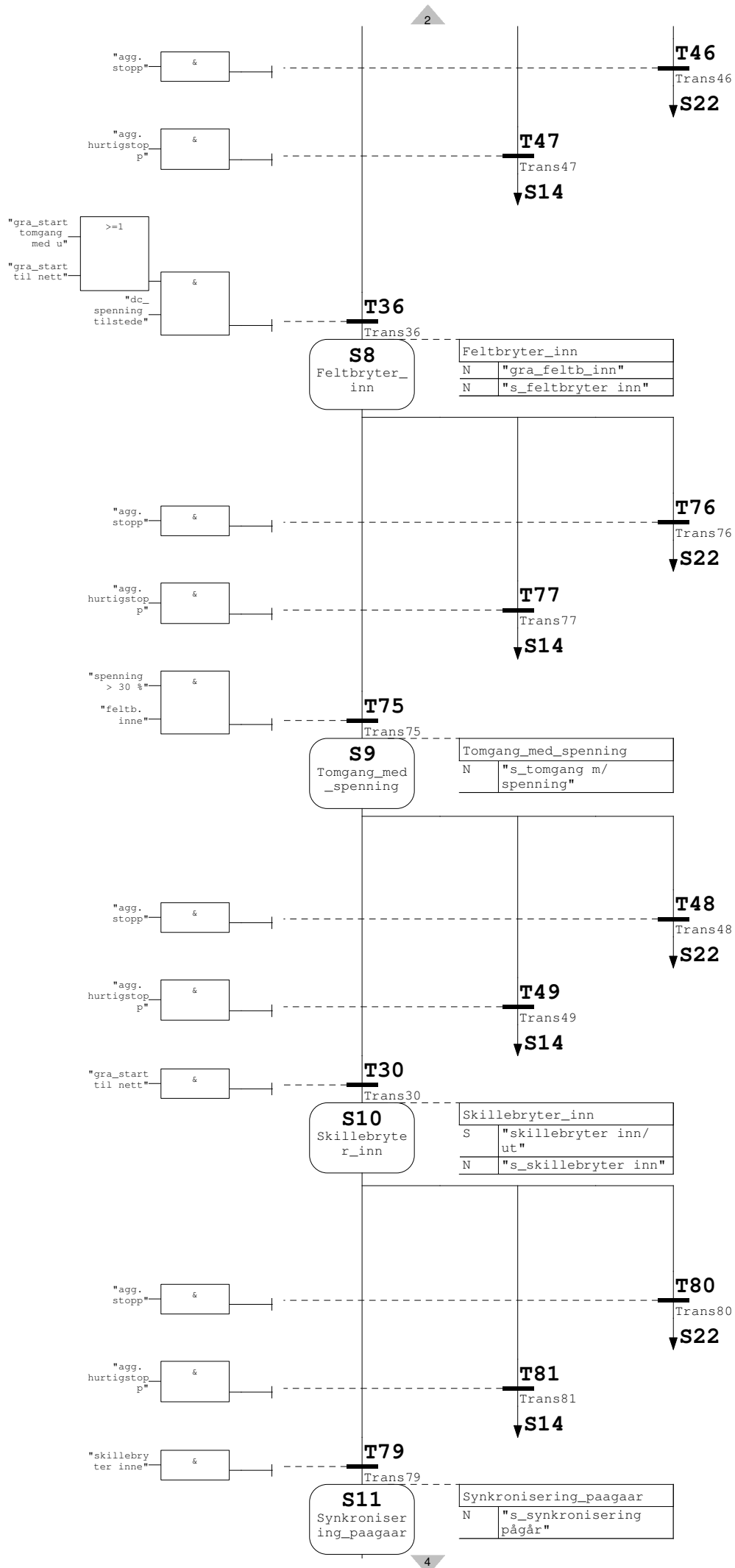
Vedlegg 1: Symbolliste

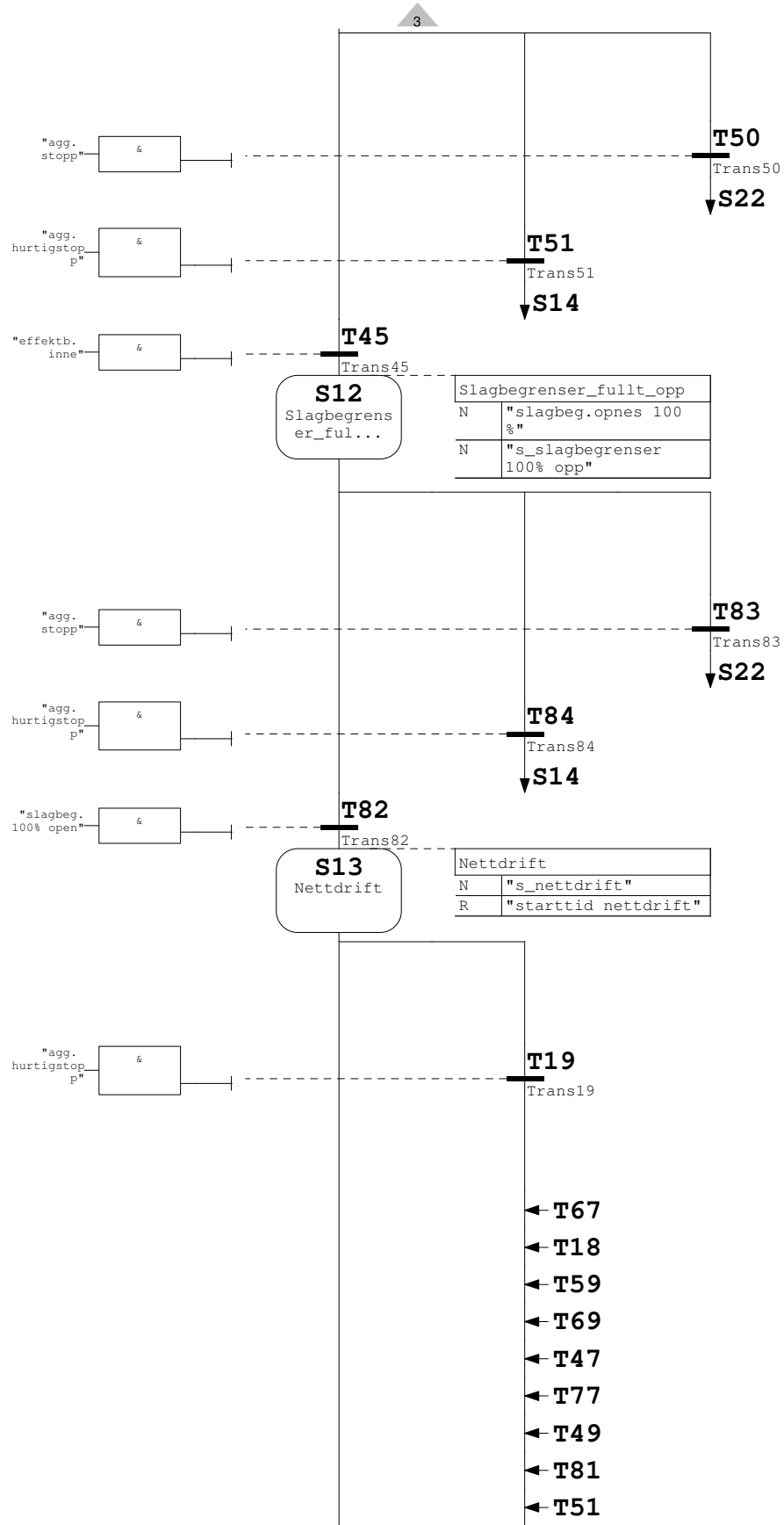
VAT_1	VAT 1		
VAT_2	VAT 2		test
VAT1	VAT 3		
VAT_200	VAT 4		

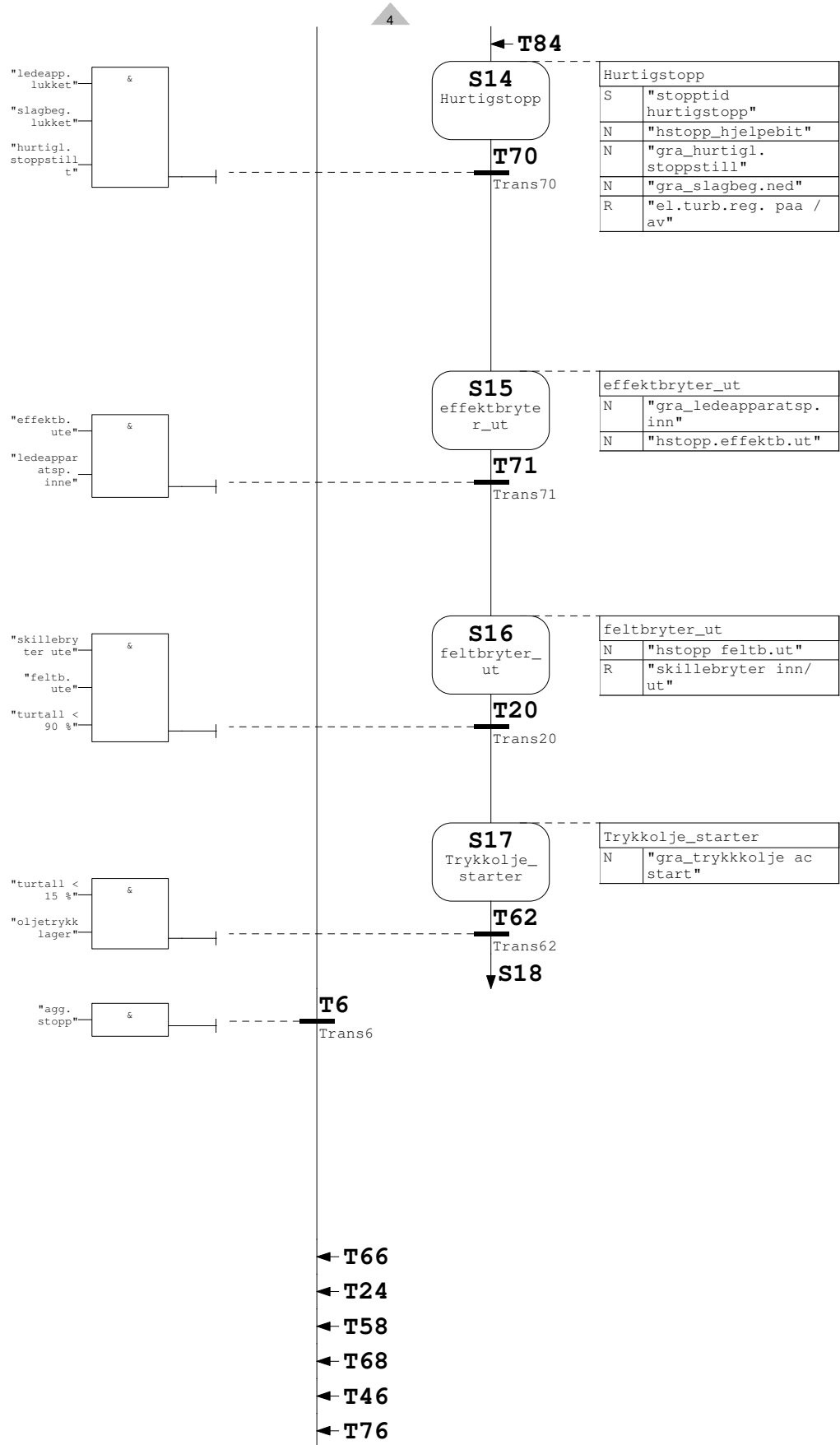
Block comment

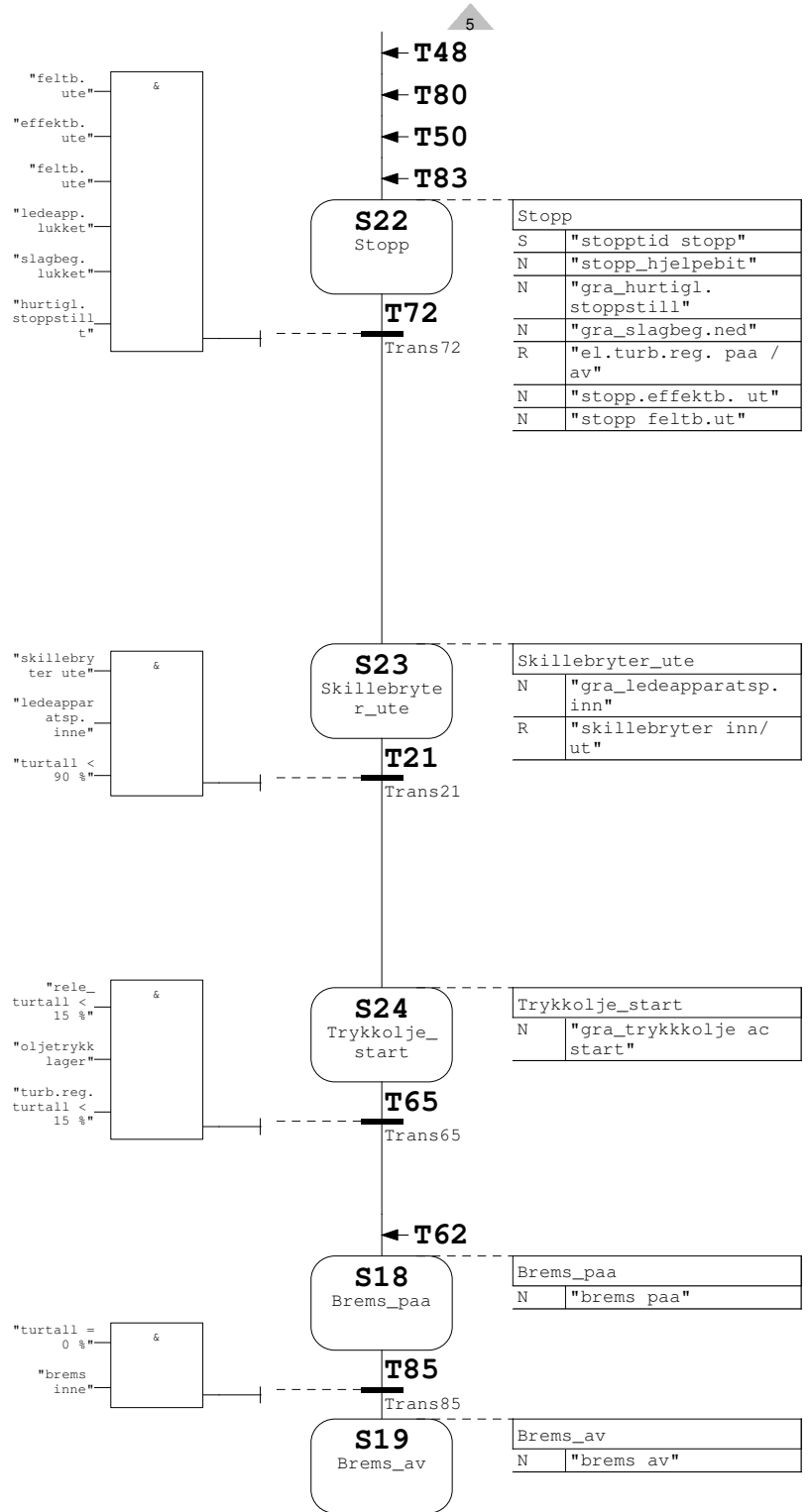


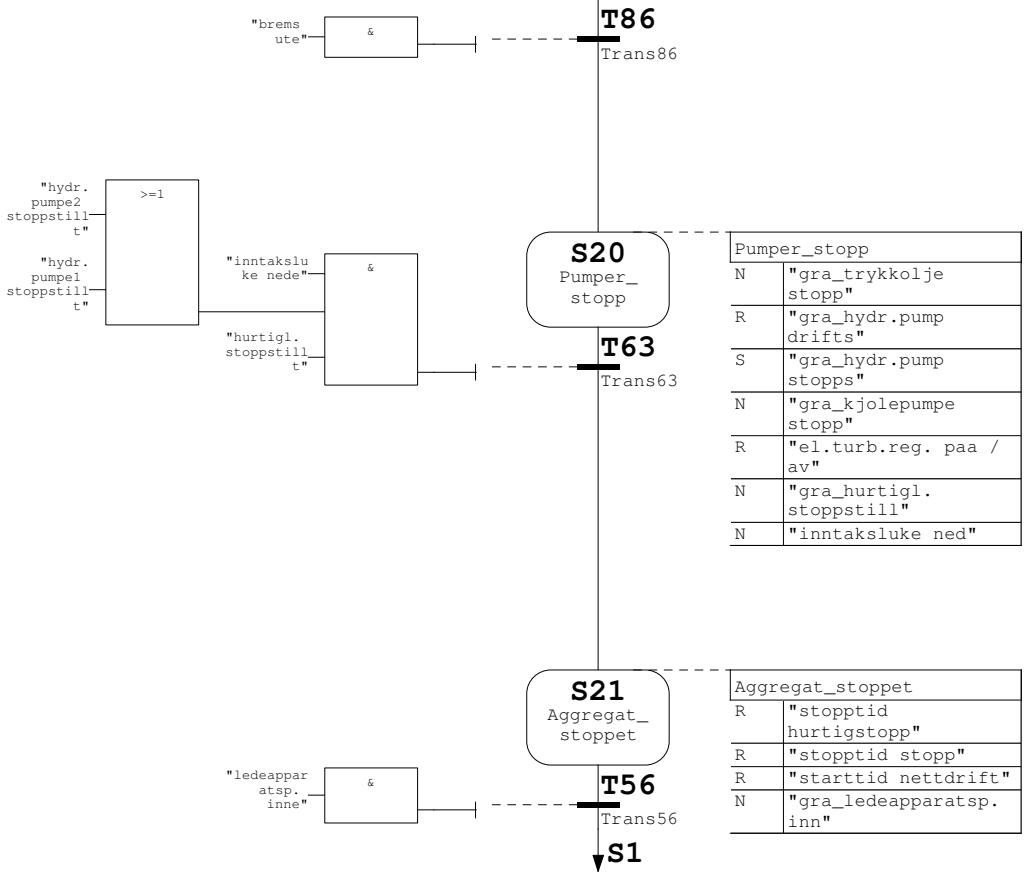












FB3 - <offline>

"Analog alarm m hysteres"

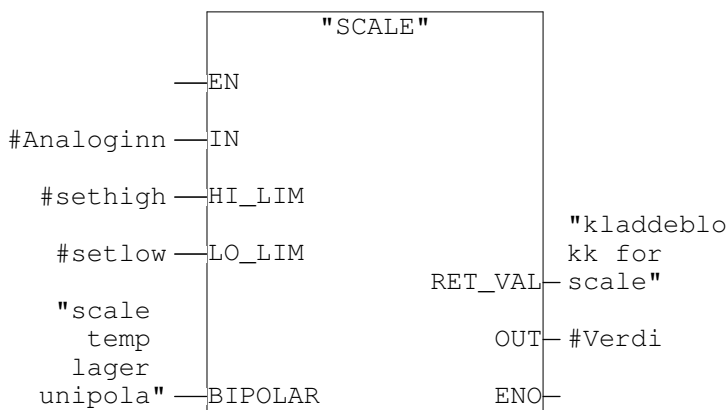
Name: **Family:**
Author: **Version:** 0.1
Block version: 2
Time stamp Code: 03/15/2010 01:55:58 PM
Interface: 03/11/2010 09:00:52 AM
Lengths (block/logic/data): 00860 00626 00020

Name	Data Type	Address	Initial Value	Comment
IN		0.0		
H_grense	Real	0.0	0.000000e+000	Alarmgrense høy
L_grense	Real	4.0	0.000000e+000	Alarmgrense lav
Hyst	Real	8.0	0.000000e+000	Hysteres i måleverdienhet
Puls	Bool	12.0	FALSE	Firkantpuls 1 sek.
Delay	Int	14.0	0	Sekunder
H_for_gr	Real	16.0	0.000000e+000	Forvarselgrense høy
L_for_gr	Real	20.0	0.000000e+000	Forvarselgrense lav
Analoginn	Int	24.0	0	Analog måling inn
sethigh	Real	26.0	0.000000e+000	Angir maks skaleringsverdi
setlow	Real	30.0	0.000000e+000	Angir minimums skaleringsverdi
OUT		0.0		
H_al	Bool	34.0	FALSE	Alarm høy
L_al	Bool	34.1	FALSE	Alarm lav
H_for	Bool	34.2	FALSE	Forvarsel høy
L_for	Bool	34.3	FALSE	Forvarsel lav
IN_OUT		0.0		
Verdi	Real	36.0	0.000000e+000	Måleverdi skalert
STAT		0.0		
Al_h	Bool	40.0	FALSE	Høy alarm detektert
Pos_puls	Bool	40.1	FALSE	Positiv flankedeteksjon av firkantpuls alarm høy
Ant_puls	Int	42.0	0	Antall positive pulser
Tid	Bool	44.0	FALSE	Setter høyalarm når tiden er utløpt
H_min_Hy	Real	46.0	0.000000e+000	Høy alarmgrense minus hysteres
R_al_H	Bool	50.0	FALSE	Reset høyalarm
Al_l	Bool	50.1	FALSE	Lav alarm detektert
Pos_puls_1	Bool	50.2	FALSE	Positiv flankedeteksjon av firkantpuls alarm lav
Ant_puls_1	Int	52.0	0	Antall positive pulser
Tid_1	Bool	54.0	FALSE	Setter lavalarm når tiden er utløpt
L_pluss_Hy	Real	56.0	0.000000e+000	Lav alarmgrense pluss hysteres
R_al_L	Bool	60.0	FALSE	Reset lavalarm
For_h	Bool	60.1	FALSE	Forvarsel høy detektert
Tid_for_h	Bool	60.2	FALSE	Setter forvarsel høy når tiden er utløpt

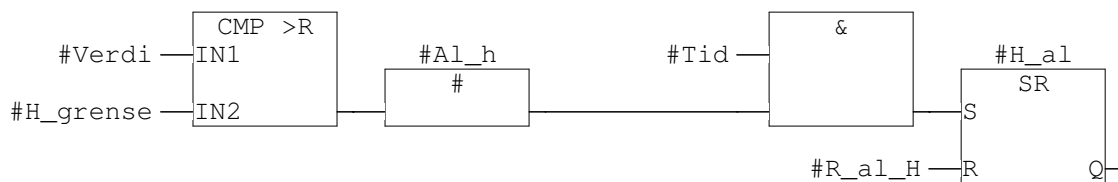
Name	Data Type	Address	Initial Value	Comment
For_h_pluss_Hy	Real	62.0	0.000000e+000	Forvarsel høy grense minus hysteres
R_for_h	Bool	66.0	FALSE	Reset forvarsel høy
Ant_puls_for_h	Int	68.0	0	Antall positive pulser forvarsel høy
Pos_puls_for_h	Bool	70.0	FALSE	Positiv flankedeteksjon av firkantpuls forvarsel høy
For_l	Bool	70.1	FALSE	Forvarsel lav detektert
Tid_for_l	Bool	70.2	FALSE	Setter forvarsel lav når tiden er utløpt
For_l_min_Hy	Real	72.0	0.000000e+000	Forvarsel lav grense minus hysteres
R_for_l	Bool	76.0	FALSE	Reset forvarsel lav
Ant_puls_for_l	Int	78.0	0	Antall positive pulser forvarsel lav
Pos_puls_for_l	Bool	80.0	FALSE	Positiv flankedeteksjon av firkantpuls forvarsel lav
TEMP		0.0		

Block: FB3

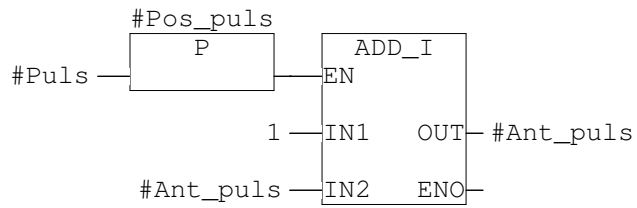
Network: 1 Skalrerer fra en analog verdi (0-27xxx) til en reell verdi (xx-xx)



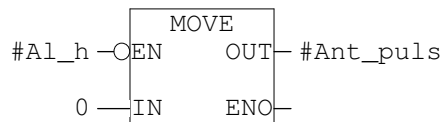
Network: 2 Høy alarm



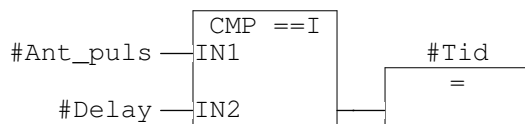
Network: 3 Teller antall pulser



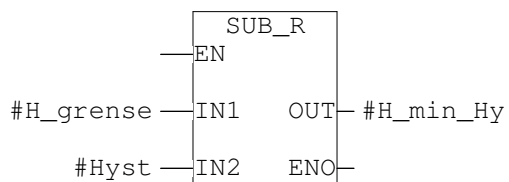
Network: 4 Deblokkerer #Ant_puls ved at alarm høy går



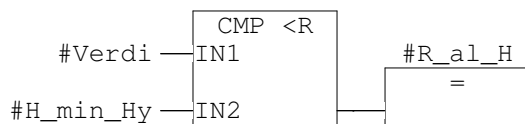
Network: 5 Sjekker tid med høy alarm



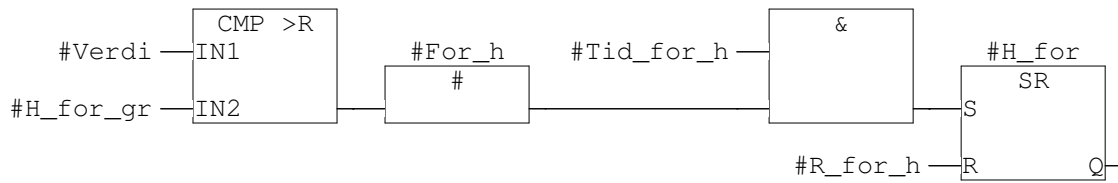
Network: 6 Reset av alarm



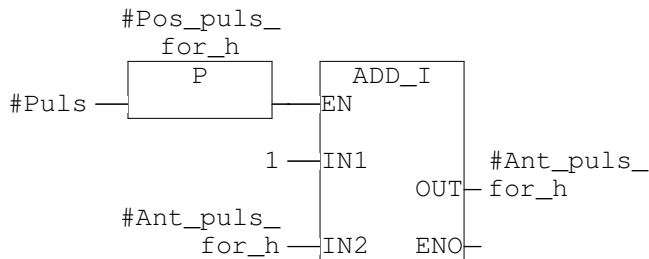
Network: 7 Resetter alarm høy



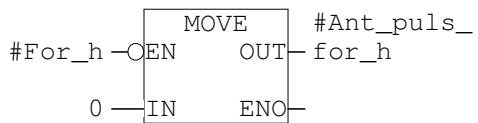
Network: 8 Forvarsel høy



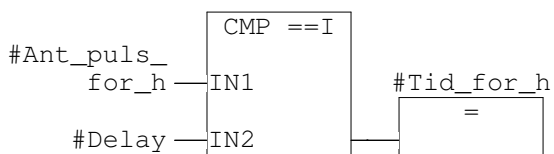
Network: 9



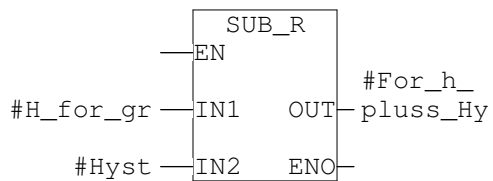
Network: 10



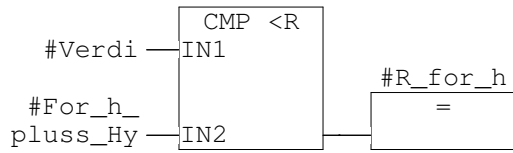
Network: 11 Sjekker tid med forvarsel høy



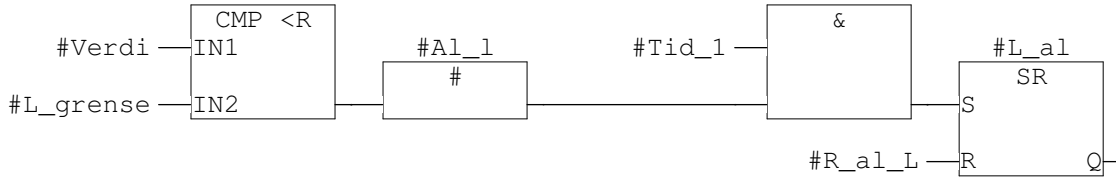
Network: 12 Reset av forvarsel



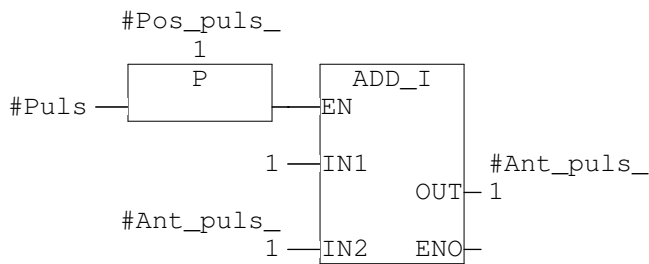
Network: 13



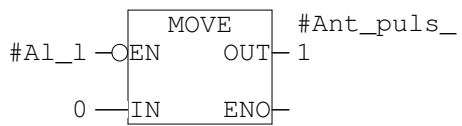
Network: 14 Lav alarm



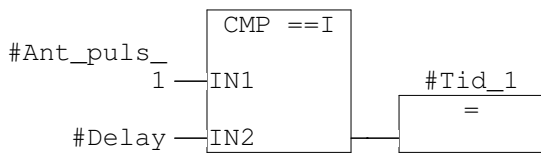
Network: 15



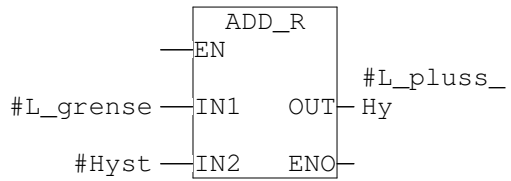
Network: 16



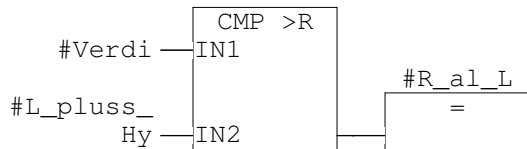
Network: 17 Sjekker tid med lav alarm



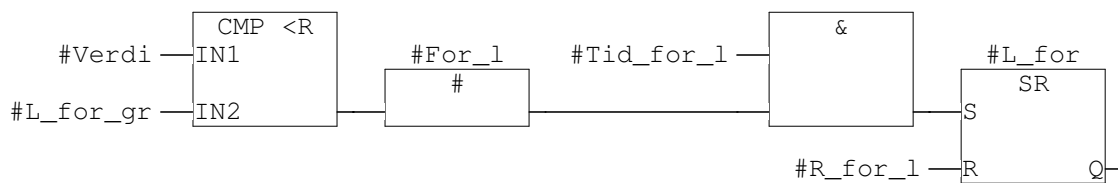
Network: 18 Reset av alarm



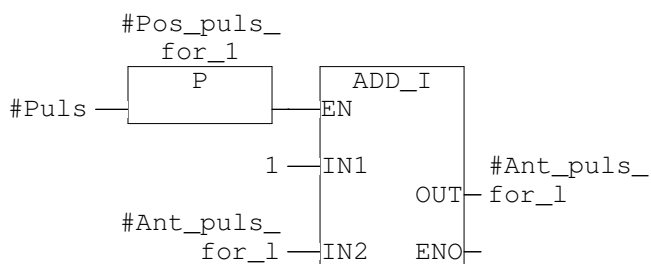
Network: 19



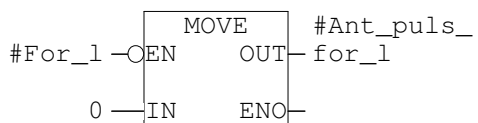
Network: 20 Forvarsel lav



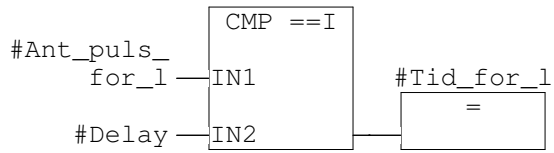
Network: 21



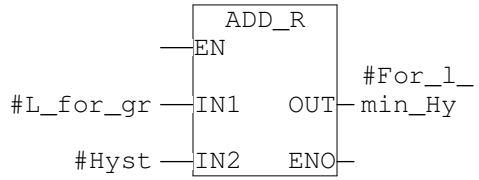
Network: 22



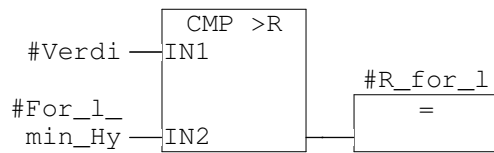
Network: 23 Sjekker tid med forvarsel høy



Network: 24 Reset av forvarsel lav



Network: 25



FC1 - <offline>

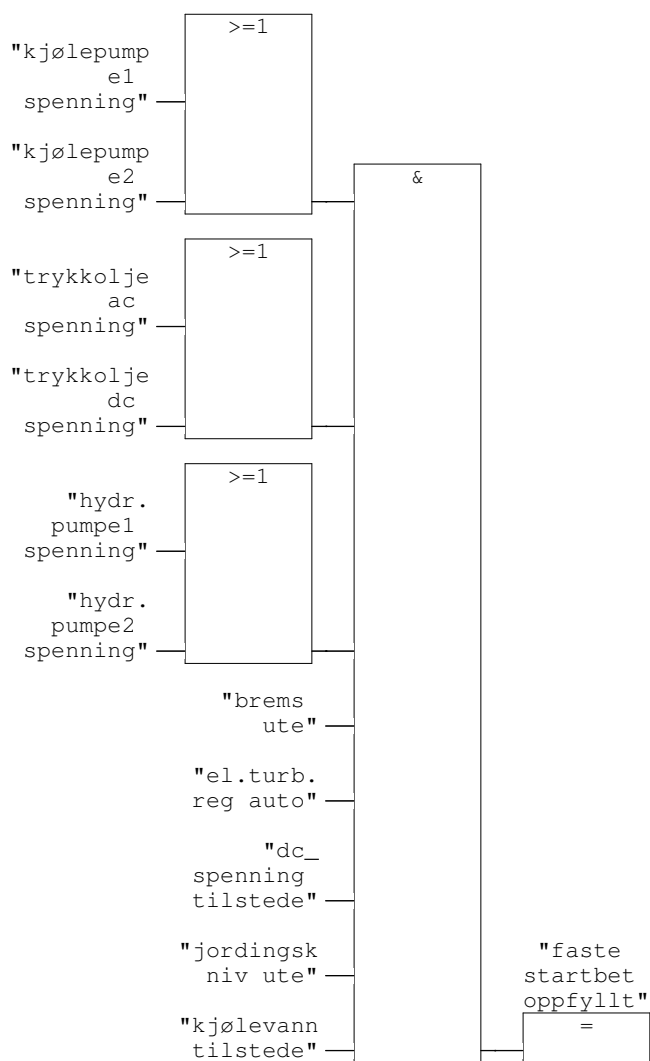
"krysskoblinger"

Name: **Family:**
Author: **Version:** 0.1
Block version: 2
Time stamp Code: 06/01/2010 10:43:38 AM
Interface: 01/22/2010 10:34:57 AM
Lengths (block/logic/data): 00434 00306 00000

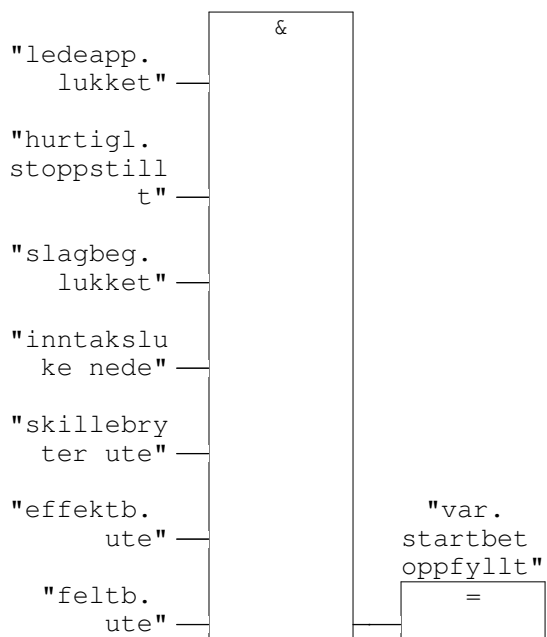
Name	Data Type	Address	Comment
IN		0.0	
OUT		0.0	
IN_OUT		0.0	
TEMP		0.0	
RETURN		0.0	
RET_VAL		0.0	

Block: FC1

Network: 1	Faste startbetingelser
------------	------------------------

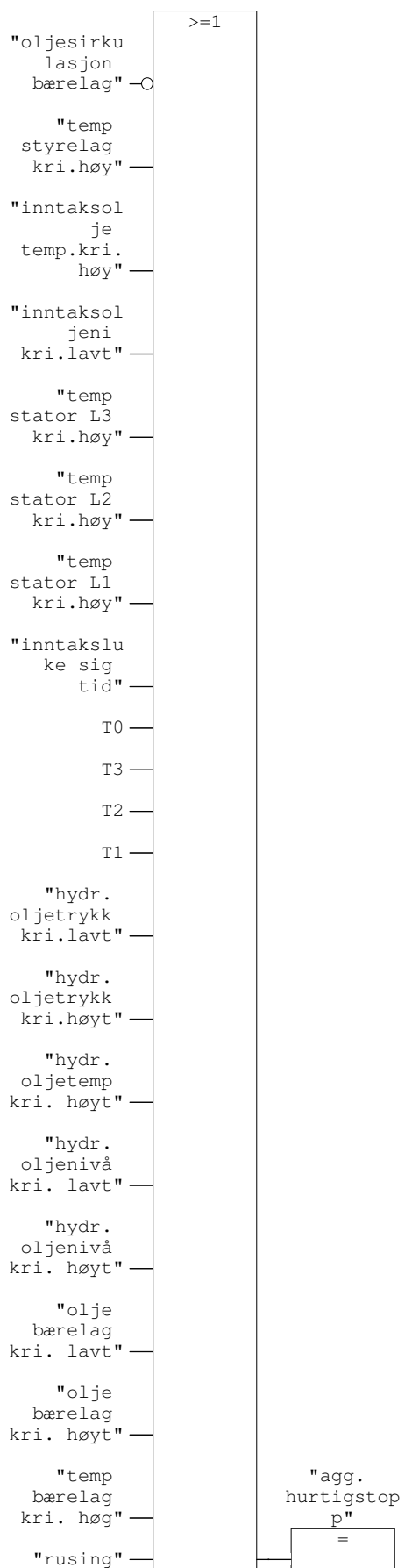


Network: 2 Variable startbetingelser



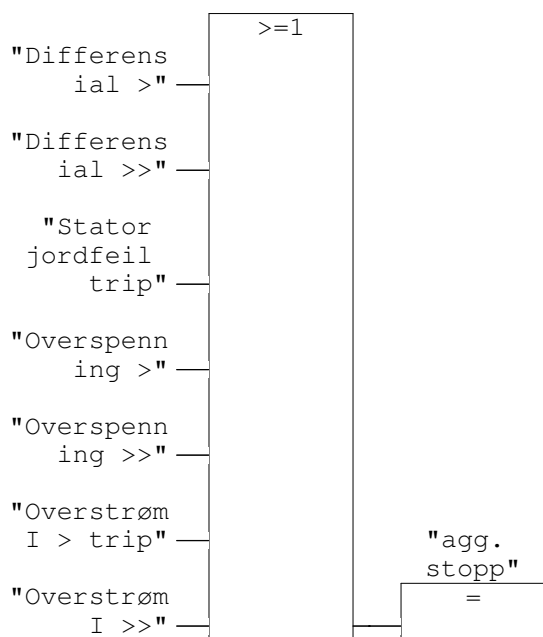
Network: 3 hurtigstopp

Må lages enn signalforsinkelse for "oljesirkulasjon bærelag". Forsinkelsen skal utgå når aggregatet går i tomgang (m/u spenning)



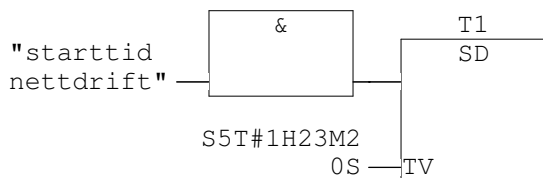
Network: 4 Stopp

vernsignal



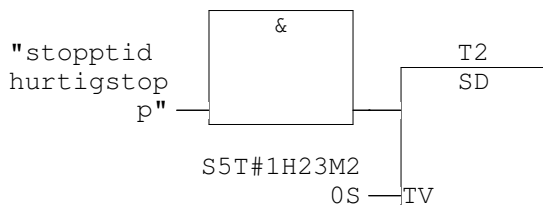
Network: 5 Lang starttid frå startklar til nettdrift

Lang starttid aktiverer hurtigstopp. Tiden vil variere fra kraftverk til kraftverk



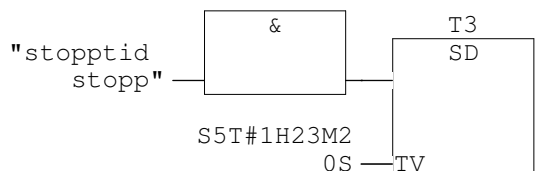
Network: 6 Lang stopptid hurtigstopp

Tiden vil variere fra kraftverk til kraftverk



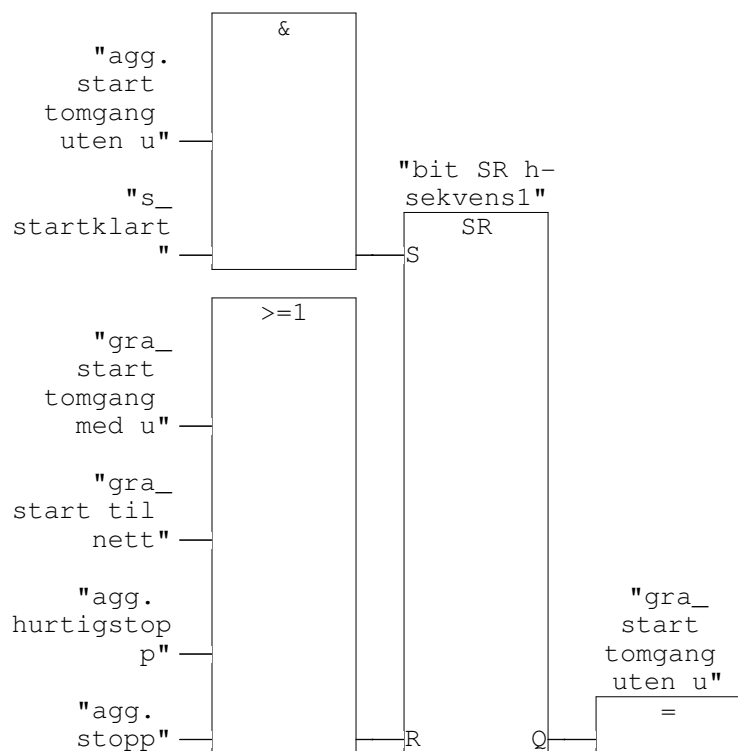
Network: 7 Lang stopptid stopp

Tiden vil variere fra kraftverk til kraftverk



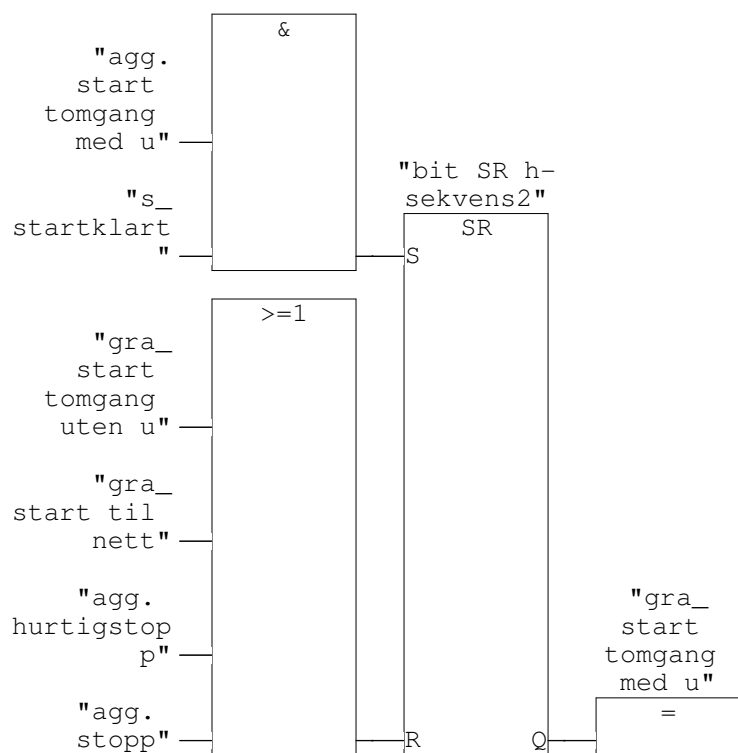
Network: 8 Holdefunksjon for "agg.start tomgang uten u"

"agg.start tomgang uten u" = signal frå touch panel
 "gra_start tomgang uten u" = signal til sekvens (graph)



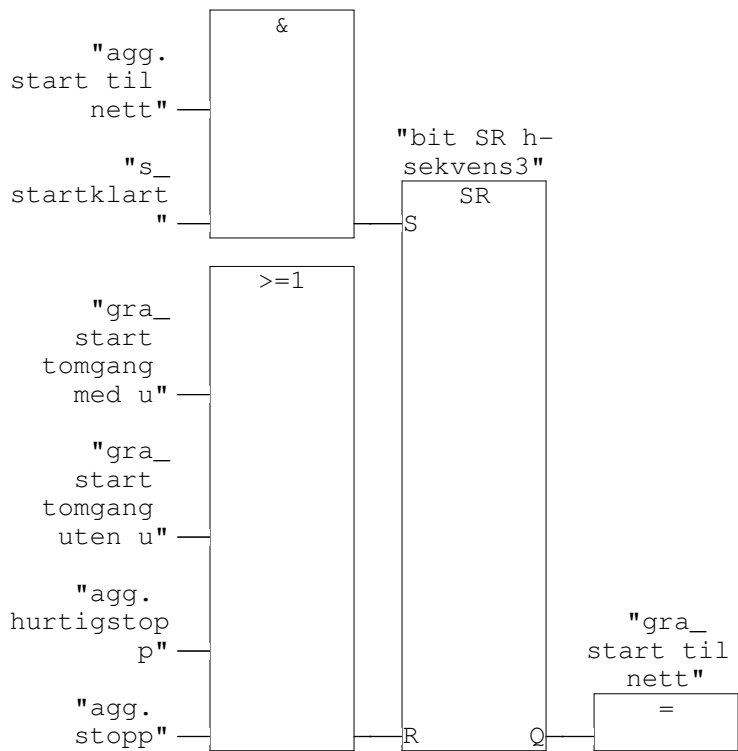
Network: 9 Holdefunksjone for "agg.start tomgang med u"

"agg.start tomgang med u" -> signal frå touch panel
 "gra_start tomgang med u" -> signal til sekvens (graph)

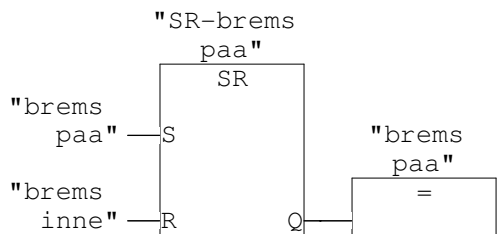


Network: 10 Holdefunksjone for "agg.start til nett"

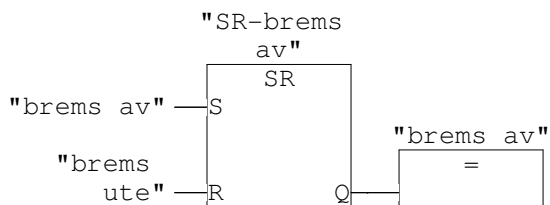
"agg.start til nett" -> signal frå touch panel
 "gra_start til nett" -> signal til sekvens (graph)



Network: 11 Brems paa

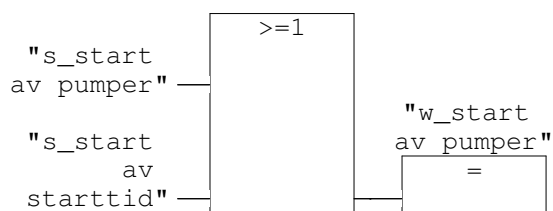


Network: 12 Brems av



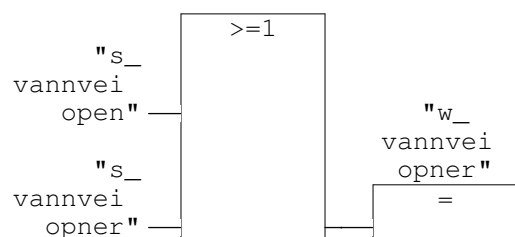
Network: 13

Logikk for visning av startsekvens indikasjonslamper i WinCC



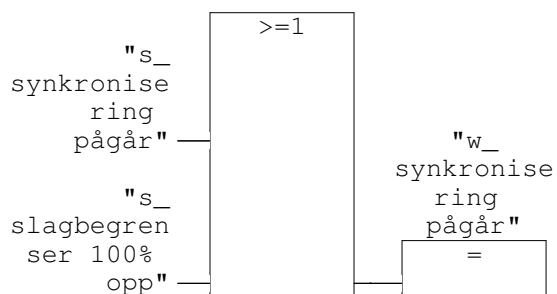
Network: 14

Logikk for visning av startsekvens indikasjonslamper i WinCC



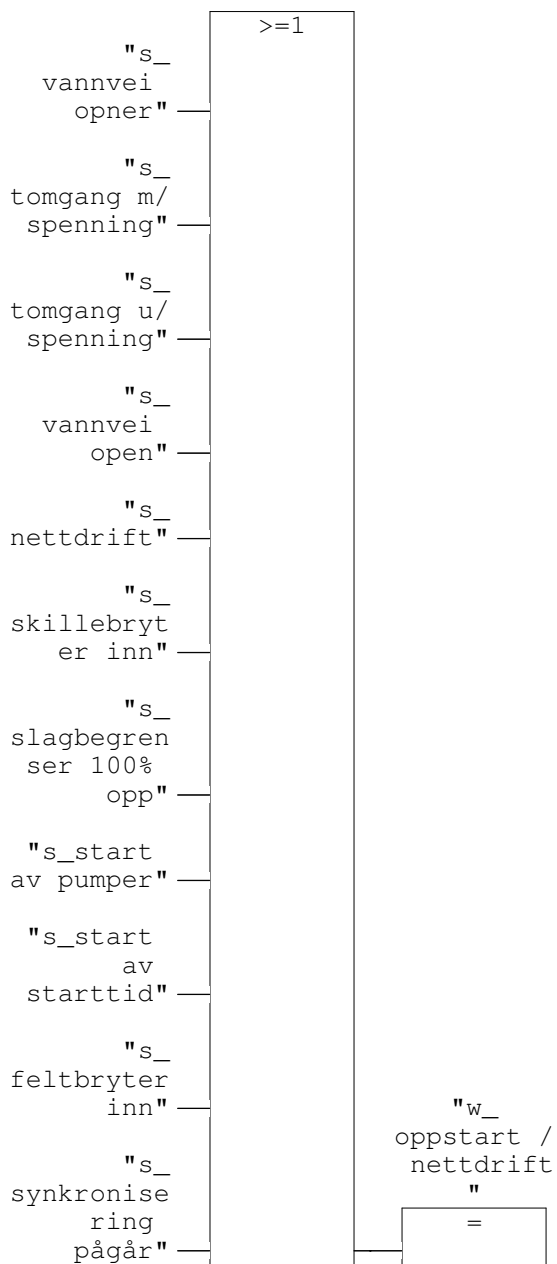
Network: 15

Logikk for visning av startsekvens indikasjonslamper i WinCC



Network: 16

Logikk for visning av startsekvens indikasjonslamper i WinCC



FC2 - <offline>

"lager"

Name: **Family:**
Author: **Version:** 0.1
Block version: 2
Time stamp Code: 04/26/2010 08:30:23 AM
Interface: 01/22/2010 12:11:32 PM
Lengths (block/logic/data): 00830 00708 00006

Name	Data Type	Address	Comment
IN		0.0	
OUT		0.0	
IN_OUT		0.0	
TEMP		0.0	
RETURN		0.0	
RET_VAL		0.0	

Block: FC2 Logikk for lager

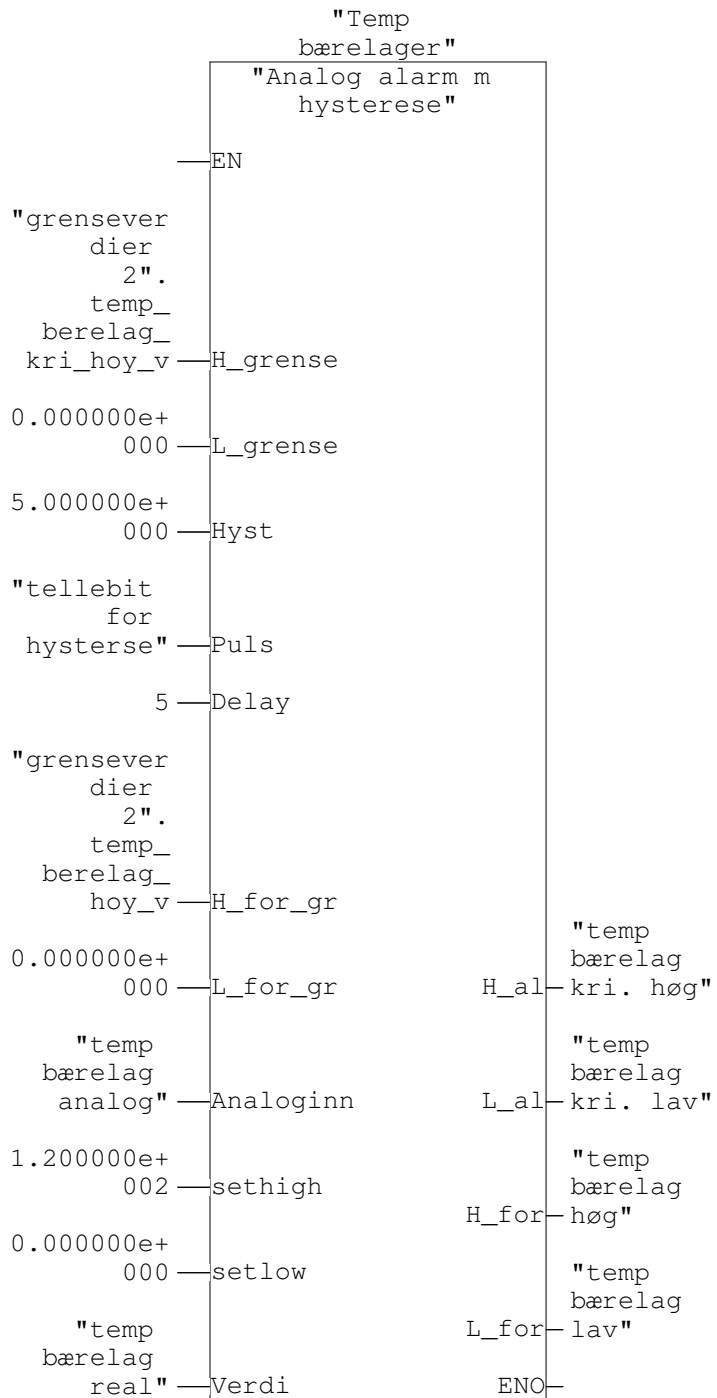
Kjølepumpene gjelder også for styrelagrene

Network: 1 temp måling bærelager

f.eks:sethigh: angir maks temp (120 grader), setlow: angir min temp (0 grader)

"temp bærelag lav" og "temp bærelag kri. lav" er ikke i bruk

"temp bærelag høg" -> forvarsel
 "temp bærelag kri. høg" -> hurtigstopp

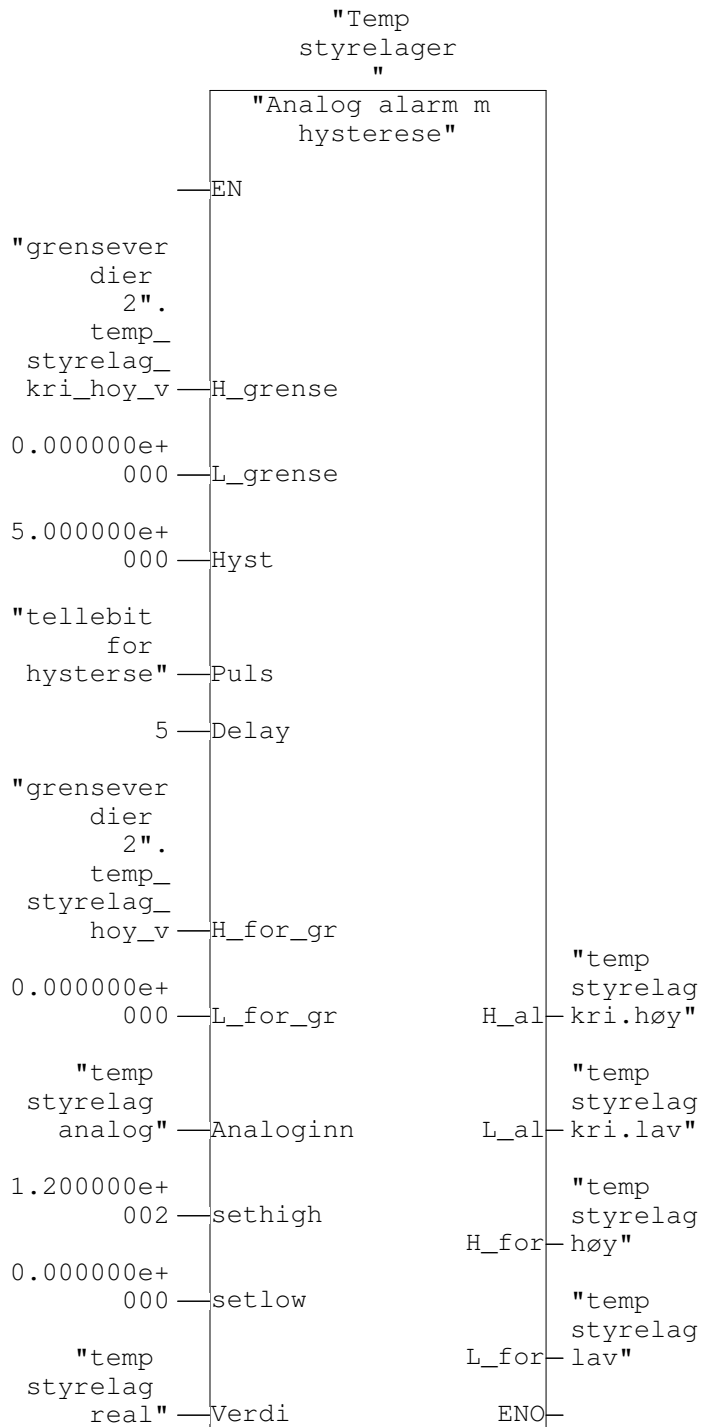


Network: 2 Styrelager temperaturovervåkning

f. eks: sethigh: angir maks temp (120 grader), setlow: angir min temp (0 grader)

"temp styrelag lav" og "temp styrelag kri. lav" er ikke i bruk

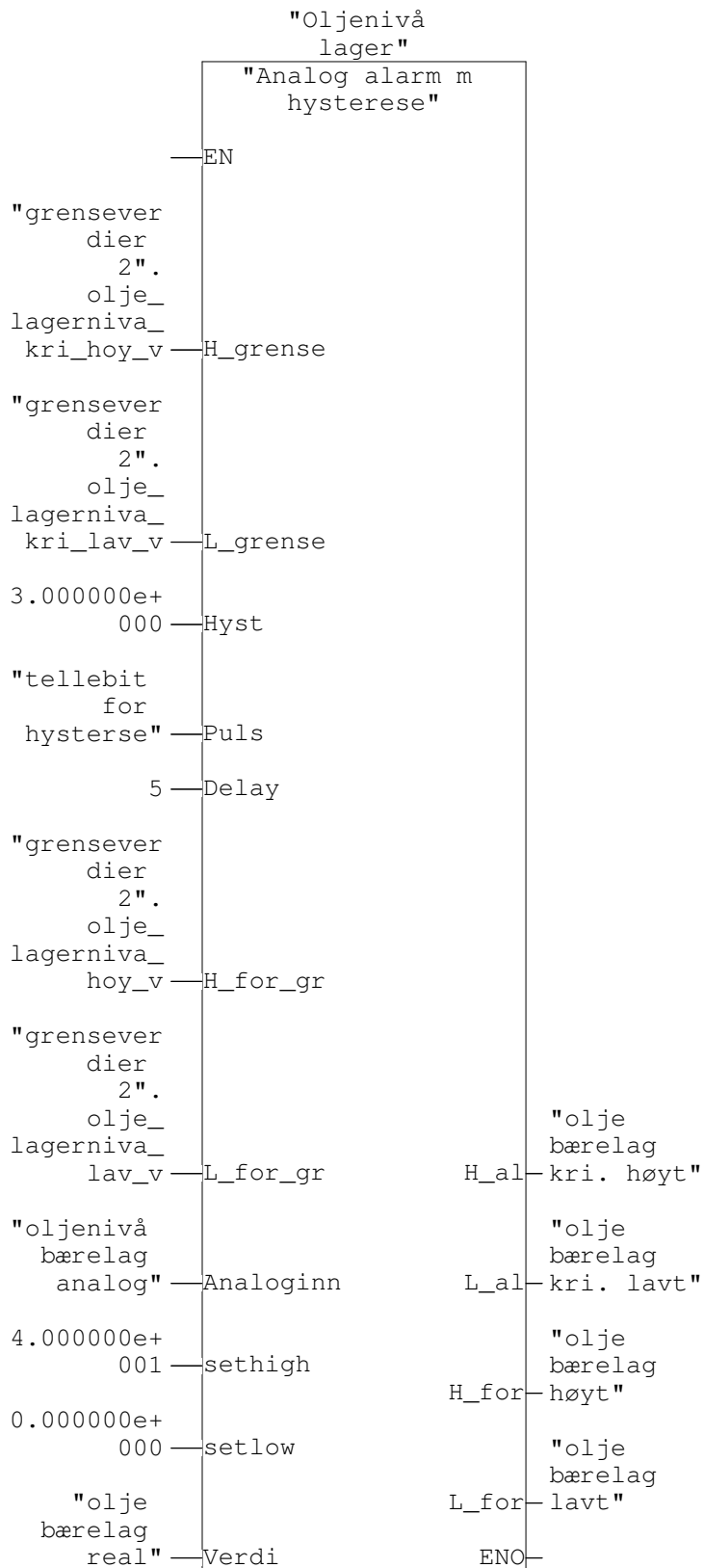
"temp styrelag høg" -> forvarsel
 "temp styrelag kri. høg" -> hurtigstopp



Network: 3 Oljenivå måling bærelager

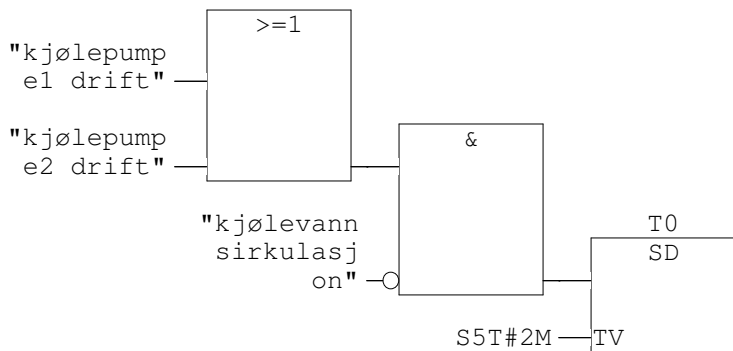
f. eks: sethigh: angir maks nivå (40 cm), setlow: angir min nivå (0 cm)

"olje bærelag lavt" -> forvarsel
 "olje bærelag kri. lavt" -> hurtigstopp
 "olje bærelag høyt" -> forvarsel
 "olje bærelag kri. høyt" -> hurtigstopp

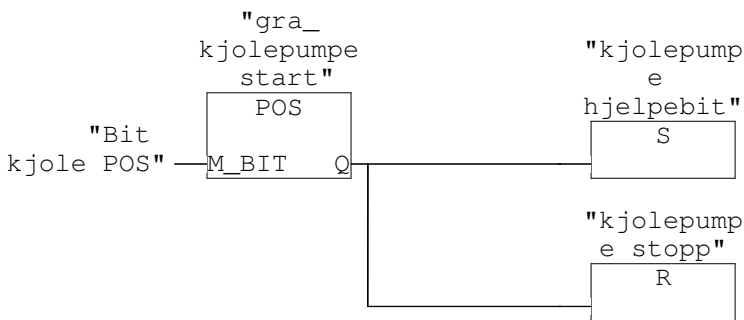


Network: 4 Sirkulasjonsvakt kjølevann

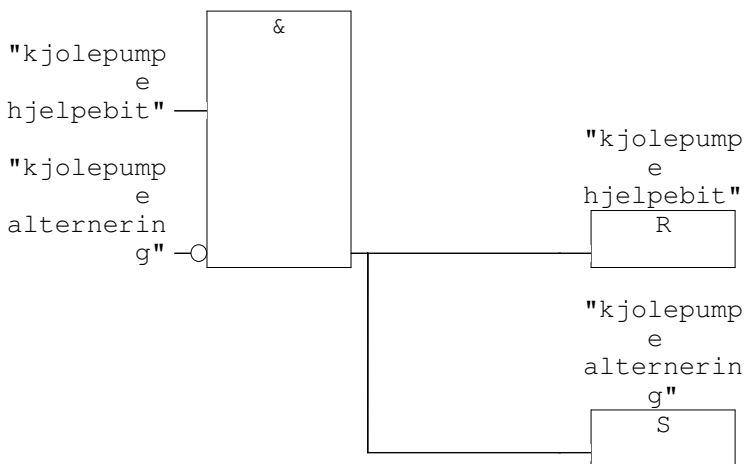
Har signalforsinkelse på sirkulasjonsvakten på 120 sekunder. T0 aktivert gir hurtigstopp



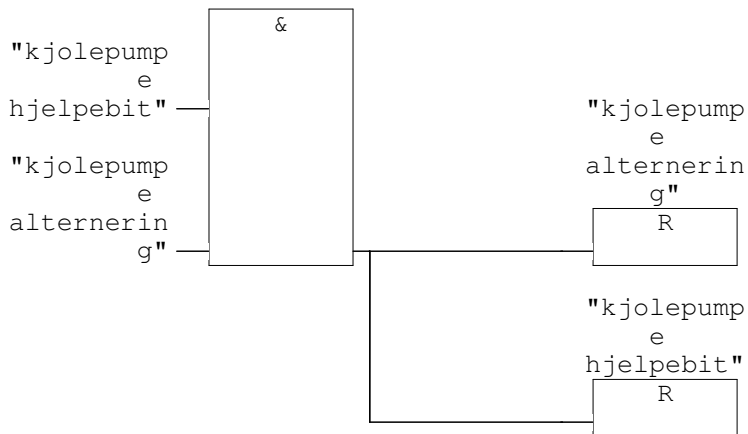
Network: 5 Pumpene starter annenhver gang



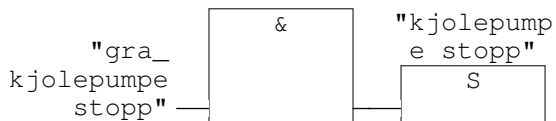
Network: 6



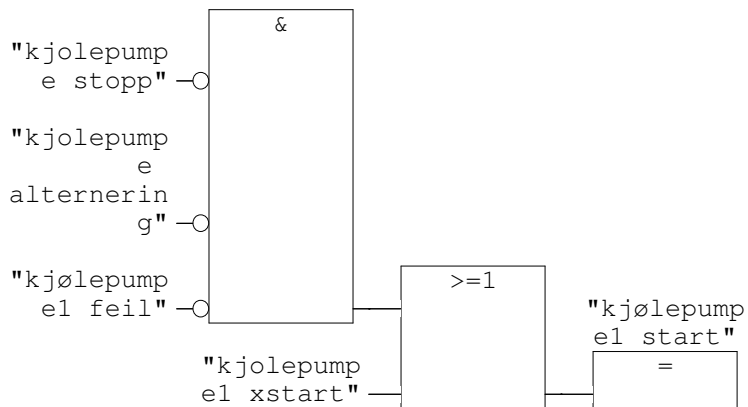
Network: 7 alternering: 0 = pumpe1, 1 =pumpe2



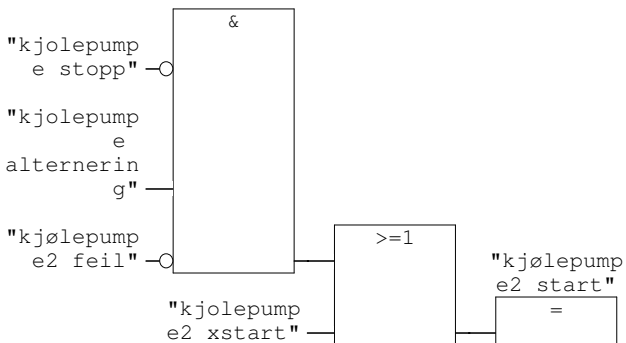
Network: 8



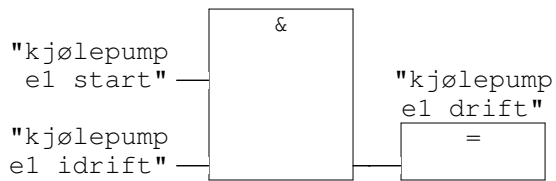
Network: 9



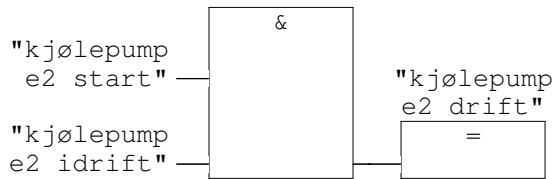
Network: 10



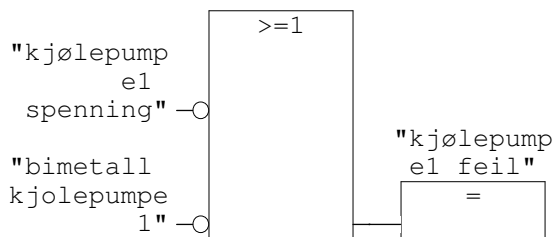
Network: 11 Kjølepumpe 1 drift -> indikasjon på at pumpe har startet



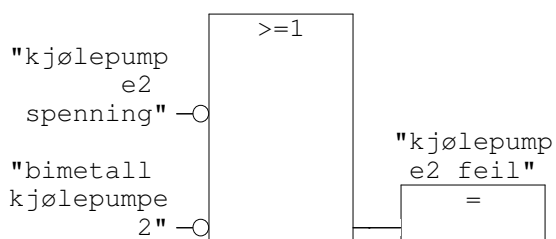
Network: 12 Kjølepumpe 2 drift -> indikasjon på at pumpe har startet



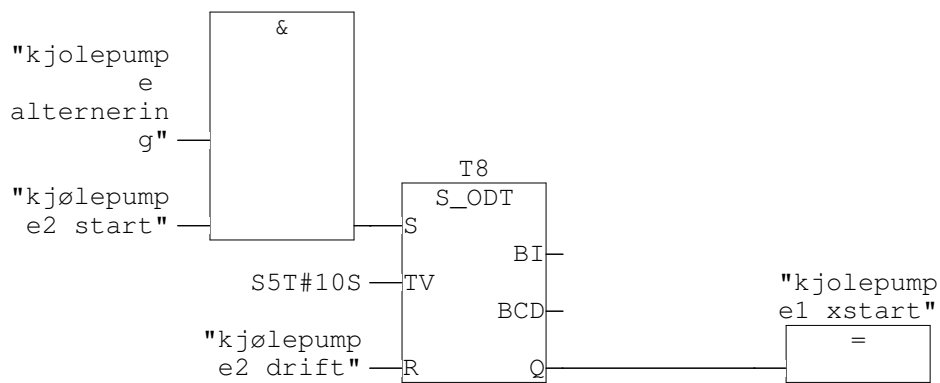
Network: 13 Kjølepumpe 1 feil



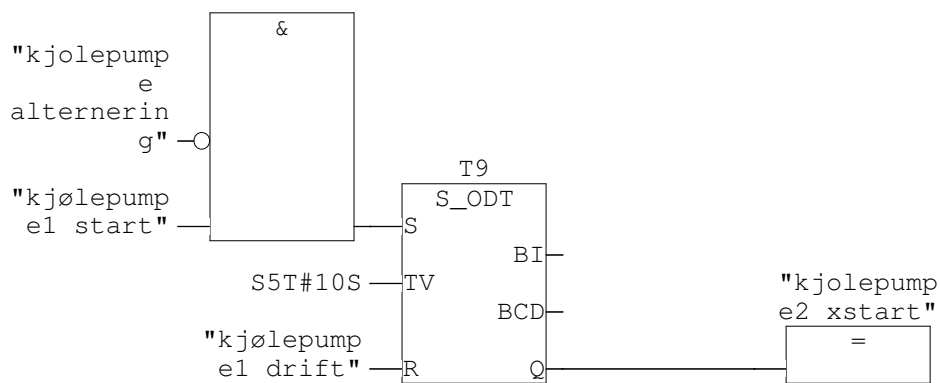
Network: 14 Kjølepumpe 2 feil



Network: 15 forrigling viss pumpe 2 er ute av drift



Network: 16 forrigling viss pumpe 1 er ute av drift



FC3 - <offline>

"hydraulikkpumper"

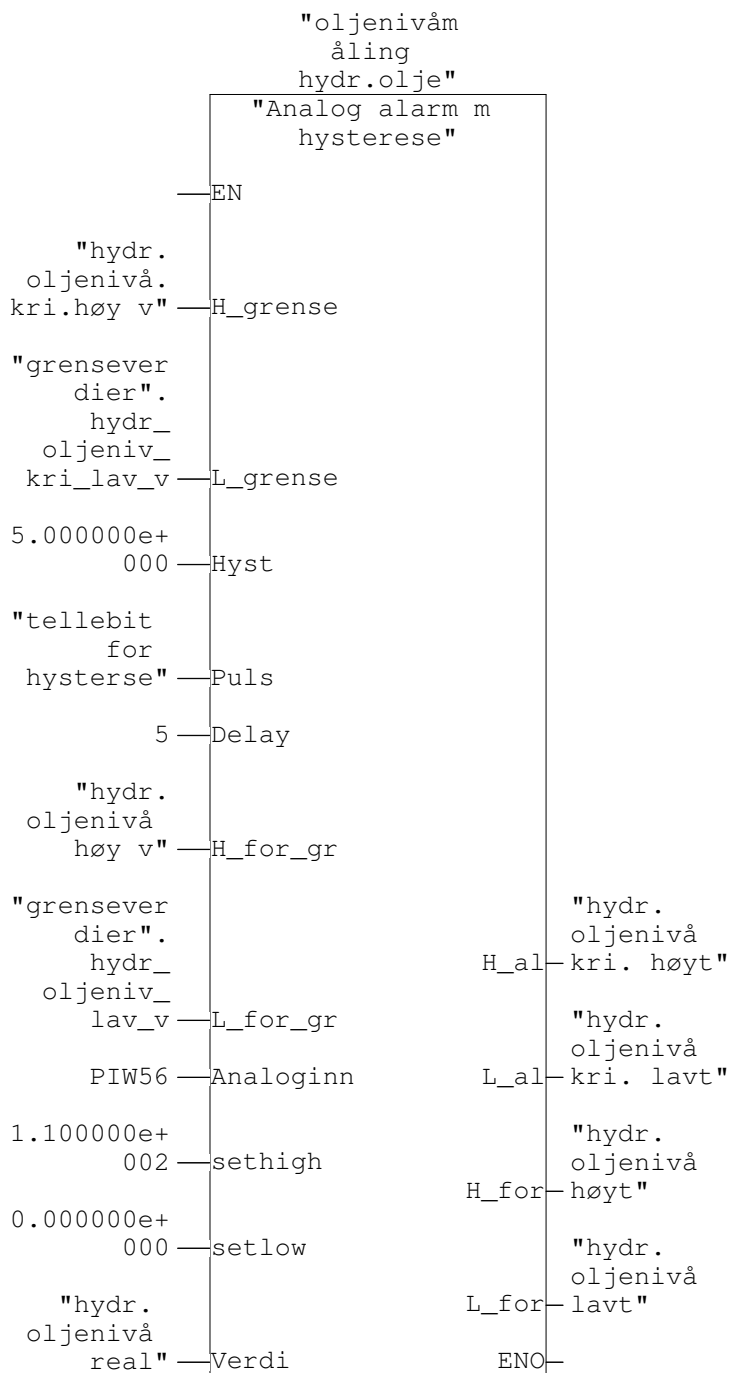
Name:
Author:
Time stamp Code:
Interface:
Lengths (block/logic/data):

Family:
Version: 0.1
Block version: 2
04/06/2010 01:55:58 PM
01/25/2010 12:11:11 PM
01148 01018 00006

Name	Data Type	Address	Comment
IN		0.0	
OUT		0.0	
IN_OUT		0.0	
TEMP		0.0	
RETURN		0.0	
RET_VAL		0.0	

Block: FC3 Hydraulikk (turbin etc.)
--

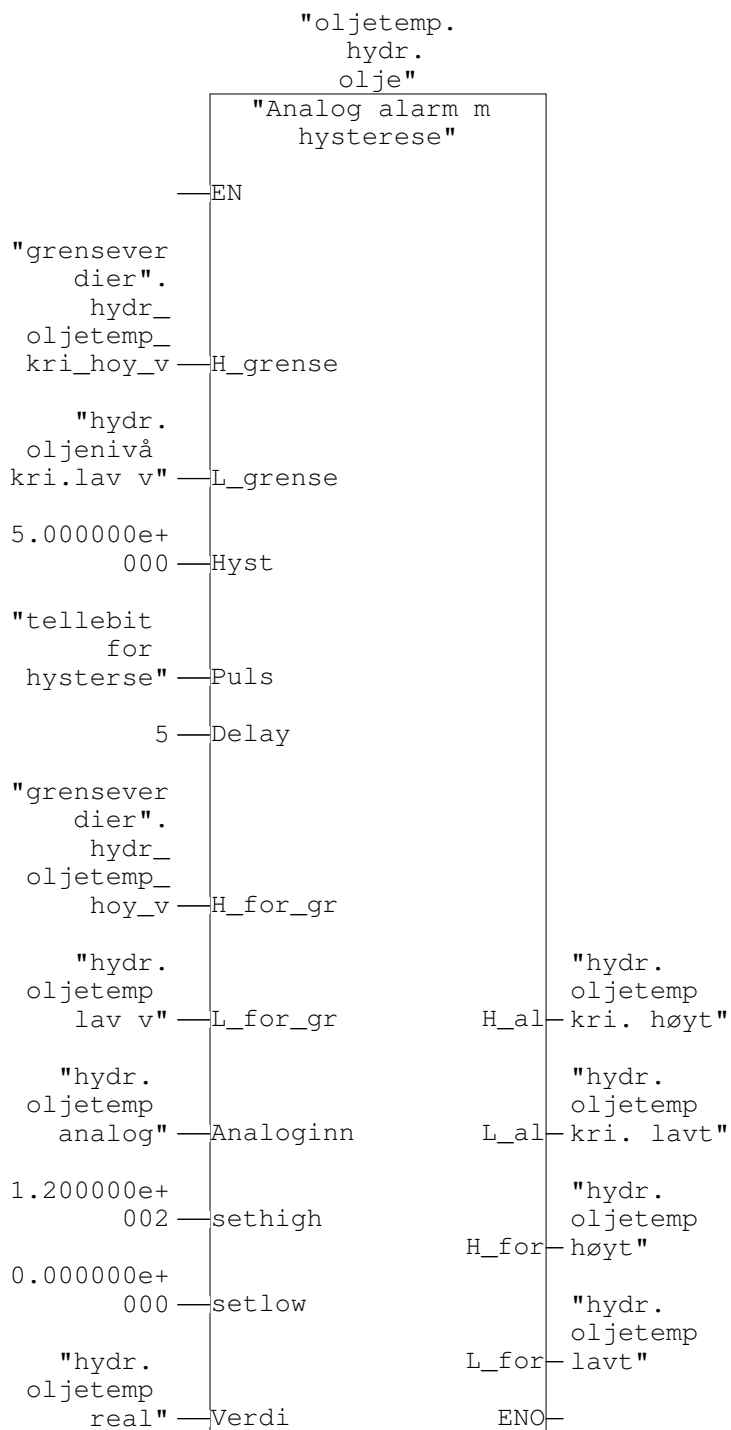
Network: 1	Oljenivå måling
hydr. oljenivå lavt	-> forvarsel
hydr. oljenivå kri. lavt	-> hurtigstopp
hydr. oljenivå høyt	-> forvarsel
hydr. oljenivå kri. høyt	-> hurtigstopp



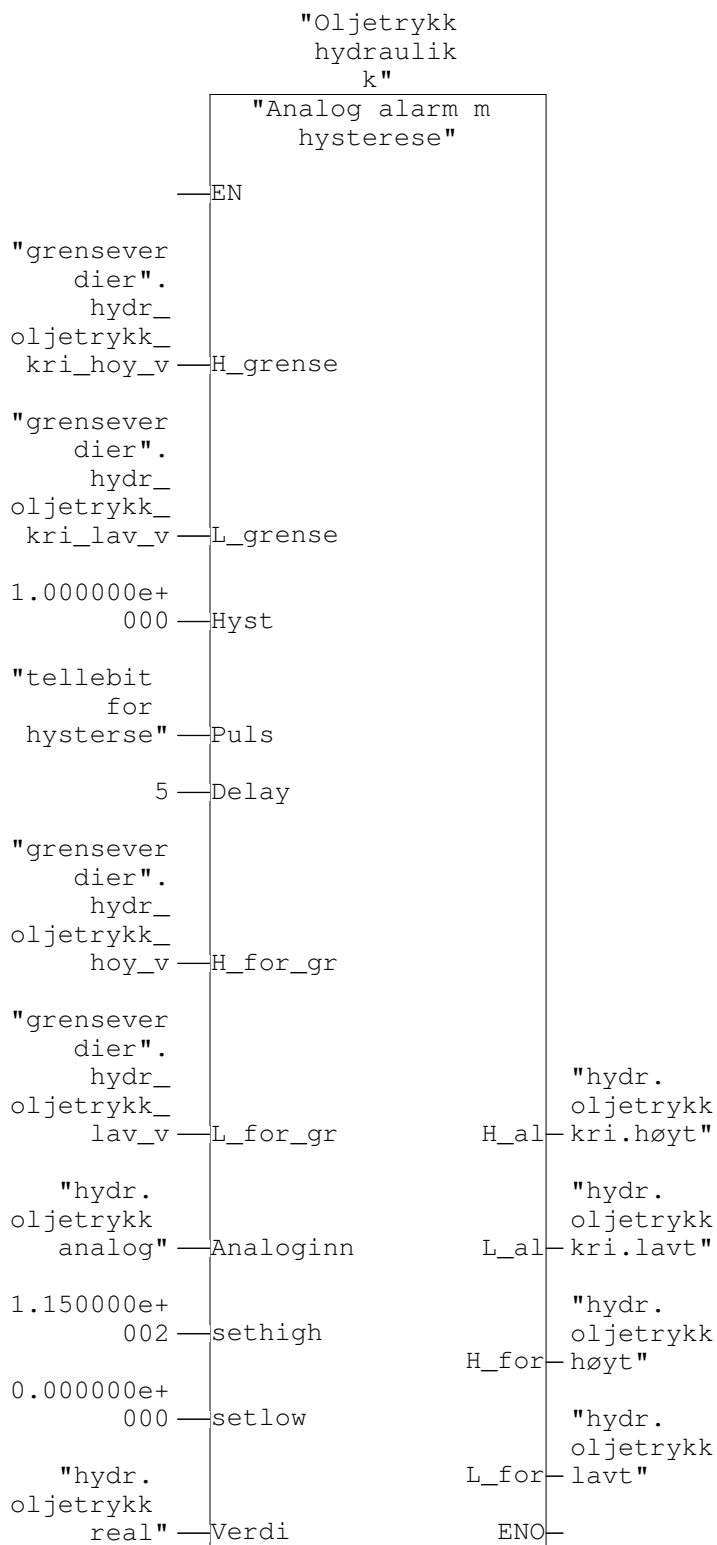
Network: 2 Oljetemperatur måling

"hydr. oljetemp lav" og "hydr. oljetemp kri. lavt" blir ikke brukt

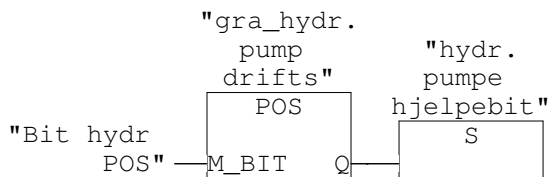
hydr. oljetemp høyt -> forvarsel
 hydr. oljetemp kri. høyt -> hurtigstopp



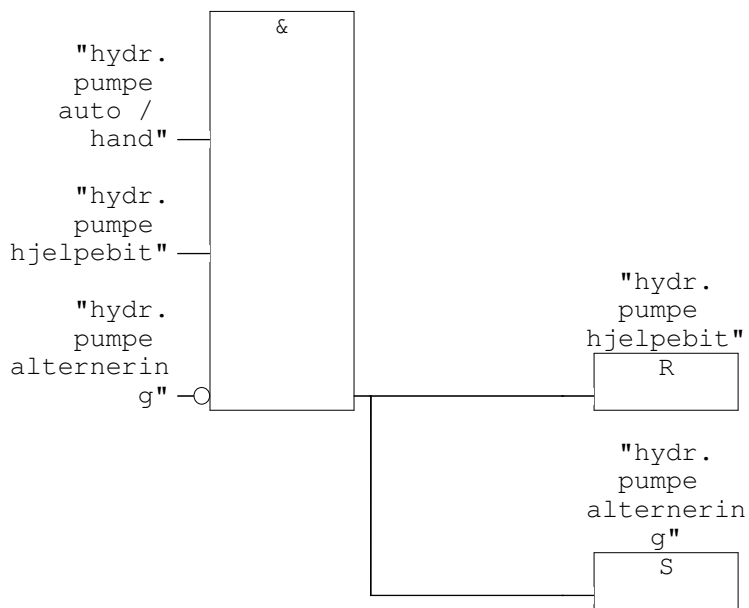
Network: 3	Oljetrykksmåling
hydr. oljetrykk lavt	-> forvarsel
hydr. oljetrykk kri.lavt	-> hurtigstopp
hydr. oljetrykk høyt	-> forvarsel
hydr. oljetrykk kri.høyt	-> hurtigstopp



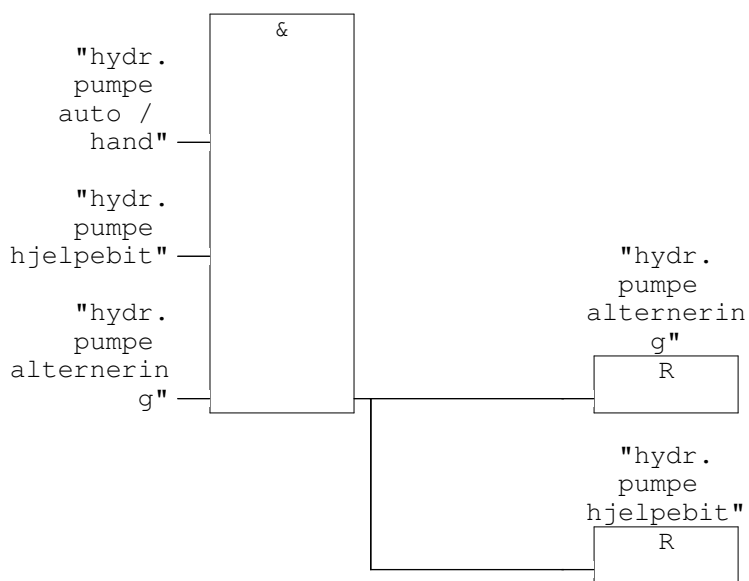
Network: 4 Logikk for vending mellom pumpel og pompe2



Network: 5 Logikk for vending mellom pumpel og pompe2

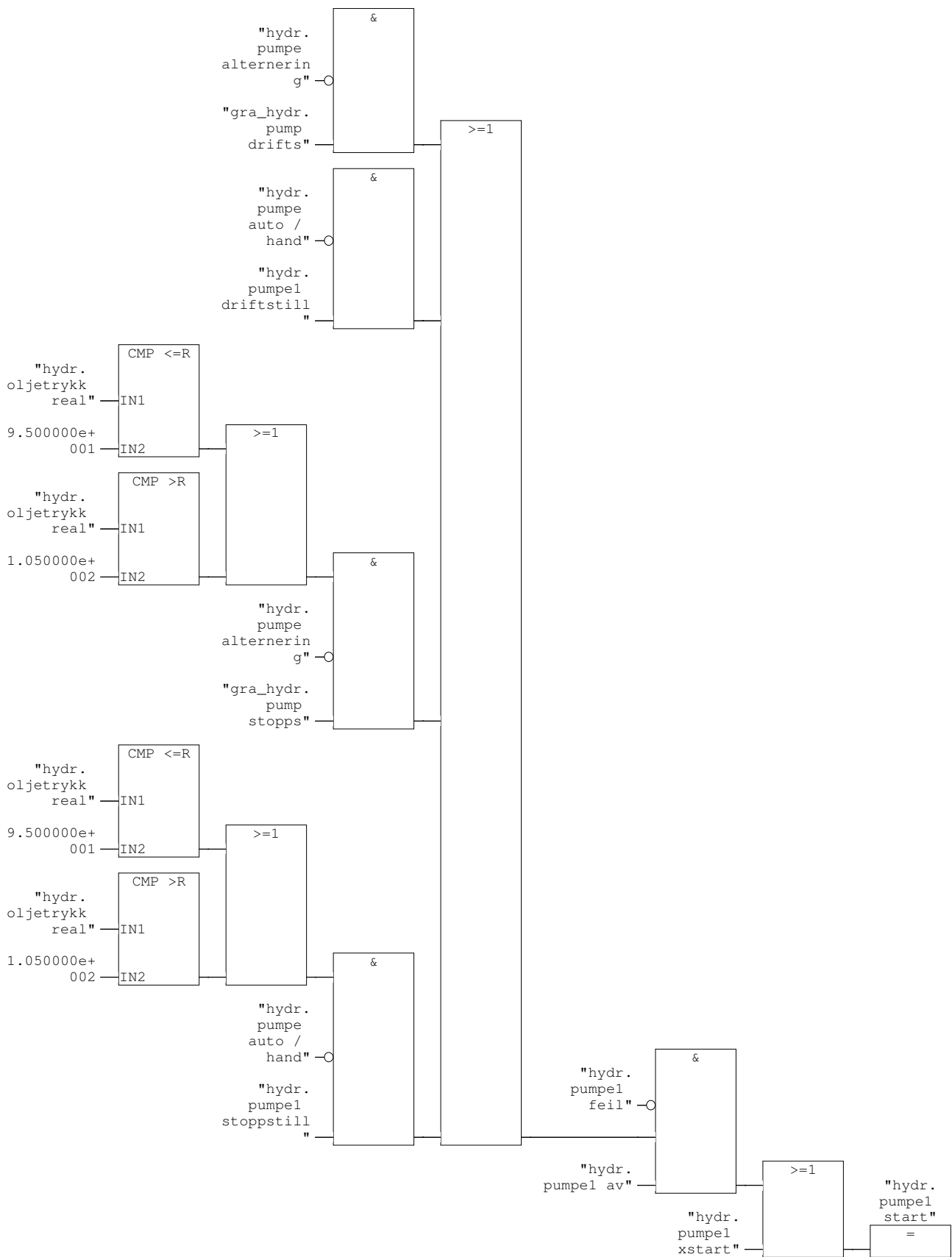


Network: 6 Logikk for vending mellom pumpel og pompe2

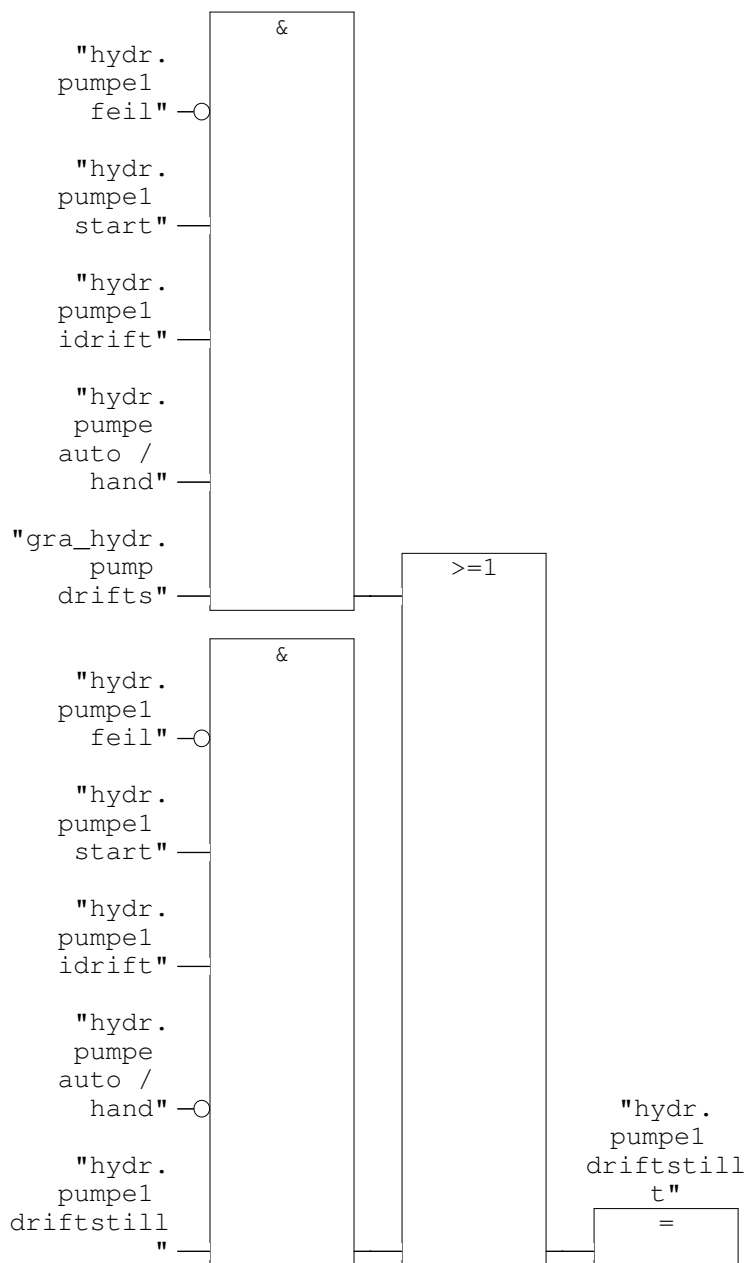


Network: 7 Hydraulikkpumpe 1

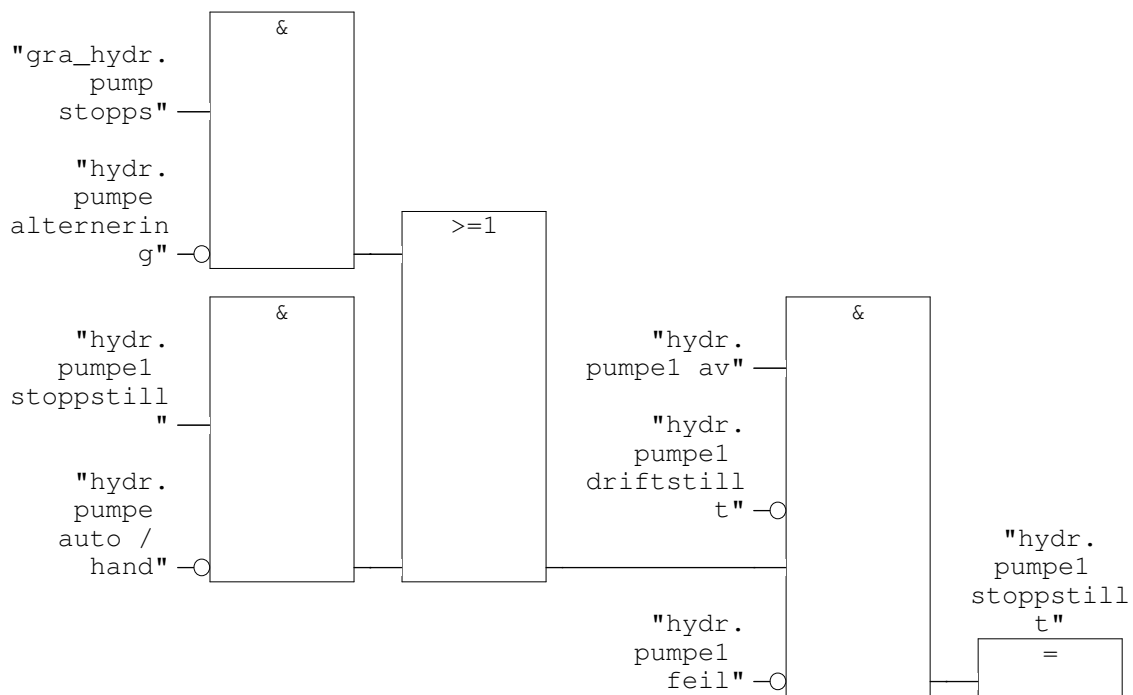
Her kan en angi grenseverdiene for intermitterende drift



Network: 8 Logikk for visning av driftstillt pumpel

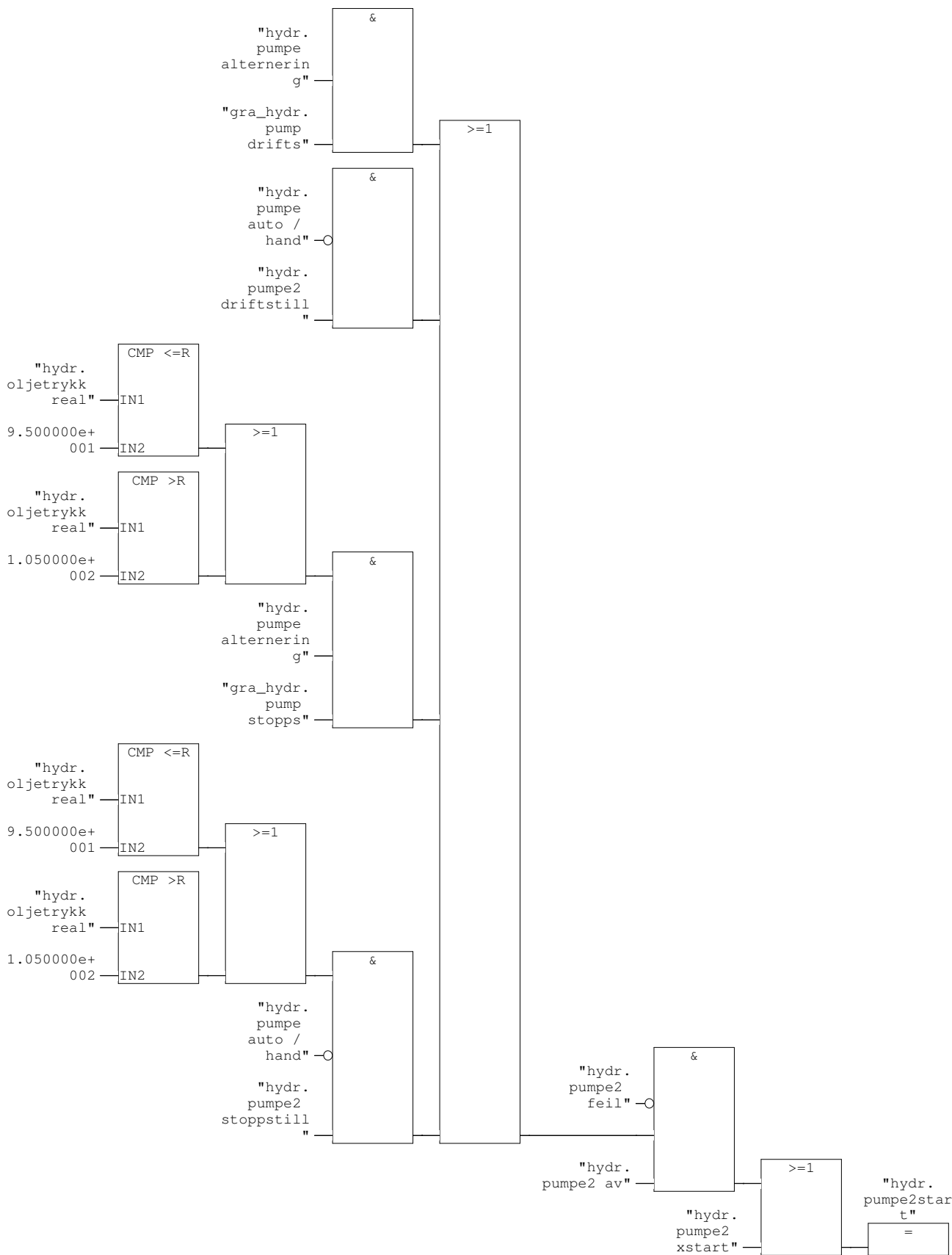


Network: 9 Logikk for visning av stoppstilt pumpel

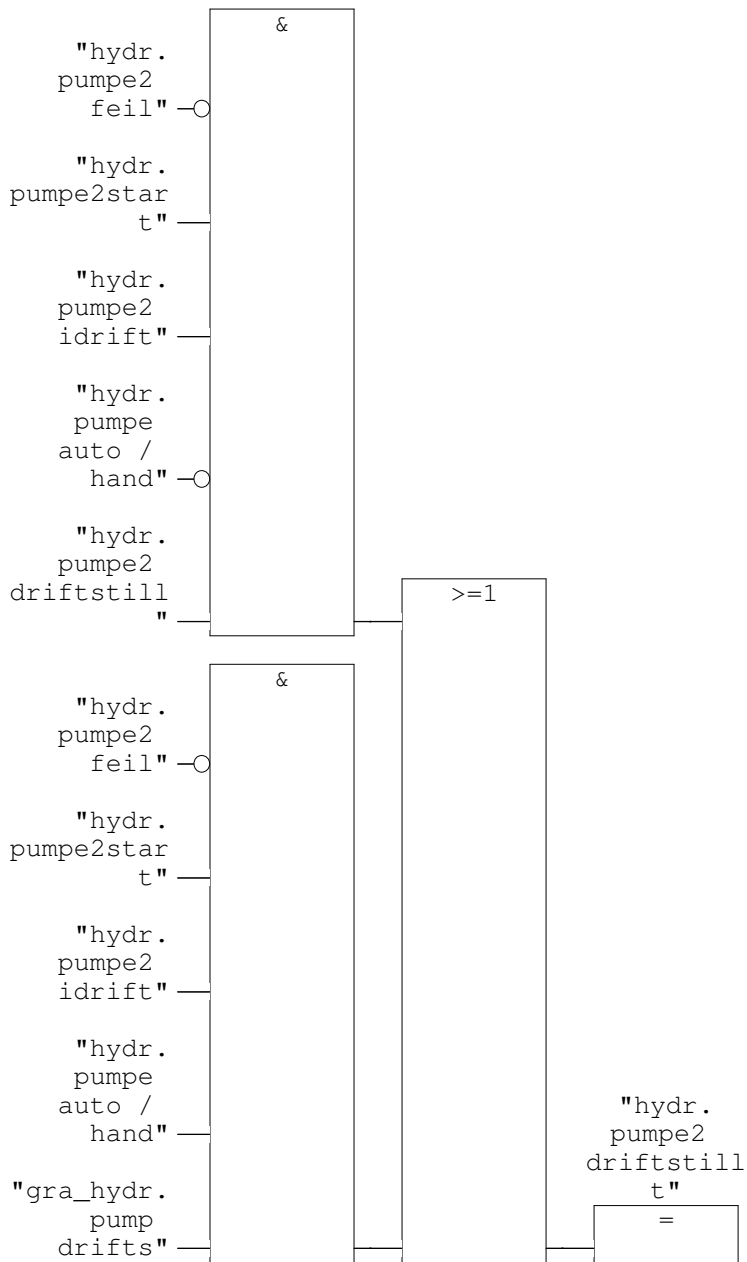


Network: 10 Hydraulikkpumpe 2

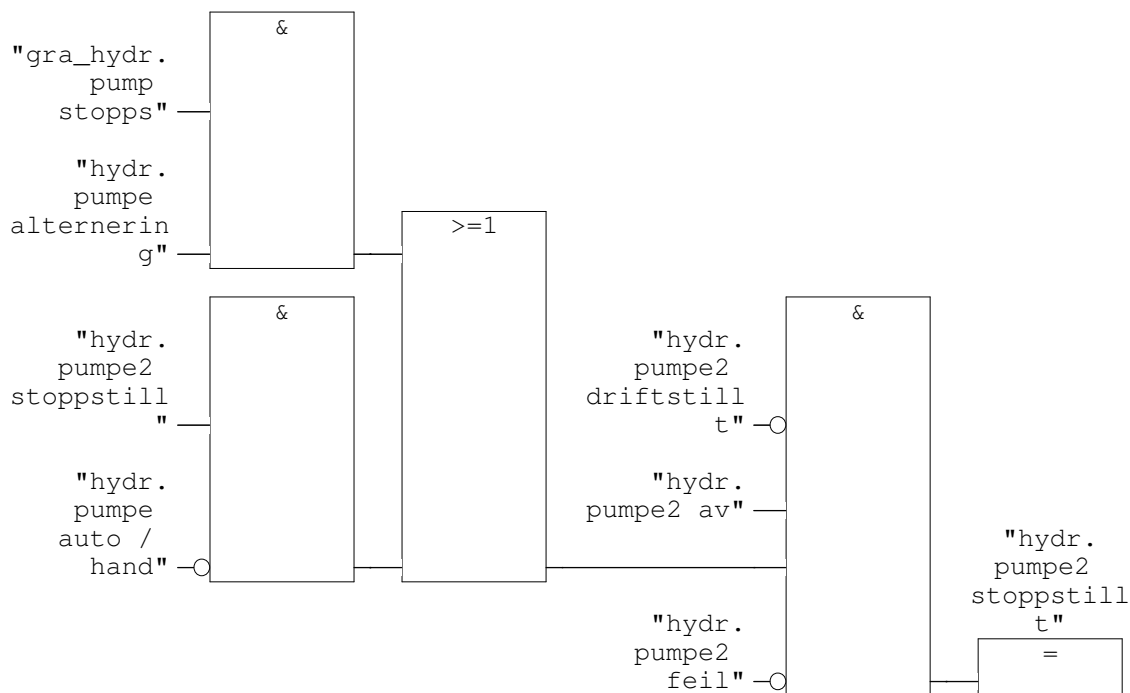
Her kan en angi grenseverdiene for intermitterende drift



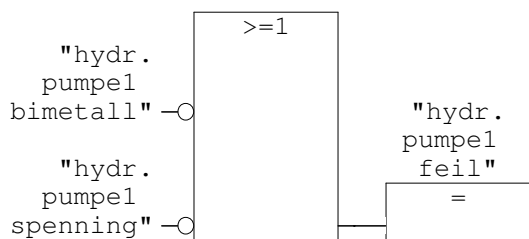
Network: 11 Logikk for visning av driftstillt pumpe2



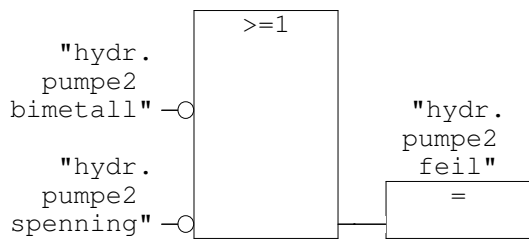
Network: 12 Logikk for visning av stoppstilt pumpe2



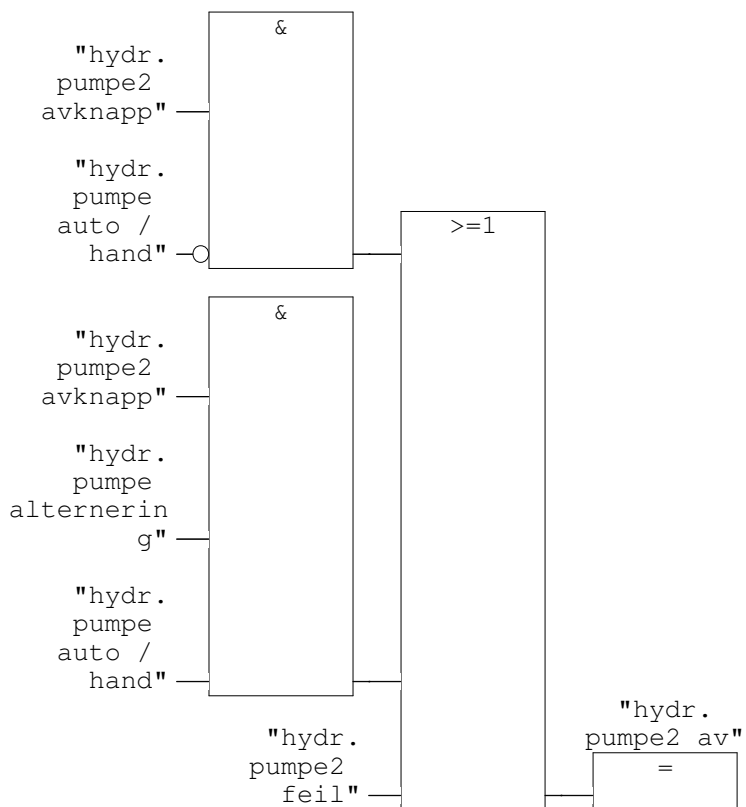
Network: 13 AC pumpel feil



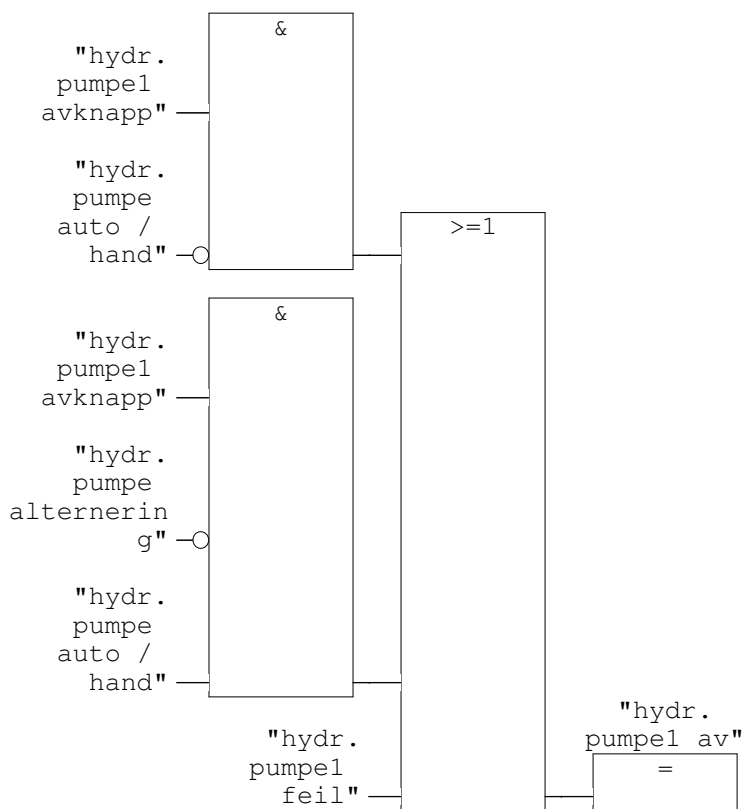
Network: 14 AC pumpe2 feil



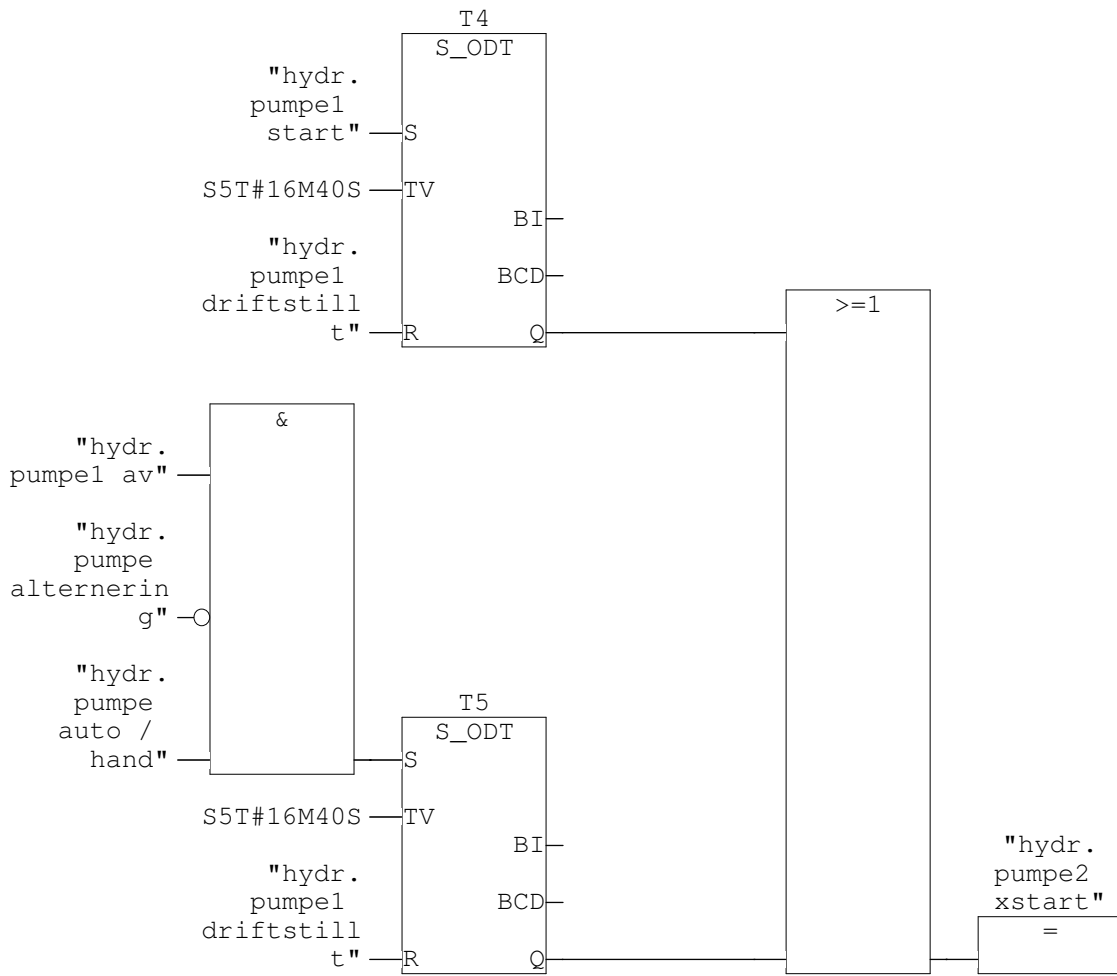
Network: 15 Logikk for visning av pumpe1 av



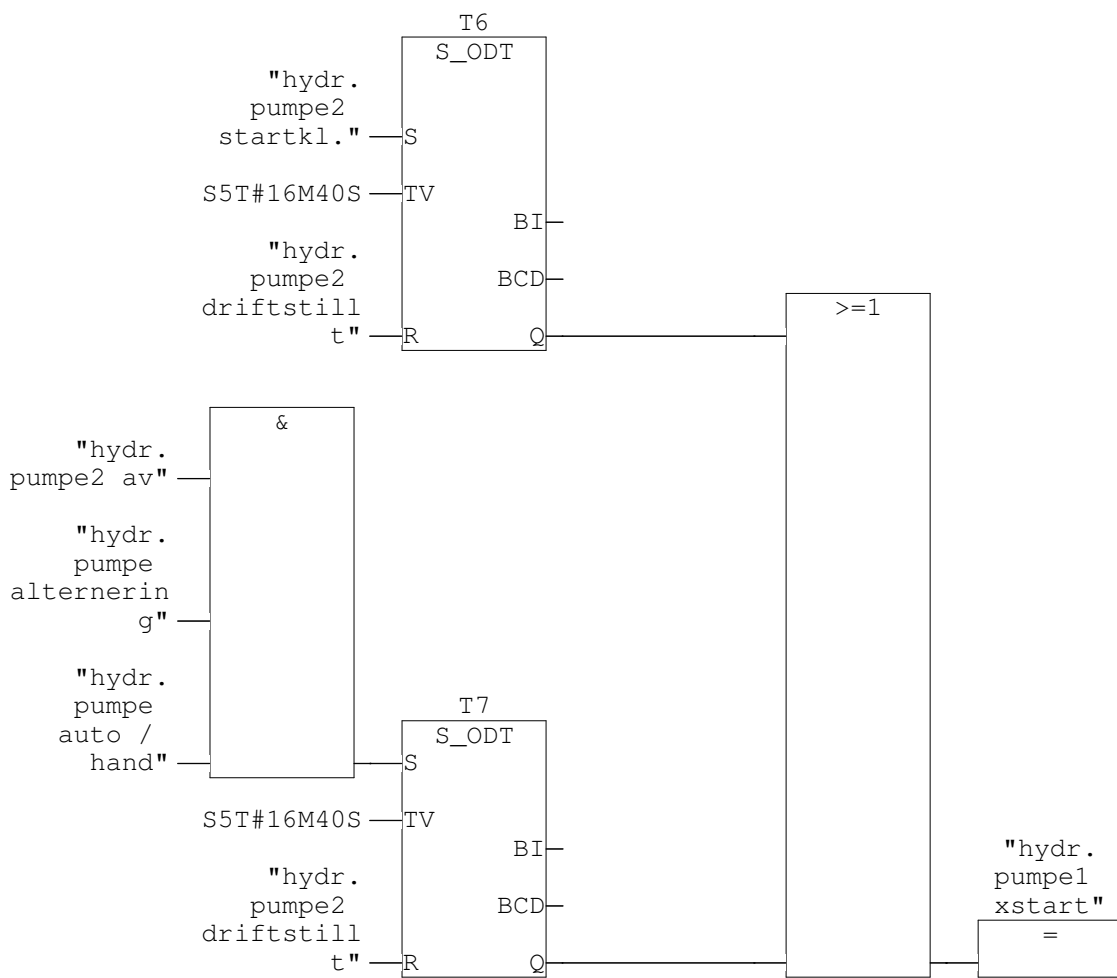
Network: 16 Logikk for visning av pumpe2 av



Network: 17 starter pumpe 2 viss pumpe 1 ikkje starter med gitt startsignal



Network: 18 starter pumpe 1 viss pumpe 2 ikkje starter med gitt startsignal



FC6 - <offline>

"diverse målinger"

Name:
Author:
Time stamp Code:
Interface:
Lengths (block/logic/data):

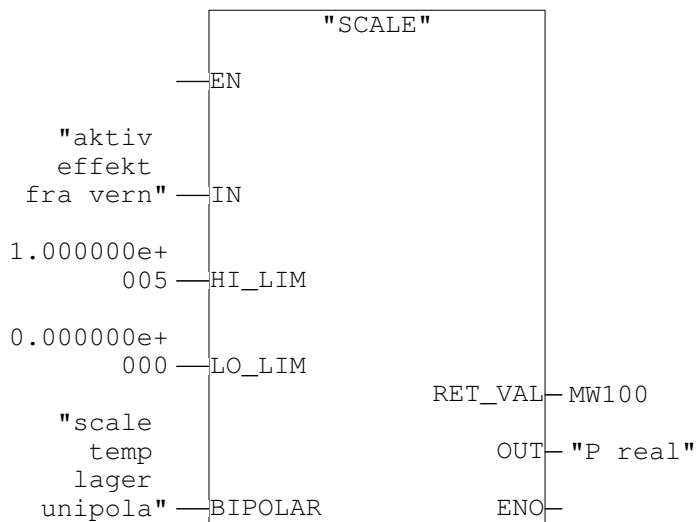
Family:
Version: 0.1
Block version: 2
 05/27/2010 08:19:02 AM
 01/27/2010 11:46:09 AM
 00986 00876 00010

Name	Data Type	Address	Comment
IN		0.0	
OUT		0.0	
IN_OUT		0.0	
TEMP		0.0	
RETURN		0.0	
RET_VAL		0.0	

Block: FC6 Diverse analoge målinger

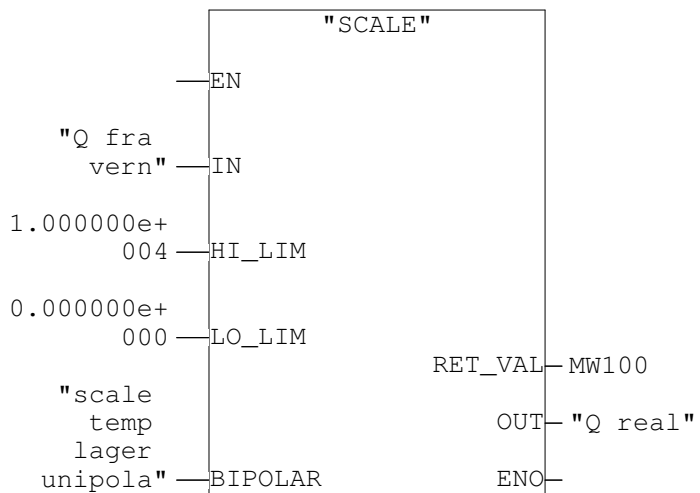
Network: 1 Aktiv effekt

Skalerer fra heltall til flyttall siden vernet opererer med INT og ikke REAL format



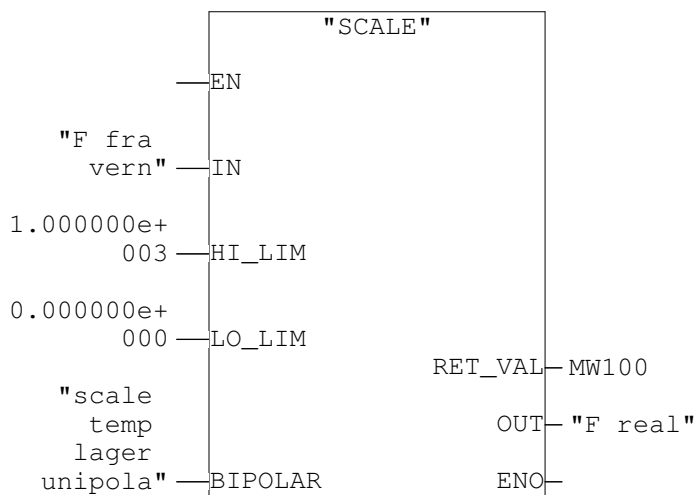
Network: 2 Reaktiv effekt

Skalerer fra heltall til flyttall siden vernet opererer med INT og ikke REAL format



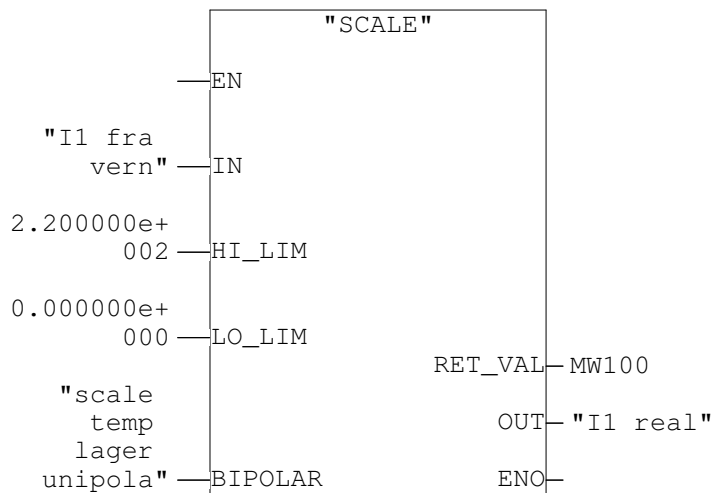
Network: 3 Frekvens

Skalerer fra heltall til flyttall siden vernet opererer med INT og ikke REAL format



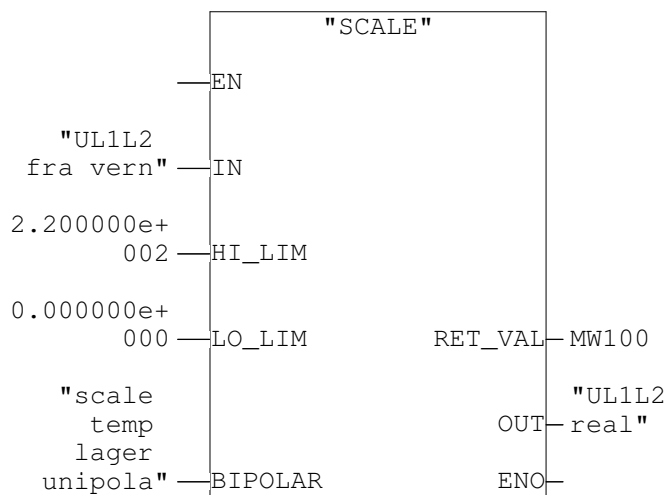
Network: 4 I1

Skalerer fra heltall til flyttall siden vernet opererer med INT og ikke REAL format

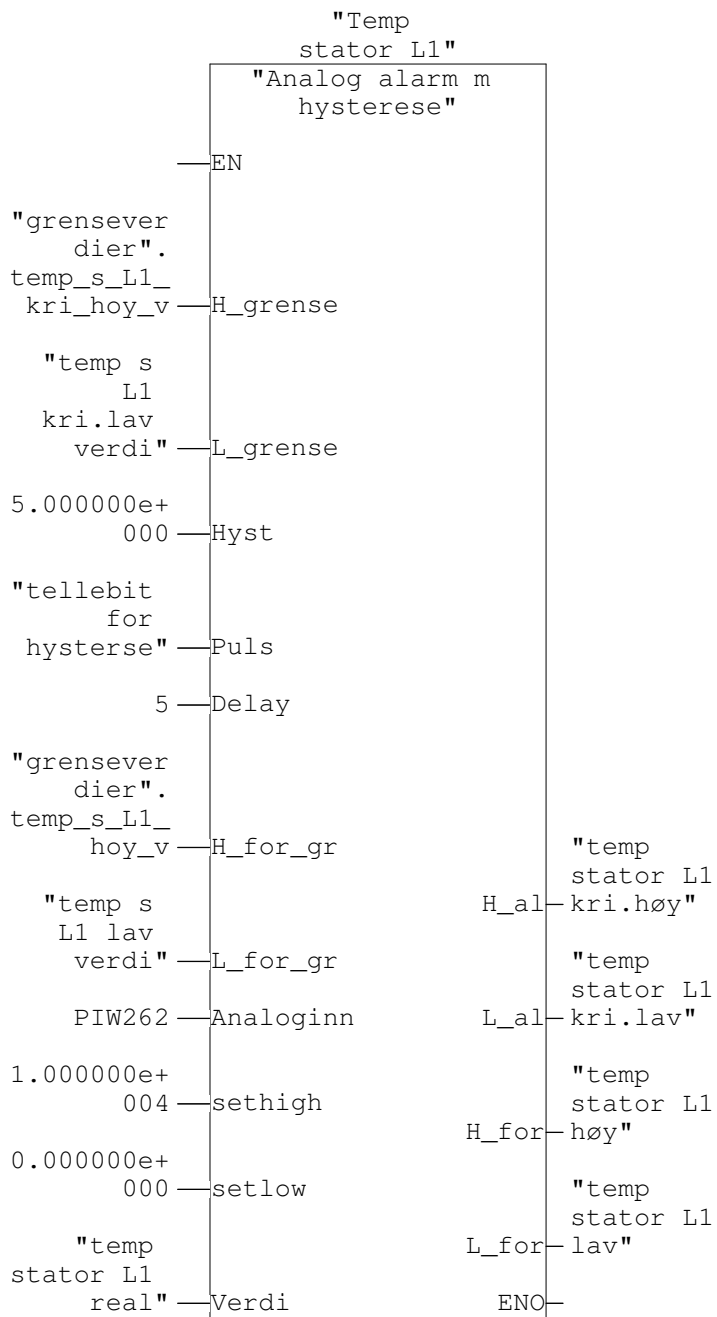


Network: 5 UL1L2

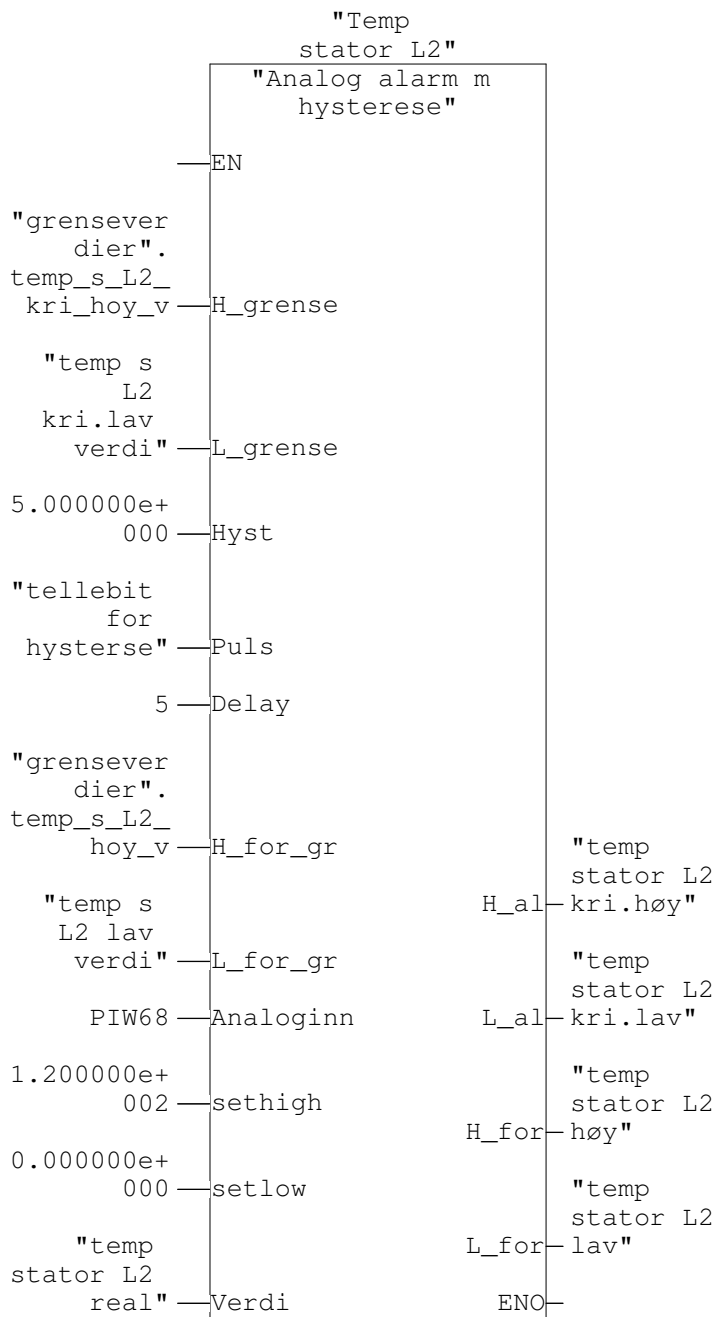
Skalerer fra heltall til flyttall siden vernet opererer med INT og ikke REAL format



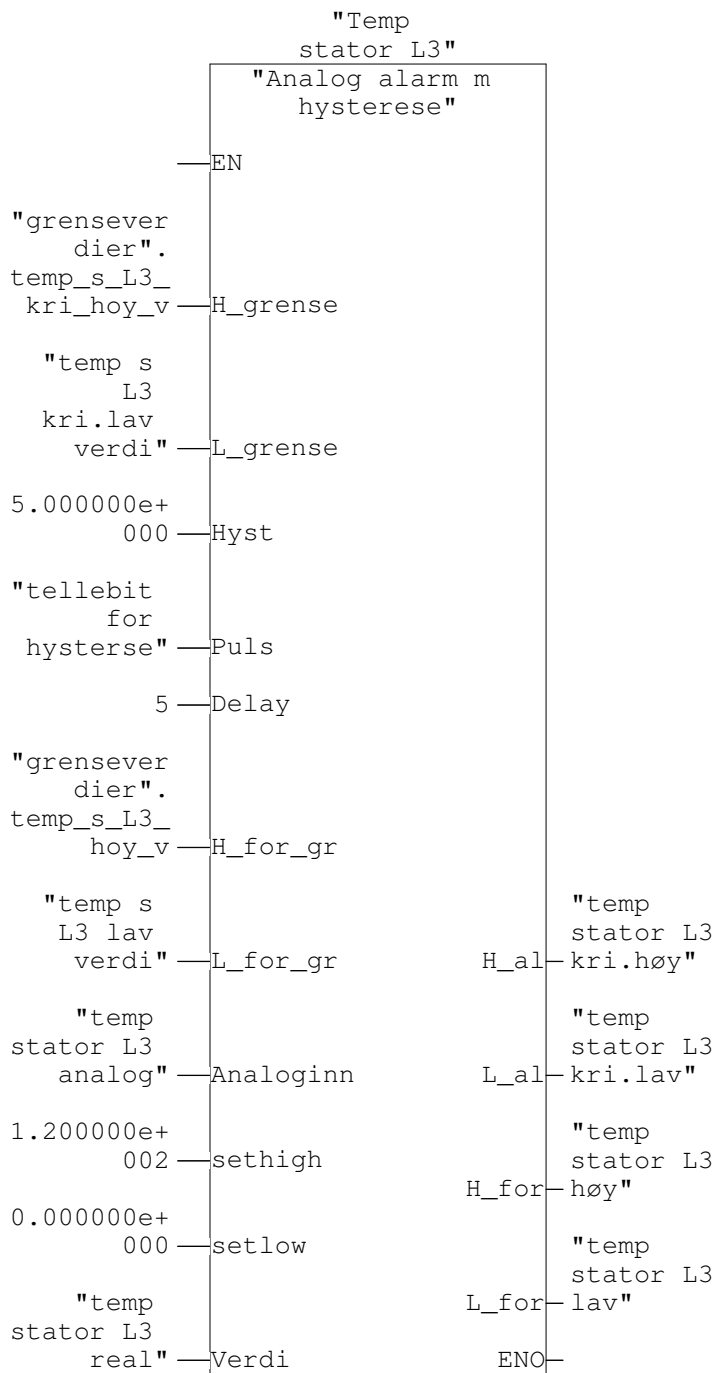
Network: 6 Temperatur stator L1



Network: 7 Temperatur stator L2



Network: 8 Temperatur stator L3



FC8 - <offline>

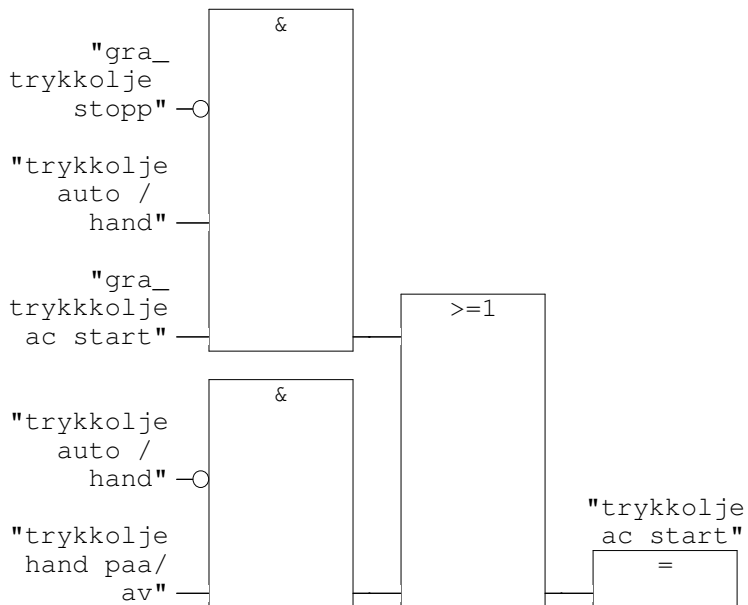
"trykkoljeavlastningspump"

Name: **Family:**
Author: **Version:** 0.1
Block version: 2
Time stamp Code: 04/12/2010 02:16:36 PM
Interface: 01/21/2010 10:17:20 AM
Lengths (block/logic/data): 00250 00140 00000

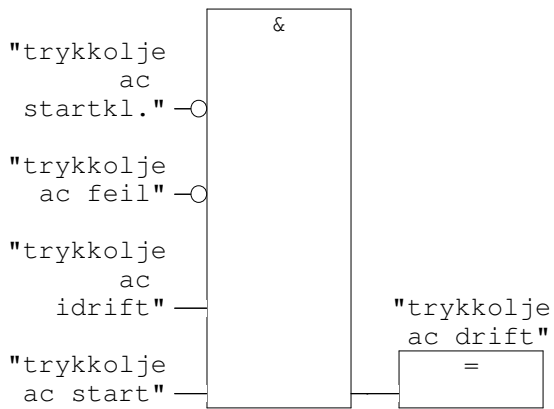
Name	Data Type	Address	Comment
IN		0.0	
OUT		0.0	
IN_OUT		0.0	
TEMP		0.0	
RETURN		0.0	
RET_VAL		0.0	

Block: FC8 Trykkoljeavlastningspumpe

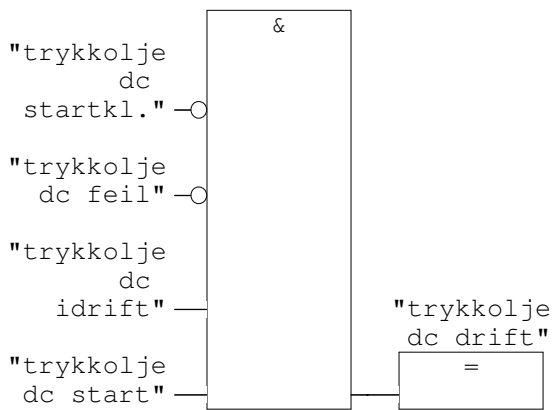
Network: 1 vender / starter / stopper av ac pumpe



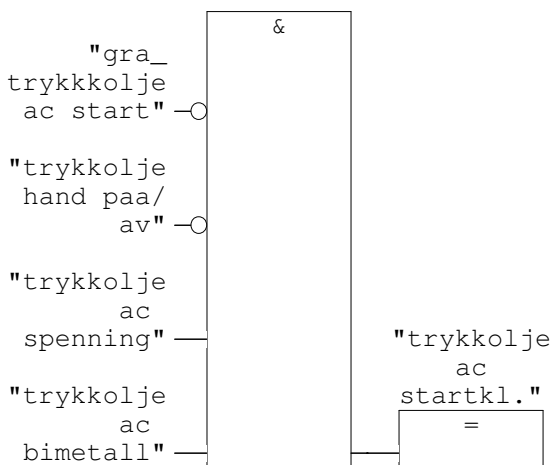
Network: 2 AC pumpe drift



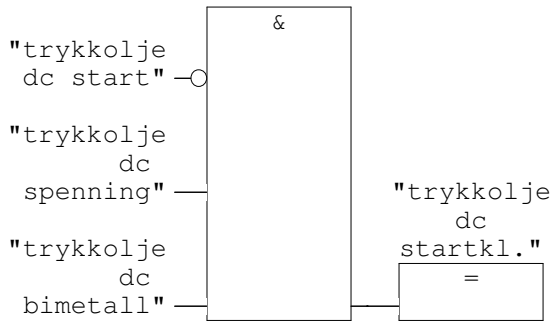
Network: 3 DC pumpe drift



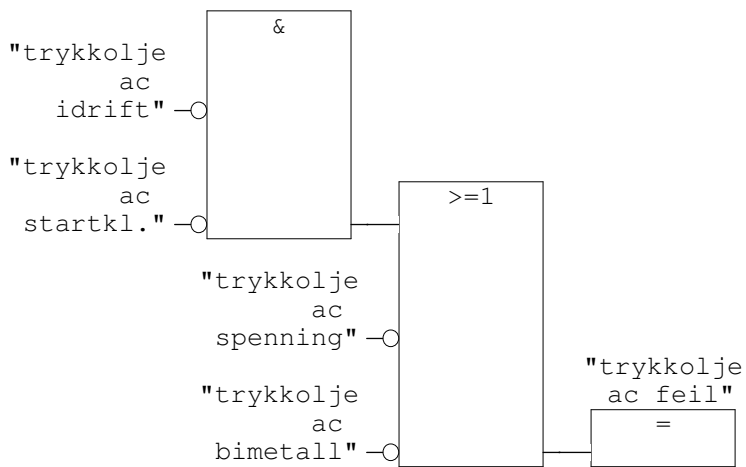
Network: 4 AC pumpe startklar



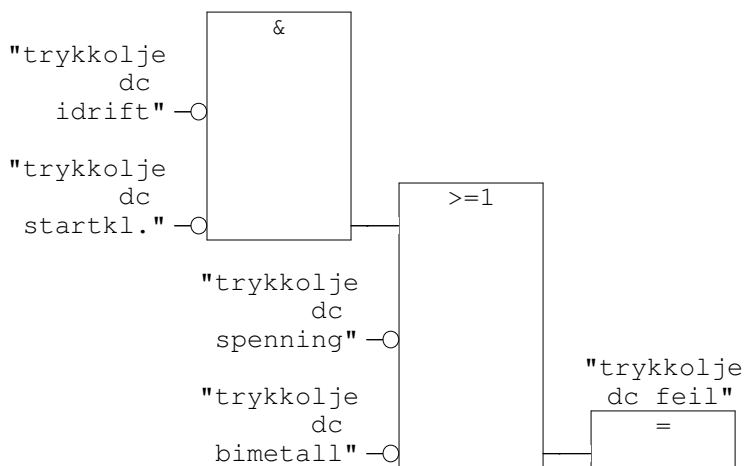
Network: 5 DC pumpe startklar



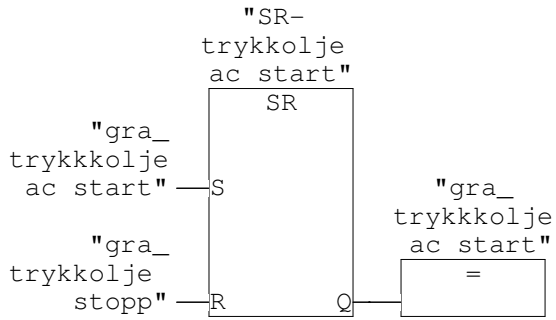
Network: 6 AC pumpe feil



Network: 7 DC pumpe feil

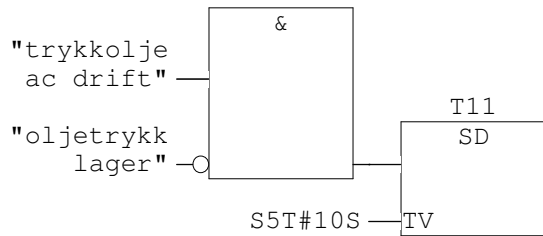


Network: 8 holdefunksjon for "trykkolje ac start"

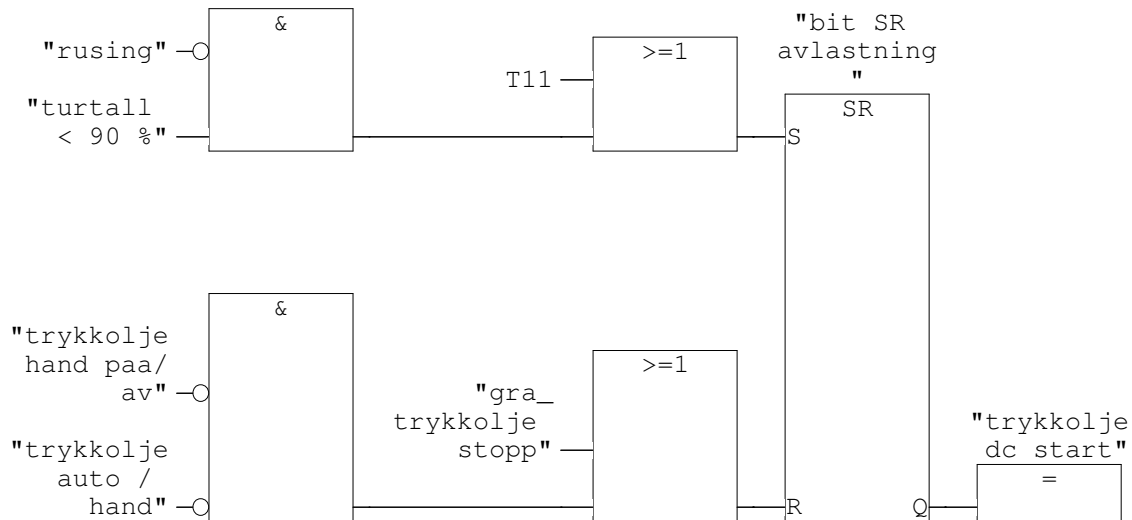


Network: 9

Viss det ikkje er opparbeidet oljetrykk etter 10 sekunder vil DC pumpen starte. Denne går til maskinen har turtall > 90 %



Network: 10 1 =start, 0 =stopp



FC10 - <offline>

"inntaksluke"

Name:
Author:
Time stamp Code:
Lengths (block/logic/data):

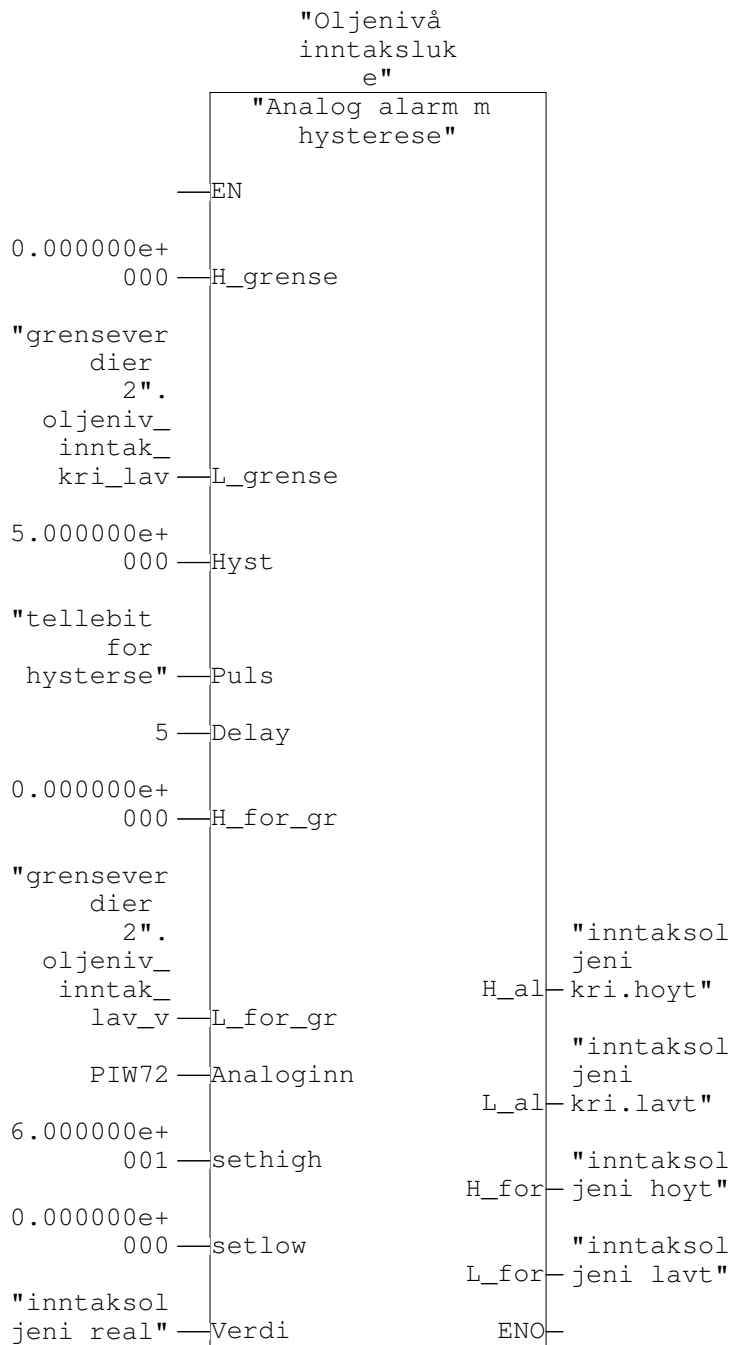
Family:
Version: 0.1
Block version: 2
04/26/2010 11:43:41 AM
02/08/2010 10:08:10 AM
00572 00468 00006

Name	Data Type	Address	Comment
IN		0.0	
OUT		0.0	
IN_OUT		0.0	
TEMP		0.0	
RETURN		0.0	
RET_VAL		0.0	

Block: FC10 Inntaksluke

Endebryter sig blir mekanisk blokkert når kommando lukke ned gis.

Network: 1	Oljenivåmåling
"inntaksoljени lavt"	-> forvarsel
"inntaksoljени kri.lavt"	-> hurtigstopp/stopp
"inntaksoljени hoyt"	-> ikkje ibruk
"inntaksoljени kri.hoyt"	-> ikkje ibruk

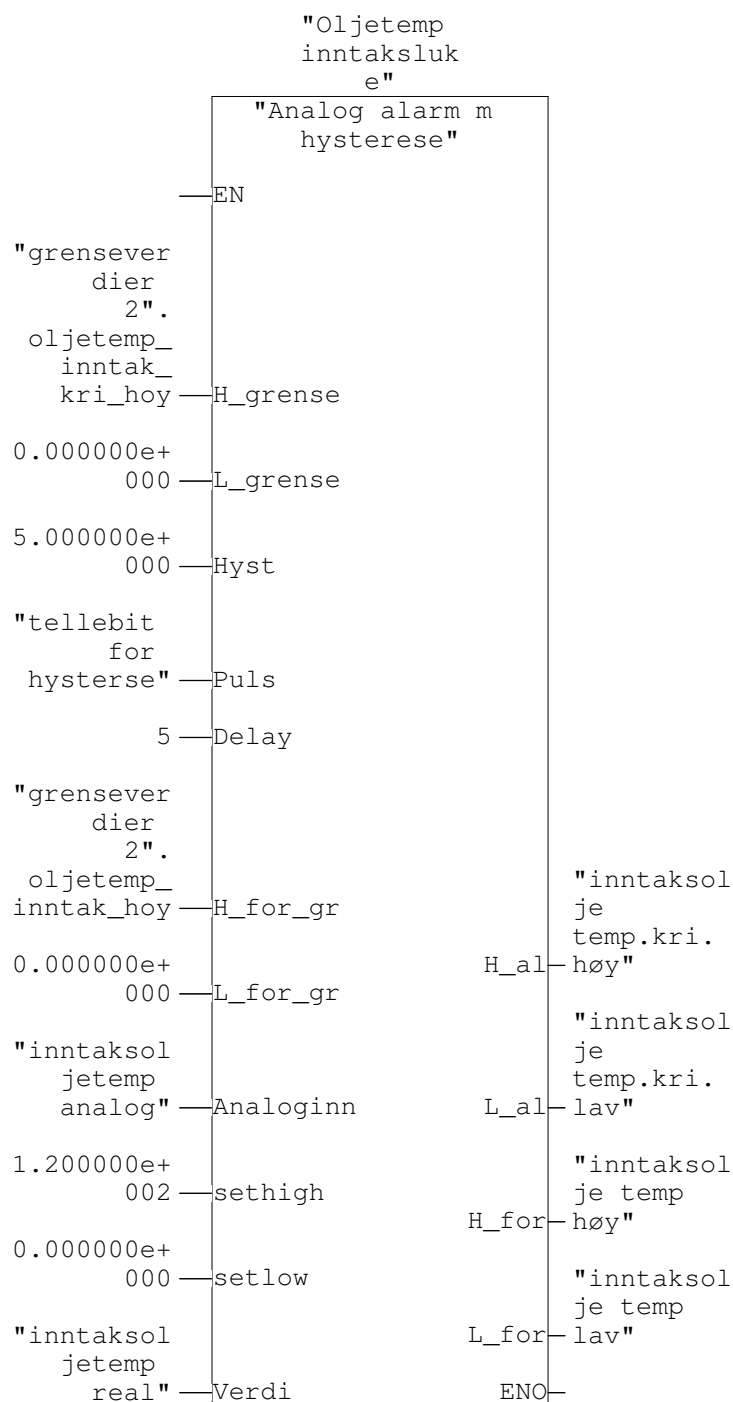


Network: 2 Oljetemperatur måling

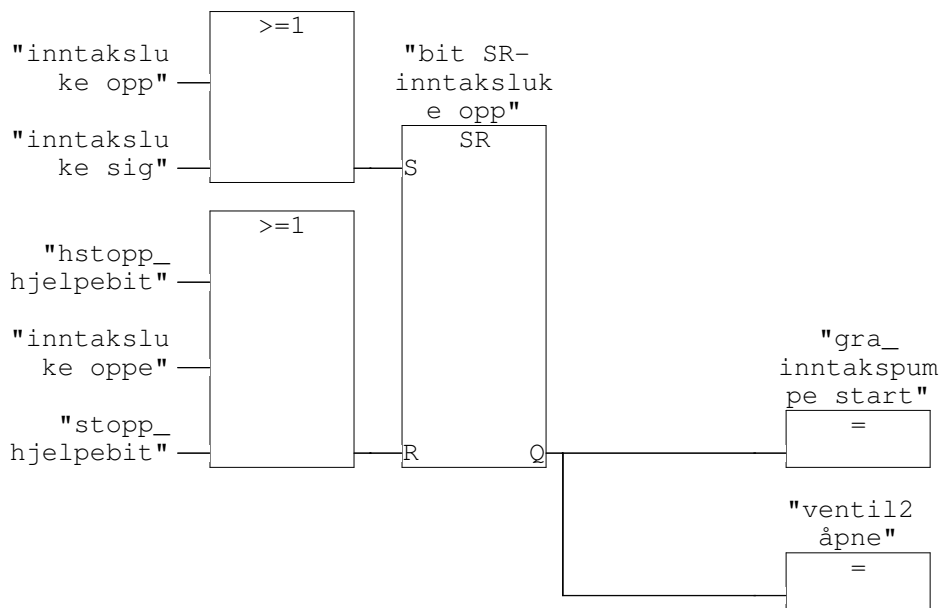
```

"inntaksolje temp lav"      -> ikkje ibruk
"inntaksolje temp.kri.lav"  -> ikkje ibruk
"inntaksolje temp høy"     -> forvarsel
"inntaksolje temp.kri.høy" -> hurtigstopp/stopp

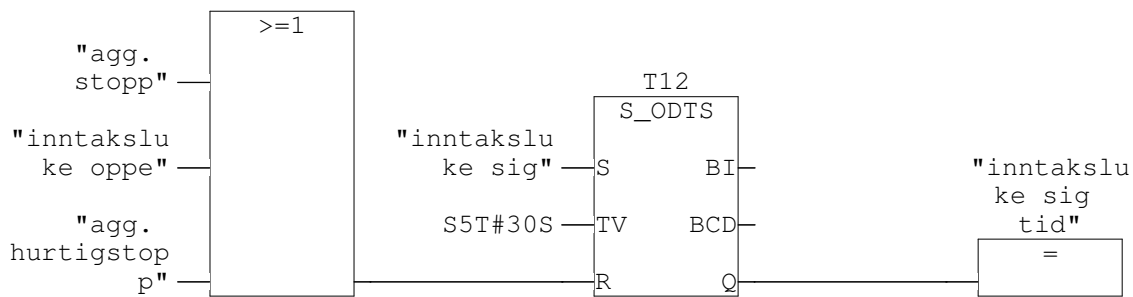
```



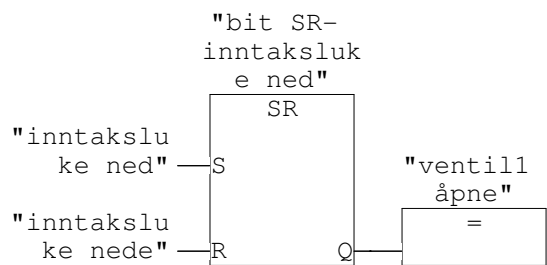
Network: 3 Inntaksluke opp
 åpner ventil2 og starter pumpe



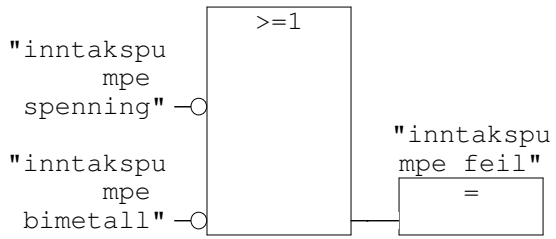
Network: 4 Tid mellom sig og endebytter oppe



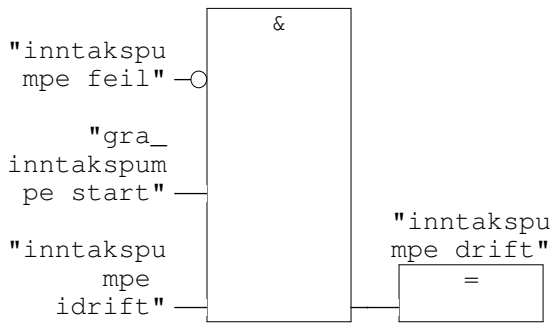
Network: 5 Inntaksluke ned
 MÅ LEGGE INN SIGNAL "INNTAKSLUKE NED" I GRAPH. MEN KOR?



Network: 6



Network: 7



FC12 - <offline>

"alarmer / fjernkontroll"

Name: **Family:**
Author: **Version:** 0.1
Block version: 2
Time stamp Code: 06/01/2010 12:07:41 PM
Interface: 05/05/2007 02:10:39 AM
Lengths (block/logic/data): 00936 00806 00000

Name	Data Type	Address	Comment
IN		0.0	
OUT		0.0	
IN_OUT		0.0	
TEMP		0.0	
RETURN		0.0	
RET_VAL		0.0	

Block: FC12 Alarmer / fjernkontroll

Setter alle signaler som skal brukes av fjernkontroll i egne bit i DB3

Network: 1 Alarmer

A "kjølepumpe1 feil"
 = DB3.DBX 0.0

 A "kjølepumpe2 feil"
 = DB3.DBX 0.1

 A "hydr.pumpe1 feil"
 = DB3.DBX 0.2

 A "hydr.pumpe2 feil"
 = DB3.DBX 0.3

 A "trykkolje ac feil"
 = DB3.DBX 0.4

 A "trykkolje dc feil"
 = DB3.DBX 0.5

 A "temp bærelag høg"
 = DB3.DBX 0.6

 A "temp styrelag høy"
 = DB3.DBX 0.7

 A "olje bærelag lavt"
 = DB3.DBX 1.0

 A "olje bærelag høyt"
 = DB3.DBX 1.1

 A "hydr. oljenivå lavt"
 = DB3.DBX 1.2

 A "hydr. oljenivå høyt"
 = DB3.DBX 1.3

 A "hydr. oljetemp høyt"

= DB3.DBX 1.4

A "hydr. oljetrykk lavt"
= DB3.DBX 1.5

A "hydr. oljetrykk høyt"
= DB3.DBX 1.6

A "hydr. oljenivå kri. lavt"
= DB3.DBX 1.7

A "hydr. oljenivå kri. høyt"
= DB3.DBX 2.0

A "hydr. oljetemp kri. høyt"
= DB3.DBX 2.1

A "hydr. oljetrykk kri.lavt"
= DB3.DBX 2.2

A "hydr. oljetrykk kri.høyt"
= DB3.DBX 2.3

A "trykkolje dc drift"
= DB3.DBX 2.4

A "oljetrykk lager"
= DB3.DBX 2.5

A "inntaksoljени lavt"
= DB3.DBX 2.6

A "inntaksoljени kri.lavt"
= DB3.DBX 2.7

A "inntaksolje temp høy"
= DB3.DBX 3.0

A "inntaksolje temp.kri.høy"
= DB3.DBX 3.1

A "inntaksluke sig"
= DB3.DBX 3.2

A "inntaksluke oppe"
= DB3.DBX 3.3

A "inntaksluke nede"
= DB3.DBX 3.4

A "inntakspumpe feil"
= DB3.DBX 3.5

A "inntaksluke sig tid"
= DB3.DBX 3.6

A "temp stator L1 høy"
= DB3.DBX 3.7

A "temp stator L1 kri.høy"
= DB3.DBX 4.0

A "temp stator L2 høy"
= DB3.DBX 4.1

A "temp stator L2 kri.høy"
= DB3.DBX 4.2

A "temp stator L3 høy"
= DB3.DBX 4.3

A "temp stator L3 kri.høy"
= DB3.DBX 4.4

A "temp styrelag kri.høy"
= DB3.DBX 4.5

A "temp bærelag kri. høg"
= DB3.DBX 4.6

A "olje bærelag kri. høyt"
= DB3.DBX 4.7

A "olje bærelag kri. lavt"
= DB3.DBX 5.0

A "agg. hurtigstopp"
= DB3.DBX 5.1

A "kjolepumpe1 xstart"
= DB3.DBX 5.2

A "kjolepumpe2 xstart"
= DB3.DBX 5.3

A "hydr.pumpe1 xstart"
= DB3.DBX 5.4

A "hydr.pumpe2 xstart"
= DB3.DBX 5.5

A "Overstrøm I > trip"
= DB3.DBX 5.6

A "Overstrøm I >>"
= DB3.DBX 5.7

A "Differensial >"
= DB3.DBX 6.0

A "Differensial >>"
= DB3.DBX 6.1

A "Overspenning >"
= DB3.DBX 6.2

A "Overspenning >>"
= DB3.DBX 6.3

A "Stator jordfeil trip"
= DB3.DBX 6.4

A "hydr.pumpe1 idrift"
= DB3.DBX 6.5

A "hydr.pumpe2 idrift"
= DB3.DBX 6.6

A "trykkolje ac idrift"
= DB3.DBX 6.7

A "Lensepumpe 1 drift"
= DB3.DBX 7.0

A "Lensepumpe 2 drift"
= DB3.DBX 7.1

A "Lensepumpe 1 feil"
= DB3.DBX 7.2

A "Lensepumpe 2 feil"
= DB3.DBX 7.3

A "Lensekum vannivå høyt"
= DB3.DBX 7.4

A "Lensekum vann kri. høyt"
= DB3.DBX 7.5

A "kjølepumpel idrift"
= DB3.DBX 7.6

A "kjølepumpe2 idrift"
= DB3.DBX 7.7

A "inntakspumpe idrift"
= DB3.DBX 8.0

A "AC spenning borte"
= DB3.DBX 8.1

A "Jordfeil AC anlegg"
= DB3.DBX 8.2

A "Dieselaggregat drift"
= DB3.DBX 8.3

A "Dieselagg samlefeil"
= DB3.DBX 8.4

A "Stasjonstrans temp høy"
= DB3.DBX 8.5

A "Stas.transf temp kri høy"
= DB3.DBX 8.6

A "S. trans oljenivå lavt"
= DB3.DBX 8.7

A "S.trans o.nivå kri lavt"
= DB3.DBX 9.0

A "S.trans gass forvarsel"
= DB3.DBX 9.1

A "H.trans gass kri"
= DB3.DBX 9.2

A "H.trans oljenivå forvars"
= DB3.DBX 9.3

A "H.trans oljenivå kri"
= DB3.DBX 9.4

A "H.trans o.temp forvarse"
= DB3.DBX 9.5

A "H.trans o.temp kri"
= DB3.DBX 9.6

A "H.trans v.temp forvarsel"
= DB3.DBX 9.7

A "H.trans v.temp kri"
= DB3.DBX 10.0

A "hurtigl. driftstillt"
= DB3.DBX 10.1

A "hurtigl. stoppstilt"
= DB3.DBX 10.2

A "ledeapp. lukket"
= DB3.DBX 10.3

A "ledeapparatsp. inne"
= DB3.DBX 10.4

A "ledeapparatsp. ute"

= DB3.DBX 10.5

Network: 2	Meldinger
------------	-----------

A "effektb. inne"
= DB3.DBX 14.0

A "effektb. ute"
= DB3.DBX 14.1

A "skillebryter inne"
= DB3.DBX 14.2

A "skillebryter ute"
= DB3.DBX 14.3

A "feltb. ute"
= DB3.DBX 14.4

A "feltb. inne"
= DB3.DBX 14.5

L "turtall real"
CAD
T DB3.DBD 100

L "P real"
CAD
T DB3.DBD 102

L "Q real"
CAD
T DB3.DBD 106

L "F real"
CAD
T DB3.DBD 110

L "I1 real"
CAD
T DB3.DBD 114

L "UL1L2 real"
CAD
T DB3.DBD 118

Network: 3

Vedlegg 11: Alarmliste

Tekst	Type	Trigger tag	Trigger adresse
FM Kjølepumpe1 feil	error	alarm 1	DB3 DBX0.0
FM Kjølepumpe2 feil	error	alarm 1	DB3 DBX0.1
FM Hydraulikkpumpe1 feil	error	alarm 1	DB3 DBX0.2
FM Hydraulikkpumpe2 feil	error	alarm 1	DB3 DBX0.3
FM Trykkoljeavlastningspumpe AC feil	error	alarm 1	DB3 DBX0.4
FM Trykkoljeavlastningspumpe DC feil	error	alarm 1	DB3 DBX0.5
FM Bærelager temperatur høg	error	alarm 1	DB3 DBX0.6
FM Styrelager temperatur høg	error	alarm 1	DB3 DBX0.7
FM Lager oljesump nivå lavt	error	alarm 1	DB3 DBX1.0
FM Lager oljesump høyt	error	alarm 1	DB3 DBX1.1
FM Hydraulikkanlegg oljenivå lavt	error	alarm 1	DB3 DBX1.2
FM Hydraulikkanlegg oljenivå høyt	error	alarm 1	DB3 DBX1.3
FM Hydraulikkanlegg oljetemperatur høg	error	alarm 1	DB3 DBX1.4
FM Hydraulikkanlegg oljetrykk lavt	error	alarm 1	DB3 DBX1.5
FM Hydraulikkanlegg oljetrykk høyt	error	alarm 1	DB3 DBX1.6
FM Hydraulikkanlegg oljenivå kritisk lavt	error	alarm 1	DB3 DBX1.7
FM Hovedtransformator viklingstemperatur kritisk	error	alarm 6	DB3 DBX10.0
DM Effektbryter inne	warning	alarm 8	DB3 DBX14.0
DM Effektbryter ute	warning	alarm 8	DB3 DBX14.1
DM Skillebryter inne	warning	alarm 8	DB3 DBX14.2
DM Skillebryter ute	warning	alarm 8	DB3 DBX14.3
DM Feltbryter ute	warning	alarm 8	DB3 DBX14.4
DM Feltbryter inne	warning	alarm 8	DB3 DBX14.5
FM Hydraulikkanlegg oljenivå kritisk høyt	error	alarm2	DB3 DBX2.0
FM Hydraulikkanlegg oljetemperatur kritisk høg	error	alarm2	DB3 DBX2.1
FM Hydraulikkanlegg oljetrykk kritisk lavt	error	alarm2	DB3 DBX2.2
FM Hydraulikkanlegg oljetrykk kritisk høyt	error	alarm2	DB3 DBX2.3
DM Trykkoljeavlastningspumpe DC i drift	error	alarm2	DB3 DBX2.4
DM Oljetrykk lagersmøring	error	alarm2	DB3 DBX2.5
FM Inntaksluke lavt oljenivå lavt	error	alarm2	DB3 DBX2.6
FM Inntaksluke lavt oljenivå kritisk lavt	error	alarm2	DB3 DBX2.7
FM Inntaksluke oljetemperatur høg	error	alarm2	DB3 DBX3.0
FM Inntaksluke oljetemperatur kritisk høg	error	alarm2	DB3 DBX3.1
FM Inntaksluke sig	error	alarm2	DB3 DBX3.2
DM Inntaksluke åpen	warning	alarm2	DB3 DBX3.3
DM Inntaksluke lukket	warning	alarm2	DB3 DBX3.4
FM Inntaksluke oljepumpe feil	error	alarm2	DB3 DBX3.5
FM Inntaksluke sig tid	error	alarm2	DB3 DBX3.6
FM Temperatur stator L1 høg	error	alarm2	DB3 DBX3.7

Vedlegg 11: Alarmliste

FM Temperatur stator L1 kritisk høy	error	alarm3	DB3 DBX4.0
FM Temperatur stator L2 høy	error	alarm3	DB3 DBX4.1
FM Temperatur stator L2 kritisk høy	error	alarm3	DB3 DBX4.2
FM Temperatur stator L3 høy	error	alarm3	DB3 DBX4.3
FM Temperatur stator L3 kritisk høy	error	alarm3	DB3 DBX4.4
FM Temperatur styrelager kritisk høy	error	alarm3	DB3 DBX4.5
FM Temperatur bærelager kritisk høy	error	alarm3	DB3 DBX4.6
FM Lager oljesump nivå kritisk høyt	error	alarm3	DB3 DBX4.7
FM Lager oljesump nivå kritisk lavt	error	alarm3	DB3 DBX5.0
DM Hurtigstopp aktivert		alarm3	DB3 DBX5.1
FM Lang starttid lager kjølepumpe 2 -> kjølepumpe 1 startet	error	alarm3	DB3 DBX5.2
FM Lang starttid lager kjølepumpe 1 -> kjølepumpe 2 startet	error	alarm3	DB3 DBX5.3
FM Lang starttid hydraulikkpumpe 2 -> hydraulikkpumpe 1 startet	error	alarm3	DB3 DBX5.4
FM Lang starttid hydraulikkpumpe 1 -> hydraulikkpumpe 2 startet	error	alarm3	DB3 DBX5.5
VM Overstrøm I > trip	error	alarm3	DB3 DBX5.6
VM Overstrøm I >> trip	error	alarm3	DB3 DBX5.7
VM Differensial > trip	error	alarm4	DB3 DBX6.0
VM Differensial >> trip	error	alarm4	DB3 DBX6.1
VM Overspenning > trip	error	alarm4	DB3 DBX6.2
VM Overspenning >> trip	error	alarm4	DB3 DBX6.3
VM Stator jordfeil	error	alarm4	DB3 DBX6.4
DM Hydraulikkpumpe 1 idrift	warning	alarm4	DB3 DBX6.5
DM Hydraulikkpumpe 2 idrift	warning	alarm4	DB3 DBX6.6
DM Trykkoljevlastningspumpe AC i drift	warning	alarm4	DB3 DBX6.7
DM Lensepumpe 1 drift	warning	alarm4	DB3 DBX7.0
DM Lensepumpe 2 drift	warning	alarm4	DB3 DBX7.1
FM Lensepumpe 1 feil	error	alarm4	DB3 DBX7.2
FM Lensepumpe 2 feil	error	alarm4	DB3 DBX7.3
FM Lensekum vannivå høyt	warning	alarm4	DB3 DBX7.4
FM Lensekum vannivå kritisk høyt	error	alarm4	DB3 DBX7.5
FM Kjølepumpe 1 idrift	warning	alarm4	DB3 DBX7.6
FM Kjølepumpe 2 idrift	warning	alarm4	DB3 DBX7.7
DM Inntaksluke pumpe idrift	warning	alarm5	DB3 DBX8.0
FM AC spenning borte	error	alarm5	DB3 DBX8.1
FM Jordfeil AC anlegg	error	alarm5	DB3 DBX8.2
DM Dieselaggregat drift	warning	alarm5	DB3 DBX8.3
FM Dieselaggregat samlefeil	error	alarm5	DB3 DBX8.4
FM Stasjonstransformator temperatur høy	warning	alarm5	DB3 DBX8.5
FM Stasjonstransformator temperatur kritisk høy	error	alarm5	DB3 DBX8.6
FM Stasjonstransformator oljenivå lavt	warning	alarm5	DB3 DBX8.7
FM Stasjonstransformator oljenivå kritisk lavt	error	alarm5	DB3 DBX9.0
FM Stasjonstransformator gass forvarsel	warning	alarm5	DB3 DBX9.1
FM Hovedtransformator gass (Bucholz relé) kritisk	error	alarm5	DB3 DBX9.2
FM Hovedtransformator oljenivå forvarsel	warning	alarm5	DB3 DBX9.3
FM Hovedtransformator oljenivå kritisk	error	alarm5	DB3 DBX9.4

Vedlegg 11: Alarmliste

FM Hovedtransformator oljetemperatur forvarsel	warning	alarm5	DB3 DBX9.5
FM Hovedtransformator oljetemperatur kritisk	error	alarm5	DB3 DBX9.6
FM Hovedtransformator viklingstemperatur forvarsel	error	alarm5	DB3 DBX9.7
DM Hurtiglukker driftstilt	warning	alarm6	DB3 DBX10.1
DM Hurtiglukker stoppstilt	warning	alarm6	DB3 DBX10.2
DM Ledeappart lukket	warning	alarm6	DB3 DBX10.3
DM Ledeapparatsperre innkoblet	warning	alarm6	DB3 DBX10.4
DM Ledeapparatsperre utkoblet	warning	alarm6	DB3 DBX10.5

Vedlegg 12: Tags WinCC

Tag	Datatype	Adresse
agg start til nett	Bool	M 6.3
agg.start tomgang med u	Bool	M 6.5
agg.start tomgang uten u	Bool	M 6.4
aktiv effekt real	Real	MD 74
Aktiver auto styring av startsekvens	Bool	DB 1 DBX 0.5
Aktiver skrittvis styring av startsekvens	Bool	DB 1 DBX 0.6
alarm1	Word	DB 3 DBW 0
alarm2	Word	DB 3 DBW 2
alarm3	Word	DB 3 DBW 4
alarm4	Word	DB 3 DBW 6
alarm5	Word	DB 3 DBW 8
alarm6	Word	DB 3 DBW 10
alarm8	Word	DB 3 DBW 14
Auto spenningsreg på	Bool	I 25.0
brems inne	Bool	I 0.7
brems ute	Bool	I 1.0
effektb. inne	Bool	I 8.2
effektbryter ute	Bool	I 8.3
el.turb.reg auto	Bool	M 14.4
el.turb.reg.man	Bool	M 14.5
F fra vern	Int	IW 66
F real	Real	DB 3 DBD 110
faste startbet oppfylt	Bool	M 0.7
feil lensepumpe	Bool	M 0.0
feil reservelensepumpe	Bool	M 0.1
feltb. inne	Bool	I 7.0
feltbryter ute	Bool	I 7.1
hoy temp test	Bool	DB 17 DBD 0
hurtigl. driftstillt	Bool	I 6.1
hurtigl. stoppstilt	Bool	I 6.2
hurtigstopp	Bool	M 0.6
hydr. oljenivå real	Real	MD 62
hydr. oljetemp real	Real	MD 66
hydr. oljetrykk real	Real	MD 70
hydr.oljenivå kri.lav v	Real	DB 17 DBD 16
hydr.oljenivå lav v	Real	DB 17 DBD 12
hydr.oljetemp høy v	Real	DB 17 DBD 44
hydr.oljetemp.kri.høy v	Real	DB 17 DBD 48
hydr.oljetrykk høy v	Real	DB 17 DBD 60
hydr.oljetrykk kri.lav v	Real	DB 17 DBD 56
hydr.oljetrykk lav v	Real	DB 17 DBD 52
hydr.oljetrykk.kri.høy v	Real	DB 17 DBD 64
hydr.pumpe auto / hand	Bool	M 10.6
hydr.pumpe1 av	Bool	M 9.6
hydr.pumpe1 avknapp	Bool	M 11.3

Vedlegg 12: Tags WinCC

hydr.pumpe1 driftstill	Bool	M 10.0
hydr.pumpe1 driftstillt	Bool	M 10.7
hydr.pumpe1 feil	Bool	M 5.4
hydr.pumpe1 stoppstill	Bool	M 10.2
hydr.pumpe1 stoppstillt	Bool	M 11.1
hydr.pumpe2 av	Bool	M 9.7
hydr.pumpe2 avknapp	Bool	M 11.4
hydr.pumpe2 driftstill	Bool	M 10.1
hydr.pumpe2 driftstillt	Bool	M 11.0
hydr.pumpe2 feil	Bool	M 5.5
hydr.pumpe2 stoppstill	Bool	M 10.3
hydr.pumpe2 stoppstillt	Bool	M 11.2
I1 fra vern	Int	IW 72
I1 real	Real	DB 3 DBD 114
innt.oljeniv.kri.lav v	Real	DB 2 DBD 38
innt.oljeniv.lav v	Real	DB 2 DBD 34
innt.oljetemp.høy v	Real	DB 2 DBD 42
innt.oljetemp.kri.høy v	Real	DB 2 DBD 46
inntaksoljeni real	Real	MD 94
inntaksoljetemp real	Real	MD 98
jordingskniv inne	Bool	I 9.3
jordingskniv ute	Bool	I 9.2
kjølevann tilstede	Bool	I 2.0
kri hoy temp test	Real	DB 17 DBD 4
ledeapp. lukket	Bool	I 6.6
ledeapp. ned	Bool	Q 3.4
ledeapp. opent	Bool	I 6.7
ledeapp. opp	Bool	Q 3.5
ledeapp.pos_real	Real	MD 102
ledeapparatsp. inne	Bool	I 5.1
ledeapparatsp. ute	Bool	I 5.0
ledeapparatsperre inne	Bool	I 5.1
lensepumpe drift	Bool	M 0.3
lensepumpe startklar	Bool	M 0.4
Manuell feltstrøm regulering	Bool	I 25.1
neste steg i startsekvens	Bool	DB 1 DBX 4.2
olje bærelag høy v	Real	DB 2 DBD 26
olje bærelag kri.høy v	Real	DB 2 DBD 30
olje bærelag kri.lav v	Real	DB 2 DBD 22
olje bærelag lav v	Real	DB 2 DBD 18
olje bærelag real	Real	MD 54
P fra vern	Int	IW 62
P real	Real	DB 3 DBD 102
pt 100	Int	PIW 262
Q fra vern	Int	IW 64
Q real	Real	DB 3 DBD 106
reserve lensepumpe startklar	Bool	M 0.5

Vedlegg 12: Tags WinCC

reservelensepumpe drift	Bool	M 0.2
s_feltbryter inn	Bool	M 20.0
s_nettdrift	Bool	M 7.3
s_skillebryter inn	Bool	M 20.1
s_slagbegrenser 100% opp	Bool	M 20.3
s_start av pumper	Bool	M 19.5
s_start av starttid	Bool	M 19.4
s_startklart	Bool	M 7.0
s_stillstand	Bool	M 6.7
s_synkronisering pågår	Bool	M 20.2
s_tomgang m/spenning	Bool	M 7.2
s_tomgang u/spenning	Bool	M 7.1
s_vannvei open	Bool	M 19.7
s_vannvei opner	Bool	M 19.6
sekvensnummer	Int	DB 1 DBW 6
skillebryter inne	Bool	I 8.6
skillebryter ute	Bool	I 8.5
slagbeg. lukket	Bool	I 6.4
slagbeg. real	Real	MD 106
slagbeg. startopen	Bool	I 6.3
slagbeg.100% open	Bool	I 6.5
sp.reg.auto	Bool	Q 4.0
sp.reg.hand	Bool	Q 4.1
spenning > 30 %	Bool	I 8.0
spenning > 90 %	Bool	I 8.1
spenning auke	Bool	Q 4.2
spenning minke	Bool	Q 4.3
temp bærelag høy v	Real	DB 2 DBD 2
temp bærelag kri.høy v	Real	DB 2 DBD 6
temp bærelag real	Real	MD 50
temp s L1 høy verdi	Real	DB 17 DBD 20
temp s L1 kri.høy verdi	Real	DB 17 DBD 24
temp s L2 høy verdi	Real	DB 17 DBD 28
temp s L2 kri.høy verdi	Real	DB 17 DBD 32
temp s L3 høy verdi	Real	DB 17 DBD 36
temp s L3 kri.høy verdi	Real	DB 17 DBD 40
temp stator L1	Real	MD 82
temp stator L2	Real	MD 86
temp stator L3	Real	MD 90
temp styrelag høy v	Real	DB 2 DBD 10
temp styrelag kri.høy v	Real	DB 2 DBD 14
temp styrelag real	Real	MD 110
test1	Bool	I 15.0
test2	Bool	I 17.0
touch_hurtigl.driftstill	Bool	M 14.7
touch_hurtigl.stoppestill	Bool	M 15.1
touch_ledeappartsp.inn	Bool	M 14.2
touch_ledeappartsp.ut	Bool	M 14.0

Vedlegg 12: Tags WinCC

touch_slagbeg.ned	Bool	M 15.5
touch_slagbeg.opp	Bool	M 15.4
trykkolje ac drift	Bool	M 8.2
trykkolje ac feil	Bool	M 8.4
trykkolje ac startkl.	Bool	M 8.6
trykkolje auto/hand	Bool	M 9.0
trykkolje dc drift	Bool	M 8.3
trykkolje dc feil	Bool	M 8.5
trykkolje dc startkl.	Bool	M 8.7
trykkolje hand paa/av	Bool	M 9.1
turb.reg.turtall < 15 %	Bool	I 9.0
turtall	Real	MD 78
turtall < 90 %	Bool	I 4.6
Turtall = 0 %	Bool	I 4.5
turtall > 90 %	Bool	I 4.7
UL1L2 fra vern	Int	IW 56
UL1L2 real	Real	DB 3 DBD 118
var. startbet oppfylt	Bool	M 1.0
vern test	Bool	M 32.0
w_oppstart / nettdrift	Bool	M 20.7
w_start av pumper	Bool	M 20.4
w_synkronisering pågår	Bool	M 20.6
w_vann opner	Bool	M 20.5